ЖОБАЛАУ, ҚҰРЫЛЫМДАУ ЖӘНЕ БЕТОН ЖОЛ ЖАБЫНЫНЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫ

ЕКІНШІ БАСЫЛЫМ

НОРБЕРТ ДЖ. ДЕЛАТТЕ

CRC Press
Taylor & Francis Group
Boca Raton London New York

CRC Press is an imprint of the
Taylor & Framcis Group, an informa business

A SPON PRESS BOOK

TaylorandFrancisGroup халықаралық баспасының CRC Press тауарлық белгісі болып табылады.

Кітапты жеке баспа шығарған

CRCPress
Taylor&FrancisGroup
6000 Батыс-Шығыс Брокн Саунд Парквэй, оф.300
Бока-Ратон, ФЛ 33487-2742 (Broken Sound Parkway NW, Suite 300, Boca Raton, FL 33487-2742)
© 2014, Taylor & Francis Group, LLC
CRC Press Taylor and Francis Group кітап баспасының тауарлық белгісі болып табылады.
АҚШ мемлекеттік тапсырысы бойынша өндірілген, өнімге құқығы жоқ
Басылым қышқылсыз қағазда басылған
Нұсқаның күні: 20140305

Кітаптың халықаралық стантарттық нөмірі-13: 978-1-4655-7510-3 (қатты мұқабада)
Осы басылымға арналған ақпарат сенімді ақпарат көздерінің негізінде дайындалған. Осы жұмысты дайындау барысында барлық деректер мен ақпараттардың анықтығын қамтамасыз ету үшін дәлелді күш салынған болатын, алайда, автор мен баспагер барлық ұсынылған материалдардың растылығына немесе оларды пайдаланғаннан кейінгі салдарына жауапкершілік артпайды. Осы басылымның авторлары мен баспагерлері осы жарияланымда пайдаланылған барлық материалдарға қатысты авторлық құқығы туралы хабардар, және басылымның материалдарын осы форматта жариялауға рұқсаты болмаған жағдайда иелеріннен кешірім сұрайды. Келесі басылымды дайындау барысында авторлық құқықты бұзуды болдырмау мақсатында сіз басылымнан авторлық құқықты бұзатын материалдарды тапқан жағдайда, бізге хабарлауыңызды сұраймыз.
Авторлық құқық туралы АҚШ заңында қарастырылған жағдайлардан басқа, осы басылымның еш бір тарауы баспагерлердің жазбаша рұқсатынсыз қайта басылмайды, қайта жаңғыртылмайды, берілмейді немесе кез-келген формада немесе кез-келген электрондық, механикалық немесе осы уақытта танымал немесе әлі де жасалып шығарылатын фотокөшіру, микрофильмдеу немесе аудиожазба деген сияқты басқа құралдар көмегімен немесе сақтау жүйесі немесе қандай да бір ақпаратты табу көмегімен пайдаланылмайды.

Осы жұмысты немесе материалдарды электрондық түрде пайдалануға рұқсат алу үшін www.copyright.com(http://www.copyright.com/) сайтына кіріңіз немесе CopyrightClearanceCenter, Inc. (CCC), 222 RosewoodDrive, Danvers, MA 01923, 978-750-8400 өкілдерімен байланысыңыз. CCC пайдаланушылардың кең ауқымына арналған лицензия беру және тіркеу бойынша коммерциялық емесе ұйым болып табылады. CCC лицензиясы бар компанияларға материалдарды фотокөшіру үшін жеке төлем жүйесі ұсынылатын болады.

Тауарлық белгі көрсету: өнім немесе атауы тауарлық белгі болуы мүмкін немесе тіркелген тауарлық белгі болуы мүмкін және авторлық құқықты бұзбай сәйкестендіру мақсатында пайдаланылуы мүмкін.

АҚШ Конгрессінің кітапханасы
-Деректер
Делэйтт, Норберт Дж.

БЕТОНДЫҚ ЖОЛ ЖАБЫНЫНЫҢ ЖОСПАРЫ, КОНСТРУКЦИЯСЫ ЖӘНЕ ОРЫНДАУЫ

Авторы Делэйтт, Норберт Дж.
Екінші басылым
Беттер
«ACR Ctitle»
Библиографикалық сілтемелер мен индекстер кіреді
ISBN 978-1-4665-7510-
(қатты мұқабада, қышқылсыз қағазда басылған)
TE278.D452014
625.8’4-dc23

2014002519
Taylor&Francis веб-сайтына келесі сілтеме бойынша өтініз http://www.taylorandfrancis.com
және CRC Press веб-сайтына келесі сілтеме бойынша өтініз http://www.crcpress.com

Мен осы кітапты маған кітапты жақсы көруге үйреткен өзімнің марқұм әкеме Норберт Делэйттке арнаймын.

Мазмұны

Екінші басылымға алғысөз. 19
Ризашылық білдіру 19
Автор 19

1 Тарау 21
Кіріспе 21
Басы 21
Жолдарға ерте жүргізілген сынақтар 22
AASHO жол сынақтары 27
Дизайн эволюциясы 30
«Жол жабындарының төзімділігін арттыру» бағдарламасы 31
Құрылымы, қызмет мерзімі, объектінің барлық тіршілік циклы немесе процесі барысындағы шығындар 33
Келешекте берілетін міндеттер 33
Техникалық қызмет көрсету және жөндеу 34
Кептелу жағдайы және қауіпсіздік жүйесіндегі өзгерістер 34
Ақпарат көздері, ғылыми баяндамалар, жетекші принциптер және стандарттар 37
Жоғары жылдамдықты магистральдар 39
Әуежайлар 40
Бірінші басылыммен салыстыру бойынша өзгерістер 40

Тарау 2 42
Бетон жабындарының түрлері 42
Бетондық армирленбеген тақталардан жасалған жабын 42
Темірбетоннан жасалған жол жабыны 45
Жіксіз темірбетоннан жасалған жол жабыны 46
Қарапайым жіктер 48
Көлденең басу жіктері 49
Бойлық жіктер 52
Бетондау жіктері 53
Кеңейту немесе оқшаулау жіктері 55
Беткі қабатты өңдеу 57
Күштеніп армирленген бетон және құрамалы технологиялық бетон 58
Күштеніп армирленген бетон 59
Құрамалы бетоннан жасалған жол жабыны 62
Домалатқышпен нығыздалған бетон 64
Өткізгіш кеуекті бетон 66

Тарау 3 68
Бетон жабынының ұзақ перспективасына экологиялық және әлеуметтік-экономикалық тұрақтылығын қамтамасыз ететін факторлар. 68
Пайдалану ресурсының талдауы 69
Экологиялық қауіпсіз және ұзақ перспективасы есепке алынған бетон жабыны 69
Бетон жабынына арналған экологиялық қауіпсіз және ұзақ перспективасы есепке алынған материалдар....71
Рециклинг және материалдарды қайта пайдалану....73
Пайдалану барысындағы бетон жабындары 78
Тіршілік циклін бағалау 80
Ұзақ пайдалануға қабілеттілігін бағалау жүйесі 81

Тарау 4....84
Пайдалану сапалары 84
Бұзу дәрежелері....84
Кеуектілік....85
Жол жабыны бұрыштарындағы сызаттар....85
(„D“) сызаттардың ұзақ мерзімділігі....85
Бойлық сызаттар 86
Көлденең сызаттар....88
Түйістердің нақты еместілігі 90
Жіктер ныгыздауын зақымдау (көлненең немесе тігінен)....90
Жіктердегі бетон тақталарының жиектерін келтіру (көлненең немесе тігінен)....90
Беттік ақаулар....91
Отырылған сызаттардың торы....91
Қабыршықтану....93
Тегістелген қосылыстар 93
Жергілікті басылым), қабаттасу 95
Көпіршіктер....95
Басқа кемшіліктер....95
Көлденең түйістерді және сызаттарды биіктігі бойынша жылжыту ..96
Бетон бетіндегі шығыңқы жерін қысқартуға арналған жол....99
Бетон бетіндегі шығыңқы жерді сындыру....99
Жамаудың ескіруі....99
Консистенттік жақпаның синтерезисі және сорғы жүйелері....99
Сүйірлену....101
Жұмыс жіктерінің нашарлауы 102

Беткі жақтың сипаттамасы 103
Тегістілік 103
Сырғанау кедергісі 105
Шу 107

5 Тарау 110
Траншеяның, төселетін қабаттың, дренаждың топырақтық негізінің жобалық бағалары 110
Траншеяның топырақтық негізінің жобалық бағалары 111
Кеңейтетін топырақтық негіз 113
Аяз қауіпті топырақтық негіз 114
Төселетін қабат және жол киімінің негізі 115
Тұрақтандырылған платформа 117
Тұрақтандырылған төселетін қабатты және негіз түрін таңдау 119
Үйкелу және қалып жақпа 119
Беткі дренаж 120
Жерасты дренаж 121
Жерасты дренаж дизайны 123
Судың сандық ағуы 124
Өткізу базасын жобалау 125
Бөлу қабатын жобалау 127
Бүйір қашыртқы 128
Түрлендірілген дренаж жүйесі 129

Тарау 6 130
Нақты материалдарды таңдау 130
Цемент 131
Қосымша цемент материалдары 131
Ұшпа күл 132
Қождық цементтер 132
Басқа қосымша цемент материалдары 133
Толтырғыштар және су 133
Ірі толтырғыш 135
Ұсақ толтырғыш 136
Оңтайландырылған құрама толтырғышты топтастыру 136
Жеңіл толтырғыш 139
Толтырғыш ретіндегі ойып алынған топырақ 140
Су 141
Қосындылар 141
Жыныс түзуші қоспалар 141

Қатаюды тездететін қоспалар 142
Қатаюды баяулататын қоспалар 142
Су қажеттілігін төмендететін қоспалар 142
Материалдардың сәйкестігі 142
Талшықтардан жасалған темір арқауы 144

Тарау 7 146
Қоспаны таңдау және мөлшерлеу 146
Жеңіл салыну 148
Төзімділік шегі 149
Төзімділік 152
Қатуға және еруге тойтарыс 153
Қабыршықтану 154
Сульфатты коррозия 155
Арматура мен центрлейтін біліктер коррозиясы 155
Шөгу және жылу деформациясы 155
Мөлшерлеу қоспасының үлгісі 156
Ірі түйіршікті толтырғыш 156
Қарапайым түйіршікті толтырғыш 157
Ылғалды толтырғыш жағдайы үшін партияларды түзету 158
Қосымша тұтқырлы материалдар үшін партияларды түзету 159
Су қажеттілігін төмендететін қоспалар үшін пакеттік түзетулер 159
Құрылысты тездету 160
Құрылыс объектісін тез көтеру 160
Демалыс күндеріндегі құрылыс 163
ЕоТ бетонының беріктілігі 163

Тарау 8 164
Жобалау негізі 164
Жол жабынына арналған негіз 164
Қозғалыс 165
Көлік бірлігі 165
Аралас қозғалыс 165
Эквивалентті нормативті өстік жүктеме 166
Шалыстану және түрінің өзгеруі 167
Жүктеме барысында зақымдану және иіндену 170
Бұрыштық жүктемеден түскен жүкетеменің қарқындылығы 171
Шеткі жүктемеден түскен жүктеменің қарқындылығы 172
Ішкі жүктемеден түскен жүктеменің қарқындылығы 173
Шалысудан, оралудан және жүктемеден пайда болған зақымдар 173

Тақталардың майысуы....174
Жалпы зақымдануларды және майысуларды есептеу 175
Қалыңдату 176
Көлденең жалғамалар дизайны және басты конструкциялар қадамдары....177
Жіктер арасындағы қашықтық 177
Жіктер арасындағы ауыспалы қашықтық....182
Біріккен блоктау қосылыстар....183
Бүркеншіксіз шегелермен қосу....184
Түйіспе өзектерінің диаметрі....185
Қосылыстардың қисайған жерлері....186
Көлденең жіктер және созылулар....187

9 тарау 191
Көлік жолдары үшін жол киімін есептеу....191
AASHTO 1993 жобалау бойынша басшылық 191
Жобалық тапсырма 191
Кірістер 192
EsALs W18 арқылы қозғалыс 193
Z_RS_0 сенімділігі....193
Бастапқы пайдалануға жарамдылығы po, pt, DpsI....194
Бұрылу кезіндегі беріктілік шегі sc′C 195
Дренаж коэффициенті C_d 195
Жүктемені берудің J коэффициенті 195
Бетон иілгіштігінің модулі E_c 196
Негіз иілгіштігінің модулі k....197
Шешу әдістері 197
Жобалау мысалы 198
1998 жылғы AASHTO нұсқаулығына толықтыру 199
Жобалық тапсырмалар....201
Жоба үлгілері....202
РСА 1984 жоба 158....205
Жобалық тапсырмалар....207

Тарау 10....208
10 Жол киімін есептеу бойынша басшылық 208
Алғышарттар, көлем және шолу 211
Жобалық тапсырмалар 212
Материалдардың сипаттамалары 1 213
Қоршаған ортаға әсер ету 169....215

Қозғалыс 171 217
Жобалық есептеу 173....219
Дренаж 173 220
Беткі жағындағы сүргілену 175 221
Қалпына келтіру стратегиялары 225
Қалпына келтірудің PCC дизайны 179....226
Жолдардың төмен көлемді конструкциясы 227
Бағдарламалық жасақтаманы жобалау үлгілері....228
JPCP жоба үлгісі....228
JPCP жоба үлгісі....230
JPCP жобалау үлгісі 182 230
Бағдарламалық жасақтамаға лицензия беру....231

11 тарау 233
11- Тарау Жол жабынының аз тонналы конструкциясы....233
ACI 325.12R және ACI 330 жобалау бойынша басшылық....234
Қосылу сызбасы....236
ACPA бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу....236
Ғаламдық реттеулер....237
Жобаның бастапқы дамуы 238
Жол кірулері 238
Жол жабынының қасиеттері 240
Қолданыстағы және жаңа талдау 242
Қарқынсыз қозғалысқа арналған жол жабынының кестесі 247
Қысқа жұқа тақталар 253

12 тарау 257
12 Жол жабындарына арналған өткізу бетоны....257
Өткізу бетонына арналған компоненттер мен қоспалар 258
Толықтырғыштар 258
Судың салыстырмалы мазмұны және су/цемент материалдар....258
Қосындылар 259
Өткізу бетонының қасиеттері 259
Коллекторлық қабат....261
Жауын суларын ұстап қалатын жабық жүйелер немесе шағын жүйелер....262
Суық ауа райы 262
Қабаттың барлық қалыңдығы бойынша құрғақ қатыру және жабынның кебуі 263
Ылғалды қату 263

Кебуге дейінгі ылғалды қату 263
Құрама конструкция 264
ACPA PerviousPave Бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу 264
Ғаламдық реттеу және жоба туралы ақпарат 264
Өткізгіш бетон жабындысының құрылымдық дизайны 265
Жоба бойынша шешімдер 265
Қозғалыс бойынша шешімдер 265
Жабынның құрылымдық қасиеттері 266
Өткізгіш бетон жабындының гидрологиялық дизайны 267
Өткізгіш жабынның гидрологиялық дизайны 267
PCA CD гидрологиялық дизайн 270
Еңіс жаяужол бойынша ұсынымдар 270
Жобалар үлгілері 271
Өткізу жабыны жобаларының кестелері 274
Бетон жабынын салуға арналған өткізу жабындары 276
Бетон жабынының өнімділігі 278
Су өткізгіш жабынның жобалау кестесі 280
Сурет 12.10 Кесте парағы. 282
Жол жабындысы құрылысындағы ұсақ тесікті бетон 290
Ұсақ тесікті жабындының нақты сипаттамасы 291

13-тарау 292
13 Әуежайдың ұшып-қону жолағының жабыны 237 292
Әуежайдың ұшып-қону жолақтарының жабынына арналған негіздер және төселетін топырақ 293
Конструктивті түсінік 294
Әуе хабарламасының жүктемесі 294
Топырақты қатыру мен көп жылдық қату үшін жобалау 294
Модуль негіздерін анықтау (k-мәні) 295
Бетон плиталар қалыңдығын анықтау 296
Критикалық және критикалық емес аумақтар 296
Біріктіру 296
Арқауланған және CRC жабын 298
Әуежай жабынына арналған бағдарламалық жасақтама 298
Әуежайдың ұшып-қону жолақтарының жабыны және қайта құру 299
Жобалар үлгілері 301
Қарқынсыз қозғалысқа арналған әуежайдың ұшып-қону жолақтарының жабыны 301
Жеңіл ұшақтарға арналған әуежай ұшу қону жолағын жабу 304

14 тарау 306
14 Өнеркәсіптік мақсатты жолдарына арналған төсемді есептеу ...306
Бетон және топырақпен жабылған жабын.....308
Байланыстыру түрлерін есептеу 309
Өндірістік жаяужолдың стандартты құрылымы.....312
Өндірістік жаяужолақ дизайнның мысалдары
(RCCPave және AirPave).....313
Мысал 1: контейнерлерді тасымалдауға арналған жүк 313
Мысал 2: жылжымалы портальдық жүк көтергіш 316
Өндірістік жабынды жағдайын сараптау.....318

15 тарау 320
15 бетон катогымен тығыздалған жабынды 320
RCC материалдары мен қоспалары.....322
Материалдар 322
Қоспалар 323
RKC инженерлік қасиеттері.....325
Ию кезіндегі беріктіктің шегі 325
Беріктік модулі мен ескірудің белгілері.....326
Тігінен транспорттарға жабысулық беріктігі 326
Аязға, еру кезінде және қабыршақтану кезіндегі тұрақтылықты сақтауы 326
Отыру 327
RCC жабындысын жобалау 327
RCC жабынды конструкциясы 328
Өндіріс материалы 328
Негізгі және топырақ қабатын дайындау 329
Белдіктің жабындысы 329
Жіктер 330
Бетонды қадағалау 330
Техникалық күтім.....331
RCC беткі қабаты 331
Жабындардың пайдалану сапасы 332
Сыртқы бетінің текстурасы мен жағдайы 332
Жапсарлар мен сызаттар 333
Жікке түсетін жүк 334
Сыртқы бетінің тегіс болуы 334
Қатыру/еріту және RCC-тің антиақшылдану 334
RCC жабындысының тематикалық зеттеуі 335

Georgia I-285 беткі қабатына қашықтығы бар реконструкция жобасы....335
Норфолкте RCC халықаралық сыртқы ғимараттарда порт терминалын кеңейту 335

16 тарау 337
16 Ауысымдар және CRCP арматуралау 337
Ауысулар....337
Бетон жабындары мен көпір арасындағы ауысулар 338
Бетон және асфальт жабын араларындағы ауысулар 339
CRCP конструкциясына қатысты түсініктер....340
CRCP үшін конструкция қалыңдығы....340
Автокөлік жолдары үшін CRCP дизайн: AASHTO 1993....342
Сызаттар арасындағы қашықтық негізіндегі арқаулау коэффициенті 342
Сызаттар ені негізінде күшейту коэффициенті....344
Темірбетон конструкцияларын жүктеме негізінде күшейту коэффициенті....344
CRCP темірбетоны үшін көлденең темір арқауы....345
Жоба мысалдары 346
MEPDG тәсілі....346
CRCP жолдардың көрсеткіштері 347
CRCP әуежайларда болат құрылымы: FAA....348
Жер төсемдері үшін бетонды құрылыс арматурасы....348
Температура әсері үшін бетон құрылыс арматурасы 349
Армирлеу пайызы 349
Бүгілетін элементтер темір арқауы 349
Жоба мысалдары....349
CRCP арматура және аяқталу зәкірлері 350
Арматура бөлшектері....350
Түпкілікті зәкірлер және соңғы муфталар 353
Көлденең құрылымдық тігістер....356
Жіксіз тротуар: мәселелерді зерттеу 356

17 бөлім....359
17 Тротуар базасын жобалау және қосалқы 295 базасын негіздеу....359
Белгілерді дайындау 359
Жыралар және жер астын нығыздауды негіздеудің жобалық белгілерін градустандыру....360
Ісініп келе жатқан топырақты бақылау....362

Аяз қопсуын бақылау 362
Топырақ іргетасының тұрақтандыру жобалары.....363
Топырақ іргетасы транш жобалауындағы басқа да пікірлер 364
Жер қойнауын жобалау және құрылтай.....365
Шикізат базасы.....365
Маңызды элементтер.....365
Өңделген цемент базасы және базалық қабаттар 366
Жұқа және бетон негізінде жатқан қабаттарға негізделген негіздері367
Цементпен өңделген негізгі қабаттар 368
Өткізгіш база 369
Өткізгіш базалар мәселелері.....370

18 Тарау 371
18 Тақталардан қаптау.....371
Бетон өнімдерін өндіру 371
Сырғанағыш қалыпты қаптау 373
Төсеудің белгіленген нысаны 381
Ақаулықты жоспарлау және жою 385
Бетон жабынының жылдамдатылған құрылысы. 386
Сынақ мерзімі.....387

19 – ТАРАУ 388
19. Өңделуі, құрылымдық сипаты, қатуы, бірлесе кесу және нығыздау.....388
Өңделуі, құрылымдық сипаты.....388
Бетонның күтімі 390
Қатайтуға ықпал етуші факторлар. 390
Бастапқы қатаюға қойылатын талаптар.....393
Ақтық қатаю 395
Температураны бақылау 396
Қатаюдың тоқтауы және тиімділікті бағалау. 397
Жұқа жабын.....398
Бірлесе кесу және нығыздау. 398
Төсеніш төсеу үшін ыссылай домалату мен салқындай домалату және оның қауіпсіздік шаралары 405
Ыссылай домалатудың қауіпсіздік шаралары 405
Салқын домалатудың қауіпсіздік шаралары 407
Температура кеңістігі 408
hIPERPRAV 409

20 Тарау 416
20 Бетон жабынын жөндеу 416
Жабынды басқару 418
Жіктерді және жарықтарды қайта нығыздау 422
Жіктерді қайта нығыздау 423
Жарықтарды нығыздау 424
Құрғату жүйелеріне техникалық қызмет көрсету 424
Бөлім 21 425

21 Қалпына келтіру 425
Техникалық қызмет көрсету мен салудың стратегиясын таңдау 426
Толық және ішінара жөндеу жұрыстары 430
Максималды тереңдікті жөндеу жамаулары 431
Ішінара тереңдікті жөндеу жамаулары 433
Жіктестірілген өзектерді модернизациялау және қиылыспа тұтастырғыш 434
Жетілдірілген жік өзектері 434
Қиылыспа тұтастырғыш 436
Жылтырлатып өңдеу және қималарды іріктеу 437
Тақтайшаларды тұрақтандыру 438

Бөлім 22 442
22 Қаптама және бедерлеу 442
Бетон төсемдерінің бетондық қабаттасуы 443
Негіссіз қабаттасулары 443
Ілінетін бетонды қаптамалары 449
Асфальтті жабындарға арналған бетон жабындар 460
Тозудың беттік бетон қабатын салу 461
Ультражіңішке қаптамалар/асфальтқа арналған бетоннан жасалған бекітілген жабындар 463
Тозудың бетонды беткі қабатын жұқа қабатпен салу 467
Бетонді кірістіру 468

Екінші басылымға алғысөз.

Бетон жол жабынын төсеу технологиясының бірінші басылымын жариялау сәтінен бері біршама өзгерістер орын алды. Қазіргі уақытта әдістердің кейбіреулері сирек қолданылады. Басқа тақырыптар аса маңызды орын алды және осы кітапқа жеке тарау ретінде енгізулерді енгізуін талап етті: ұзақ перспективаға экологиялық және әлеуметтік-экономикалық беріктілікті қамтамасыз ететін факторлар, жолдық киімді жобалау бойынша механикалық-эмпириялық басшылық, өткізу бетоны және домалатқышпен нығыздалған бетон. Жаңа материалға орын босату үшін біз бірінші басылымның материалдарын жіті зерттедік және түзетулер енгіздік. Осы жұмыс студенттер, оқытушылар, зерттеушілер және тәжірибе жинап жүрген инженерлер үшін құнды материал болып қалатынына үміттенемін.

Ризашылық білдіру

Осы кітаппен жұмыс істеу барысында көмек көрсеткені үшін ризашылығымды білдіргім келетін адамдар өте көп, бірақ мен тырысып көремін. Маған жұмыста көмектескен және комитет кездесулерінің талқылауларға қатысқан Американдық бетон жабыны жөніндегі 325 бетон институтының комитенінен, домалатқышпен нығыздалған бетон жөніндегі 327 комитеттен, автотұрақ және көпірлерді бетон жабыны жөніндегі 330 комитеттен, өткізу бетоны жөніндегі 522 комитетінен, 5 тарау үшін материалдар ұсынған Джеймс Шилстоннан, үлкен (Джим) және кіші Джеймс Шилстоннан (Джей), және 9 тарау үшін материал ұсынған Хуан Пабло Коварубиастан бастайын. Канаданың цементтік ассоциациясының мүшесі Тим Смит, және Огайо көлік департаментынан Дейл Краул, және фотосуреттер ұсынған құрылыс компаниясының өкілі Джордж Палко. Әріптестеріммен бірге көп жылдар бойы сабақ берген және олардың арқасында осы материалдарды зерттеп және жинақтай бастаған Бирмингендегі Алабама штаты университеті курстарының студенттеріне алғысымды білдіремін. Және де соңында, осы қолжазбамен жұмыс жасау барысында шыдамдылығы үшін менің әйелім Линн мен балаларым Изабелла мен Джонға алғысымды білдіруім қажет.

Автор

Д-р Кіші Норберт Дж. Делэйт, PE, профессор Кливленд қаласындағы университеттің азаматтық және экологиялық инженерия кафедрасының меңгерушісі. Ол азаматтық құрылыс саласындағы бакалавр

дәрежесін 1984 жылы «Цитадель» әскери училищеден алған, азаматтық инженерия саласындағы магистр дәрежесін 1986 жылы Массачусеттің технологиялық институтында және азаматтық құрылыс саласындағы докторлық дәрежесін 1996 жылы Остиндағы Техас штатының университетінде алған. Ол 11 жыл шамасында Құрама Штаттарының әскерінде Инженерлер корпусының офицері ретінде, Корея Республикасында 2 жыл болды, шөлдегі боран операциясы барысында Арабия жартылай аралында болды, оңтүстік Флоридадағы Эндрю Дауыл барысындағы құтқару операциясында инженерлер тобын басқарған. Ол 1996-1997 жылдар аралығында Вест-Пойнт, Нью-Йорктағы АҚШ әскери академиясында доцент ретінде сабақ берген. Бетон жабынының функционалдық мүмкіндіктерінде, оны пайдалану сипаттамаларында, құрылыс техникасында, көлік техникасында, сондай-ақ құрылыс материалдарында мамандандырылған. Доктор Делэйтт Американдық бетон институтының, Американдық азаматтық инженерлер одағының, Американдық инженерлік білім одағының мүшесі болып табылады. Ол көлік зерттеулері бойынша кенесінің мүшесі (TRB), Кливленд қаласы университетінің өкілі, содай-ақ екі TRB комитетінің -AFN40 нақты материалдарды орналастыру әдістері бойынша (2006-қазіргі уақытта) және AFN20, бетон қасиеттерімен айналысатын комитетінің (2007-қазіргі уақытта) мүшесі болып есептеледі.

Ол ACI 327 (домалатқышпен нығыздалған бетоннан жасалған жабын) комитетінің төрағасы, ACI 325 (бетон жабындары) комитетінің бұрынғы төрағасы, сондай-ақ ACI 330 (автотұрақтар және көпірлерге арналған бетон жабындары) және 522 (өткізу бетоны) комитеттерінің мүшесі болып танылған. Ол Инженерлердің техникалық кеңесінің TCFE, ASCE атқаратын комитетінің және Білім беру жөніндегі комитеттің бұрынғы төрағасы болған. Бұдан басқа, ASCE журналының инженерлік білім беру және тәжірибе саласындағы кәсіби мәселелер жөніндегі редакторы. Доктор Делэйтт Огайо және Алабама штаттарында және Вирджиния Ынтымақтастығында тіркелген кәсіби инженер болып жұмыс істейді.

1 Тарау
Кіріспе

Бетон жабындары көлік жолдарын, ұшып-қону жолақтарын, көшелерді, жергілікті маңызы бар жолдарды, тұрақтарды, өнеркәсіптік объектілерді, сондай-ақ басқа инфрақұрылым түрлерін жабу үшін пайдаланылған. Дұрыс жобаланған және қатты материалдардан жасалған бетон жабындар техникалық қызмет көрсетілмей ақ көп жылдық қызмет көрсете алады. «Әдетте бетон асфальтқа қарағанда алғашқы бағасы аса жоғары болады, бірақ сақтау мерзімі ұзағырақ және техникалық қызмет көрсетуіне аса төмен шығындалады» (Хоэл және Шорт 2006: 26).

Бірақ, кейбір жағдайларда жобалаушылардың қатесінің немесе нашар таңдалған материалдар салдарынан пайдалану мерзімі күрт қысқарады. Жол жабумен айналысатын инженерлер материалдарды жақсы тани білуі керек, өзара дұрыс қатынасын, дизайнын ресімдеуің, дренажды, құрылыс әдістерін және жол жабынының өнімділігін жақсы білу қажет. Кең ауқымды пайдаланылатын жобалау процедуралары негізінде орналасқан теориялық негіздерді түсіну және процедураларды қолдану шектерін білу маңызды.

Басы

Алғашқы бетоннан жасалған жабынды 1891 жылы Огайо штатының Бэллефонтэйнде Джордж Бартоломью төсеген болатын. Ол Германияда және Техаста цемент өндіретіні жайлы біліп, Огайо штатының орталық бөлігінен қажетті шикізаттың таза көзі-әктас және топырақ тапты. Бұл жабын бірінші болғандықтан жол жабыны 5 жыл ішінде пайдалануға берілуіне байланысты қалалық кеңес $ 5000 кепілдеме беруін талап етті. 100 жылдан соң, жабын жартысы қолданыста болды (Snell және Snell 2002).

Американдық бетон жабындары ассоциациясы (ACPA) «100 жыл инновациялар» веб-сайт (http://www.pavement.com/Concrete_Pavement/About_Concrete / 100_Years_of_Innovation / index.asp) бетон жабыны тез сұранысқа ие болғанын атап кеткен. Жергілікті кәсіпкерлер алаң айналасындағы барлық территорияға бетон төселуіне өтініш білдірген. 1893 жылы, Корт Авеню және Опера-стрит асфальтталған болатын. Коламбус Авеню және Мэйн Стриттің қалған бөлігі 1894 жылы асфальталған болатын. «Сол уақытта, «бетон» термині» аса танымал болмаған, сондықтан бұл материалды «жасанды тас» деп атаған және оны қолмен 1,5 м (5 фут) шаршы пішінінде жасалған. Басқа бұдан бұрын

шыққан бетоннан жасалған жабындар 1905 жылы Чикагодағы Фронт Стрит үшін пайдаланылған және шамамен 60 жыл қызмет етті, және де алғашқы миль бетон жабыны болған Детройттағы Вудворд-авеню (1909) де пайдаланылған.

Мүмкін бетон жабынымен бұдан ертерек жасалған тәжірибелер болған шығар. Паско (1998) 1919 жылғы американдық инженерлер басшылығымен сәйкес, 1879 жылы Шотландияда бетон жабыны байланыстыру үшін портландцемент көмегімен пайдаланылған болатын. Беткі жағы өте жақсы болған, бірақ жол бұзыла бастаған кезде, ол кесек кесек болып тез шашырап кетті. Авторлар Құрама Штаттардың портландцементтен (PCC) жасалған алғашқы жабыны 1893 жылы Нью-Йорк штатының Рочестер қаласындағы SouthФитцхьюStreet Монро огругінің инженері Дж Ю. МакКлинток төсеген деп айтады. Бұл портландцементтің телімі, қиыршық таспен құйылған, Хассам үлгісінің заманауи бетон жабынының прототипі пайдаланылған. Мұндай жол жабынының құны шаршы ярд ($ 1,19 шаршы метр) үшін $ 1 құраған. Дегенмен, жол жабынының күйі жақын арада нашарлады. Бетон жабынын пайдалануды бұдан ертерек талпынысына қарамастан, Бэлльфонтэйн алғашқы ұзақ мерзімді сәтті бетон жабыны болғаны бәріне түсінікті.

Көлікдердің аса кең қол жетімділігі қатты жабыны бар жолдарға сұраныстың ұлғаюына әкелді. 1913 жылы, 37 км (23 миль) бетон жабыны 1 фут үшін $ 1 бағасы бойынша Пайн Блюф, Арканзастың жанында төселді. Ол «Dollarway.» Деген атаққа ие бола бастады. Жол жабынының ені 2,7 м (9 фут) және қалыңдығы 125 мм (5-в) болған. Dollarway қалдықтары АҚШ 6 демалыс орнының бойымен сақталған. Осыдан кейін, 1914 жылы, 79 км (49 миль) бетон жабыны Миссисипи штаты графтық ауыл жолдарында төселген, ал 1914 жылдың соңында жалпылап айтқанда 3778 км (2348 миль) бетон жабыны Құрама Штаттарда пайдаланылған болатын (ACPA 2006).

Көлік маңыздылығының артуына қарамастан, велосипедшілер одағының мүшелері 1916 жылы Федералдық Маңызы бар Жолдар туралы Федералдық заңның енгізілуіне қатты ықпал еткен алғашқы ұйымның бірі болған. Сол жылы портландцемент пен бетонды пайдалануға жәрдемдесу мақсатында Портландцемент ассоциациясы ұйымдастырылған болатын. Бетон жабынының өндірушілері оқшауланған «мильдерді» қоғам талап етеді деген үмітпен төсеген, бетон жабынының үлкен саны көмегімен бір-бірімен байланысқан.

Жолдарға ерте жүргізілген сынақтар

Бетондық жол жабындары үшін жобалау процедураларын әзірлеуге

ынталануы көп жылдар бойы жолдарды сынау жүргізілген. Бетондық жол жабыны сипаттамасының алғашқы бақыланатын бағасы болып Детройттың Қоғамдық жұмыстар департаментімен жүргізілген баға болған деп саналады. Болат қосылыстар және ауыр темір дөңгелектер полюстің қарама-қарсы ұштарында күніне аттар мен машиналардың қозғалысын имитациялау үшін шеңбер жол бойымен орналасқан болатын. Сынақтар бөлімдеріне бетон, гранит, блок креозоты, кедр блогының сынақтары кіреді.

Осы зерттеудің негізінде, WayneCounty, Мичиган штатындағы Вудворд-авеню бетон жабыны төсеген. Кейін олар келесі 2 жыл ішінде 60 миль астам бетон жолдарын төсеген (ACPA 2006).

Кейін 1916 жылы, бетон жолдары 125-225 мм (5-9 дюйм) болған, бірақ жабын қалыңдығына қойылған талаптарды қалай анықтау жайлы аз ғана мәлім болатын. 1912-1923 жылдары Иллинойс штатында жол сынақтарын жүргізген болатын. Бірінші дүниежүзілік соғыс уақытында 454 тен 5900 кг дейінгі (1000-13,000 фунт) доңғалақ жүктемелері бар жүк көлігі көмегімен әртүрлі материалдардың телімдері және қалыңдығы тексерілген болатын. Біртекті қиылысудың нақты телімдері 100-225 мм (4-9 дюйм) болған, ал сол уақытта қалыңдатылған шеттері бар жол жабынының көлденең профилі 229-125-229 мм және 229-152-229 мм (9-5-9 және 9-6-9) көрсеткен, кейбіреулері шеткі қайырларымен. 22 кірпіштік, 17 асфальттық және 24 бетондық бөлімінен тұратыны және 1 кірпіштік, 3 асфальттық және 10 бетондық тараулардан тұратыны жүк көлігінің жүктемесін қанағаттандыратындай көтергенін нәтижелер көрсетті. Нәтижесінде, Иллинойс үшін дизайнның бірнеше түрлері әзірленген болатын көліктік жолдардың алғашқы мемлекеттік жүйесін құру үшін (ACPA 2006). Бейтс жол тесті көп жылдар бойы инженер-жобалаушылар пайдаланған негізгі деректерді ұсынған (Иодер және Витсак 1975: 4).

1922 жылға дейін, көп жабындар буындардың түйісуінсіз және ені 4.9-5.5 м (16 дан 18 футқа дейін) болатын жабындарда пайда болатын ретсіз көлденең сызаттардың пайда болуын алдын-алуында нығыздалған орташа қиылысулар пайдаланылған. Бейтс сынағы нәтижесінің негізінде, инженерлер көлденең сызаттардың пайда болуын алдын-алу үшін көлденең жіктерді пайдалана бастады (ACPA 2006).

Басқа жол сынақтары сондай-ақ өз қолданыстарын тапты, штат Калифорния штатының Питсбург қаласындағы инженерлердің жол тестін

1921- 1923 жылдары темірбетон жабынын қарапайым бетон жабынымен салыстыру мақсатында жүргізілген болатын (ACPA 2006). Бұл тест ешқандай ерекше артықшылығын көрсетпеді, бірақ осы жабындар жіктерді пайдаланбаған және заманауи тәжірибеде салыстыру үшін пайдалануға болмайтынын анықтады (Ray 1981: 5).

«1950 және 1951 жылдар, Қоғамдық жолдар бюросы (қазіргі уақытта Федералдық жол әкімшілігі, немесе ФЖӘ) көлік жолдары бойынша ғылыми-зерттеу кеңесімен (бүгінде, тасымалдау мәселелері бойынша кеңес), бірнеше мемлекеттер, жүк көліктерін өндіруші және онымен байланысқан басқа салалар жол сынақтарын жүргізді. Колумбия округі, Вашингтоннан оңтүстікке қарай One- MD жолдарында. Қолданыстағы 1,1 миль (1,8 км) екі жолақты шоссе жіті түгенденген, құрал-саймандармен жабдықталған және күніне 1000 жүк көлігі жүктемесімен жүктелеген. Тақталар арасындағы жүктемені берудің, жылдамдық эффектісін және осьтер салмағын, сондай-ақ толтыру салдарынан пайда болған мәселелердің жақсы мәнін нәтижелер көрсетті. Алынған нәтижелер эквиваленттіліктің динамикалық доңғалақтарды жасауға арналған алғашқы факторлары болып қызмет көрсетті (Паско 1998).

Бұл жол тесті АҚШ 301 магистралының телімін бағалады, екеуіннен тұратын қозғалыс жолағының ені 3,7 м (12 фут) с 229-178-229 мм (9-7-9) көлденең қиылысының қалыңдатылған шеттерімен. Жаяу жол 1941 жылы салынған болатын. Тақталар сым тормен бекітілген және жіктер арасындағы қашықтықты қысқарту үшін 12,2 м (40 фут) болған және жіктер арасындағы қашықтықты кеңейту үшін 36.6 м (120 фут) болған (Иодер және Витсак1975: 597).

Жүк көліктерінен түскен жүктемелер 80 және 100 кН (18 000 және 22 400 фунт) дара осьтерімен 142 және 200 кН (32 000 және 44800 фунт) тандемдік осьтерімен 1950 жылы маусым айынан желтоқсан айы аралығында пайдаланылған болатын (Huang 2004: 19-20). Осы жол сынақтарының негізгі мақсаты жүк тасымалдары мен темір жол арасындағы салықты тиісті түрде бөліп таралуын анықтау болып табылады.

Бұл жол сынақтары бірнеше айлар бойы қозғалыстың қарқындылығын ұқсататын жолдардағы жылдамдатылған қозғалысты пайдалануды білдіреді. Дегенмен, қоршаған ортаға әсерін егіс жағдайларында арттыру мүмкін болмайды. Пасько (1998) Бұдан басқа, жол жабынының

өнімділігіне бағынбайтын ауыспалы салдар туралы (қоршаған орта) есте сақтау қажет. One-MD жол тесті жақсы үлгі ретінде қызмет етеді, мұнда шілде мен тамызда бақыланатын сынақтар болмашы зақымдарды тауып берді. Қыркүйек айында алаң қатту жауын-шашын әсеріне ұшыраған. Тамыз айында сегіз жіктерді 20 және 28 Қыркүйек пен қазанмен салыстыруымен сәйкес тартып шығарумен өңдеу қажет болды. Сұйық топырақты жиегімен тартып шығару тамыз айында 162 фут (50 м) құрады, қыркүйек айында 462 фут (140 м) құрады, ал қазан айында қатты жауыннан кейін 380 фут (116 м) құрады».

Мэрилендтің жол сынағында сызаттардың үдемелі ұлғаюы тартып шығарудың дамуымен байланыстығы анық болған. Тартып шығарудың ең көп кездері кеңейту жітерімен байланысты. Тартып шығаруды пластикалық саз топырақтарда жүргізілген, бірақ лай мен топрыақтың төмен пайыздық құрамы бар түйіршіктелген негіздерде емес. Температурадан пайда болған майысулар сондай-ақ өлшенген болатын және маңыздылығы расталған (Иодер және Витсак1975: 598).

Ұшып-қону жолақтарының бірінші бетон жабыны Мичиган штаты Дирборнда FordField 1928 жылы төселген. LunkenField Цинциннатида, Огайо штатында бір жылдан соң пайдаланылған. Бұдан бұрынғы жабын үлгілері осы телімдерді жабу үшін жиектің қалыңдатылған телімін жиектегі жабын қалыңдығы ортаңғы сызыққа қарағанда 50 мм (2 дюйма) қалыңырақ жабынды пайдаланған.1930-шы жылдар кезінде ұшақтардың басым түрі DC-3 салыстырмалы түрде жеңіл болған, сондықтан әуе көлігіне жанармайды әкелетін жүк көліктері бетон жабындарын есептеу үшін негізгі фактор болып есептелеген. Ертерек жабындар қалыңдығы әдетте 152 мм (6 дюйм) құраған. B-29 бомбалаушылардың Екінші дүниежүзілік соғыс кезінде пайда болуы жабын қалыңдығын 305 мм (12 дюйм) дейін арттыруды талап етті, сондықтан қолданыстағы жабындарға жаңа 152-178 мм (6-7 дюйма) бетон төселеген болатын. Аса ірі және ауыр соғыстан кейінгі бомбалаушылардың пайда болуымен жабын қалыңдығы 508-686 мм (20-27 дюйм) дейін ұлғайтылды(ACPA 2006).

АҚШ-тың қарулы күштері инженерлік корпусы мүшелерінің бетон жабынын дамытуға қосқан үлесі маңызды болды, әсіресе ұшып-қону жолақтарының жабыны үшін ерекше үлкен мән берген. Екінші дүни-

ежүзілік соғыс жылдары В-29 және алысқа ұшатын аса ауыр соғыстан кейінгі бомбалаушылар, корпус өте ауыр жүктемелерге ұшыраған дүниежүзі бойынша ұшып-қону жолақтарының жабынын жобалау тапсырмасының қиындықтарымен қақтығысты. 1975 жылы Иодер мен Витсак «корпустар, соңғы 20 жыл ішінде жол жабыны түптұлғаларын зерттеу бойынша кең ауқымды зерттеу бағдарламаларды жүргізді» дегенді ескерді (Йодера және Витсак1975: 4).

Рэй (1981: 4-8) 1945 және 1980 жылдар аралығында жасалған жол жабыны дизайны саласындағы жетістіктерін және жұмыс сипаттамаларын жалпылаған.

•1930-шы жылдар соңында жоғары күйгелек топырақтың кеңейту немесе қысу салдарынан жол жабынының пішіні бұзылуын бақылау негізінде осындай топырақ түрін цементпен немесе әктаспен өңдеу әдістері әзірленген болатын.

• Топырақтың ісіну механизмдері анықталған және талданған болатын, сондай-ақ жер төсемін жіті құру жолымен және төселетін қабаттың жұқа қиыршық қабатына қатысты аяздық ісіну шешімі үшін әдістер қабылданған болатын.

• Қайта айдау жол жабыны және топырақтың бетон жіктерінің ықтимал бұзу механизмі ретінде анықтады. Үйіп тастау шарттары анықталған болатын. Үйіп тастау қиыршық негіздерді пайдалану және штифттармен қосу есебінен реттелуі мүмкін.

• Жеткіліксіз дренаж немесе бір қалыпты емес нығыздау жұқа қиыршық негіздері бар мәселелерге әкелуі мүмкін.

• Цементпен өңделген негіздер (СТВ) немесе іргетас керемет қолдауды қамтамасыз етеді және тартып шығаруды болдырмайды.

• Жұқа бетон жабындар дұрыс жағдайларда қанағаттандыратын қызмет көрсетуді қамтамасыз етуі мүмкін. Ұшып-қону жолағының қалыңдығы 150 мм (6 дюйм) болатын кейбір жабындары доңғалақтар жүктемесі артқанға дейін 30 жылдан аса қызмет етеді. Тура солай Айова штатының ауыл жолдары қалыңдығы небәрі 110 мм (4½ дюйм) болатын жабынмен жабылған, яғни олар бойынша қозғалысты 30 жыл бойы іске асыруға кедергі келтірмейді.

• Тақталарға түскен жүктеме аса жоғары болмасада, бұйралау,

қиғаштық және эрозия түріндегі ауытқулар жол жабыны өнімділігі мәселелеріне әкелуі мүмкін.

• Көптеген мекемелер темірбетон жабындарынан JRCP жабынының тақталарында пайда болатын нақыстар, үрлену және аралық сызаттар үшін бетондық армирленбеген тақталардан (JPCP) жасалған жабындарға ауысты.

• Қосылу қадасы жоқ JPCP жіктермен байланысты мәселелер көлік жоларын және ұшып-қону жолақтарын жабу үшін қосылу қадалары кең ауқымда қолданысқа ие болды.

• JPCP жіктер арасындағы шамамен 4,6 м (15 футов) қашықтығымен көптеген қосымшалар үшін тіршілік циклінің ең төменгі құнын қамтамасыз етеді.

• Бетон жабынының негізгі желісіне жалғанған бетонның шығыңқы жерлерінің ауытқуы мен кернеуін азайтады, қауіпсіздік деңгейін және беткі дренажды арттырады және техникалық күтудегі қажеттіліктерді төмендетеді.

• Дұрыс жобаланған және құрылған салу – байланысқан, байланыспаған немесе тозудың бетондық беткі қабатын төсеу көп жылдық қызметті қамтамасыз етуі мүмкін.

AASHO жол сынақтары

Дуайт Д. Эйзенхауэрдің 1956 жылғы «Федералдық маңызы бар жолдар туралы» Федералдық заңы көлік жолдарының 66000 км (41000 миль) жүйесін құру үшін негізгі болып табылады. Жолдардың алпыс пайызы бетонмен тас төселген. Осы конструкциялар тіршілігін қамтамасыз етудің зерттеулерін жүргізу қажеттілігі анық болған. AASHO жол сынақтары, $ 27 млн мөлшеріндегі зерттеу Иллинойс штаты Оттаваның жанындағы жолдарда жүргізілген болатын. Сынақтардың алты әртүрлі циклдері екі жыл бойы жүргізілген болатын. Осьтердің он екі әртүрлі комбинациялары және асфальт пен бетонның көптеген әртүрлі нұсқалары өнімділік тарихы және тенденцияларды орнату мақсатында бағаланған болатын (ACPA 2006).

Пасько (1998) «AASHO жол жабынында бетон жабыны құлдырауының екі айырықша түрі болған. Өте жұқа жабындар жиектердегі топырақтың үздіксіз тартып шығаруын көтере алмады, сондықтан, байланысқан көлденең сызаттардың шеттерінде сызаттардың пайда болуына әкелген. Аса қалың жабындар көлденең сызаттарды пайда болуына әкелген жіктердің тартып шығаруды, қатты жүктемеге ұшы-

рамаған жабынның шеттерінде әсіресе жіктерінде жабындар тартып шығаруды көтере алмады. Қос сынақтардың деректері жол сынағы талдауында өнімділік теңдеуін әзірлеу мақсатында орташаланды. Дегенмен, сынақтың 84 телімі, қалыңдығы 8 (200 мм) астам, тек жеті телімде сынақ соңында 4,0 төмен түзету индексі болған. Шын мәнінде, тек үш телімді сынақтан өтпеді деп қарастыруға болады. Демек, AASHO нәтижелері, бұл бізде бардың ең жақсысы,қалыңдығы (> 8 в) кем жол жабынының сәтсіздігін болжап айтуға болады. Бұдан басқа, жол сынағын жүргізу кезінде жол сынақтарын жүргізу барысында анықталған жылжу кезінде ешқандай бұзушылық болмаған. Болат доңғалақтарымен жүктемені түсіру барысында Питтсбург және экологиялық индукцияланған зақымдары – күп болып кебу деген сияқты, CRCP үзілулер және тағы басқалары болмайды.

Алғашқы бетон жабындар қатыру және еріту есебінен жиі нашарлайды немесе қатуға қарсы тұздарды қолдану есебінен немесе тартып шығаруды жүргізу есебінен қабыршақтанады. Бұл мәселелер 1930-шы жылдар бойы қарастырылған болатын. Төзімділік мәселелерін шешу үшін бетонға ауа енгізе бастады. Тартып шығаруға әкеп соғатын шарттар іріктелген болатын – күп болып кебуге әкелетін майда бөлшектері бар топырақ, жер төсеміндегі судың жиналуы, сондай-ақ оське жиі түсетін жүктемелер. Осы жағдайларда, бетон жабыны мен жер төсемі арасындағы төселетін топырақтың қабаттары тартып шығаруды болдырмау үшін пайдаланылады.

Осы кезең барысында, бетон жабынын төсеуге арналған жабдықты жақсарту салыстырмалы түрде аса көп болмады, қол миксерлерін алмастыратын моторизацияланған араластырғыштар әзірленген болатын. Жаяужолдар жол жабыны бордюрінің қымбат пішінімен салыстырғанда пайдаланумен орналасқан болатын. Бетон төсегіш 1946 және 1949 жылдары Айовада екі инженерлер Джеймс У. Джонсон және Берт Майерс арасында әзірлеген болатын. Жаңа енгізілім алғашқы болып 1949 жылы ені 2,7 м (9 фут) болатын, қалыңдығы 150 мм (6 дюйм) болатын жабынды төсеу үшін пайдаланылған болатын. Іргесі тиіп тұрып орналасқан екі бетоньерканы пайдалана отырып жол бір жолмен төселетін болады. 1955 жылы QuadCityConstructionCompany жақсартылған асфальт төсегішті әзірлеген, ол ені 7,3 м (24 фут) болатын және қалыңдығы 250 мм (10 дюйм) болатын тақталарды орналастыра алады. Көп жылдар бойы аса ірі асфальт төсегіштер әзірленген болатын. Осы уақытта кесілген жіктер қол машинамен өңделген жіктерді жолдық киім тегістігін жақсарту үшін алмастырылған болатын. Құрылыс практикалары жақсартылған болатын. « 1960-шы жылдары және мемлекетаралық құрылыс

сондай-ақ бетон жабынын төсеу технологиясы саласында жетістіктер қатарын көрді. Басқарудың электрондық жүйелері рельс-формасы бойынша жылжитын бетон өңдейтін машинаға қосылған болатын. Сортты ең жақсы бақылау үшін жер триммерлері енгізілген болатын. Бетон бетіндегі шығыңқы жерлер 1964 жылы Иллинойс штатында бірінші рет сыналған болатын. Олар бетондық жол жабындарының құрылымдық құндылығын айтарлықтай арттырды деп саналады. Бетон араларының өлшемдері және өнімділігі ұлғайды және»(ACPA 2006). Стационарлық араластырғыштың орналасуы құрғақ илеудің алдыңғы процесімен салыстыру бойынша өндірістік қуаттылығы 10 есе артты. Осы жұмыстың соңғы нәтижесі құрылыс жылдамдығында біршама жақсаруы болды.

Заманауи агрегат элементтері сырғанақ тіреуіштегі арналар киімін бетондау үшін 1.1 арқылы 1.3 суреттерінде көрсетілген. 1.1 суретінде, центрленген және тартпа өзектер кесілген жіктер арқылы жүктемені беруді қамтамасыз ету үшін өоржында орналасқан және бекітілген. 1.2 сурет қоспаны бетон төсегіш және төсеу опреациялары арқылы итеруді баламалайды. 1.3 суретінде сырғанақ тіреуіштің арналар киімін бетондауды үйілген қисық айналасында пайдалануға болатыны көрсетілген.

1.1 сурет сырғанақ тіреуіште бетондауға дайындық шеңберінде орналасқан байланыстырушы және тартпа қадалармен бірге торлар (Фотоныұсынған: TheGreatLakesConstructionCompany, Хинкли, Огайо штаты.)

Дизайн эволюциясы

Ұшып-қону жолақтарының бірінші бетон жабыны Мичиган штаты Дирборнда FordField 1928 жылы төселген. LunkenField Цинциннатида, Огайо штатында юір жылдан соң пайдаланылған. Бұдан бұрынғы жабын үлгілері осы телімдерді жабу үшін жиектің қалыңдатылған телімін жиектегі жабын қалыңдығы ортаңғы сызыққа қарағанда 50 мм (2 дюйм) қалыңырақ жабынды пайдаланған..

Рисунок 1.2 (а, б) Бетоноукладчик. (Фото любезно предоставлено The Great Lakes Construction Company, Хинкли, штат Огайо).

Осы уақытта кесілген жіктер қол машинамен өңделген жіктерді жолдық киім тегістігін жақсарту үшін алмастырылған болатын. Құрылыс практикалары жақсартылған болатын. « 1960-шы жылдары және мемлекетаралық құрылыс сондай-ақ бетон жабынын төсеу технологиясы саласында жетістіктер қатарын көрді. Басқарудың электрондық жүйелері рельс-формасы бойынша жылжитын бетон өңдейтін машинаға қосылған болатын.

Сортты ең жақсы бақылау үшін жер триммерлері енгізілген болатын. Бетон бетіндегі шығыңқы жерлер 1964 жылы Иллинойс штатында бірінші рет сыналған болатын. Олар бетондық жол жабындарының құрылымдық құндылығын айтарлықтай арттырды деп саналады. Бетон араларының өлшемдері және өнімділігі ұлғайды және»(ACPA 2006

Сурет 1.3 Тайғанақ қалыпта үйінді қисықпен бетондау (Суретті The Great Lakes Construction Company ұсынды, Хинкли, Огайо штаты.)

«Жол жабындарының төзімділігін арттыру» бағдарламасы.

Соңғы әрі ең ірі жол тесті 1987 жылы басталып, келесі екі онжылдықта жалғасын тапты (іс жүзінде осы күнге дейін жалғасуда). Бұл көлік жолдары саласындағы стратегиялық зерттеулер бағдарламасының (SHRP) бір бөлігі болып табылатын көлік жолдары Федералды басқармасының (LTPP) жол жабындыларының төзімділігін

арттыру бағдарламасы болатын. (LTPP) эксперименті Құрама Штаттар мен Канаданың бүкіл территориясы бойынша жол жабындыларының асфальтті және бетонды секциясының 500 метрден (1640 фут) 2 400-ден асатын далалық сынақтарды қамтиды.

Бағдарлама сынақ басында пайдалануда болған, Жабындыларды Жалпы Зерттеудің (GPS) тәжірибелік алаңы және Жабындыларды Арнайы Зерттеу (SPS) тәжірибелік алаңы деген атаумен LTPP үшін арнайы құрылған жол жабындыларының тәжірибелік алаңы болып табылатын екі жаяужолды (тротуар) қамтыған болатын. SPS тәжірибелік алаңдары әр экспериментті өткізу үшін арнайы жоспар бойынша құрылды. Түпнұсқалық бағдарламада 777 GPS зерттеулер және 234 SPS зерттеулер өткізілді (Хуанг 2004: 26).

Мезгілдік Мониторинг Бағдарламасы (SMP) қоршаған ортаға әсер етуге бағытталған қосымша эксперимент болып саналады.

GPS, GPS-3, GPS-4, сонымен бірге GPS-5 бағдарламасы шеңберінде сәйкесінше JPCP, JRCP және CRCP жол жабындылары талданды. Екі эксперимент бетонды жол жабындыларындағы бетондық жабындылардың талдауға, GPS-8 байланысқан жабындыларды зерттеуге, ал GPS-9 байланыссыз жабындарды талдауға бағытталды (Huang 2004: 25-26). Дегенмен, тәжірибелік аймақ санының аздығына байланысты бетонды жабындының GPS-8 бағдарламасы тоқтатылды.

СПС бағдарламаларының тоғыздан бесі қатты жол киіміне қатысты. Оларға жататындар: SPS-2, құрылымдық факторлар, SPS-4, тиімділіктің алдын алу, SPS-6, түзету, SPS-7, байланысқан бетонды жабындылар, және SPS-8, ауыр күштеме болмаған кездегі қоршаған ортаға әсерін зерттеу (Huang 2004: 26). Санаулы мемлекеттер ғана байланысқан тәжірибелік аймақтар құруға ниетті болғандықтан, тек төрт аймақ құрылып, SPS-7 эксперименті ерте аяқталды.

Барлық аймақтар бастапқы кадастрлік ақпарат пен материалдарға, жинақталған үлгілерге ие болды. LTPP типті жабынды аймақтарына мәліметтер жинақтау мақсатында мердігерлер тарапынан кезеңді тексеріліп тұрады. Мәліметтер қозғалыстан, пішіннен, тегістіктен, дистресстен, үйкеліс пен соқпалы дефлектометр өлшемдерінен (FWD) тұрады.

Климат туралы да жан-жақты ақпарат жиналады (Huang 2004: 25-26).

LTPP бағдарламасы алдыңғы жол сынамалау бағдарламаларымен салыстырғанда көптеген артықшылықтар ұсынды. Алдыңғы сынамалар тек географиялық орналасуымен ғана шектеліп, қозғалыстың күштемесін пайдаланды. Қарқынды қозғалыс қоршаған ортаға ықпал-

дың маңыздылығын көлеңкелеу тенденциясына ие. Бұдан ерекшелігі сол, әрекет етуші жиырма жыл уақыт ішінде LTPP бағдарламасы қоршаған орта қозғалысы мен шарттарын үнемі бақылауда ұстады. LTPP бағдарламасы көптеген ғылыми-зерттеу есептерін және талдау мен жобалау құралдарын, сонымен бірге электронды кестелер негізінде жол жабындыларын жобалау процедураларын, 1998 мемлекеттік көлік жолдары мен көлік лауазымды тұлғаларының Американдық ассоциациясы (AASHTO) шығарды. Дегенмен, LTPP бағдарламасының мәні жаңа AASHTO механика-эмпирикалық басшылығы үшін жол киімдерін (MEPDG) жобалаудың үлгілерін жасау мен калибрлеу болатын.

LTPP мәліметтері қолданушылар үшін қолжетімді болуы үшін FHWADataPave бағдарламалық жасақтаманың бірнеше нұсқасын жариялады. Кейін қолданушыларға LTPP мәліметтеріне қолжетімділік пен талдау жасауға мүмкіндік беру үшін бағдарламалық жасақтама DataPave онлайн-нұсқасымен алмастырылды (FHWA DataPave 2006). Көліктік зерттеулер бойынша кеңестер де жол жабындыларының тиімділігін ұзақ мерзімді зерттеу бағдарламасына ие (TRB 2006).

Құрылымы, қызмет мерзімі, объектінің барлық тіршілік циклы немесе процесі барысындағы шығындар

Жол агенттіктері бетонды жол жабындыларының қызмет ету ұзақтығы 25-40 жыл, ұқсас стандарт бойынша құрылған асфальтті жабындылардың қызмет мерзімі 1 ½ ден 2 ге дейін деп хабар береді. Жалпы айтқанда, бетон жолды қарқынды қозғалыспен жабу мақсатында таңдап алынды, және асфальтті жабындыларға қарағанда жүк көліктерінің доңғалағынан болатын күнделікті күштемені төрт есе көп көтереді. Жол жабындыларының тіршілік кезеңі өзіндік құны құрылыс кезеңіндегі материалдық шығынға көбірек тәуелді болады, бірақ бетонды жабындылардың техникалық қызмет шығыны айтарлықтай аз, бірақ құрылысқа жұмсалатын бастапқы шығын жоғары болуы мүмкін (Packard 1994).

Келешекте берілетін міндеттер

Мемлекет аралық жол жүйесі маңызды әрі тарихи оқиға болды. Дегенмен, қазіргі мамандар кездестіретін міндеттермен салыстырғанда, бұрынғы көлік жолдары мен тас жол жүйесінің инженерлері мен құрылысшыларының міндеті әлдеқайда жеңіл болды. Тас жол жүйесі барлық қала территориясында құрылғандықтан, көлік құралдарының иелері жүретін бөліктерді қолдануды жалғастыруына мүмкіндік беру үшін жөнделуі және қайта жасақталуы тиіс. Қазіргі уақытта экологи-

ялық бақылаудың қатаң шаралары қолданылады, ал көптеген аймақтарда жол құрылысында пайдаланылатын шикізат сапасы төмендеп барады. Жол тораптарын жетілдіру мен қолдауда түрлі сұрыпты бетонды жабындылардың маңызы ерекше. «Шапшаң жобалау мен құрылыс» материалдары мен әдістері жолдағы қозғалысты жылдамдату мақсатында жасалған.

Техникалық қызмет көрсету және жөндеу

Ең жақсы жобалаған және құрылған бетонды жабындылар біртіндеп тозып, жөндеу жұмыстары мен түзетуді қажет етеді. Бетонды жабындылар мен пайдалану сипаттамалары 4-тарауда қарастырылады. Техникалық қызмет көрсету мен техникалық қызмет көрсетуді басқар 20-тарауда, ал түзету әдістері 21-тарауда қарастырылады. Уақытылы техникалық қызмет көрсету мен жол жаындыларының сақталуы пайдалану мерзімін ұзартып, түзету жұмыстарын кейінге шегеретінін айта кету керек. 22-тарауда сипатталған ірі жұмыстарды жүргізу қажеттілігі туындаған кезде, беткі қабаттар қолданылуы мүмкін.

Тиімді қызмет көрсетуге қарамастан, түзету бағдарламасы да жабындылардың құрылымдық ерекшеліктерін терең түсінуді талап етеді. 8-тарауда қарастырылған негізгі құрылымдық аспектілер, жабынды бұзылуының қандай да бір түрінің жол жабындысы қалыңдығының жетіспеуінен, төсеме қабаттардың тұрақсыз материалынан немесе шамадан тыс бірлескен арақашықтыққа байланыстылығы туралы түсінік қалыптастырады.

Кептелу жағдайы және қауіпсіздік жүйесіндегі өзгерістер

«Заманауи магистральдарды қалпына келтіру жол қозғалысын басқаруды, жабындыны жоғары жүріс сапасы мен қызмет ету мерзімінде салуға көмектесетін тез әрі тиімді құрылыстық әдістерді талап етеді» (ACPA 2000c: 1). Әсіресе, халық тығыз орналасқан қалалық аудандарда көп сатылы жол жабындыларын жөндеу мен қалпына келтіру. Американдық Бетонды жабындылар Ассоциациясы осы мәселелердің кейбірін шешу мақсатында бетонды жабындыларды қайта жабдықтау мен түзетуге арналған қозғалысты басқару анықтамалығын (ACPA 2000c) жарияларды.

Осы құжатқа кірген мәселелер келесідей:

•қала жолдарын қайта құру туралы көптеген жобаларда жолдардағы кептеліс құны күніне 50 000$ асуы мүмкін.

•Бетонды жабындылар 5-14 күн қатаю уақытын талап етпейді, се-

бебі кейбір жол-көліктік қоспалар 6-8 сағаттан кейін қозғалысты бастауға мүмкіндік береді.

• Мердігерлердің біржолақты қозғалыс немесе түнгі уақыттағы жұмыспен шектелуі қауіпсіздікпен бірге өнімділік тұрғысынан да қисынсыз деп саналады.

• Қоғам, әдетте, үлкен үзілісті қысқа жобаларды, аз үзілісті ұзақ жобаларды дұрыс көреді. Мұндағы ұран: «кіру, шығу, алысырақ жүру».

• Қозғалысты ұйымдастыру, қауіпсіздік, құрылыс талаптары, инновациялық сауда жасау, сындарлылық, қоғамдық ақпаратты төтенше жоспарлау мен үйлестіру секілді қарастырылуы тиіс сұрақтарды жобаның қамтылу аймағына кіргізеді.

• Ынталандыру, жағымсыз ынталандыру, A+B саудасы (баға мен уақыт ұсынысы) секілді инновациялық сауда мен келісімшарт жасау тәжірибесі мердігерлерді ынталандырады әрі жобаны аяқтап, жалпы қолданысқа беруге үндеу тастайды.

• Көпірдің жағалық тіреулері мен саңылаулары жұмыс аймағы конфигурациясының мүмкін болатын опциялар ауқымын тарылтуы мүмкін, сондықтан жобалау процесінде қарастырылуы тиіс.

• 3 тарауда қарастырылған орындарда жаяужол материалдарын қайта өңдеу жоба ұзақтығын азайтады.

• Көлік құралдары жұмысы үшін айналма жол және кіру мүмкіндігінің болуы мен қуаты негізгі факторлар болап саналады. Айналма жол бағдарында үлкен күштемеге ұшырайтын көпірдің болуы құрылымдық бағалауды талап етеді.

• Қоғамды ықпалдастықпен, болашақ пайдамен, сонымен бірге жобаны іске асыру барысы мен қолдау жасау туралы ақпараттандыру маңызды

.

Ультрабыдысты импульсті әдіс сияқты тестілеудің бүлдіруші технологиялары жол жабындылары беріктігін көлік қозғалысы үшін ашу орнында анықтап бере алады. ACPA (2000c: 28) бетонды жабындыны жалпы қолданысқа беруді ашуға қажет беріктікті анықтаушы кестелерден тұрады.

Жабындылардың жылдамдатылған құрылысы мен жол жабындыларын қайта құру ACI 325.11R-01 бетонды жабындыларын жылдамдата қалау әдісі бойынша американдық бетон институты (ACI) комитетінің есебінде қарастырылады (ACI Комитет 325 2001). Жылдамдатылған қаптау көбінесе бетонның жоғары беріктігін талап етпейді. Қазір қолданылатын қарапайым бетон материалдары мен қоспалары, әдетте, көлік құралдары күштемесін екі-төрт күн бойы көтере алатындай беріктікке

ие, сол себепті егер қозғалыс үшін ашылу кейінге қалдырылса, онда беріктігі жоғары бетон қолдану қажеттілігі болмайды. Демалыс күні жабылатын шағын жобалар, мысалы, қала қиылыстарын жабу - жол жабындыларына арналған қарапайым бетон көмегімен салынуы мүмкін. Егер бетонды сенбі күні кешке қаласа, онда оның дүйсенбі таңертең ашылуы үшін оның қатаюына бір жарым күн қажет болады.

Оңтүстік Калифорнияда жүккөтергіштігі 15 болатын мемлекетаралық көлік жолының қайта құрылуы қызықты зерттеу болып табылады. Жүк көліктеріне арналған бетонды жабындымен қапталған жүруші бөлік аймағы қатты тозған, ұзындығы 4.5 км (2.8 миль) болатын аймақ тек екі 9 күндік жабылу ішінде қайта құрылды. Бұл магистраль Лос-Анджелес пен Лас-Вегас арасындағы басты магистраль болғандықтан, демалыс күндері мұндағы қозғалыс өте қарқынды. Жоба Ли және қосалқы авторлармен жан-жақты талқыланады (2005). Жобаның кейбір маңызды ерекшеліктері:

- Жабындыны түнге жабуға қарағанда, екі 9 күндік жабу ішінде қайта салынды. Бұл мердігердің жоғары өнімділігін қажет ететін ұзақ мерзіммен байланысты.
- Ұзақ мерзімді жабылулар жалпы бұзылу санын азайтты, жол жабындыларын пайдалану мерзімінің ұзаруын қамтамасыз етті, қауіпсіздік деңгейін арттырды, сонымен бірге құрылысқа кететін шығын көлемін азайтты.
- Қалыңдығы 200 мм болатын (8 дюйм) бетон қабаты және қалыңдығы 300 мм (12 дюйм) толтырғыштағы қалыңдығы 100 мм (4 дюйм) цементпен өңделген негіз қабаты 290 мм (1 ½ дюйма) бетонға, 150 мм (6 в) асфальтқа, қолданылған толтырғыш жиынтығының жартысынан астамына ауыстырылды. Жабынды деңгейі өзгертілген жоқ. Шеткі күштеме күшін азайту үшін ішкі жолақтар 600 мм-ге (2 фут) кеңейтілді.
- Калифорниядағы АҚШ-тың көлік министрлігі аталған стратегиян жобаның жалпы ұзақтығын азайтуға мүмкіндік беретінін және жолаушылар үшін ереже бұзу көрсеткішін төмендететін қала жұртшылығына жеткізуге айтарлықтай күш салды. Автоматтандырылған жұмыс аймағының ақпараттық жүйесі жүріс уақыты мен хабарлау белгілерімен айналу мүмкіндігі туралы ақпарат ұсынды.
- III типті цементпен бетон беріктігін шапшаң арттыру 12 сағаттан соң қозғалысқа арналған жаяужолды ашуға мүмкіндік береді. Шамамен жобаның 50% қатаюы 24 сағатты құрайтын II типті цементті қарапайым бетонды қолдану жағдайында болды.
- Жоба соңғы уақытындағы ынталандыру мен жағымсыз ынталандыру, сонымен бірге кешіктіру айыппұлдары шартта көрсетілді.

Аса ірі жобаларда жобаның негізгі бөлігі шағын жабушы жолақтарға қолданылатын құрамында жоғары беріктікті бетонның аз мөлшері болатын қарапайым бетон төселуі мүмкін. Мұндай тәсіл Кливленд Хопкинс халықаралық әуежайының ұшу-қону жолағының құрылыс жұмыстары барысында шектік байланыс нүктелері үшін қолдынылды, бірақ дұрыс жобалау кезінде қарапайым бетонның өзі ерте кезеңде қажетті беріктікке ие болады және жоғары беріктікті бетонды пайдалану қажеттігі болмайтынын белгілі болды. (Пешкин және т.б. 2006а, б).

Аталған жобаларды тақырыптық зерттеу бар әдістер мен стратегияларды туралы құнды мәліметтер беруі мүмкін.

Пешкин және басқалар (2006а, б) әуежайдағы ұшу-қону жолақтары үшін жабындыларды тақырыптық зерттеудің бірқатарын қарастырды.

Бетонды жабындыларды қайта құру мен түзету бойынша ACPA анықтамалық есебі (ACPA, 2000c: III, 50) көлік жолдары мен жаяужолдар салудағы келесідей зерттеулерді біріктіреді:

- Чикаго қаласының солтүстігіндегі Иден жылдамдық магистралін қайта құру Иллинойс DOT-тан қаптаудың жеделдетілген әдісінің кең ауқымын қолдануды талап етті және ACPA анықтамалығының көп бөлігін ақпаратпен қамтамасыз етті.
- Колорадо штатының Денвер қаласы магистралінің құрылысы үшін кестедегі 200 күннен 75 күн алынып тасталды.
- Канзас штатының Джонсон аймағындағы бас қиылыстың тозған беткі қабатына бетон салу әдісімен демалыс күндер ішінде жаңадан төселді.
- Жоғары беріктікті бетон қолдану кезінде пайдалану ұзақтығы туралы мәселені қарастырған маңызды. 6-8 сағат ішінде қатаятын кейбір қоспалардың ұзақ қызмет етуінде қиындықтар туындаған (барлық жағдайларда емес). Жоғары беріктікті бетон сапасы туралы Ван Дам және басқалары (2005) қарастырады. Жөндеу жұмыстарының қайталана беруі агенттіктер мен қолданушылар үшін ыңғайсыз.

Ақпарат көздері, ғылыми баяндамалар, жетекші принциптер және стандарттар

Жол жабындыларын зерттеумен айналысатын көптеген ұйымдар инженерлер пайдалы болатын нұсқаулар жариялауда. Аталған нұсқаулардың көпшілігі библиографияда көрсетілді. Аталған ұйымдардың көпшілігі Құрама Штаттарда орналасқанымен, олардың құжаттары бүкіл әлем бойынша кеңінен қолданылады.

Бетонды жабындылар үшін ақпараттар жасау бойынша ең ескі ұйымдардың бірі Портлендтегі цемент ассоциациясы (PCA) болып табы-

лады, сайты www.cement.org . PCA 1980 жылдар басынан жол киімін жобалау бойынша маңызды нұқаулықтарды әзірледі. PCA-ныңжол жабындылары бойынша бетонды жұмыстардың көп бөлігін ACPA алды, сайты www.pavement.com . ACPA қазіргі уақытта көлік жолдары, тұрақтар, көпірлер мен аймақтық маңызы бар жолдар, әуежайлар мен өнеркәсіптік жабындылар үшін жоба-сметалық құжаттарды жариялайды. ACPA мен PCA жол киімдерін жобалау бойынша кейбірі осы кітапта қарастырылатын компьютерлік бағдарламалар сатумен айналысады. PCA нығыздалған домалауыш бетонды жол жабындылары (RCC), төсеме қабаттар мен негіздер, сонымен бірге бетонды қоспаларды жобалау және бақылау әдістері туралы әдебиеттер шығаруды жалғастыруда (Косматка жәнеВилсон 2011).

Дайын бетон қоспаларының ұлттық ассоциациясы (NRMCA), веб-сайты http://www.nrmca.org/ қазіргі уақытта өткізгіш бетонды жабындылар туралы негізгі ақпарат көзі болып табылады. NRMCA жеке жеткізушілер мен мердігерлер үшін сертификаттаудың бірқатар түрлерін ұсынады. PCA, ACPA, NRMCA олардың мүшелері қолдаутын әрі қаржыландыратын өнеркәсіптік ассоциациялар болып табылады. Бұл үш ұйым өзінің техникалық құжаттарын жасау, сонымен бірге ішкі зерттеулер жүргізу үшін инженерлер жалдайды.

ACI, веб-сайты www.concrete.org бетон туралы ақпаратты көп жағдайда техникалық комитеттерге тарату үшін жұмыс істейді. Төрт техникалық комитет бетонды жабындыларға тікелей қатысты. Бұл комитет бетонды жабындылар бойынша 325, нығыздалған домалауыш бетонның 327, автотұрақ пен көпірлер үшін 330, өткізгін бетон бойынша 522 комитеттен тұрады. Техникалық комитет мүшелері салалық ассоциация өкілдер, қалалық агенттіктер өкілдері (мысалы, FHWA_ Азаматтық авиацияның Федералды басқармасы (FAA), сонымен қатар АҚШ-тың Қорғаныс күштері Инженерлік корпусының (USACE,төменде қарастырылады)академиктері мен инженер-кеңесшілері болып табылады. Құжаттар консенсус негізінде процеске енгізіледі. Төрт комитеттің жол киімі құжаттары және басқа да көптеген ақпараттар (мысалы, дозаланатын қоспалар, сынақтар, қатаю туралы ақпараттар) жекелей алуға да болатын алты томдық Нақты тәжірибе бойынша Нұсқаулыққа енгізілген. ACI сынақ лабораториялары мен мердігерлер үшін сертификаттау бағдарламаларына ие. ACI, APCA және PCA жарияланымдары FHWA, AASHTO немесе PCA секілді үкіметтік ұйымдар қарастырмайтын бетонды жабындылар үшін ерекше мәнге ие. Бұларға автотұрақтар, көшелер мен жергілікті маңызы бар жолдар, RCC, өткізгіш бетон, сонымен бірге өнеркәсіптік жабындылар жатады.

ASTM International, веб-сайты www.astm.org , ACI-ге ұқсас техникалық комитеттер арқылы жұмыс істейді. Осы екі ұйым арасында қосарланған мүшеліктер де тіркелген. ASTM материалдарды сынамалау мен стандарттау хаттамаларын жариялайды. Ол мерзімді түрде жаңартылып тұрады, сондықтан соңғы үлгілерімен танысу маңызды болып табылады.

Көліктік зертеулер Кеңесі (TRB) Ұлттық зерттеу Кеңесінің бөлімшесі болып табылады. Бұрын TRB жылдамдық магистральдарын зерттеу кеңесі болған. Веб-сайты www.trb.org.

Ұлттық зерттеу Кеңесі Ұлттық ғылым академиясының, Ұлттық инжерелік ғылымдар академиясы мен мдицина Институтының жетекшілігінде.

TRB бетон мен бетонды жабынды бойынша көліктік сұрақтардың кең ауқымына қамтитын халықаралық мүшелікке ие. Бетонды жабындыларды зерттеу нәтижелері TRB-ның жыл сайын өтетін жиналыстарында ұсынылады. Баяндамалар Зерттеу Есебінде (TRR) жарияланады. TRB, ACI мен ASTM сияқты құрылтайшы комиттер арқылы жұмыс жасайды. TRB-ның кейбір құжаттарын сатып алу қажет болса да, кейбірін PDF-форматта тегін жүктеуге болады. Оларға жылдамдық автомагистральдарды Ұлттық зерттеу бағдарламасы (NCHRP), 2 жылдамдықты автомагистральдарды зерттеудің стратегиялық бағдарламасы (SHRP 2) мен бағдарлама есебі, ғылыми баяндамалар ен соларға байланысты құжаттар жатады.

Айова штаты Университетіндегі Бетонды жабындылардың Ұлттық техникалық орталығы (CP Tech Center) http://www.cptechcenter.org/, көпшілігін тегін жүктеп алуға болатын пайдалы жарияланымдар қатарынан тұрады. Бетонды жабындылардың халықаралық қауымдастығы (ISCP), веб-сайты http: // www.concretepavements.org/ - бетонды жабындылар мәселелері бойынша халықаралық конференциялар ұйымдастырумен айналысатын ұйым. Осы конференциялардың оны әр үш-төрт жыл сайын өткізілді, ал конференция материалдары ақпараттың бағалы көзі болып саналады. ISCP-тың көптеген мүшелері TRB және ACI мүшелері болып табылады.

Жоғары жылдамдықты магистральдар

АҚШ-тың көлік министрлігі, көлік жолдары Федералды әкімшілігі (FHWA), веб-сайты http://www.fhwa.dot.gov/ , жолға жауапты болып табылады. FHWA-ның жабындыны зерттеу туралы есебін http://www.fhwa.dot.gov/pavement/pub_listing.cfm сілтемесінде тегін жүктеуге бо-

лады.

AASHTO, веб-сайты http://www.transportation.org/, жол киімдерін жобалау бойынша нұсқаулықтарын сынау мен стандарттау матеиалары-мен бірге сатумен айналысады. AASHTO стандарттары ASTM стандарттарына ұқсас. Көптеген AASHTO құжаттары, сонымен бірге жол киімдерін жобалау бойынша нұсқаулығы TRB жетекшілігімен, бетонды жабындыларды NCHRP зерттеу шеңберінде жасалған.

АҚШ-тың көптеген N мемлекеттік көлік департаменттері ғылыми-зерттеу есептері мен стандарттары көрсетілген веб-сайттарға ие. Олардың саны өте көп.

Әуежайлар

Құрама Штаттарда азаматтық авиация азаматтық авиацияның Федералды басқармасымен (FAA), веб-сайты http://www.faa.gov/ реттеледі. Жобалау мен құрылыс стандарттары FAAS Циркуляр Кеңесінің 150 бөлімінде жарияланды және http://www.faa.gov/airports/resources/recent_advisory_circulars/ сілтемесінен тегін жүктеуге болады. FAA-ның сонымен бірге жобалау бойынша оңай жүктелетін тегін компьютерлік бағдарламалары бар. Олар 13 тарауда қарастырылады.

Инновациялық бетонды жабындыларын Зерттеу қоры (IPRF), веб-сайты www.iprf.org ұшу-қону жолақтар жабындылары бойынша бірқатар ғылыми баяндамалар жариялады. IPRF есебін веб-сайтынан тегін жүктеуге болады.

Американдық әскери нысандарға арналған стандарттар мен басқарушы қағидалар АҚШ-тың Қарулы күштер Инженерлік корпусы (USACE) қызметкерлерімен жасалып, құжаттары Бірыңғай Өлшем Нысандары (UFC) ретінде http://www.wbdg.org/ccb/browse_cat.php?o=29&c=4 сілтемесі бойынша жарияланады. Оларға UFC 3-250-02 (2001a) қатты жабындылардың стандартты тәжірибе нұсқаулығы және UFC 3-260-02 (2001b) ұшу-қону жолағы жабындыларын жобалау нұсқаулықтары жатады.

Бірінші басылыммен салыстыру бойынша өзгерістер

Осы кітаптың екінші басылымы бетонды жабындылардың орнықтылығы туралы жаңа 3-тарауды, жол киімдерін жобалау Нұсқаулығын енгізу туралы жаңа 10-тарауды, және өзкізгіш бетонды жабындылар туралы жаңа 12-тарауды қамтиды.

«Өнеркәсіптік жабындылар» тарауындағы PCC жабындылары жаңа тарауға өткізіліп, ал тарау кеңейтілді. Бұдан басқа, бірінші баслым жарияланғаннан кейін орын алған бар әдістер мен басқа да оқиғаларды

көрсету үшін барлық тараулар жаңартылды. Материалдар мен конструкция сұрақтары бойынша тағы бір маңызды құжат – http://www.cptechcenter.org/ сілтемесі бойынша табуға болатын Кешенді матеиалдар мен конструкция тәжірибесі Нұсқаулығы IMCP) (Taylor және т.б., 2007). Кей жағдайларда қолданыстан шыққан әдістер туралы мәліметтер жойылды.

Тарау 2
Бетон жабындарының түрлері

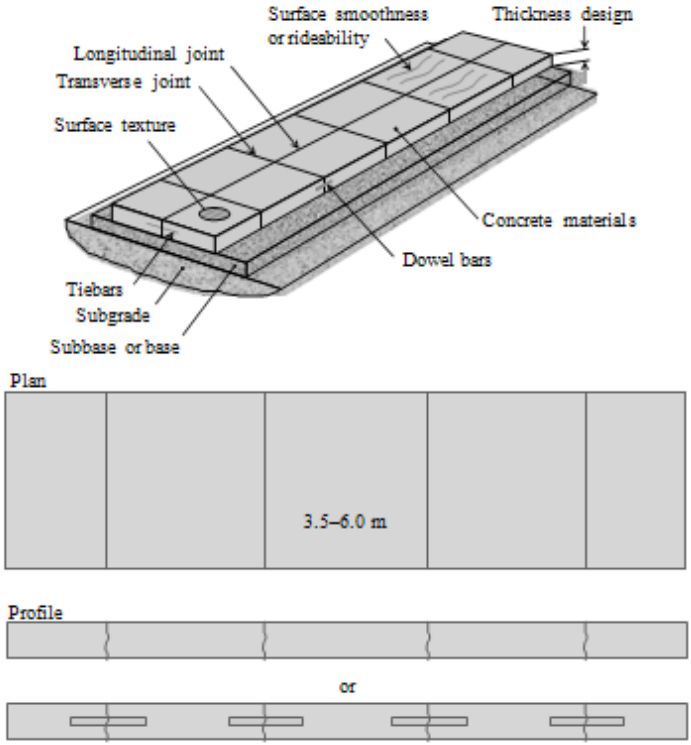
Бетон жабындыларының бірнеше түрлері бар. Дегенмен, олардың көпшілігі екі ортақ сипатқа ие. Біріншіден, бетон майысуы арқылы көліктік күштеме қарсылық көрсетеді. Армирлеуді қолдануда сызаттар саны мен күштемені бақылауға болады. Екінші ерекшелігі бетонды жабындылар бетонның кебуі кезінде бетоның отыруына негізделген, сонымен бірге жылу эффектісі әсерінен сығылатынын әрі кеңейетінін қарастыру қажет. Жол жабындыларының бірнеше түрі байланыс немесе арматуралық болатты, немесе осы екі түрін де пайдаланады.

«Қарапайым бетонды жабынды» ұғымы, әдетте, байланысқан бетонды, армирленген немесе темірбетонды жабындыларды (төменде сипатталған алғашқы үш категория) түсіндіру үшін қолданылады. Жол жабындыларының аталған үш түрі беткі қабаттар есебінде қолданылады, бірақ қарапайым беттік қабаттар кең таралған деп саналады.

Күшті-армирленген және жинақтық бетонды жабындылар да қарапайым бетонды жабындылар қолданылған мақсаттарда пайдаланылады, бірақ, жиі емес. Бетонды жабындылардың басқа түрлеріне арнайы сынақтар мен автотұрақтар үшін қолданылатын нығыздалған домалауыш бетон мен өткізгіш немесе кеуекті бетон жатады.

Бетондық армирленбеген тақталардан жасалған жабын

Бетондық армирленбеген тақталардан жасалған жабындар немесе JPCP ұзындығы 3,6-6,0 м (12-12 фут) болатын плита аралық көлденең ширау жікті бетондық армирленбеген тақтадан тұрады. Жол жабындысының қызмет мерзімі тоңына дейін тақталарда сызаттар пайда болмауы үшін жіктер бір-біріне жақын орналастырылған. JPCP жағдайында кеңею мен сығылу жіктер арқылы қарастырылады. JPCP 2.1-суретте көрсетілген. JPCP өнімділігінің басты мәселесі күштің жіктер арқылы берілуі болып табылады. Егер жіктер зақымдалса, онда жүргізушілер жол бұдырларына жолығып, дөрекі жүрістен қиналады. Екі әдіс те күштің берілуін JPCP – жікті толтырушы мен байланыстырғыш шеге арқылы қамтамасыз ету үшін қолданылады.



Сурет 2.1 . Бетондық армирленбеген тақталардан жасалған жабын (JPCP). (ACPA, Skokie, IL.мүмкіндігімен басып шығарылады)

Subbase or base -төстелінген грунт немесе негізі
Tiebarse -байланыс
Surface texture -жоғарғы жақтағы текстура
Transverse joint -көлденең қосылуы
Longitudinal joint -бойлық тігістігі
Surface smoothness or rideability -жоғарғы жағының тазалығы немесе эксплуатацияляқ сапалар
Thickness design -қалыңдықтың суреті
Dowel bars -түйреуіш
Plan -сызба
Profile -профил

Толтырушының бұғатталған жіктері конструкциялау, жабынды арқылы жазықтық құру үшін 4 – 3 жолдарды кесу арқылы пайда болады. Содан соң, сызат шартта көрсетілген қалған жол жабындысы қалыңдығы бойынша таралады. Бұл сызат толтырғыш айналасында жасыл цемент паста арқылы сызат тарылғанға дейін таралатындықтан бұдыр бетті болып келеді, жік бір тақтадан екіншісіне сызаттағы толтырғыш бөлшектері арқылы күштемені бере алады. Егер жік өте кең ашылса немесе толтырғыш шайылып кетсе күштеме беілуі компенсацияланады. Жіктегі тақта материалының сапасы мен эрозияға шыдамдылығы күштеме берілуіне әсер етеді.

Жабынды жоғары жылдамдықты көлік құралдарының үлкен күштемесіне ұшырағанда, толтырғыш уақыты өтуімен бұзылып, жол жабындысы қызмет мерзімі ішінде сызаттар пайда болуының алдын ала алмайды. Бұл жағдайда, түйістіргіш білікті күштеменің берілу жікіне көлденең орналастырады. Қарапайым немесе эпоксидті болатты жабындыдан, жіктердің еркін ашылып-жабылуы үшін майланған немесе бір жақты майланған тегіс білік немесе шыбық түйістіргіш білік деп саналады. Түйістіргіш білік пен шыбықтың екі негізгі міндеті бар. Біріншіден, олар қатар тұрған екі тақтаның дифференциалды тік орын ауыстыруы мен опырылудың алдын алу үшін қолданылса, екіншіден, олар көлденең қозғалысты қамтамасыз етеді, демек жіктер зақым келместен ашылып-жабыла алады.

JPCP ең арзан жабынды түрі болғандықтан, ең көп қолданылатын бетонды жабынды түрі болып табылады. 1999 жылы бетонды жабындылардың Американдық ассоциациясы АҚШ-тың 38 штатында JPCP типті жабындыны (ACPA, 1999c). қолданатынын анықтаған зерттеу өткізді. Ол болат арматура мен болатты тасымалдау үшін жұмыс күшіне қаржы жұмсау қажеттілігі болмағандықтан, экономикалық тиімді деп табылады. Көптеген аймақтарда мердігерлердің басқа бетонды жабындыларға қарағанда JPCP-пен жұмыс істеу тәжірибесі жоғары. Болат коррозиясы басты мәселе болатын аймақтарда, болат арматураның болмауы коррозия туралы мәселені жеңілдете түседі, бірақ болат штифтер бұрынғыдай коррозияға ұшырауы мүмкін.

JPC жабындылары басқа да бетонды жол жабындылары сияқты қозғалыстың аралық жолақтарын байланысын тұтастырғыш ретіне пайдаланады. Созылмалы қадалар деформацияланған арматуралық болаттан жасалады және байланыстырушы штифтерден айырмашылығы – жіктің ашылып-жабылуына арналмаған. Орталықтандыру біліктері қозғалысты бағыттау үшін қолданылса, тұтастырғыш магистральдардағы жолақтарды бөлуге пайдаланылады. JPC жабындының бұдан ай-

ырмашылығы ұшу-қону жолақтары үшін әдетте, қозғалыстардың параллель және перпендикуляр бағытты байланыстардың барлығында штифтерді қолданады.

Бүгінгі күні бетонды жол жабындыларының ішіндегі басым түрі болғандықтан, бұл кітаптағы жобалау мен құрылыс принциптерінің көпшілігі, ең алдымен JPCP-ге қатысты.

Жаяужол және көпір аралық өткелдерге қатысты айрықша түсініктер 16-тарауда талқыланады.

JPCP өнімділігінің негізгі мәселелері:

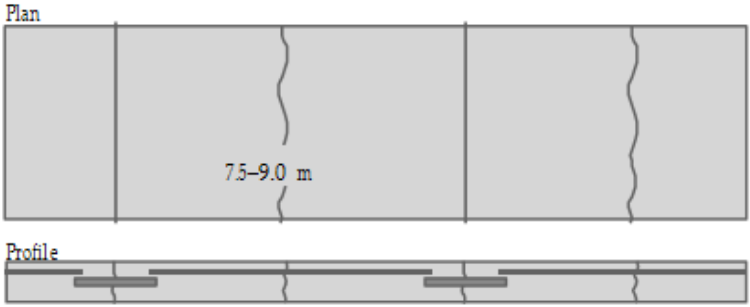
- Құрылыс тәжірибесінің міндеті болып табылатын жабындының бастапқы тегістігі
- Тақта ортасындағы шытынуларды болдырмас үшін жабындының жеткілікті қалыңдығы
- Тақта ортасында сызаттар пайда болуының алдын-алу бірлескен қашықтықты шектеу
- Детальдар мен құрылыстың жан-жақты есебін, лайықты байланыстар конструкциясын жасау

Темірбетоннан жасалған жол жабыны

Темірбетонды жол жабыны немесе JRCP ұзын тақталармен және тақталардағы жеңіл арматуралы JPCP-лардан ерекшеленеді. Арматуралардың бұл түрін температуралық созу күштерін қабылдау арматурасы деп атайды. JRCP жабындылары үшін тақта ұзындығы 7,5-нан 9 м-ге дейінгі (25-30 фут) аралықта, бірақ тәжірибеде ұзындығы 30м-ге (100 фут) дейінгі тақталар қолданылады. Осы ұзын тақталар көмегімен, жіктер штифтермен жалғануы тиіс. Тақтадағы болаттың мөлшері көлденең бағытта болаттың аз мөлшерімен, бойлық бағыттағы көлденең қима ауданынан 0,10-0,25%-ды құрайды. Жеке арматуралық білікті, сымды арматуралы қаңғаны және торды пайдалунға болады. Болат бейтарап осьте немесе тақтаның ортаңғы нүктесінде орналасқандықтан, ол бетонның иілу өнімділігіне әсер етпейді және сызаттарды байланыстыруға қызмет етеді. JRCP 2,2-суретте көрсетілген.

JRCP бұрынғы уақытта кеңінен қолданылғанымен, бүгінде кең қолданысқа ие емес. JRCP-дің JPCP-ден басты ерекшелігі – жіктің аздығы және болат бағасынан асып түседі, жіктердің функционалдылығының нашар болуы және сызаттар пайда болуы. Жіктер бір-бірінен JPCP-ке қарағанда алыс орналасқандықтан, олардың ашылып-жабылуы көп болады, және жік кең ашылған сайын күштеменің берілуі қиындайды. JRCP жіктерде үнемі байланыстырушы штифтерді пайдаланады. Тақталардың ұзын болғанына қарамастан, сызаттардың орналасу аралығы,

JPCP-дегідей, өзгермейді, сондықтан JRCP тақталарында бір немесе екі ішкі сызат болады. Күштеме берілуін қалыптса ұстап тұру үшін осы сызаттар арқылы болатпен армирлеу жеткіліксіз. Нәтижесінде, жобалау бойынша AASHTO басшылығы ұсыныстың JRCP жағдайына қатысы жоқ. 1999 жылы Американдық бетонды жабындылар ассоциациясының бағалауында АҚШ-тың JRCP қолданатын тек тоғыз штаты анықталды, және кейбір штаттар тек шағын магистральды тораптарға ие (ACPA 1999б).



Сурет 2.2 Темірбетонды жол жабыны (JRCP). (ACPA, Skokie, IL. мүмкіндігімен басып шығарылады)

Plan -жоба/жоспар/сызба
Profil -бойлық профиль

Жіксіз темірбетоннан жасалған жол жабыны

Жіксіз темірбетонды жол жабындылары немесе CRCP ауыр болат арматураның болуымен және құрылыстық және изоляциялық жіктерден басқа жіктердің болмауымен сипатталады. CRCP-де JRCP-ге қарағанда болат мөлшері көп болады, әдетте бойлық бағыт көлемі бойынша 0,4-0,8%-ды құрайды. Болат көлденең бағытта созылмалы температуралық күштемені қабылдауға арналған арматура түріндегі төмен пайыздық қатынаспен қамтамасыз етіледі.

CRCP жобалаудағы ең пайдалы құжаты – жіксіз темірбетонды жабынды: жобалау мен құрылыс Нұсқаулығы (Расмуссен және басқалары, 2011), Интернеттегі адресі http://www.crcpavement.org/.

Жақсы жобаланып, құрылған CRCPs келесі міндеттерді орындауы тиіс:

• Жабындыны пайдалану мерзімін арттыру үшін жіктердің техникалық күтіміне кететін шығынды азайтады, жұмыс аймағы мен оған қатысты кідірістерді азайтады.

• Ауыр доңғалақты күштемелерден болатын жылжу күштемесінің кезекті берілуін қамтамасыз етеді. Нәтижесінде еркін қозғалыс пен сызаттардан болатын бұзылулар санының азаюына кепілдік береді.

Мұндай көпірлер ең аз қызмет көрсету арқылы 40 жылдан аса өнімділікті қамтамасыз ете алады (Расмуссен және т.б. 2011: 4-5).

CRCP 2,3-суретте көрсетілген.

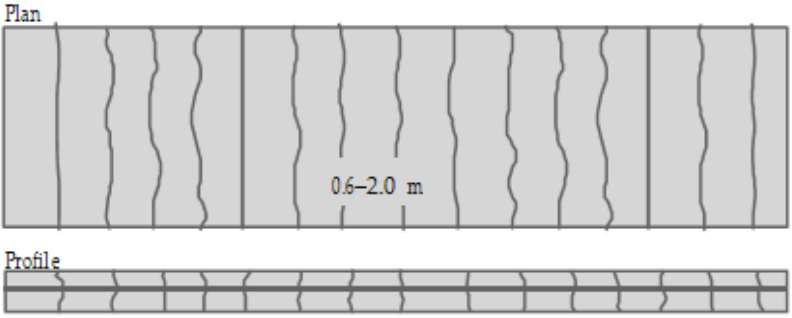
CRCP-дегі сызаттар бір-бірінен 0,6-2 м (2-6 фут) арақашықтықта пайда болады. Армирлеу сызаттарды тығыз біріктіреді және толтырғыш бөлшектері мен күштеме берілуінің өзара әсерін қамтамасыз етеді. CRC жабындысы жабындының басы мен соңын анкер бұрандамен бекітуді талап етеді. Бұл бекіту жағалардың отыруының алдын алады, және қажетті сызаттардың пайда болуына көмектеседі. CRCP-дің арнайы конструктивті есептері, сонымен бірге армирлеудің тиісті пайызын анықтау 16-тарауда қарастырылады.

1921 жылы ұзындығы 22500 км (14000 миль) болатын, 1982 жылы Құрама Штаттарға жол ашқан Вирджиниядағы Columbia Pike эксперименталды екі жолақты тас жолы CRCP әдісімен жабылды. CRCP сонымен бірге әлемнің ірі әуежайларында (CRSI 1983: 1) ұшу-қону жолақтары үшін де қолданылады.

JRCP-ге салыстырғанда, CRCP бағасы жағынан армирлеуге байланысты қымбат болғандықтан, көптеген аймақтарда сирек қолданылады.

Дегенмен, бұл әдіс бір сыдырғы жүрісті қамтамасыз етеді, жол жабындыларының басқа түрлерімен салыстырғанда қызмет ету мерзімі ұзағырақ және сәйкесінше Техас пен Иллинойс штаттарында мақұлданған түр болып табылады. 1999 жылғы Американдық бетон жабындылары ассоциациясының бағалауымен CRCP-ді қолданатын АҚШ-тың сегіз штатын анықтады (ACPA 1999c).

Көптеген аймақтарда CRCP өнімділігі өте жоғары болды. Ал 2000 жылы АҚШ-тың оңтүстік-шығысындағы Алабама, Флорида, Джорджия, Миссисипи, солтүстік Каролина және оңтүстік Каролина штаттарындағы CRCP қолданатын14 тәжірибелік жабынды аймағының бетонды жол жабындылары сипаттамаларын зерттеуде LTPP мәліметтер базасын қолданады. Зерттеуді өткізу барысында тәжірибелік аймақтар жасы 21-30 жыл аралығын құрады. Аймақтарды ауыр күштемеге ұшыратқанда, барлық аймақтар өте жақсы жағдайда болды. Үш көрсеткішті қоспағанда, пайдалану жарамдылығының көрсеткіші 4 немесе одан одан жоғары шаманы көрсетті, бірақ олар қазір 20 жылдық қолданыс мерзімінен асып кетті (Делэйттжәне т.б. 2000: 4-3-4-6.).



Сурет 2.3 Жіксіз темірбетонды жол жабындылары (CRCP). (ACPA, Skokie, IL.мүмкіндігімен қайта басылды)

Plan -жоба/жоспар/сызба
Profil -бойлық профиль

CRCP өнімділігі туралы негізгі түсініктер:

• Жабындының бастапқы тегістігі

• Шамадан тыс көлденең шытынаудың алдын-алу үшін жабынды қабатының жеткілікті болуы

• Сызаттарды бірге байланыстыру үшін болатпен жеткілікті армирлеу және саңылаудың пайда болуының алдын алу. Саңылаулар CRCP үшін зақымдалу болып саналады және 4-тарауда қарастырылады.

Қарапайым жіктер

Қарапайым жабындылар (JPCP, JRCP и CRCP) бірнеше көлденең және бойлық жіктерді пайдаланады. Көлденең отырғызу жіктері JPCP және JRCP-де байланыстырушы штифтермен бірге қолданылады. Әрбір төселім соңында немесе елеулі кідіріс жасау үшін көлденең конструкциялық жіктер JPCP немесе JRCP-дегі жобаланған байланысты қысқарту орнында салынады.

Көлденең кеңейту немесе изоляцияланатын жіктер кеңейту көрші көпірлер мен басқа да құрылымдарды зақымдауы мүмкін орындарда орналастырылады. Бойлық отырғызу жіктері екі немесе одан да көп жолақтар немесе дөңестер бір мезгілде салынған кезде құрылады. Осыған қарама-қарсы бойлық конструкциялық жіктер әр уақытта төселген жолақтар мен дөңестер арасында қолданылады (ACPA 1996a: VII-9-VII-10).

«Бетонды жабындылардың жұмыс сипаттамалары белгілі бір деңгей-

де жіктер жұмысына тәуелді болады. Құрылымдық сыйымдылықтың жеткіліксіздігінен ерекшелігі, жол жабындылары зақымдалуының көпшілігі жіктердің зақымдалуынан болады. Жік міндеттерінің бұзылуы нәтижесінде туындаған зақымдалуларға опырылу, айдап шығару, бұрыштық жарылуылар, ортадан кебу мен шытынау жатады. Лайықты күштеме беру мен бетонды дұрыс нығыздау сияқты біріккен қанағаттанарлық өнімділікке себеп болатын сипаттамалар орындардағы тәжірибе мен зерттеу негізінде белгілі болды. Осы сипаттамаларды бетонды жабындылардың құрылыс мен оларды жобалау, техникалық қызмет көрсетуге енгізілуі жол жабындыларын пайдалану мерзімі ішінде өз міндеттерін орындауға қабілетті жіктерді жасауға әкелуі тиіс. Жіктерге арналған герметикалық материал түрінен тәуелсіз кезеңді герметизациялау жұмыстың тиісті орындалуы үшін қажет болады. Жіктердің қанағаттанарлық сипаттамалары жол жабындыларын жобалаудың сәйкес стандарттарына, құрылыс материалдарының сапасына, сонымен бірге құрылыс және техникалық қызмет көрсету процедураларына тәуелді болады» (FHWA 1990a).

Көлденең басу жіктері

Көлденең басу жіктері «босаң тік жазықтықты құратын бетон тақталарының қалай өңделгенін, араланғанын және калибрленгенін анықтайды. Олар тақта өлшемдерінің өзгеруінен болатын шытынау орнын реттейді, қазіргі кезде бетонды жабындылардағы байланыстың ең кең таралған түрі боып табылады» (FHWA 1990a).

Жабындының аз күштеме жағдайындағы отыру жіктері жікке жабыатын ірі толтырғышқа тәуелді болады. Жабындының жоғары күштеме жағдайындағы жіктер үшін бетонды жабындылардың жікті білігін пайдаланады. Жікті біліктер тік жылжудың алдын алады немесе жік аймағындағы конструкциялық элементтің жылжуын болдырмайды. Бірақ, бетонды жабындыдағы температуралық өзгерістер мен ылғалдылықтан болатын күштің артуын төмендету үшін біріккен ашылып-жабылуға мүмкіндік береді.

Жол жабындысының жікті білігін ұстауға арналған антикоррозиялық эпоксидті жабынды болат шыбықты каркас қажетті жағдайда 2,4-суретте көрсетілген. Жол жабындысының жікті білігін ұстауға арналған антикоррозиялық эпоксидті жабынды болат шыбықты каркас сонымен бірге 1.1-суретте көрсетілген.

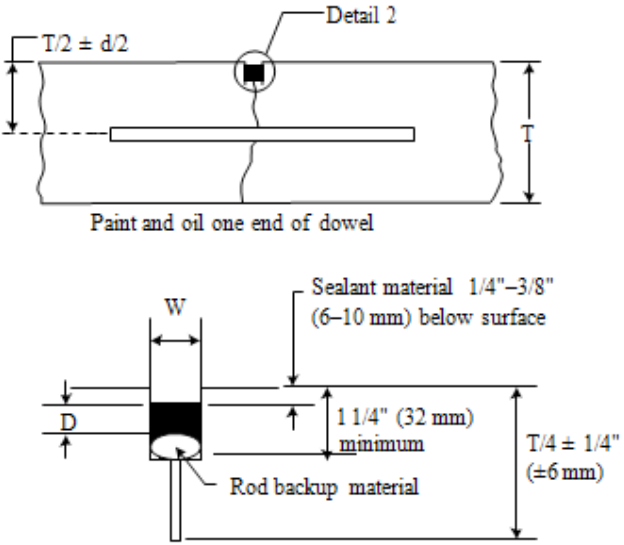
Жабындылы көлік жолдары үшін көлденең жіктер (тығынмен қарапайым байланысқан) қозғалыс бағытына перпендикуляр қолданылады,

ал бойлық жіктер қозғалысқа параллель, қозғалыс жолақтары арасында қолданылады. Ұшу-қону жолақтарына арналған жабындылар кең таңдауға ие. Мұндай жабындылар түрі үшін көбінесе төрт жағынан тығынмен қоршалған шаршы тақтаны қолданады. 2.5-суретте көлденең герметизацияланған жік штифтінің көлденең қимасы көрсетілген.

«көлденең деформациялық жіктердің негізгі мақсаты – бетонды тақталарда цемент гидратациясы процесінен, жол күштемелері мен қоршаған орта әсерінен болған шытынау, созылу нәтижесі мен майыстырғыш күштерді бақылау болып табылады.

Мұндай байланыстар саны өте көп болғандықтан, олардың өнімділігі жол жабындылары өнімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Зақымдалған жіктерде әдетте жарылулар мен жырақшалар пайда болады. Сипаттамалардың нашарлауы басқа да зақымдауларға, мысалы, бұрыштық жарылуға, ортада кебу мен сызаттар пайда болуына әкеп соғады.

Сурет 2.4 Жол жабындысының жікті білігін ұстауға арналған антикоррозиялық эпоксидті жабынды болат шыбықты каркас қажетті орналасу жағдайында
(Сурет автор тарапынан ұсынылды)



Сурет 2.5 Штифттермен байланысқан жіктер (Федералды азаматтық авиация басқармасынан алынды (FAA) 2009. Ұшу-қону жолақтары жабындыларын жобалау

Консультативный циркуляр (AC) 150 / 5320-6E, 39, 40-бет Вашингтон, Колумбия аймағы:. Федералды азаматтық авиация басқармасының интернеттігі мекенжайы:. // www.faa.gov/airports/ ресурсы / advisory_circulars.)

Detail 2 – Деталь 2

Paint and oil one end of dowel – Один конец штифта – түйреуіш соңының бірі

Sealant material – Уплотнительный материал/герметик – тығыздалған материалл

(6-10 mm) below surface – (6-10 мм) ниже поверхности – (6-10 мм) жоғары жағынан төмен

Minimum – Минимальный- минималды

Rod backup material – Восстановительный материал стержня – қыдың қайта қалпына келтіру материалы

Мұндай сызаттар жік секілді өздігінен жұмыс атқарып, осыған ұқсас зақымдалуыларды үлкейтуі мүмкін. Көлденең деформациялық жіктердің өнімділігі үш фактормен тікелей байланысты: жіктер арасындағы қашықтық, жікке көлденең күштеменің берілісі, жіктің пішіні және герметикалық сылағыш қасиеттері (FHWA 1990a).

Жабындының зақымдалуы, сонымен бірге жіктердің зақымдалуы 4-тарауда қарастырылады. Жіктер арасындағы қашықтық пен күштеме ауытқуы 8-тарауда, жік құрылысы мен герметикалық сылағыш 19-тара-

уда қарастырыларды.

Бойлық жіктер

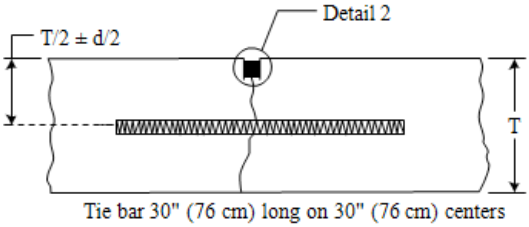
Бойлық жік «тақтаның байқалмас бөлінуі мен шытынауының шалыстануы мүмкіндік беретін екі тақта арасындағы байланыс...» деп түсіндіріледі. Бойлық жіктер күштеменің алу, шалыстандыру үшін және тақта ені [4,6 м] 15 футтан асқан кезде қолданылады.

[4,6 м] 15 футқа тең немесе одан да төмен тақталары бойлық жіп қолдануды қажет етпейді, бірақ бойлық шытынау болуы мүмкін. Қозғалысты жақтарту үшін бойлық жіптер жабынды сызығымен сәйкес келуі тиіс. Кең жолақтардағы ескі бой қалдықтарын кетіруге арналған материал 12 футта орналасуы керек. Кеңейтілген аймақта [3,7 м] сақтандыру жолағын қолдану ұсынылады. Бойлық жіптердегі толтырғыш түйіршіктері есебінен күштеме шалыстануы қажет шамаға көтеріледі (FHWA 1990a).

2.6-сурет. Антикорозды эпоксидті жамылғымен қосылатын түйреуіші – сондай-ақ, стыкты қылдар көрсетілген. (автордың фотосы)

Күштеме шалыстануын оңайлату үшін, тұтастырғыш көбінесе бойлық жікке көлденең қолдынады. Байланыстырушы қадалар штифтерге қарағанда жіңішке, тегіс жікті білікті емес, деформацияланған арматуралық білікті пайдаланады. Бойлық жік пен тұтастырғыш конструкциялары 8-тарауда қарастырылады. Жолақтар арасындағы каркастағы байланыстырушы қадалар 1,1-суретте және каркас бойындағылары 2,6-суретте көрсетілген. Байланыстырушы білік жікті білікке қарағанда ұзынырақ әрі жіңішкерек, сонымен бірге коррозиядан қорғау үшін эпоксидті жабындысы бар. 2,7-суретте байланыстырушы қаданың бойлық жігінің көлденең қимасы көрсетілген.

Бойлық жіктер құрылыстық жіктер сияқты тегістелуі және құруылуы мүмкін. Егер оларды тегістесе, жиналған себет 1,1-суретте және 2,6-суреттегідей отырғызу жіктеріне біріктіре тегістейді. Егер тұтастырғыш құйма бірінші жылжыту кезінде құрылыстық жіктер ретінде құрылса, кейіннен ескі және жаңа бетонды қосу үшін қолданылады.



Сурет 2.7 Бойлық жік. (Федералды азаматтық авиация басқармасынан алынды (FAA)2009. Ұшу-қону жолақтары жабындыларын жобалау
Tie bar 30”(76cm) long on 30”(76cm)centres - 30»(76см) ұзындығымен қосылатын үшкірлік 30»(76см) үшкірлігі
Кеңес беруші циркуляр (AC) 150 / 5320-6E, 39-бет Вашингтон, Колумбия аймағы:. Федералды азаматтық авиация басқармасының интернеттегі мекенжайы http:// www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars.)

Шығыңқы жол жабындылары үшін жабындыда бойлық жікті дәл өткізу өте маңызды. Олай болмаған жағдайды, сол орында сызат пайда болуы әбден мүмкін (Rollings 2001, 2005).

Бетондау жіктері

Конструкциялық жіктер дегеніміз «бетонды жабындыларды әр уақытта төсеген кезде пайда болтын тақта арасындағы жік. Байланыстың бұл түрі қосымша көлденең және бойлық жіктерге бөлінуі мүм-

кін» (FHWA 1990a).

Көлденең конструкциялы жікке арналған жиек пен каркас 2,8-суретте көрсетілген. Жабындыны төсегеннен кейін, жиекті алып тастайды. Келесі күні жаңа жабындыны ескі бетонға жақын етіп төсейді «Көлденең конструкциялық жіктер жоспарланған конструкциялық жіктерді алмастыруы тиіс. Дегенмен, олар бұлмаланбауы тиіс, себебі дұрыс орналастыру мен консолидациялауға жету өте қиын. Кілтек байланыстырудан ерекшелігі, көлденең жіктер штифтермен бекітіліп, қыспақпен байланыстырылады. Кілтекпен бекітілген көлденең жіктер уатылады және пайдалануға ұсынылмайды. Көлденең конструкциялық жіктерді аралау және мөрлеу ұсынылады. Өлшемдер жіктерді көлденең қысуға қолданылатындай болуы керек» (FHWA 1990a).

Байланыстырушы білік бетонға бекем бекітілуі аса маңызды. Байланыстырушы біліктер пластикалық бетонды қоспаға механикалық сұғылуы немесе екі бөліктен: бұранда мен жікті жүйеден тұратын байланыстыруыш білік түрінде орнатылуы тиіс. Біліктің бетонға бекітілуінің сенімділігін байқау үшін кезеңді сынақтар өткізу ұсынылады. Байланыстырушы білікті байлауға рұқсат етілмейді. Байланыстырушы біліктің майысу орнында екі бөліктен бұранда мен тұтастырғыш жүйесінен тұратын білікті қолдануға рұқсат етіледі. Егер байланыстырушы біліктерді ию қажет болса, құрылыс кезінде қайта түзуленуі керек, бұл үшін майысуға еркін берілетін 40 класты [276 МПа-дан аз немесе аққыштық шегі 40 KSI] болатты қолданған дұрыс. Байланыстырушы біліктер түзуленген соң, коррозияға төзімді жабындыны қайта пайдалану қажеттілігі тууы мүмкін. Сынақтар тек байланыстырушы біліктер түзуленгеннен соң ғана өткізіледі. Көлденең конструкциялық жіктерді аралау мен мөрлеу ұсынылады. Өлшемдер жіктерді көлденең қысуға қолданылатындай болуы керек» (FHWA 1990a).

Сынамен ажыратылған бойлық жіктер бұрын қолданыста болған, қазір өте сирек қолданылады. Бұл байланыстар тақталардың кертікті орындарында, ал оларға жанасушы тақтаның орын ауыстыру берілісіндегі ұяшыққа орналасатын кілті болатын шығыңқы орындар мен тығындарды қолданады. «Сынамен ажыратылған құрылыстық бойлық жіктерді қолдануды терең қарастырған дұрыс. Көбіне, тығынды саңылау үстіндегі тақтаның жоғарғы бөлігі жылжыту кезінде қирайды. Сол себепті, жабынды қалыңдығы 250 [мм] 10 дюймнен аз болғанда, қана тығын тығынды қолдануға болмайды. Мұндай жағдайларда, тұтастырғыш күштеме берілісін көтере алатындай жасалуы тиіс» (FHWA 1990a).

Сурет 2.8 Бойлық конструкциялық жіктерге арналған жиек пен каркас. (Сурет автор тарапынан ұсынылды)

Кеңейту немесе оқшаулау жіктері

Кеңейтуші жік «Көрші құрылымдар мен жаяужолды зақымдап алмай, жаяужолды кеңейтуге мүмкіндік беретін белгілі бір орында орналасқан жік» (FHWA1990a). Әдетте олар көпірдің жағалық тіреулері мен көшелердегі инженерлік ғимараттар үшін қажет. Мысалы, 2,4-суретте каркасқа жанасушы жақтау блоктары көрсетілген. Сұғылған құрылым кеңейтуші жіктерді қажет етеді. Басқаша оқшаулаушы жік деп те атауға болады. Бұл байланыстар көпір жаяужолы мен сұғылған құрылымды оқшаулауға арналған, сондықтан қабаттардың ешқайсысы басқасына күштеме түсірмейді.

Жол жабындыларының алғашқы нұсқалары кеңейтуші жіктерді, сонымен бірге конструкциялық жіктерді қолданды, бірақ олардың өнімділігі өте төмен болды. Ара қашықтығы 28 м (90 фут) болатын кеңейтуші жіктермен үйлесім тапқан ара қашықтығы 9 м (30 фут) болатын отыру жіктері алғашқы нұсқалардың бірі болды. Кеңейтуші жіктер жабық және күштеме берілісін айтарлықтай төмендететін отыру жіктеріне кең ашылуға мүмкіндік береді, (Ray, 1981: 6).

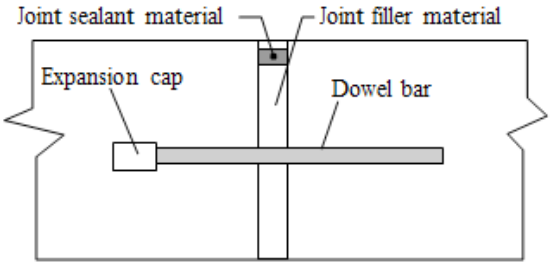
«Отыру жіктерінің дұрыс таңдалған дизайны мен техникалық қызмет көрсетуі қозғалмайтын құрылымдық нысандардан басқа кеңейтуші

жіктерді қолдану қажеттілігін жояды. Жіктер қолданылғанда, бірнеше жылдар ішіндегі қысылмаған жіктерді жабу үшін жабынды қозғалады.

Жанасушы отырғызу жіктері ашылуы мүмкін, бұл жиынтық блокиратордың герметикалық бітемелерінің бұзылуына әкеледі. Кеңейтуші жіктің ені шамамен [19 мм] ¾ дюймді құрайды немесе одан аз болуы мүмкін. Толтырғышты әдетте, нығыздаушы материалдың кеңістігін қамтамасыз ету үшін тақта бетінен [19мм-ден 25 мм дейін] ¾ -ден 1 дюймге дейінгі қашықтықта төмен орналастырады. Тегіс байланыстырушы штифтер жіктер арасындағы жүтеме берілісінің ең кең қолданалатын әдісі болып табылады. Кеңейтуші жіктерге арналған байланыстырғыш штифтер әр штифтің бір басына тақта жікті жапқанда штифтің жылжуы үшін тақтада ваккум қалыптастырушы қақпақпен арнайы жасалды» (FHWA 1990a). Бұл бөлшек 2,9-суретте көрсетілген.

Көпірлерде жіктер өте маңызды, себебі, кеңейтуші жіктер аралық құрылыстар мен тіреулерде зақымдалу тудыруы мүмкін. Көпірлерге аналған жіктер туралы 16-тарауда айтылады.

«Қысымды түсіру жіктері, құрылымға түсетін қысымды төмендету мен жол жабындысының кебу потенциалын жеңілдету үшін олардың тек бастапқы құрылыстан кейін орнатылатынынан басқа, кеңейтуші жіктерге ұқсас мақсаттарда пайдаланылады. Қысымды түсіру буындарының жіктерін қарапайым мақсаттарда қолданбайды. Дегенмен, олар құрылымдық зақымдалуын жою мен шамадан тыс қысу күштемесінің болу жағдайында пайдаланған орынды» (FHWA 1990a).



Сурет 2.9 Кеңейтуші жік бөлшектері. (Федералды жол әкімшілігінен алынды (FHWA), 1990a жіктердің бетондық жабындылары, техникалық нұсқаулық, T 5040.30,

Вашингтон, Колумбия аймағы:. Федералды тас жол басқармасы,
Интернеттегі мекенжайы// www.fhwa.dot.gov/legsregs/directives/techadvs /t504030.htm).
Joint sealant material -серпімді рроклаканың фасонды материалы
Joint filter material - еометриялық тораптың фильтрлейтін материалы
Expansion cap -бетондық созылудың кеңейуі

Беткі қабатты өңдеу

Бетонды жабындылар асфальтті немесе бетонды жабындылардың беткі қабаты ретінде пайдаланылуы мүмкін. Жолдық киімнің екі түрінің әрқайсысы үшін беткі қабаттың жабындымен байланысқанына қарай немесе бұл байланыс болмаған немесе жобалауда қарастырылмауына негізделе отырып, беткі қабаттың екі түрі ажыратылады. Бетонды беткі қабаттар туралы Smith және т.б. (2002) және ACI Комитетінің ACI 325.13R- 06 баяндамасында толық талқыланады. Беткі қабаттар 22-тарауда талқыланады.

Бар асфальт -бетонды жабындылар үстіне төселетін бетонды жабындылардың ең ескі түрі тозу қабатының беткі бетондық төселуі деп аталады. Әдетте, жаңа бетон мен ескі жабынды арасындағы байланысқа жеткізу міндетті емес. Олардың көпшілігі Құрама Штаттарда, бұрыннан бар асфальттік жолдар мемлекетаралық көлік жолдары жүйесіне қосылып, жаңартылуы кезінде құрылды. Олар барлық практикалық мақсаттар үшін қарапайым бетондық жол жабындылары үшін жобаланып дайындалды. Мұнда бұрыннан бар асфальттік жабынды жоғары сапалы негіз ретінде қолданылады. ерекше бөлшектер бетонның жаңа қабаты ескі асфальт қабатына қарағанда енді болуы қажет жағдайларда керек болуы мүмкін. Тозу қабатының беткі бетонды төселу жобасы бетондағы байланыс әсерінен және біріккен әрекет негізінде пайда болған майысу күштемесінің төмендеуін есеп алмайды.

Дегенмен, уақыт өте келе жабындыны асфальт қабатымен байланыстырушы және жіңішке беткі қабаттар осы фактті қолдану үшін жасалғаны анықталды. Ультражіңішке тозу қабатының беткі бетондық төселуі (UTW), 50-ден 100 мм-ге (2 және 4 дюйм) дейінгі қалыңдықтағы беткі қабаттарды есептегенде, 1990 жылдардың басында Америка Құрама Штаттарында құрастырылды.

Мұндай жіңішке жабындылардағы шалыстануды азайту үшін оларды қабырғалары 0,6-2 м (2-6 фут) болатын шаршыларға бөледі. Қарапайым бетондық төселудегі беткі тозу қабатының қалыңдығы 200 ммден (8 дюйм) аз болмайды.

Нәтижесінде тозу қабатының беткі бетонды төселу қабаттары UTW мен тозу қабатының қарапайым бетондық беткі төселуі арасындағы бос орынды толтыру үшін жасалды. Олардың қалыңдығы 1,2-2 м (4-6 фут) аудан бірлігінен бастап, 100-200 мм-ді (4-8 дюймді) құрайды. UTW жағдайындағыдай, бетондағы майысу күшін азайту үшін жұқа қабаттар құрылыс қабаттарымен байланысқан. UTW мен жұқа беткі қабаттарды көбіне, бетон мен асфальттің беттік байланысқан қабаттары (BCOA) деп аталады.

Байланыссыз бетонды қабаттарды бұрыннан бар бетонды жабынды үстіне, осы екі қабат арасы ажырамауы үшін арнайы әдістер көмегімен төсейді. Қалыпты жақпа ретінде, көбінесе, ыстық асфальтті қоспаның жұқа қабаты пайдаланылады. Қалыпты жақпаның басты мақсаты – бұрыннан бар жолдық киімде жаңа жабынды арқылы сызаттар мен басқа да зақымдалулардың алдын-алу болып табылады. Қорғаныстың бұл түрі «асфальт-бетонды жол жабындысындағы сызаттың пайда болуы» деп аталады. Қалыпты жақпа көмегімен бұрыннан бар жол жабындылары жаңа жол жабындысы үшін жоғары сапалы негіз қызметін атқарады, сондықтан оның қарапайым тозу беткі тозу қабаттарына бетонды төсеме жасаумен ұқсастығы бар.

Бетонды жабындының байланысқан қабаттары да қолданылады. Осы қабаттарды төсеуде байланысты жеңілдету үшін бұрыннан бар бетонды жабындыларды мұқият дайындайды. Олардың қалыңдығы бұрыннан бар жабындылармен біріккен әрекет етуі үшін 50 мм-ге (2 дюйм) дейін жетеді. Бірақ, базалық бетонды жабындылардағы қандай да бір зақымдалулар әсері беткі қабатта көрінеді: байланысқан бетондық беткі қабаттар бұрынна бар жолдық киімді жақсы жағдайда сақтайды. Бұл аталған қабаттарды сирек қолдану себебінен, өйткені олар тек салыстырмалы жақсы жағдайда орналасқан жол жабындылары үшін жарамды, қаражат тек нашар жағдайдағы жабындыларға бөлінетін болғандықтан, агенттіктер жабындының бұл түріне қаражат жұмсағысы келмейді. Оларды сирек қолданудың тағы бір себебі, тіркелу болмаған жағдайда жұқа қабаттар зақымдалуы мүмкін.

Бетонды беткі қабаттың үшінші түрі ішінара байланысқан беткі қабатты бетонды жабынды бұрынғы уақыттарда қолданылды. Беткі қабаттың бұл түрі үшін байланыстың алдын-алу немесе оған жетудің ешқандай шараларын орындау міндетті емес. Бетонның жаңа қабаты ескісінің үстінен төселеді. Осы беткі қабаттардың кейбірін АҚШ-тың Қарулы Күштерінің Инженерлік корпус аэродромдарында бұрынғы жол жабындыларының жұқа қабаттарының үстіне орналасқан қалың беткі қабаттарымен бірге пайдаланады. Нәтижесінде бұрыннан бар жабыныдының әсері өте болмашы болуы мүмкін. Ішінара байланысқан бетонды жабындылар өте сирек қолданылады. Теориялық тұрғыдан алғанда, ішінара байланысқан бетонды жабындылар сызаттардың пайда болуына ұшырағыш келеді.

Күштеніп армирленген бетон және құрамалы технологиялық бетон

Қарапайым бетонды жабындыны төсеуде мердігерлер майысу кезіндегі бетонның беріктігіне, бетонға көліктердің ұзақ мезгзімді күште-

месіне қарсы тұра алатын сапасына сүйенеді. Жол жабындысының тәжірибелік аймағындағы таза сығу күшін индукциялауға мүмкіндік беретін күштемелі арматуралық элемент көмегімен жол жабындысының қалыңдығын азайтуға болады, себебі, жол жабындысына түсірілетін күштемені сығу күштемесі басуға тиіс. Көлік жолдарын Стратегиялық Зерттеу бағдарламасындағы технологиялық Бетонның жол жабындылары технологиясы туралы есебі (Tayabji және басқалары, 2013) http://www.trb.org/Publications/Blurbs/167788.aspx .

Түпнұсқалық конструкциялар мен беткі қабаттардағы алдын-ала күштемеленген жол жабындыларын толықтыру, қарапайым немесе алдын-ала армирлеу арқылы күштемеленген технологиялық бетон аймағы толық тереңдікпен жамау ретінде қолданылды. Технологиялық бетонмен жабылған аймақтар тұрақты жол жабындысы ретінде қалдырылуы немесе толық тереңдікті жамау қойылғанға дейін қозғалысты қамтамасыз ету үшін белгілі бір уақытқа қалдырылуы мүмкін.

Күштеніп армирленген бетон

Пасько (1998) «алдын-ала күштемеленген бетон 1940 жалдар аяғында қолданыла бастады және алғаш рет әуежайлардағы ұшу-қону жолақтарының жол жабындыларында пайдаланды» деп мәлімдеді. Шамамен 1959 жылы екі жағынан да алдын-ала күштемеленген тақта Техастағы Биггс әскери аэродромында қолданылды. 24-дюймдік (610-мм) қарапайым жабынды 9-дюймді (230-мм) бетонға керілген арматуралы темірбетонды конструкцияға алмастырылды. 1970 жылдан 1990 жылға дейін Құрама Штаттарда түрлі дизайндағы керілген арматуралы темірбетонды конструкциямен жабылған ондаған автомагистральдар құрылды.

Алдын-ала күштемеленген жабындының белгілі тәжірибелік аймағы 1971 жылы Делавэр штатында болды. Басқа демонстрациялық жобалар Даллес аэропортында, тағы екеуі Пенсильванияда (Huang 2004: 16) орналасты. Арматуралы бетонды кезекті тіркелусіз беткі қабаттарға төсеудің тағы да бір демонстрациялық жобасы Чикагоның О'Хара әуежайының 8R-27 L ұшу-қону жолағында болды. Бұл туралы Федералды азаматтық авиация басқармасының № 24 Қысқа баяндамасында тіркелген. CRCP жол жабындысы негізінің қалыңдығы 305 мм-ді (12 дюйм), әктасты қиыршықтас негізді қалыңдығы 457 мм-ді (18 в) құрады. Боинг 747 ұшақтары үшін алдын-ала күштемеленген қабаттар қалыңдығы батыс бөлігінде 203 мм (8 дюйм) және шығыс бөлігінде 228 мм (9 дюйм) құрады. Алдыңғы жабынды өлшемдері 244 м (800 фут) × 46 м (150 фут) болды. Жол жабындысы көлденең және бойлық бағытта алдын-ала ар-

мирленген (FAA 1981).

1993 AASHTO –жол жабындыларын жобалау Нұсқаулығы алдын-ала күштемеленген жобалауды талқылайды. Алдын-ала күштеменің потенциалды артықшылықтарына құрылыс материалдарын тиімді пайдалану (жол жабындысы қалыңдығын азайту есебінен) және жіктер мен сызаттар санының аздығы, техникалық қызмет көрсету қажеттілігінің азаюы және жол жабындысының пайдалану ұзақтығының артуы жатады. Оларға жататындар:

• Жол жабындысы алдын-ала тек бойлық бағытта күштеледі (армирленбеген және көлденең бағытта армирленген жабындылар үшін), алдын-ала бойлық және көлденең бағыттарда күштеледі немесе алдын-ала бұрыш астынан күштелуі мүмкін. Алдын-ала күштелген жабындыларды беріктігі төмен негіздерге төсегенімен, беріктігі 54 МПа/м (әр шаршы ты дюймға 2000 фунт)немесе одан да жоғары болатын төсеме қабаттарға да қолданылады.

• Ұзындығы айтарлықтай жоғары тақталарды қолдануға болады: әдетте 122 м (400 фут), дегенмен Европада ұзындығы 300 м (1000 фут) болатын тақталар да құрылған.

• Алдын-ала берілетін күштеме деңгейі бойлық бағытта 689-2070 кПа (әр шаршы ты дюймға 100-300 фунт) және көлденең бағытта 0-1380 кПа (әр шаршы ты дюймға 0-200) құрайды.

• Қарапайым арматуралық шоғыр – бойлық бағытта 80%-ға созылатын екі-төрт тақта және тақта қиылысушысы, ал көлденең бағытта үштен алты ретке дейінгі 15 мм-лік жіптер (0,6 дюйм).

• Алдын-ала күштелген жол жабындыларының қажу деңгейі туралы белгісіз болса да, ең аз ескерту уақыты қатенің алдын алуы мүмкін, жасаушылар қажу туралы қауіпсіздіктің белгілі факторларын қолдануы қажет.

• Алдын-ала күштелген жабындының қалыңдығы қарапайым қалыңдықты бетонды жол жабындысының 40-50%-ын, немесе көлік жолдары үшін шамамен 100-150 мм (4-6 дюйм) құрайды.

• Фрикционалды шектеуші басты фактор болып саналады. Қысқартушы фрикциялық қабаттар саны жиі қолданылады, мысалы, құрылыстық картон үстіне құм немесе полиэтилендік жабындылар

• Жобалау кезінде 15-20% (AASHTO 1993: II-65-II-67) шамасындағы алдын-ала күштеме кезіндегі шығындарды есепке алу керек.

• Осы жобалардың кейбірінде арматуралы жіптен тек бір бағытта ғана орналасады. Бұл жағдайда, көлденең бағытта алдын-ала күштеменің болмауына байланысты, сызаттар жіп бағытына параллель бағыт-

та пайда болады. Ал, Техастағы екі жағынан күштелген ұзындығы 1,6 км (1 миль) болатын 150 мм-лік (6 дюйм) I-35 магистралі құрылды, қазіргі уақытқа дейін (17 жылдан соң) жақсы жағдайда (Мерритт және т.б, 2002:. 5).

Соңғы кезде жинақтық және алдын-ала күштелген жабындыларға қызығушылық жоғары. Тайсон мен Мерритт (2005) келесі жобаларды сипаттады:

- Техас штатындағы Джорджтаунға жақын жерде, 2002 жылы аяқталған Техас штатының көлік істері Департаментінің жобасы жинақтық алдын-ала күштелген бетон көмегімен салынған жабындылардың пайдалану уақытын көрсету мақсатында жасалған болатын. 35 магистральға параллель жолда ұзындығы шамамен 700 м (2300 фут) болатын екі жолақты жабынды TxDOT орналастырылды.
- Калифорнияның көлік Департаменті (Caltrans) 2004 жылдың сәуір айында демонстрациялық жоба жасады. Бұл жол жабындыларын жабуға рұқсат арқылы магистральда орнатылды. Агенттік Калифорния штатаының Эль-Монтедегі 10 Магистралында 76 м (250 фут) шамасында екі жолақты жабынды орналастырды. Бұл жоба туралы Мерритт және т.б. (2005) талқылайды.
- Калифорнияның көлік Департаменті Тайсона мен Мерритт (2005) жұмысында сипатталған жүйемен демонстрациялық жоба жасады, ол келесі ерекшеліктерден тұрады:
- Қалыңдығы, шамамен, 200 мм (8 дюйм) жиынтық алдын-ала күштелген тақталы жол жабындылары уақытынан ерте салынды. Бұл қалыңдығы 355 мм (14 дюйм) болатын қарапайым жабындының шекті жұмыс қабілеттілігіне сәйкес.
- Панельдер жаяужолдың енін бойлай салынды.
- Байланыстырушы тақта, орталықтан күштелген және базалық тақталар қолданылды. «Байланыстырушы тақталар әр аймақ шетінде бетонға керілген арматура орналастырылып, тақталардың көлденең қозғалысын болдырмас үшін байланыстырушы штифермен бекітілген. Орталықтан күштелген тақталар әр аймақтың ортасында орналасқан және бос құраушылардан немесе қуыстардан тұрады, мұндағы жіптер отырғызу үшін каналға салынған және күш әсерінде болады. Базалық тақталар жабындының көп бөлігін қамтиды. Оларды басқа екі тақта арасына орналастырады. жек құрылыс операциялары кезінде жұмысшылар ең кем дегенде бір байланыстырушы тақтадан келесі байланыстырушы тақтаға дейінгі тақталардың толық бір аймағын өңдеуі қажет»

(Тайсон және Мерритт, 2005).

• Тақталарды тегістегіш қатардағы ыстық асфальт қоспаға төсейді.

• Тығынды қосылыстар құрылыс кезінде панель шеті бойынша жылжуды қабылдаудың тік тегістелуін жеңілдетеді және қозғалыстың жатықтығын қамтамасыз етіп, жіктің зақымдалуының алдын алады.

Веб-сайт құрама, алдын-ала керілген жабын туралы ақпарат беру мақсатында, PrecastPavement.com (http://www.precastpavement.com/) сайтында әзірленген. Бұл сайт Техас, Калифорния, Миссури, Айова, Делавэр және Вирджиния штаттарында аяқталған алты жоба туралы толық ақпарат береді.

Ван Дам және басқалар (2012: 20) «жол жабынының құрама темір-бетон жүйелері тұрақтылықтың белгілі функцияларын, беттің жақсартылған эстетикалық қасиетін, текстурасын, жоғары үстіңгі шағылдырғыштық қабілетті және фотокаталитикалық материалдарды қосқанда, экономикалық тиімді орындауға мүмкіндік беретінін ескереді. Осы функциялардың көпшілігі мүмкін бола бастады, өйткені жабынның салмақ түсетін беттеріне зең баспау үшін, қаласа, жұмыс жүргізілетін жерде төселген бетон үшін мүмкін емес бақылау дәрежесін қамтамасыз ете отырып, екі немесе одан да көп бетон төселуі мүмкін. Бетті қопарыстырып салу беттің одан да тығыздануына апарады, ал бетон қоспасының жеңілдеу құраушылары (су мен ауа) көтеріледі, сондықтан жабын мен тығыз цементтің және толықтырғыштардың артқы беті тығыз бет түзеді». Олар тұрақтылық артықшылықтары мен ұзақ қызмет ету мерзімін ұсынады.

Құрамалы бетоннан жасалған жол жабыны

Алдын-ала керудің орнына кәдімгі жұмсақ болатпен армирленген құрама темір-бетон панель құрылым. Олар жол жабынын оңалтудың екі тәсілі үшін қолданылды:

• Бетонды келесі жоспарланған жабу ішінде орналастырғанға дейін қашықтағы панельдерді уақытша ауыстыру

• Тұрақты жол жабыны (жеке панельдерді ауыстыру).

Құрама темір-бетон панельдердің әлеуетті артықшылығына бетонның жоғары сапасы, бетонның өте жақсы күтімі, ауа-райы айырымының қатеріне ұшырауының аздығы, сонымен қатар қозғалысты ашар алдында кідірістің азаюы (Lane және Казмировски 2005: 771) кіреді. (Маңызды сұрақтар панель шеттерінің соғылуын болдырмау үшін панельдерді тегістеуден, сондай-ақ құрама панельдер арасындағы немесе құрама панельдер мен қолданыстағы жол киімі арасындағы жүк-сал-

мақты беруден тұрады. Темір-бетон панельдер, әдетте, бәрінен бұрын, тасымалдау мен өңдеу кезінде бұзылуды болдырмау үшін жұмсақ болатпен армирленген. Темір-бетон панельдерді 1990 жылы Чарльстон (Оңтүстік Каролина) Халықаралық әуежайында және 1996 жылы Саванна/ Хильтон Хэд Халықаралық әуежайында ұшу-қону телімдерін қайта құру кезінде уақытша жабу үшін пайдаланған. Екі қиылыс та бетонды және беріктігі жоғары патенттелген цементті пайдаланған кезде бірнеше сегіз сағаттық бірсәттік салу кезеңі ішінде қайта құрылған болатын. Әрбір жабу кезінде, екі 7,6 × 7,6 м (25 × 25 фут) телімге бетон төселіп, бітелді. Темір-бетон панельдер алаңы (әр телімде 4) шамамен 3,8 м (12½ фут) немесе 3,8 м × 2,4 м (8 футқа 12½) (әр телімге 6) келесі бірнеше функцияны орындау үшін құрылыс басталғанға дейін құйып жасалды:

• Құрама панельдерді өндіру мердігерге тәжірибе алуға және беріктігі жоғары бетонның қасиеттері мен өңделіп шығуын тексеруге мүмкіндік берді.

• Панельдерді төтенше жағдайлар туындаған кезде ұшу-қону жолақтарын ашу үшін қолдануға болады.

• Панельдер әрбір бірсәттік салудан кейін – жылдамдату үшін пайдаланылды, телімді құрама тақталармен толтырды. Келесі жапқан кезде, панельдер алып тасталынды, және жаңа бетон тағы екі панель алынып тасталғаннан кейін орналастырылды.

Жоба мердігері Саванның Чарльстон жобасын қадағалауға және процесті кемеліне келтіруге мүмкіндігі болды (Пешкин және басқалар 2006b).

Темір-бетон панельдерге Канад, Торонтодағы 12 жылдамдықты автомагистраль 427-де баға берілді. Бұл Торонто арқылы өтетін ірі солтүстік-оңтүстік қала маңы маршруты. Барлық қосалқы тақталар эпоксидті жабынды арматурамен бекітілген. Үш әртүрлі әдіс, соның ішінде екі патенттелген әдіс тексерілді. Барлық үш әдіс мердігердің салыстырмалы азғантай тәжірибесіне қарамастан жақсы нәтижелер көрсетті (Lane және Казмировски 2005). 2003 жылдың қазаны мен қарашасында Колорадо штатының Денверден солтүстікке I-25 магистралін бойлай 18 жерде құрама панель көмегімен 157 бұзылған тақта қалпына келтірілді. Тақталар тұрақтандырылып, қолдағы жабынға беріктігі жоғары пеноплиуретан көмегімен қажет биіктік беру үшін қысып жабылды. Жіктер қымтағыш материалмен бітелді. Шыны талшықтан жасалған жұқа өзекшелер панель бойымен кілтектердегі жалғамалар орнына пайда-

ланылды, бірақ кейбір панельдерде жалғайтын өзекшелер жанына сызаттар пайда болды. Жабынның өнімділігі, жұмысшы осы технологиямен жақынырақ танысқан уақытта, айтарлықтай өсті. Панельдердің көпшілігін қозғалыс қолайлығы үшін жақсылап тегістеу қажет (Буч және басқалар. 2005). Тұтастай, құрама тақталар жолақтарды қысқа жабу үшін, Чарльстон мен Саванна жобалары секілді, жақсы тәсіл бола бастады. Сығымдағыштық жалғаудың жаңартылған жүйесі Жапонияда дайындалды және Сендай әуежайында автокөлік жолақтары үшін 800 шаршы метр (8600 шаршы фут) жабын салу үшін қолданылады. Ұзындығы 14,5 м × ені 2,5 м × қалыңдығы 240 мм (47,6 фут × 8,2 фут × 9,4 дюйм) дара тақталар алдын-ала керілген болып табылады. Жіктер жүк-салмақ беруді қамтамасыз ету үшін созылатын кернелетін арматура элементтерімен байланысты. Қолданыстағы жабын қатты бұзылған асфальт жабын болып саналады. Бүкіл жұмыс кешкі 9-дан – таңғы 7-ге дейін созылған бірсәттік жабу кезеңі ішінде аяқталды (Хачия және басқалар. 2001).

Домалатқышпен нығыздалған бетон

Жабынға арналған домалатқышпен нығыздалған бетон (RCC) ACI 325.10R (ACI 1995) есебінде ACI 325 Комитетімен сипатталған. RCC тауар бетон түрінде алуға болатын өте құрғақ қоспа болып табылады, бірақ көбіне асфальт-бетон қоспалауыш араластырғышында өндіріледі. RCC сондай-ақ бөгеттер салу мен қалпына келтіру үшін, қоспалар мен құрылыс әдістері бір-бірінен ерекшеленгенімен, кеңінен қолданылады. Конусы нөлдік немесе төмен түскен бұл бетон қоспасы, кәдімгі бетон жабынға қарағанда цементпен өңделген бітеуіш негізіне көбірек ұқсайды. РСС 15 тарауда талқыланады.

Құрылыс процесі ыстық асфальт қоспамен жабуды еске түсіреді. Материалды жүкті өзі түсіетін машина көмегімен жеткізеді, асфальттөсегішке салады, болат доғалақты шығыршықпен жаяды. Содан соң РКС қатады. Жол жабынында табиғи жарықшақтар пайда болуы мүмкін немесе жалғамалар қысқарып қалуы мүмкін. RCC кәдімгі бетонға қарағанда аз сығылатындықтан, жіктер немесе жарықшақтар JPCP-ге қарағанда бір-бірінен қашық тұрады.

Сурет 2.10 RCC жабын құрылысы -Колумбус, Огайо штаты. (Автор фотосурет)

Әдетте, жабын құрылысының процесі RCC жабындарды жоғары жылдамдықпен жүруге жарамайтын кедір-бұдыр беттермен қалдырды. PCC топырақты жабын көптеген өнеркәсіптік қолданысқа ие – мультимодальдық тасымалдауға, автокөлік зауыттары мен әскери нысандарға арналған жүкті ауыстырып тиейтін орындар. Ірі өнеркәсіптік жобаларына Honda және Алабамадағы Mercedes порттары мен нысандары кірді (Delatte және басқалар. 2003). PCC жабындар сонымен қатар ыстық асфальт қоспа көмегімен салынды. Олар Огайо штатының Колумбус қаласында жаңа бөлімше салуға және Канаданың Квебек шет аймағында көшелер мен жолдар салуға кеңінен қолданылды. 2.10 сурет Колумбуста RCC жабындарын жаңа бөлімше үшін салуды сипаттайды.

PCC жабындары құрылыс үшін үнемді болып табылады. JPCP жол жабындарымен салыстырғанда PCC жабындары формалар, жалғама өзекшелер немесе тұтастырғыштарды, немесе текстуралау мен өңдеу үшін қызметкерлердің қатысуын талап етпейді, сондықтан құрылысқа кететін шығын аз. Техникалық қызмет көрсету шығындары сонымен

қатар, әдетте, жол жабынының басқа түрлеріне қарағанда төмен. RCC иілуге беріктік шегі, әдетте, кәдімгі бетонның беріктік шегімен тең немесе жоғары. RCC шолудың өте жақсы ұзақмерзімді сипаттамалары бар (Пиготт, 1999).

Өткізгіш кеуекті бетон

Жоғарыда қаралған жол жабынының барлық нақты түрлері өткізбейтін жабынды қамтамасыз етеді. Жіктер мен сызаттар арқылы шоғырланудың азғантай мөлшері үшін, тұнбалар жол жабынының беттерімен өтеді және дренаждың бөлек жүйесінің көмегімен өңделуі тиіс.

Сурет 2.11 Өткізгіш жабынның өткізгіштігі - Кливленд, Огайо штаты. (автор фотосуреті.)

Дегенмен, көптеген аймақтарда әзірлеушілер құрылыс телімінде рұқсат етілген өткізгіш жабын санында шектелген. Бұл жол жабыны құрылымы ішіне немесе арқылы жылдам су ағынына мүмкіндік беретін жол жабындары – өткізгіш немесе кеуекті жабындарға қызығушылықтың жоғарылауына апарды. 2.11 сурет Огайо штатының

Кливленд қаласында 2005 жылдың тамызында салынған көрсету жобасының өткізгіш бетон жабынының өткізгіштігін көрсетеді. Өткізгіш бетон жабындар 12 тарауда талқыланады.

Өткізгіш бетон әдетте кәдімгі бетонға қарағанда әлдеқайда беріктігі төмен. Сондықтан ол автокөлік тұрақтары мен жол-көлік жабындары үшін орындарды жабу үшін кеңінен қолданылады. Осы бітелімдер үшін жаяужол қалыңдығы 150 мм (6 дюйм) болуы тиіс. Көлікті қоятын орынды жабу үшін өткізгіш жаяужол LEED балл есептеу үшін құрылыс жобаларын сылау шеңберінде қолданылады (Зерттеу Орталығы RMC 2005: 6-13).

Тарау 3
Бетон жабынының ұзақ перспективасына экологиялық және әлеуметтік-экономикалық тұрақтылығын қамтамасыз ететін факторлар.

Бетон жабынының тұрақтылығына қызығушылықтың жоғарылығы байқалады. Америка азаматтық инженерлер қоғамының этика кодексіне 1996 жылы «Инженерлер азаматтық істер мен қауіпсіздікті, денсаулық пен аман-есендікті жақсарту сұрақтары жөніндегі жұмыстар үшін, сонымен қатар қоршаған ортаны тұрақты даму тәжірибесі арқылы қорғау үшін пайдалы болу мүмкіндіктерін іздеуі тиіс» (ASCE 2006) тармағы қосылған болатын.

ASCE тұрақтылықты «барлық қоғамның әлеуеті соларда болатын экологиялық, экономикалық және әлеуметтік жағдайлардың жиынтығы мен өмірдің сапасын табиғи, экономикалық және әлеуметтік ресурстардың кемсітетін саны, сапасы мен қол жетімдігісіз шексіздікке дейін сақтау мен көтеру мүмкіндігі» ретінде анықтайды (http://www.asce.org/sustainability/). Тұрақтылық сонымен қатар осы күнгі ұрпақтың қажеттіліктерін келешек ұрпақтың қажеттіліктерін қанағаттандыру мүмкіндіктері үшін зиянсыз қанағаттандыру ретінде анықталады. Бұл экономикалық, экологиялық және әлеуметтік ой-пікірдің «үшбірлігіне» қатысты шешімдерден тұрады (Ван Дам және басқалар., 2012). Тұрақтылықтың дамуы шынында жұртшылық қажеттіліктеріне сай келетін құрылымдар мен құрылыстарды беру туралы әмбебап принциптерді қосқанда, жақсы техникадан артық емес деп тұжырымдауға болады.

Қоршаған орта мен тұрақтылыққа арналған жабындардың бөлек түрлерінің тиімділігінің кейбіріне келесілер кіреді:

• Жабындарды салу мен техникалық қызмет көрсету үшін энергия қажеттілігін 2.4-30% қысқарту және үлкен салмақ түсетін автокөлік жолдарына жоғары үнем.

• Бетон жабындарын өндіру үшін аз түйіршіктелген материалды немесе жол жабынына арналған толықтырғыштарды қолданады, өйткені негізгі қабаттар қажет емес. Асфальт жабындарын екі есе жиі қолдануға болады. Бұл материалдың қоры таусылады, ал бітеуіш автомагистраль салу кезінде қоршаған ортаға едәуір әсер етеді (Smith и Jolly 2005: 585-606).

«Бетон жабынының регенерациясы, Техникалық бюллетень 014.Р» ACPA басылымы бетон жабыны, ескі жол жабынын кәдеге жарату әдістерін, ескі жабынды жаңасына ауыстыру үшін бетонды бөлшектеуді

талқылайды. Бюллетень екінші рет пайдалану үшін толықтырғыштарға арналған аралас құрылымның маңызды аспектілерін қамтиды (RCA). Кейде қайта өңделген бетон қоспасында бөлшектердің қозғалуының тиімді жылдамдығын анықтауға болады, сондай-ақ су құрамын бақылауға аса зор көңіл аудару қажет. Нұқсаулықтың сипаттамасы бюллетеньге енгізілген (ACPA 1993c).

Ван Дам және басқалар (2012) тағы бір ресурсы Бетон Жабындарының Ұлттық Техникалық Орталығында жарияланған. Бұл құжаты http://www.cptechcenter.org/publications/Sustainable_ Concrete_ Pavement_508.pdf. сілтемесі бойынша жүктеуге болады. Бұл нұсқаулық жабын төзімділігінің концепцияларын, төзімді бетон жол жабындарын жобалауды, төзімді бетон жабындарына арналған материалдарды, құрылыс, пайдалану фазасының әсерін (пайдаланудағы жаяужолдар), жол жабынын айқын жаңарту, жабынның қолданылу мерзімінің аяқталуын және қалдықтарды, айқын жол жабындарын қайта өңдеу жөніндегі стратегияны, төзімдік жол киімдерін бағалауды, сонымен қатар қорытындлар мен келешектегі оқиғаларды қамтиды.

Пайдалану ресурсының талдауы

Әдетте, көлік баламасы құрылыс құны немесе алғашқы құны негізінде салыстырылды. Ақырында, олар күрделі экономикалық талдау технкиалық қызмет көрсету мен оңалту бойынша келешек жұмыстардың ағымдағы құнын, қымбаттау тұруы, бірақ пайдалану мерзімі ұзақ және техникалық қызмет көрсету шығындары аз болуы мүмкін бетон жол жабындары секілді баламалары әділ бағалануы үшін ескеретіндерін мойындады. Мұндай тәсілдеме шығынның өмірлік циклін талдау немесе LCCA деп аталады.

«Егер бұрын алғашқы шығындар мен басқа бастапқы әсерлердің көбіне бірінші дәрежелі мәні болса, енді талдаудағы уақыт аралығы жобаның бүкіл тіршілік циклі ішінде көбейеді және барлық салдары (оң да, теріс те) пайдаланудың (мысалы, қайта өңдеу) соңына дейін орналасу нүктесінен (мысалы, шикізат өндіру) қарастырылады».

(Ван Дам және басқалар 2012:. 3). Бұны сонымен қатар «регенерациялық әрленім қағидасы» талдауы деп атауға болады.

Экологиялық қауіпсіз және ұзақ перспективасы есепке алынған бетон жабыны

MEPDG жүйрік автомагистралдар жабыны үшін (10 тарауда талқыланады) құрылымдық ерекшеліктердің төзімділік артықшылықтарын тікелей бағалауға мүмкіндік береді. Тәсілдемелердің біреуі «тек пайда-

ланушының ғана емес, сонымен қатар көрші қауым мен қоршаған орта қажеттіліктерін қанағаттандыруды топшылайтын» мәнмәтіндік-тәуелсіз жобалауды (CSD) пайдаланудан тұрады (Ван Дам и др 2012:. 16). Мысал ретінде, бетон жол жабыны бетінің текстурасын сырғанау кедергісі мен қауіпсіздік дәрежесі бойынша ғана емес, сонымен қатар шудың, әсіресе қалалық аудандарда шу тудыруы бойынша бағалау қажет. Шу деңгейі төмендеу текстура әлі де тоқтау қауіпсіздігін қамтамасыз етуі мүмкін (Ван Дам және басқалар 2012:. 16).

Кез-келген нысанға ең тұрақты тәсілдеменің біреуі болып қалпына келтіру мен қайта құру үшін келешектегі нәтижені кейінге қалдыруға мүмкіндік беретін ұзақмерзімді жобалау табылады. Жабынның ұзақ мерзімідігінің жалпы белгілері (40 жыл және одан көп) тақтаның жеткілікті қалыңдығынан, қатты мүжілуге төзімді негіз бен көлденең жіктерді немесе CRCP сұққыштармен жалғаудан тұрады. Қалдық материалдарды пайдалану қажеттілігісіз беріктіктің артық қоры бар құрылым жобалауы мен жабын күні бұрын істен шыққан кезде беріктік немесе төзімділіктің жеткіліксіз қоры бар жобалаудың екі түрі де ысырапшыл болып табылады (Ван Дам және басқалар 2012:. 17). Пайдалану мерзімі ұзақ жобалау типі техникалық қызмет көрсету мен қалпына келтіру бойынша келешек операциялардың жиілігі мен ұзақтығын азайтады, бұл көлік құралдарының бос жүрісте қозғалыс кідірісі мен жанармай шығынының қысқаруына апарады.

Төзімділікті жақсарта алатын жобалаудың бірнеше балама және жаңа технологиясы бар. Олардың біреуі бұл бетон жабындарының екі қабатты типі, онда қабаттар бетонның екі әртүрлі типінің көмегімен дымқыл қабатымен орналасады. Төменгі қабат қоршаған ортадан үстіңгі қабатпен қорғалғандықтан, және көлік жүк-салмағының әсеріне ұшырамайтындықтан ол үшін үнемділеу бетон қоспасын пайдалануға болады.

«Бұл ол үшін беріктігі жоғарылау (SCM) қосымша цементтеп жабатын материалды, өңделген толықтырғыштардың жоғары пайызын, соның ішінде екінші асфальт жабынды (RAP), сонымен қатар төменгі қабатқа көлік салмақ түсірмейтіндіктен, әдеттегіге қарағанда талаптары жұмсақтау (мысалы, тозуға төзімділік) толықтырғыштарды пайдалануға болады. Орындарда қол жетімді бітеуіш пен өңделген және өнеркәсіптік жанама материалдардың (RIBMs) көп мөлшерінің кең көлемін қоршаған ортаға әсер етуді төмендету үшін пайдалануға болады» (Ван Дам және басқалар 2012:. 19). Үстіңгі қабат үшін кәдімгі бетонды пайдаланады. Екі қабат жабынның бірнеше көрсету жобалары Құрама Штаттарда салынды.

Кейбір басқа жаңалық жол жабынының темір-бетон жүйелерінен,

RCC типті жабыннан, жол бетон төсеуіштерден, жұқа бетон жабындарынан және өткізгіш бетоннан тұрады. RCC типті жабын, жұқа бетон құрылымдар, сонымен қатар өткізгіш бетон осы кітаптың 11, 12 және 15 тарауларда қарастырылады. Жол жабынының темір-бетон жүйелері таяудағы зерттеулер мен көрсету жобаларының мәні болды. Құрама жүйелеріне пайдалану артықшылығы экономикалық шығынның қысқаруы, экологиялық салдар санының азаюы, сонымен қатар көлік кептелістерінің азаюы кіреді (Ван Дам және бірлесіп жазған автор 2012: 20-21). Толық ақпарат Құрама Жабын файлында қол жетімді (http://www.precastpavement.com/).

Жол бетон төсеуіштер сонымен қатар зауыттарда өндіріледі. Жүйелердің кейбіреуі өткізгіш болып табылады және өткізгіш бетон үшін ұқсас артықшылықтарды қамтамасыз етеді (Ван Дам және басқалар 2012:. 22). Бетонтөсеуіштер, құрылымына қарай, қатты жол жабындарына қарағанда иілгіш болады. Бетонтөсеуіштер туралы ақпарат Бетонтөсеуіштер Институты туралы веб-сайтта берілген (www.icpi.org), оның төзімділікке арналған тарауы бар.

Бетон жабынына арналған экологиялық қауіпсіз және ұзақ перспективасы есепке алынған материалдар

Жол құрылысы мен әуежай құрылысы және бетон мен басқа құрылыс материалдарын өндіру қоршаған ортаға әсерін тигізеді. Көбінесе, құрылыс жүйелерінің дамуының ландшафтқа әсері, өткізгіш жабыннан басқа, жабын түріне қарамай ұқсас болады. Асфальт және бетон жабындар толтырғыштың көп мөлшерін пайдалануды қажет ететіндіктен олардың толтырғышты дайындау мен өндіруге әсері ұқсас.

Портландцемент өндіретін кәсіпорындар өндіріске қажет энергияның көп мөлшерінен және атмосфераға шығарылатын CO2 мөлшерінің көптігінен қоршаған ортаға әсерін тигізеді. Бетон өндіру бір текше метрге 3,4 ГДж жуық талап етеді (Mindess и др 2003:. 5). «Бетон өндірушілер өнеркәсіптің үлкен бөлігін құраушы кәсіпорын ретінде тұрақты дамуды қамтамасыз етуде белсенді рөл атқарады. Портландцемент өндіру процесінде түзілетін CO2 шығару мөлшерін азайта алатын бірнеше жаңа технология дайындау жүріп жатыр , дегенмен, CO2 шығару санын қысқартуға жауап цемент клинкер шығаруды азайтудан тұрады (Малхотра 2006: 42).

Цемент өндіру облысындағы алға басу соңғы бірнеше жыл ішінде цемент өндіруден CO2 шығару мөлшерін едәуір қысқартуға мүмкіндік берді. CO2 шығарудың маңызды көздерінің бірі болып жаңа типтегі кәсіпорындарда саны елеулі төмен клинкерді өндіруге қажет энергия та-

былады. Бетон өндірген кезде CO2 шығаруды қысқарту жөніндегі төрт стратегия портландцемент клинкерін өндіруге қажет энергия мөлшерін азайтуға, цементте клинкер мөлшерін азайтуға, бетон қоспасында пайдаланылатын цемент мөлшерін азайтуға, сонымен қатар бетонды оның өміршеңдік кезеңінде тиімдірек пайдалануға бағытталған. Клинкерді тиімдірек өндіру тиімді типті пештерде және тегістейтін жабдықта, сонымен қатар тозығы жеткен шиналарды, биожанармайды және қауіпті материалдарды өңдеген кезде алынған жанармай секілді жанармайдың ұқсас түрлерін жағу есебінен мүмкін. Пайдаланылатын клинкер мөлшері әктасты бірлесіп ұнтақтау немесе цементті дәстүрлі портландцемент орнына пайдалану жолымен азайтылуы мүмкін. Бетонда пайдаланылатын цемент мөлшері цемент мөлшерінің спецификациядағы ең аз деңгейін алып тастау есебінен және қоспадағы судың мөлшерін азайту үшін қоспалар көмегімен, сонымен қатар цемент мөлшерін біруақытта төмендету кезінде су цемент немесе су цементтейтін материалдардың талап етілетін ара қатынасын ұстап тұру көмегімен азайтылуы мүмкін. Және, ақырында, бетон тиімдірек жол жабындарын дайындау жолымен пайдаланылады, олардың пайдалану мерзімі қайта құру қажеттілігіне дейін ұзақ мерзімге созылады (Ван Дам және басқалар 2012:. 26-29).

SCMs пайдалану бетон жабындарының төзімділігін көтеруге арналған маңызды стратегия болып табылады, мысалы, бұрын ұнтақталған түйіршік домна қожы немесе GGBFS ретінде белгілі ұшпа күл мен қож цемент. Бетон жабындарға, олар, әдетте, портландцемент үшін алмастыру ретінде қолданылады. Ұшпа күл әдетте цементтің 15-40% алмастырады, ал қож цемент 50% дейін алмастыра алады. Осы материалдарды пайдаланған кезде, беріктікті жоғарылату, әдетте, кідіреді, бірақ ұзақ беріктік пен төзімділік жоғарылайды (Ван Дам және басқалар 2012: 29-30.)

Ұшпа күлдің барлық типтері бетонда пайдалануға арналған техникалық талаптарға сәйкес келе бермейді. Ұшпа күлдің көп бөлігі антрацит немесе битумды көмірді жағудың жанама өнімі болып табылатын және пуццоланды, бірақ цементтемейтін қасиетке ие F типті сипаттамаға сәйкес келеді. Құрамында С типті кальцийдің мөлшері жоғары ұшпа күл тұтқыр, сонымен қатар пуццоланды қасиетке ие. Оны лигнит немесе политуминозды көмірден алады. «Бөлшектердің ірілігіне және көміртек құрамына қойылатын талаптарды қанағаттандырмайтын күлді байыту технологиялары – бетонда пайдаланылатын ұшпа күлдің екі ең маңызды параметрі бар. Бұл технологиялар көміртекті электростатикалық және флотациялық әдістердің көмегімен жоюдан тұрады. Ұсақтау әдістері және ауаны жіктеу әдістері сонымен қатар бөлшектері

ұсақ ұшпа күлді өндіру үшін қолданылады» (Малхотра 2006: 43).

Бетон жабыны үшін қолданылатын кейбір басқа SCMs – қож цементі, табиғи пуццоландар, күріш кебегінің күлі, кварцты шаң мен метакаолин. Қож цементі бетон жабындары үшін әлдеқашан кеңінен қолданылады, бірақ оның қол жетімдігі шектеулі. Жылына тек 25 млн тоннаға (28 млн тонна) жуық өндіріледі. Күріш кебегінің күлі коммерциялық түрде әлі қол жетімсіз, алайда, бағаларға сәйкес, оны өндірудің потенциалы бүкіл әлемде 20 миллион тоннаны (22 млн тонна) құрайды. Кварцты шаң мен метакаолин бүкіл әлемде тек салыстырмалы азғантай мөлшерде қол жетімді (Малхотра 2006: 44). Бүгінгі күні кварцты шаң мен метакаолин жол жабындары үшін айтарлықтай кеңінен қолданылмайды. Кварцты шаңды көпір тақтайлары немесе байланысқан бетон төсемдерінің жол жабындары үшін тығыз бетон төсеу үшін қолданады.

Домна пештерінде шойынды өндірудің жанама өнімі ACBFS бетон күшін толтырғыш ретінде, оның кейбір проблемалары ұзақ мерзімді тиімділікте болғанымен де, қолданылады. Зиян экспансивті шамаға ие болуы мүмкін болаттан өндіруден шыққан қож секілді кейбір басқа материалдарды қолдану туралы өте сақ болу ұсынылады (Ван Дам және басқалар 2012:. 32).

Рециклинг және материалдарды қайта пайдалану

Автокөлік жолдарын, көпірлерді және ғимараттарды салу өткен ғасырдың басынан бастап, әсіресе халық тығыз орналасқан аудандарда өсіп келеді. Бұл құралдар уақыт өтуімен, егер оларды пайдалану мерзімі өтсе немесе түпнұсқалық әрленімі бұдан әрі халық санының өсуімен немесе қозғалыстың көбеюімен байланысты қажеттілікті қанағаттандырмаса, жөнделуі немесе ауыстырылуы қажет. Бұл фактілер екі маңызды сұрақ тудырды. Біріншіден, құрылыс толтырғыштарына сұраныстың өсуі, екіншіден, құрылыс қалдықтарының көбеюі. Құрама Штаттарда жылына екі миллиард тонна толтырғыш өндіріледі. Өндіру 2020 жылға қарай 2,5 млрд-қа қарағанда көбірек көбеюі болжанады. Бұл табиғи толтырғыштардың бар болу себебімен және келешекте біз толтырғыштың жаңа көздерін қайдан іздейміз деген сұрақ алаңдаушылық тудырады. Басқа жағынан, ғимаратты бұзудан шыққан құрылыс қалдықтары бағалау бойынша жылына 123 миллион тоннаны құрайды. Бұл материалды басқарудың ең таралған тәсілі – қоқыс орнында кәдеге жарату болып табылатынын тарихи қалыптасқан. Жер қойнауын пайдаланудың экологиялық нормалары мен саясаты қоқыс орындары үшін шек қоятын сипатқа ие, материалды пайдаланудың балама тәсілдерін іздеу қажеттілігі өсуде. Бұл жағдай мемлекеттік органдар мен өнер-

кәсіп өкілдерін балама толтырғыш ретінде бетон қалдықтарды кәдеге жаратудың тәсілдерін іздеуге апарды "(FHWA 2004: 5-6).

Болатпен армирленген жабындар сонымен қатар өңделуі мүмкін. Арматура мен жалғама өзекшелерді қол еңбегін араластырмай, экономикалық жою үшін жабдық дайындалған. Үздіксіз болаттар немесе торлар әдетте бұзған жерде, тығындар мен жалғамалы өзекшелер материал өңделетін зауытта алынып тасталады (ACPA 1993c).

Қолданыстағы бетон жаншып қысылған және бетон жабындарына өңделген болуы, немесе жаңа бетон жабыны немесе бетон жабынының астына төсеме қабат немесе негіз ретінде өңделген болуы мүмкін. Ұсақтау мен өңдеу құрылыс алаңында немесе оған тікелей жақын жерде орын алуы мүмкін. RCA бірқатар артықшылықты ұсынады:

• Тың толтырғыштарға қажеттілікті азайтады

• Қоқыс орнына жеткізілген материал қалдықтарының көлемін азайтады

• Көлік шығындарын, сонымен қатар жобаның ұзақтығын, сондай-ақ шығынды азайта алатын жұмыс өңірінде және одан шығып маневр жасайтын жүк автокөліктерінің санын азайтады

• Қалдық цементтейтін қасиеттер, сондай-ақ ұсақталған нақты бөлшектердің шығыңқылығы екінші бетон негізінің немесе төсеме қабаттың тұрақтылығы мен қаттылығын жоғарылата алады

• Ескі бетон кішкентай көлемге дейін ұсақталған кезде, D-сызаттарға төзімділік төмендейді

Сонымен қатар қолданыстағы RCA жабынды қайтадан пайдалануымен байланысты кейбір тәуекел мен сақтық шаралары бар .

• Қолданыстағы бетон көбіне белгісіз қасиетке ие. Құрылыс қоқысында кірпіштің, ағаштың, болаттың, керамиканың, әйнектің немесе басқа материалдардың қажетсіз бөлшектері болуы мүмкін. Нәтижесінде, кейбір мекемелер тек агенттіктің алдыңғы жобаларынан қабылданған немесе жаңа жобалар үшін өңделген бетонды пайдалануға мүмкіндік береді.

• Жаңа бетонда RCA қолдану егер материалдағы дымқыл мөлшері бақыланбаса, өңделіп шығу проблемасын тудыруы мүмкін.

• Кейбір RCA жаңа бетонда қолданудан бұрын жуу қажет, бұл шығынды арттырады.

• Жуылмаған RCA-дағы бөлшектер бетонның қысуға беріктігін төмендетуі мүмкін.

• RCA, әдетте, жоғарылау абсорбцияға және бетонда қолданылатын түпнұсқа толтырғышқа қарағанда цементтің ерітіндісіне су мен ауаның

қосылуына байланысты төмен меншікті салмаққа ие. Қорды беттің қанық құрғақ күйінде ұстаған дұрыс.

• Негіз немесе төсеме қабат ретінде пайдаланған кезде, RCA дымқыл күйде ұсталуы тиіс. Сегрегацияны болдырмау үшін шаң тигізбеген жөн. Материал қанық күйде тығыздалуы тиіс.

• Сілтісіздендіру себебі бойынша қауіптену RCA дренажды қабатта немесе су көздеріне жақын қолданылса, қалады.

Автокөлік жолдарын федералдық басқару (FHWA) бетонның өңделген толтырғышын қолдану тәжірибесінің жағдайына ұлттық шолу өткізді. RCA қолдануды тартымды ететін екі оқиға – бұл құрылыс қоқысының қорын ауыстыра алатын ұнтақтағыштың мобильді құрылғысын пайдалану, сонымен қатар жабынды негіздегі немесе төсеме қабаттағы орында ұнтақтайтын мобильді құрылғыларды пайдалану (FHWA 2004). FHWA қайта айналым туралы ақпарат беру үшін http://www.fhwa.dot.gov/ pavement/recycling/index.cfm мекенжайы бойынша веб-сайт құрды. FHWA техникалық нұсқау Т 5040,37 (FHWA 2007, //www.fhwa.dot.gov/pavement/t504037.cfm мекенжайы бойынша онлайн) жаңа бетон жабыны үшін RCA өңдеуді талқылайды. Тиісті шаралар болған кезде, ASR немесе D-сызаттармен секілді (МОБ)-пен байланысты материалдармен бүлінген жабындар жаңа бетон жабыны үшін екінші рет пайдалануға қолданылуы мүмкін. RCA с ASR, SCM (ұшпа күл немесе қож цемент) және/немесе литий қоспалары үшін жаңа бетонда қолданған жөн. D-сызаттар әдетте ең жоғары деңгейдегі өлшемді азайту үшін материалды ұсақтаған кезде байқалады. Бетонда сәтті пайдалану үшін, RCA „(1) толтырғыш құм, асфальт пен болат секілді зиян компоненттерден бос болуы тиіс. Материалдың 90% көбі цемент пастасы мен толтырғыштан тұруы тиіс. Асфальттің пайыздық құрамы 1 пайыздан аз болуы тиіс; (2) егер климатты өзгертуді болдырмау бойынша шаралар жаңа бетонда МОБ қайталануын болдырмау үшін қабылданбаса, хлоридтің химиялық белсенді заттектері секілді зиян компоненттерден бос болуы және (3) сіңіруі 10 пайыздан аз болуы тиіс „(FHWA 2007).

RCA әдетте таза толтырғышқа қарағанда тығыздығы төмен және абсорбциясы жоғары. Текше метрге 0,04 кг аса хлоридті бетон (бір текше ярдқа 0,06 фунт) армирленген жол жабындары үшін қолданбаған дұрыс, сонымен қатар JPCP, эпоксидті жабынды өзекшелер немесе тоттануға төзімді басқа өзекшелер үшін егер RCA-дағы хлорид мөлшері осы шектен асса қолданған жөн. RCA бар бетонның сондай-ақ отыруы жоғары. Басқа жаңа және қатқан қасиеттер сонымен қатар (FHWA 2007)-де қозғалуы мүмкін. RCA-мен бірге жасалған бетон қасиеттері

туралы толығырақ Ван Дам және басқалар. (2012: 70-72) береді. Егер RCA үшін пайдаланылатын бетон қажудан опырылса, материалдың кайта айналымымен байланысты кішкене қатер бар. Басқа жағынан, егер тоқтап қалу МОБ-пен байланысты болса, мысалы, сілтілі-кремнезем (ASR) реакциясымен байланысты болса, жаңа бетон жабыны үшін материалды өңдеу топырақты егер FHWA ұсынған сақтық шаралары қабылданбаса, келешекте сәтсіздікке дайындайды. Сульфатты шабуылға бейім ортада бетонды өңдеу кезінде туындауы мүмкін проблемалар туралы бір нұсқалы тарих Роллингс және басқаларда (2006) талқыланады және 6 тарауда қысқаша қарастырылған. Қайта айналымның жақсы нұсқа болып табылатынын анықтау үшін, ASR немесе D-сызаттар проблемаларын зерттеу үшін қолданыстағы бетонды мүқият зерттеген дұрыс болуы мүмкін (ACPA 1993c).

RCA қасиеттері өңдеу мен ұсақтауға ұшырайды. „RCA негізгі материал ретінде пайдаланылған кезде түпнұсқа толтырғыш пен өте жақсы қасиетке ие ескі ерітіндінің қиысуынан тұрады. RCA сапасы бастапқы толтырғышқа бекітілген болып қалған ерітіндінің мөлшеріне байланысты. Егер өңдеу әктас ерітіндісі аз мөлшерде қалады және # 4-тен ұсақ ешқандай бөлшек пайдаланылады деп болжаса, RCA қасиеттері бастапқы толтырғыш қасиеттеріне ұқсас болады. Басқа жағынан, егер құрылыс қоспасының едәуір мөлшері қалса, RCA қасиеттері жаңа бетонның қасиетіне, оның өнімділігін түпнұсқа толтырғышпен жасалған бетонмен салыстырғанда қатерге қоя отырып, елеулі әсер етуеді "(Ван Дам және басқалар 2012: 69.).

Бетон жабынның жұқа асфальт қабаты болса, екі қабатты, егер ол негіз немесе төсеме қабат ретінде қолданылса, бірақ жаңа бетонда қолданылмаса, бірге жаншуға болады. Матриелдағы асфальт зиян әсер етпейді және қабатты фрезермен өңдеу қажеттілігін білдірмейді. Миннесота асфальт цементінің 3% дейін немесе уатылған негіздегі қалпына келтірілген асфальт жабынның (RAP) шамамен 50% дейін пайдалнуға мүмкіндік береді. California алға жүреді және RCA мен RAP кез-келген қисындасуына мүмкіндік береді (FHWA 2004: 26). Бетон RAP қосылып шығарылуы мүмкін, бірақ RAP қосқан кезде беріктік төмендейді, бірақ соққы тұтқырлығы артады (Ван Дам және басқалар. 2012: 74).

RCA жол жабыны жүйелерінде әртүрлі қосымша құнмен қоса қосымшалар қатарына ие. Жаңа бетонда толтырғыш ретінде пайдалану, тіпті бұл сондай-ақ ең қатал талаптарды иеленсе де, ең жоғары қосымша құнға ие. Пайдаланудың басқа түрлері болып, қосымша құнның кему тәртібінде, құрғатылмалы база, байланыссыз база мен тұрақты база табылады. Әрбір жағдайда, RCA, күткеніміздей, жаңа материалдар

секілді сипаттаманың сол талаптарына сәйкес келуі тиіс. Мысал ретінде, RCA қажауға кедергісі ерітіндінің болуынан табиғи толтырғыштардың кедергісіне қарағанда төмен болуы мүмкін (Ван Дам және басқалар 2012: 69.).

RCA-дан айырмашылығы, қасиеттері табиғи толтырғыштар қасиеттеріне ұқсауы мүмкін жаңадан жасалған бетонда, RCA байланыссыз база ретінде пайдаланылады және табиғи материалдарға қарағанда жақсы қызмет істейді. Бұдан басқа, ұсақталған негіз ретінде пайдалануды CO 2 сезу үшін шамасы жоғары. Ең экологиялық нәтижеге материал орнына қайта келген кезде, сол арқылы ескі жабын материалдарын шығару мен негіз үшін жаңа материал тасу қажеттілігін жоя отырып, қол жеткізіледі. „RCA жоғары сапалы құрылыс негіздері үшін маңызды мәнгі ие табиғи жиынтыққа қарағанда басқа қасиеттерге немесе ұқсас қасиеттерге ие. Мысалы RCA беттерінің текстурасы кедір-бұдыр, ығысуға беріктігі жоғары, қос табандылыққа кедергісі мен серпімдік модулі жоғары. Осы ерекше қасиеттер RCA базалық материал ретінде жаңа толтырғыштың 100 пайыз ауыстырылуына дейін және оны қосқанда шексіз пайдалануға мүмкіндік береді. Экологиялық баға, егер RCA негіз, төсеме қабат, сонымен қатар сұрыпты жақсарту үшін пайдаланылса, талап етілмейді "(Ван Дам және басқалар 2012: 72).

Жол жабындары орындарда тақтаны сындыру техникасының көмегімен, мысалы, ұсақтау немесе сындыру көмегімен өңделуі мүмкін. Жол жабыны сонымен қатар ұсақтау үшін шамалы аралыққа орналастырылуы, содан соң орнына қайтарылуы мүмкін. „Қалдықтарды қайта өңдеудің жаңа әдістері шындығында бетонды жерден нақты көтеріп, оны ұсақтап және тығыздауға дайын күйде негізге орналастырып, тақталарды шытынатуға қарағанда бір қадам алға жылжыған жобалардың қатарында ашылды. Мобильді ұсақтағыштар жыланбауыр жүрісте, ал барлық жұмыс қандай да бір қосымша жүк тасымалдауды талап етпей, тас жол бойымен орындалады. Қалдықты қайта өңдеудің осы әдістерінің кейбіреулері өнімділікті одан әрі жоғарылату үшін толтырғыш өлшемін таңдауды қолданады "(Ван Дам және басқалар. 2012: 73).

RCA құрғатқыш негіздеме негізі ретінде қолданылған кезде, судың pH 7,0 жоғары болуы мүмкін, бірақ бұл, әдетте, қоршаған ортаға ешқандай әсер етпейді. RCA құрғатқыш негіздеме ретінде қағуды болдырмау үшін кейбір арнайы ойды талап етеді.

„Тиісті құрылым барлық RCA-ны дренажды жүйенің кіру тесігінің биіктігінен төмен орналастырады, және егер геотекстиль қолданылса, ағын геотекстильге параллель болуы тиіс. Дұрыс емес құрылым CH мен бөлшектерден туфтың түзілуіне және құбырлардың және дренаж-

ды жүйенің басқа элементтерінің бітеліп қалуына апарады. “(Ван Дам және басқалар 2012: 73).

Пайдалану барысындағы бетон жабындары

Пайдалану кезінде, бетон жабындарының төзімділігі көлік құралдарының жанармай тиімділігіне байланысты. Жол жабыны қоршаған ортамен өзара әрекет етеді. Автокөліктің жанармай шығыны күрделі болып табылады және жол жабыны мен томалау кедергісіне, сондай-ақ көлік құралдарының пайдалану сипаттамаларына байланысты. Негізгі фактор болып тегістік табылады; салған кезде тегіс болатын және бетінің кедір-бұдырлығы баяулау дамитын жабындар жанармай шығынын азайтады. Кейбір зерттеулер асфальт жабын бетонының жоғары қаттылығы жанармай шығынын азайтатынын, бірақ бұл, негізінде, ауа-райының жылы кезінде салыстырмалы төмен жылдамдықпен жүретін ауыр жүк көлігіне қатысты екенін көрсетеді (Ван Дам және басқалар 2012: 47-49). Бетон жол жабындарының басқа маңызды артықшылықтары бар. „Автокөлікті пайдаланумен байланысты қоршаған ортаға әсер етуге қосымша, басқа экологиялық факторлар да, соның ішінде күн сәулесінің шағылуы, жарық, көмірқышқыл, науалар мен қозғалыстың кідіруі назар аударуға лайық “ (Ван Дам және басқалар 2012: 49). Трафикті кідіртуді төмендету техникалық қызмет көрсету мен қалпына келтіруге мұқтаждығы төмен, қызмет етуі мерзімі ұзақ болатын жабындарда ықтимал.

АҚШ қоршаған ортаны қорғау жөніндегі Агенттігінің веб-сайты „қалаларда және оның маңында тұратын миллиондаған американдықтар үшін жылу күмбездері абыржудың үдеуімен байланысты деген ақпарат береді. Бұл құбылыс қалалар мен қала маңындағы жақын орналасқан ауылдық аудандарға қарағанда 2-ден 10°F (1-ден 6°C дейін) жоғары температураны сипаттайды. Жоғары температуралар энергияға сұраныстың, ауаны баптауға шығынның, ауаның ластану деңгейінің, сонымен қатар ауру мен өлімнің көбеюі есебінен адамдардың өміріне әсер етуі мүмкін“ (EPA 2006). Ашықтау түсті және текстурасы жеңіл материалдарды жылу аралының әсерін азайту үшін қоршаған ортаны қорғау жөніндегі агенттік ұсынады.

Бетон жабынының ашық түсінің екі артықшылығы бар. Біріншіден, күн сәулесін шағылыстыру қабілеті ауа-райының ыстық жағдайында температураны төмендеу ұстап тұруға және жерүсті озонының (түтін) мөлшерін азайтуға көмектесіп, қалалардағы жылу күмбезі әсерін төмендетіні табылады. Екіншіден, ашық түстің, көлік құралдары мен жаяу жүргіншілері үшін көру мен қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін ав-

токөлік жолдары мен көлік қоятын орындардың жарығына қойылатын талаптарды азайтатыны табылады. Нәтижесінде, жарықтандыратын құралдардың шамалы саны қажет болады және балама жарықтандыруды қамтамасыз ету үшін энергия аз талап етіледі (Ван Дам және басқалар 2012: 49-51).

Тағы бір артықшылық болып карбонизация табылады. Атмосферада бетон, әдетте, CO2-мен оның бөлігін ашық беттер арқылы сіңіріп, реакцияға түседі. Темір-бетонды пайдалануға қатысты проблема болып карбонизация процесінің болаттың тоттануына қарсы бетон үшін қорғау деңгейін төмендететіні табылады. Дегенмен, бетон жабындарының көпшілігі армирленбеген болып табылады; сондықтан бұл, әдетте, проблема болып табылмайды. Атмосфералық CO2 карбонизация арқылы едәуір сіңіру бар. Бетонды және оның өнімдерін ұсақтаған кезде RCA ретінде пайдалану үшін, ол ұсақталған телімдерде көміртекті көбірек сіңіреді (Ван Дам және басқалар 2012: 51).

Жабынның барлық түрін жабатын су, әдетте, металл мен мұнай өнімдері секілді көлік құралдарының ластаушыларын алып жүреді. Кәдімгі жабындарда, бұл су, ақыр соңында, су қоймаларына, өзен мен көлдерге түседі. Бұл қолайсыз салдар „табиғи процесстер су толтырғыш пен топырақ арқылы баяу өткен кезде ластаушы заттарды ыдырататын өткізгіш бетон жабындары арқылы судың бағдарлауы есебінен жұмсартылуы мүмкін. Бұдан басқа, өткізгіш бетон беттер жол жабынының ыстық беттерімен жылытылған судың су қоймаларына сорғалауын болдырмайды, сол арқылы кейбір түрлердің аман қалуы үшін қажет төмен температураны ұстап тұруға көмектеседі ».(Ван Дам және басқалар 2012 : 51).

Бетон жабындарының төзімділігінің артықшылығы уақытылы және экономикалық пайдалану мен қалпына келтіруді пайдалану есебінен артуы мүмкін. Техникалық қызмет көрсету, оңалту мен салу 20 тараудан 22 тарау аралығында талқыланады. „Сақтау мен қалпына келтіру жарамдылықтың жоғары деңгейін сақтаған кезде жол киімінің ұзаққа төзімділігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Ұзаққа төзімді жабындар жаңа материалдар мен құрылымдар келешекте инвестицияларды қысқартады, бұл бүкіл тіршілік циклі ішінде экономикалық, экологиялық және әлеуметтік салдарды ең аз шамаға жеткізеді. Бұдан басқа, жақсы сақталған бетон жабындар өзінің пайдалану мерзімінің үлкен бөлігі ішінде тегіс, қауіпсіз және жайлы күйде қалады, сол арқылы көлік құралдарын пайдалану тиімділігін жоғарылатады және қоғамға теріс әсерін тигізетін апат санын азайтады. Осылайша, жаңарту бетон жабындардың төзімділігіне тікелей септігін тигізеді“(Ван Дам

және басқалар 2012: 55).

Құрамында титан қос тотығы секілді фотокаталитикалық материалдар бар бетон, көлік құралдарының шығарындыларын қалалық аудандарда кәдеге жарату үшін пайдаланылуы мүмкін. „Бұл технологияның Құрама Штаттарда енді әйгілі бола бастағанына қарамастан, жабынның бетін титанның фотокаталитикалық қос тотығымен жабатын бетонтөсеуіштер бүкіл ел мен әлем бойынша қалалық аудандарда сатылады. Фотокаталитикалық жабындардың тиімділігінің көрсетілуі жалғастырылғандықтан, оны пайдалану қала ортасында көбеюі тиіс“(Ван Дам және басқалар 2012: 79). Қала жағдайындағы бетон жабындар сонымен қатар айналаны жақсарту үшін эстетикалық өңдеудің текстура, түс пен өрнектерді қолдану жолымен пайдаланылуы мүмкін. Олар бірыңғай бүтін түрлі-түсті бетон немесе таңбаланған беттер ретінде пайдаланылуы және кірпіштерді немесе тас төсеуіштерді эмулдандыруы мүмкін (Ван Дам және бірігіп жазған автор 2012: 81-82.).

Тіршілік циклін бағалау

Жабынның төзімділігін қалай өлшеуге болады? „Көптеген дайындаушылар өз өнімдері мен процесстердің төзімділік немесе “жасылдылығы» себебімен наразылық білдіріп жатады. Иесі, агенттік, кеңесшілер, мердігерлер немесе спецификатор үшін дәл, қабілетті және әділ бағалау жүйесінсіз осы талаптарды таңдау жеңіл болмауы мүмкін “(Ван Дам және басқалар 2012: 86.). Әділ рейтингтік жүйелердің қажеттілігі бар екені айқын. Экономикалық, экологиялық, әлеуметтік салдарды есепке алған маңызды. Экономикалық салдар LCCA көмегімен дисконттаудың тиісті мөлшерлемесімен бірге бағалануы мүмкін. 4% мөлшеріндегі дисконттау мөлшерлемесі көбінесе бұрын қолданылғанымен, сезімталдыққа талдау жүргізген маңызды. Мысалы, дисконттаудың жоғары мөлшерлемесі кейінгі техникалық қызмет көрсету мен оңалту құнын, құрылысқа арзанырақ және келшекте шығынның жоғары болуын қамтамасыз ететін әрленім пайдасын төмендетеді. LCCA, әдетте, долларда жүзеге асырылады (Ван Дам және басқалар 2012: 86-87).

Қоршаған ортаға әсер ету, басқа жағынан, әдетте, доллар емес, энергия мен салмақ (пайдаланылған материалдар мен қалдықтар) шығындары көзқарасынан бағаланады. Оларға, әдетте:

- Энергия өндіруге қолданылған материалдар мен жанармайды алу;
- Компоненттерді өндіру;
- Материалдар мен жиынтықтаушы бұйымды тасымалдау;
- Құрастыру мен құрылыс;

•Техникалық қызмет көрсетуді, жөндеуді, сонымен қатар лақтырындыларды жарықтандыру мен қозғалуына арналған энергия секілді пайдаланушылардың әсерін қосқандағы, пайдалану;

• Өзінің қызметтік немесе пайдалы пайдалану мерзімінің аяғында жабынды бұзу, кәдеге жарату, қайта өңдеу мен екінші рет пайдалану "(Ван Дам и др 2012: 87.) кіреді.

Бұны көбінесе тіршілік циклінің талдауы (LCA) немесе инвентарлық тіршілік циклі (LCI) деп атайды. Басты элементтердің бірі болып талдауға арналған жүйелер шекарасын орнату табылады. Көбінесе толық цикл талдауы қолданылады. Талданатын барлық сипаттамалар үшін бір шекараны пайдалану маңызды. Ван Дам және басқалар (2012: 87-91) әртүрлі баламаны пайдалана отырып, екі қабат қылып екі лифт төсеу жүйелері үшін осындай талдау болып саналады.

Ұзақ пайдалануға қабілеттілігін бағалау жүйесі

Құрама Штаттарда, Канадада, сондай-ақ әлемнің басқа елдерінде орнатылған болаттың төзімділігі мен жасыл құрылыс. Рейтингтің бір жүйесі жақсы танымал болып табылады. Бұл АҚШ-тың Кеңесімен Жасыл Құрылыс бойынша ,,жасыл үй салуды тексеру болып табылатын нарық бағдарламасының, консенсустың негізіндегі ерікті сипатқа ие" жүйе ретінде анықталатын энергетикалық және экологиялық жобалаудағы Лидерліктің жүйесі (http://new.usgbc.org/). LEED бірінші кезекте ғимаратқа жататын болғанымен, ол жалпы тұрақты дамуға қатысы бар қағидаларды қамтамасыз етеді, және құрылыс жобаларының бөлігі болып табылатын автотұрақтар мен өнеркәсіптік жабындар үшін орындар жабынын бағалауға қолданылады. LEED-ке сәйкес, ғимараттар сертификаттаудың әртүрлі деңгейлеріне жету үшін қолданылуы мүмкін ұпай алуға құқылы. Бетонға қолданылатын LEED әлеуетті тармақтары нөсер суын басқару, жолдарды асфальттау, құрылыс қалдықтарын басқару, қайта өңделген материалдарды пайдалану, сонымен қатар портландцементті пайдалануды қысқартудан тұрады.

(RMC Research Foundation 2005).

LEED ықтимал стратегияларына :

• Өткізгіш бетон жабындарын пайдалану

• Жылу басының әсерін азайтатын бетонды тұрақтату

• Құрылыс қоқыстарын қоқыс орнынан бірінші кезекте үстіңгі беттерге жататын кәдеге жарату немесе сақтау жолымен бұру

• Ұшпа күл, GGBFS, кварцты шаң немесе күріш кебегінің күлі секіл-

ді SCMs ретіндегі жанама өнімдерді пайдалану. Бұл материалдарды бетонда пайдалану, әдетте, портландцемент мөлшерін азайтады.

• Көлік шығындарын төмендету үшін жергілікті материалдарды пайдалану (RMC Research Foundation 2005) кіреді.

ASCE веб-сайтында төзімділік бойынша жобалар пішіндерінің инфрақұрылымдарының кейбір мысалдары келтірілген. Инфрақұрылым төзімділігін қамтамасыз ету үшін, Америка азаматтық инженерлер қоғамы, Америка қоғамдық жұмыстар ассоциациясы, Америка инжинирингтік компаниялар кеңесі, сонымен қатар төзімді инфрақұрылым жөніндегі Институттың (ISI) негізін қалаушылардың бірі төзімді инфрақұрылым жөніндегі Гарвард университетінің Zofnass Бағдарламасы бейкоммерциялық ұйым, ISI негізгі өнімі болып 2012 жылдың қаңтарында басталған Envision инфрақұрылымның төзімді рейтингтік жүйесі табылады (http://www.asce.org/sustainability/).

Envision бағалау жүйесі „инфрақұрылым, жобалық топ, қоғамдық топ, табиғатты қорғау ұйымдарының иелерінің, құрылысшылардың, реттейтін органдардың және саясатты анықтайтын тұлғалардың пайдалануы үшін арналған “(http://www.sustainableин- frastructure.org/). LEED жүйесі секілді, бұл нүктелік жүйе 60 кредит негізінде құрылған „бес тарауға бөлінген: өмір сапасы, лидерлік, ресурстарды бөлу, табиғат әлемі, климат, тәуекел». ISI сонымен қатар LEED Green Associate немесе AP (Accredited Professional) белгісі болып табылмайтын Кәсіптік Төзімділік Жүйесі (ENV SP) сияқты тармақтарды алу мүмкіндігін ұсынады. Рейтингтік жүйенің бір мысалы болып „жобалардың көліктік инфрақұрылымы мен төзімді жүретін бөлікті сертификаттау үшін қол жетімді нүктелердің негізінде жүйе, үшінші жақ болып табылатын “жасыл жолдарды» бағалау жүйесі табылады. Соңғы 4 жыл ішінде 120-дан астам жоба сертификаттаудан өтті. Жобаның пішіндері Greenroads веб-сайтында берілген. Greenroads үшін сертификаттаудың төрт деңгейі бар: Қола, Күміс, Алтын және Мәңгі жасыл. Бетон Ұлттық Ассоциациясы мен портландцемент өндірушілер ассоциациясы Greenroads ұйымының мүшелері болып табылады (http://www.greenroads.org/). Greenroads-қа арналған жобаларға қойылатын талаптарға экологиялық сараптама процесі, LCA, LCI, сапаны бақылау (КК), шуды төмендету, қалдықтарды басқару, нөсер суымен ластануды болдырмау, дамудың төмен деңгейін гидрологиялық талдау, жол киімін басқару жүйесі, жұмыс алаңдарына қызмет көрсету және қауымдастық үшін жол төсемдерінің жұмысы шеңберіндегі оқу бағдарламалары кіреді. Жабын әрленімінің балама түрлерін өңдеу өте жеңілдетілген, өйткені басқа

маңызды құрылымдық ерекшеліктерден басқа, жабын мен қозғалыс қалыңдығына шоғырландырылған. Энергияға кететін шығынды азайту түстері ашықтау жабынды жарықтандыру облысында ықтимал (Ван Дам және басқалар 2012: 93-95).

Құрама Штаттардың жол құрылысы саласындағы федералдық және мемлекеттік билік органдарының маңызды рөлін есепке ала отырып, инфрақұрылымның жасыл сертификаттауында үкіметтің бастамасын дайындау дұрыс болған болар еді. FHWA, өз автомагистральдің төзімділігін дамыту облысындағы Бастамасы аясында 2012 жылдың 10 қазанында ИНVEST рейтинг жүйесінің 1.0 нұсқасын шығарды. ИНVEST „ Тұрақты дамудың ерікті бағалау инфрақұрылымының Құралы» ретінде шығады. Дамудың осы кезеңінде, FHWA „тасымалдау мемлекеттік ведомствосының (DOTS), астаналық жобалық ұйымының (MPO), федералдық жерлер ұйымының, сондай-ақ ШТМУЫЕ 1.0 пайдалану бойшынша өзін-өзі басқарудың жергілікті органдарының, FHWA өзін өзі бағалаудың ерікті құралының олардың жобаларымен бағдарламаларын бағалау мен көтеру үшін серіктесі болуға ұмтылады“ (https://www.sustainablehighways.org/). Сертификаттаудың жасыл бағдарламасының функциясына қатысты жалпы аумалы ескертулердің бірі болып олардың нысанның бүкіл тіршілік циклін есепке алмауы мүмкін екендігі табылады. ИНVEST рейтинг жүйесінің, олардан айырмашалығы „жобалардың толық тіршілік циклдерін қарастырады және көлік қызметтерінің, соның ішінде жоспарлау жүйелерін (SP), жобаларды дайындаудың (PD), сонымен қатар пайдалану мен техникалық қызмет көрсетудің (OM) бүкіл тіршілік циклін өзі бағалау үшін үш модулі бар. „Құрал“ FHWA-мен агенттіктерге бағдарламалары (саясат, процестер, рәсімдер мен тәжірибелер) мен жобаларына тұрақтылық енгізуді тасу бойынша көмек көрсетуге шақырылған критерийлер деп аталатын ерікті ең жақсы әдістерді практикалық жинау ретінде дайындалған. Ол DOTs, MPO секілді көлік агенттіктерімен, үкімет кеңестерімен, қоғамдық департаменттермен, сонымен қатар олардың кеңесшілерімен және серіктестерімен өз бағдарламалары мен жобаларына тұрақтылықты бағалау мен біріктіру үшін пайдаланылуы мүмкін. „FHWA веб-сайтында зерттеудің төрт тематикалық жобасы қамтамасыз етілген (https://www.sustainablehighways.org/).

Тарау 4
Пайдалану сапалары
Бұзу дәрежелері

Тротуарды жобалау бойынша қанағаттанарлық жұмысты қамтамасыз ету үшін, құрылыс тәжірибесі мен жобалау материалдарын таңдау бетонды жабын технологиясы болып табылады. Бетонды жабын тротуарлардың функционалдық өнімділігіне сезімтал болып келеді – тегістік пен сырғуға кедергі – құрылымдық сипаттамасы емес. Әрине, бетінің тегістігінің жиі өзгеруі қапаландырады. Әдетте, тротуарлар, біртіндеп уақыт өте келе, трафик салмағымен және қоршаған ортаның әсерімен бұзылады. Тротуар пайдалануға берілгеннен кейін және дейін материалдың және тәжірибеде құрылыстың дұрыс таңдалмауы нәтижесінде болғанды есепке алмағанда.

Жылдың LTPP бағдарламасы аясында FHWA бұзуды сәйкестендіру бойынша нұсқау дайындады (Миллер мен Беллинджер 2003). Бұл нұсқау бұзылудың әртүрлі типтерін сәйкестендіру мен олардың ауырлығын жіктеу үшін сипаттама мен фотосуреттерден тұрады.

Бұл нұсқауда JPCP және JRCP үшін келесі бұзу дәрежелері атап көрсетілген:

• Шытынау – опырылу , („D“) сызаттар, бойлай шытынау және көлденең шытынау.

• Жіктердің бұзылуы – тығыздауыштардың бұзылуы (көлденең немесе бойлай), сонымен қатар жарықша (көлденең немесе бойлай).

• Беттің ақаулары сызат, қабыршақтану, ысып жылтыратылған толтырғыштар мен қопсу карталарында бөлінген.

• Әртүрлі бұзылулар – кеуіп кету, көлденең жіктер мен сызаттардан сынықтүзілу, шығыңқы жерге жол, бөлу иініне жол, нашарлау, ағу мен топырақ айдау ретінде жіктеледі.

Осы нұсқауда CRCP үшін келесі бұзылу түрлері атап көрсетілген:

• Жоғарыда көрсетілгендей, CRCP типті жабында бұрыштарында кесте бола алмайтынынан басқа, шытынау.

• беттердің ақаулары – жоғарыда көрсетілгендей

• Әртүрлі бұзылулар - жоғарыда көрсетілгендей, шығыңқылықты қосып, сызаттық пен сыну байқалмайды.

Күйді нақты бағалауға арналған басқа нұсқау 201 201.1R-08 ACI Комитетінің Пайдалану процесінде бетон жағдайын тексеру бойынша Нұсқаулығында көрсетілген (201 2008ACI Комитеті).

Кеуектілік

Сызаттар бетон жол жабындарында асыра түскен салмақтан немесе қажуға қайталап түскен салмақтан түзіледі. Ерекше жағдайда тығыз, CRCP әдейі түзген, жақын орналасқан көлденең сызаттар құрайды.

Жол жабыны бұрыштарындағы сызаттар

Бұрыштық жарылу тек JPCP немесе JRCP типті жабындардың бұрыштарында орын алады. Бетонның үшбұрыш кесегі, 0,3 м-ден (1 фут) тақтаның енінің жартысына дейін сынады (Миллер мен Беллинджер 2003: 36). Бұл, тақталар деформацияланса немесе егер тақтаның бұрыштары ауыр көлік құралдары тақта үстімен жүрген кезде бұзылуы мүмкін болса ұзындау тақталар үшін ықтимал. Хуанг (2004: 378) «сүйеуден айрылған кезде қайталанатын салмақ, салмақтың жікпен көлденең нашар берілуі, сондай-ақ термиялық бұйралау мен дымқыл, әдетте бұрышта сызаттардың пайда болуына апарады» деп көрсетеді. Бұрышта сызаттардың пайда болуын тақтаның ұзындығын шектеп, соның ішінде, қатты негіздерді пайдаланып, сондай-ақ дюбель мен тұтастырғыш арқылы салмақты көрші тақталарға беру жолымен болдырмауға болады. „Бұрыштағы үзілістер жобалау кезінде трафиктің шынайы болжамы қолданылған және салмақты, тиімді және біртекті базалық сүйелетін және бірлесіп берілетін жалпы құбылыс болып табылмайды“(Тэйлор және басқалар 2007: 12). Бұрыштағы үзілістердің ауырлығының орташа дәрежесі 4.1. суретте көрсетілген.

(„D“) сызаттардың ұзақ мерзімділігі

Беріктік немесе „D“ сызаттар жіктер, сызаттар мен бос шеттерге жақын орын алады және „жарты ай пішініндегі жабынның жақын орналасқан сызаттары секілді байқалады“ (Миллер мен Беллинджер 2003: 37). Сызаттар жиі қараяды және бетонның басқа сызатсыз өңірлеріне қарағанда түсімен ерекшеленеді. Иодер мен Витсак (1975: 636) құбылыс аймақтық сипатқа ие және пайдалану мерзімі аз және/немесе қатты климаттық жағдайлардағы материалдарды пайдалану есбінен туындайды деп көрсетеді. Бұзылудың бұл үдемелі механизмі, ақыр соңында, тақтаның ыдырауына апарып соқтырады.

Хуанга (2004: 387) айтуы бойынша, бұзылудың бұл түрі қату-еру кезінде ірі толтырғыштың бірнеше түрін кеңейтумен байланысты. Миндесс және басқалар (2003: 503) проблема көбіне Орта Батыс штаттары мен Құрама Штаттарда әктасты қолданған кезде кездеседі деп көрсетеді. Сондай-ақ көптеген толтырғыштар үшін аумалы өлшем бар. Өлшемі аумалыдан төмен толтырғыштар бұзылуға сезімтал емес

(Миндесс және басқалар 2003: 502). Осылайша, „D“ сызаттарды, қабілетті толтырғыштарды пайдалануды болдырмай немесе өлшемі ең жоғары деңгейден төмен ірі толтырғыштарды пайдаланған кезде болдырмауға болады. Кейбір әлсіз шоғырландырылған шөгінді жыныстар үшін, бұл аумалы өлшем 12-25 мм (1/2-1 дюйм) құрауы мүмкін (Миндесс және басқалар 2003: 140.). „D“ сызаттарының маңыздылығының жоғары дәрежесі 4.2. суретте көрсетілген.

Сурет 4.1 Жол жабынының бұрыштарындағы сызаттар (Америка бетон жабындарының ассоциациясынан (ACPA)1996a. Портландцементті бетон жабындарды салу, қатысушының Оқулығы, FHWA HI-96-027, FHWA HI-96-027, p. VIII-16. AASHTO/FHWA/INDUSTRY . Оқу, Вашингтон, Колумбия округі: Автокөлік жолдарын федералдық басқару, АҚШ көлік Министрлігі. Интернетте http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf*) мекенжайы бойынша қол жетімді*

Бойлық сызаттар

Бойлық сызаттар сызықтар жабынына параллель бағыт ретінде анықталады.

(Миллер мен Беллинджер 2003: 38). Хуан (2004: 380) бойлық сы-

заттар ауыр салмақтың, іргетас тірегінің жоғалуымен үйлесуімен туындайды, сондай-ақ бұйралау мен күш салудың шалыстығымен немесе бойлай жіктердің дұрыс салынбауымен орын алады деп топшылайды. „Бойлық сызаттар құрылымдық бұзылу ретінде қаралуы да, қаралмауы да сызаттың тығыз және жұмысқа жарамсыз болып қалуына байланысты.

“(Тэйлор және басқалар 2007: 13). Бойлық сызаттар сондай-ақ бойлық жіктер қаралмаған жабындарда да пайда болуы мүмкін. (Роллингс 2001, 2005). Бойлық сызаттар 4.3. суретте көрсетілген.

Сурет 4.2 „D» сызаттардың жоғары дәрежесі. (Миллер Дж.С. мен Беллинджер В.И. 2003. Жабын сипаттарының бағдарламаларына арналған сәйкестендіру жөніндегі нұсқау. (төртінші қайта қаралған басылым), FHWA-RD-03-031, p 37. Вашингтон, Колумбия округі: Автокөлік жолдарын федералдық басқару, АҚШ көлік Департаменті)

Сурет 4.3 Бойлық сызаттардың жоғары маңыздылық дәрежесі . (Миллер Дж.С мен Беллинджер В.И. 2003. Жабын сипаттарының бағдарламаларына арналған сәйкестендіру жөніндегі нұсқау, (төртінші қайта қаралған басылым), FHWA-RD-03-031, p 37. Вашингтон, Колумбия округі: Автокөлік жолдарын федералдық басқару, АҚШ көлік Департаменті)

Көлденең сызаттар

Көлденең сызаттар жабынның орталық сызығына перпендикуляр тұрған сызаттар ретінде анықталады (Миллер мен Беллинджер 2003: 40). „Көлденең сызаттар бетондық жол жабындарындағы құрылымдық бұзылудың таралған типі болып табылады, бірақ көлденең сызаттардың барлығы бірдей құрылымдық жетіспеушілік туралы куәландырмайды. Бұдан басқа, көптеген көлденең сызаттар ұзақ мерзімді өнімділікке шамалы әсер етуі немесе мүлдем әсер етпеуі мүмкін. Жалпы, тақтаны және жарамсыздықтарды бөлмейтін сызаттар (яғни дифференциалды тік жылжу немесе қиысу), әдетте, жабынның құрылымдық тиімділігі үшін зиянды болып табылмайды "(Тэйлор және басқалар 2007: 12). JPCP болатты жалғау үшін, сызатты көлденең пайдаланбайды. Шытынаудың үдеуі тақтаның бұзылуы мен ауыстырылуына апаруы мүмкін (Хернер және басқалар 2001: 70). Хуан (2004: 384) көлденең сызаттар

„әдетте, температура градиенті, ылғалдылық пен кепкен кездегі отырулардың градиентінен жүктеме мен салмақтың үйлесімімен туындағанын атап көрсетеді». Көлденең сызат JRCP-де 4.4 суретте көрсетілген.

Хазанович және басқалар (1998: 183-185) көлденең сызаттармен құрғақ климатта осы климат жағдайларында дамитын температура градиенттерінің жоғарылығынан ұзақ аралықтармен шытынау қатері жоғары екенін байқады. Жалпы, бірлескен аралықтың ұлғаюы көлденең шытынауды едәуір ұлғайтады. Тиісті бірлескен аралықты анықтау 8 тарауда талқыланады.

JRCP мен CRCP-де әдетте көденең сызаттар пайда болады. Негізгі айырмашылық сызаттардың қалай пайда болуында. CRCP-де сызаттар шығыңқылыққа айналып кетпейінше тығыз жабық ұстау үшін болаттың жеткілікті мөлшері қолданылады. JRCP-де сызаттың нашарлауы мен жарылатын бұзылуды болдырмау үшін болаттың жетерліктей саны жоқ.

Сурет 4.4 JRCP көлденең сызаттардың қауіптілігінің жоғары деңгейі. (Миллерден Дж.С және Беллинджер В.И. 2003. Беттің қасиетінің жобасы үшін сәйкестендіру бойынша нұсқаулық (төртінші қайта қаралған басылым),FHWA-RD-03-031, p 41. Вашингтон, Колумбия округі: Автокөлік жолдарының федералды басқармасы АҚШ көлік Департаменті)

Түйістердің нақты еместілігі

Тек JPCP мен JRCP ғана көлденең тігістері бар, сондықтан жол төсемінің осы түрлерінде ғана тігістердің зақымдалуы болады. Көлденең тігістердің бұзылуы қарапайым бетонды төсемнің кез келген түрінде пайда болуы мүмкін. Зақымданулар тығыздалу немесе сынықтар деп жіктеледі.

Жіктер нығыздауын зақымдау (көлненең немесе тігінен)

Бірлескен нығыздаушы жіктер қысылмайтын материалдар мен тесуші буындардағы суды сақтау үшін қолданылады. Қысылмайтын материалдар жіктер тым жақын орналасқан кезде кернеудің концентрациясына әкелуі мүмкін, соның нәтижесінде бетонның бөліктері жарылады. Су жол төсемдерінің және төмен жатқан қабаттардың нашарлауына әкеледі.

Жіктердің ұқсас бұзылуларына экструзия (жіктен шығатын нығыздалу), шыңдау, желімдеу (байланыс жоғалтуы), ұйымшыл жеткіліксіздігі, герметиканың толық жоғалтылуы, бөтен материалдардың енгізілуі, немесе жіктердегі қоқыстың өсуі кіреді.

(Миллер и Беллинджер 2003: 44). Жіктер әрдайым тазаланып тұруы керек, және осы бұзылудың түрі әдетте жіктерге техникалық қарау қажеттілігіне көрсетеді.

Жіктердегі бетон тақталарының жиектерін келтіру (көлненең немесе тігінен)

Жиектерін келтіру әдетте жарылу, бұзылу, сынықтар немесе тақта жиектерінің жік бетінен 0,3 м (1 фут) шегінде тозуы сияқты анықталады. (Миллер и Беллинджер 2003: 45-46). Сынықтар беттік құбылыс болып табылады, және ережеге сай, қысылмайтын материалдардың әрекетімен шақырылады, олар жүктеме немесе тақта кеңейтілімінен жабылуы сияқты буындарда кернеу концентрациясын жасайды. Олар сонымен қатар кернеуді жіберудің нашар жобаланған немесе құрастырылған құрылғыларымен шақырылуы мүмкін (Хуанг 2004: 382). Осылайша, сынықтардан қашудың ең тиімді әдісі – ол жіктерді дұрыстып күту болып табылады. Сынықтар сонымен қатар құрылыстың нашар әдістері салдарынан болады, мысалы, кесуден кейін жіктерді тиісті түрде өңдеу қабілетсіздігі. Жік сынығы 4.5 суретінде көрсетілген.

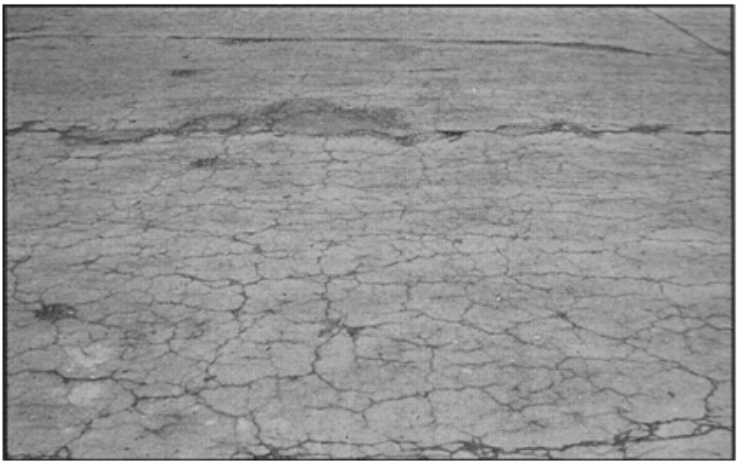
Беттік ақаулар

Сызаттар мен бірлескен кемшіліктерге қарағанда беттік ақаулар, ережеге сай, жобалаумен байланысты емес. Олар кедей материалдарды таңдаумен немесе қате тәжірибе таңдаумен, немесе екі фактормен де негізделген.

Отырылған сызаттардың торы

Отырылған сызаттар торы тақтаның жоғарғы бетінде ғана орналасқан сызаттар қатары сияқты анықталады. Әлдеқайда үлкен сызаттар көлденең бағытта жиі орналасады және өзара жіңішке көлденең немесе кез келген сызаттармен байланысады (Миллер и Беллинджер 2003: 47). Миндесс және басқалар (2003: 507) атап айтуы бойынша, отырылған сызаттар торы шамадан тыс кетуі мен шамадан тыс немесе өте ерте жасалған өңдеуден пайда болуы мүмкін, олар жіңішке сызаттарға немесе сілтілі- кремнезем реакциясына (ASR), дөрекі сызаттардың пайда болуына әкеледі. Отырылған сызаттар торының мысалы 4.6 суретте келтірілген.

Сурет 4.5 Жіктердегі бетонды жиектер сынықтарының қауіптерінің жоғары деңгейі (Бетон төсемдерінің америка қауымдастығынан (ACPA) 1996a. Бетон төсемінің портландцементтік құрылысы, Қатысушы нұсқаулығы FHWA HI-96-027, FHWA HI-96-027, p. VIII-16. AASHTO/FHWA/ IHDUSTRY . Оқыту, Вашингтон, Колумбия округі: Автокөлік жолдарының федералды басқармасы, АҚШ көлік министрлігі. http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf. *мекен жайы бойынша Интернетте қолжетімді)*



Сурет 4.6 Отырылған сызаттар торы (Миллерден Дж.С және Беллинджер В.И. 2003. Беттің қасиетінің жобасы үшін сәйкестендіру бойынша нұсқаулық (төртінші қайта қаралған басылым), FHWA-RD-03-031, р 48. Вашингтон, Колумбия округі: Автокөлік жолдарының федералды басқармасы АҚШ көлік Департаменті)

Отырылған сызаттар торы

Өңдеу мәселелерінің нәтижесінде ары қарай жетілдірілмейтін отырылған сызаттар торы мен жол төсемінің бұзылу мүмкіндігіне әкелетін және жетілдіре түсетін ASR әсерінен болған сызат торы арасын ажырату пайдалы. ASR бетонды жол төсемдері үшін әлдеқайда маңызды мәселе болып табылады, және оны түзету қиын. ASR бетондағы сілтілі-агрегатты реакцияның екі түрінің бірі болып табылады, басқасы сілтілі-карбонатты реакция. ASR цемент пастасындағы сілтілер мен ішінде толтырушысы бар кремнеземнің кейбір реактивті формалары арасындағы экспансивті реакциямен байланысты. Реактивті агрегатты компоненттер құрамына опал, кварцтік шыны, халцедон, кристобалит тридимит және кварц бар, олар кремнийлі және ыстық жыныстар мен кварциттерде болуы мүмкін. 1920-ң аяғы мен 1940-ң басында құрылған Құрама Штаттарының құрылымдарында бақыланған мәселелер және елдің батыс және оңтүстік батыс аймақтарында негізінен белгіленген мәселелер. ASR әсер ететін факторлар құрамына мінездемесі, саны мен активті кремний диоксидінің хи-

миялық бөліктерінің өлшемі, жеткілікті сілтілер саны, сонымен қатар ылғалдылықтың болуы кіреді. Бетонды төсемдер ылғалдылықтан бос бола алмайтындықтан, төмен сілтілі цементтерді немесе реактивті емес толтырушыларды пайдалану керек. Кейбір регионда реакция қабілетсіз толтырушылар экономикалық қолжетімсіз болуы мүмкін. Күл-унос, ұнтақталған–түйіршіктелген доменді шлак, және микрокремнезь ASR әсерін азайтуы мүмкін. Күл -унос F классы әдетте цементті 15-20% алмастыру кезінде барабар қорғанын қамтамасыз етеді, бірақ С күлі ережеге сай, әлдеқайда тиімді. (Миндесс және т.б. 2003: 142-152). Ұқсас реакциялар құрамына ASR төсемін кіргізеді, олар Канзас, Небраска, Айова, Миссури және Вайоминг штаттарындағы кейбір өзен жүйелерінде құм қиыршықты қоспадан және сілтілі-карбонатты реакциялардан тұрады. Сілтілі-карбонатты реакцияларда Орталық Батыста және шығыс штаттарда, сонымен қатар Канаданың шығыс бөліктерінде болатын әр түрдегі карбонатты төсемдер құрады.

(Миндесс және т.б. 2003: 153-154). ASR және басқа сілтілі агрегатты реакциялар ACI 221.1R-98 сілтілер мен толтырушылар реакциясы туралы есебінде талқыланады. (ACI Комитет 221 1998).

Қабыршықтану

Қабыршақтану тақтаның жоғарғы бетонды бетінің нашарлауымен анықталады, әдетте 3-13 мм (1/8-1/2 дюймге), және төсемнің кез келген жерінде болуы мүмкін (Миллер және Беллинджер 2003: 47). Қабыршақтану сызаттар торынан жеделдеп кетуі мүмкін (Хуанг 2004: 387). 4.7 суретте қабыршықтану көрсетілген.

Қабыршықтану сонымен қатар көпретті антибүркемелеуші тұздарды пайдаланудан да болады. Қабыршықтанудың бұл түрі төмен өткізуші қатынастпен төмен өткізгіштікпен бетонның көмегімен алдын алуға болады. Қабыршықтану қаупі жеткілікті өңделмеген бетон бетінің қабыршықтану қаупі жоғары. (Миндесс және басқасы 2003: 504-505).

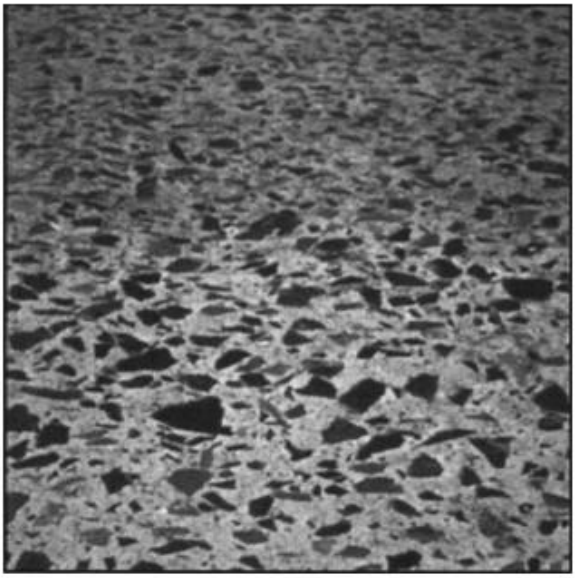
Тегістелген қосылыстар

Өңделген толтырушылар мәселесі мынамен байланысты, «беткі цемент ерітінді және текстурленген тозады және үлкен толтырушы сыртқа шығарылады» (Миллер және Беллинджер 2003: 49). Бұл ереже сияқты, беттің үйкелу коэффициентінің азаюына әкеледі. Үйкеліс бетінің аза-

юы төсемді әсіресе дымқыл ауа райында қауіпті болуы мүмкін. Ажарланған толтырушының беті 4.8 суретінде көрсетілген.

Цемент пастаның үйкелуге жақсы тұрақтылығы болмағандықтан, бетонның тозуы пайдаланылатын толтырушылардың қаттылығына байланысты. Өңдеудің қанағаттандырлмаған тәжірибесі сонымен қатар әлсіз беттік қабатқа және үйкелудің төмен кедергісіне әкелуі мүмкін (Миндесс және т.б. 2003: 470-471). Сырғанау кедергісі алмазды ажарлану арқылы қалпына келтірілуі мүмкін, бірақ жұмсақ толтырушы өңдеумен бірнеше жылда бір рет қайталауға болады

Сурет 4.7 Қабыршықтану (Миллерден Дж.С және Беллинджер В.И. 2003. Беттің қасиетінің жобасы үшін сәйкестендіру бойынша нұсқаулық (төртінші қайта қаралған басылым), FHWA-RD-03-031, p 48. Вашингтон, Колумбия округі: Автокөлік жолдарының федералды басқармасы АҚШ көлік Департаменті)



Сурет 4.8 Кеуекті толтырғыштың беті (Миллерден Дж.С және Беллинджер В.И. 2003. Беттің қасиетінің жобасы үшін сәйкестендіру бойынша нұсқаулық (төртінші қайта қаралған FHWA-RD-03-031, р 49. Вашингтон, Колумбия округі: Автокөлік жолдарының федералды басқармасы АҚШ көлік Департаменті)

Жергілікті басылым), қабаттасу

Көпіршіктер «25-100 мм (1-4 дюйма) диаметрде және 13-50 мм (1/2-2 дюйма) тереңдікті беттен жұлынған тротуардың кішкентай бөлшектері» болып табылады (Миллер және Беллинджер 2003: 50). Көпіршіктер «экспанси вті қысқамерзімді немесе беріксіз толтырғышпен немесе еріту және қатыру әрекеттерімен» шақыртылуы мүмкін. (Хуанг 2004: 387). Көпіршіктер және D-шатынау ұқсас механизмдермен шақыртылады (Миндесс және басқа 2003: 503).

Көпіршіктер
Басқа кемшіліктер

Вспучиндер «сызат немесе жіктер орнында жол төсемінің жоғары қарата локальды қозғалысы, әрдайым бетонның осы ауданда құйылуымен қоса жүреді» болып табылады. (Миллер және Беллингера 2003: 52). Ол

дегеніміз бетонды көпірде қысушы кернеуге тұрақсыздығын жоғалтуды білдіреді. Олар ыстық ауа райында пайда болуы мүмкін, немесе егер көлденең жіктер немесе сызат кеңейтілімді жібермесе, әдетте, жіктер ысылмайтын материалдардан жасалған болса. Олар ішінде және дренажды бухтада түзілуі мүмкін, немесе егер D- шатынау жіктеге бетонды әлсіздендірсе (Хуанг 2004: 376). Вспучиндер 4.9. суретте көрсетілген.

Вспучиндердің пайда болуының алдын алудың ең кең таралған әдісі болып қысылмайтын материалдарды сыртында немесе қысымды лақтыру буындарын орнату жолымен жүргізілетін жіктерді өңдеу болып табылады (Иодер и Витсак 1975: 640). Пішін өзгертуші жіктер көпірлерді пайдаланылуы мүмкін, ал оқшаулағыш жіктер іші немесе дренажды өңдеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Көптеген жағдайда, керекті түрде жобаланған, құрылған көлденең жіктер төсемге жеткілікті қозғалыспен вспучиндердің алдын алу үшін қамтамасыз етеді. Бұл тақтаның кебуі кезіндегі сығылуынан болады, бұл ережеге сай, кез келген кезекті жылу кеңейтіліміне төтеп беруде әлдеқайда жеткілікті. Егер төсемдер салқын ауа райында және өте жоғары температурада жасалған болса, болдырмау пайда болуы мүмкін. Үрлену жіктер арасында шамадан тыс қашықтық болған кезде болуы мүмкін, сонымен қатар, JRCP жадайындағы сияқты, бірлескен қозғалысы тақтаның ұзындығына тікелей пропорционалды.

Көлденең түйістерді және сызаттарды биіктігі бойынша жылжыту

Олар «жіктер немесе сызаттар биіктігіне көлденең айырмашылық» сияқты анықталады

(Миллер және Беллинджер 2003: 53). «Ығысу нәтижесі буындарға жүктеменің сәйкессіз берілу комбинациясына, ауыр жүктememен және сәйкессіз немесе базалы қолдау шарттарымен шақыртылған ауытқудың жоғары бұрышына байланысты». Алдында айтылғандай асфальтта пайда болған сызаттар жерінде бұзылулар болуы мүмкін. Сызаттар дұрыс салынбаған жіктер сияқты жол төсемдерінің құрылымдық және функционалдық сипаттамаларына бірдей әрекет етеді (Тэйлор және басқа 2007: 14-15). Сурет 4.10 бұзылған көлденең сызатты көрсетеді. Ығысуларды суретте көрсету қиын, бірақ олар жүргізуші мен жолаушыларға жеңіл көрінеді.

Ығысу өте жиі бұғаттаушы жіктерімен немесе JPCP типті тақта беттерінің орталықтарында сызатпен қатар жол төсемдерінде болады. Ережеге сай, өткізуші тақта, қозғалысы бойынша жоғары орналасатын тақта түсіруші тақтаға қарағанда әлдеқайда жоғары болады (Иодер

және Витсак 1975: 641). Осылайша қозғалыс жік арқылы өтеді, бұл жіберу тақтасының соққы жүктемесіне салынады, шашылатын материалдарды тақтадан өткізуші тақтаға жібереді. Бұл құбылыс топырақ айдау деп аталады (Хуанг 2004: 380).

Сәйкес өлшемді дюбельдер ығысудың алдын алуда тиімді болып табылады. Егер дюбельдер өте аз болса, жоғары жүктеме біліктің әлсіздену іне әкелуі мүмкін. JRCP пайдаланылатын болат түсі сызат жерінде ығысудың алдын ала алмайды. CRCP болаттың жеткілікті мөлшері бар, ол жақын орналасқан көлденең сызаттардың жіңішке ығысудын алдын алады.

Ығысуға әсер ететін басқа маңызды фактор – дренаж, салынған қабаттың сапасы немесе материалдың жердегі қабаты, сонымен қатар бірлескен қашықтық. Айдау ылғалдылықты қажет етеді. Кейбір тұрақсыздандыру жабын астындағы материалдар сонымен қатар топырақ айдауына сезімтал. Егер астына салынатын қабаттың материалы кедей болса, әлдеқайда жоғары сапалы материалдың төселетін қабат үшін пайдаланылуы топырақтың айдалуын алдын алуда көмектесуі мүмкін. Жіктер арасындағы әлдеқайда ұзын қашықтықтар бірлескен қозғалыстың үлкен санына әкеледі, және жүктеменің берілуін әлдеқайда күрделі қылып жасайды.

Сурет 4.9 Вспучиндер. (Миллерден Дж.С және Беллинджер В.И. 2003. Беттің қасиетінің жобасы үшін сәйкестендіру бойынша нұсқаулық (төртінші қайта қаралған басылым), FHWA-RD-03-031, р 52. Вашингтон, Колумбия округі: Автокөлік жолдарының федералды басқармасы АҚШ көлік Департаменті)

Сурет 4.10 Зақымдалған көлденең жіктер (Сурет автормен көрсетілген)

Дәстүрлі бірлескен құлыптаушы байланыстар JPCP үшін қолданылатын болды, мұнда көліктік тасымалдың салмағы немесе оның жылдамдықтары төмен болып келеді. Егер құлыптаушы жіктер толықтырғыш үшін қолданылса, бұзылулар азаяды, егер жіктер арасындағы қашықтық азайса, және егер бетонда әлдеқайда үлкенірек толықтырғыштар пайдаланылса.

Хазанович және басқалары (1998: 182-184) байқауы бойынша, JPC төсемдер балшықты, салқын ауа райында бұзылуға сезімтал келеді, нақтысында, жер қойнауының ұсақталған топырағындағы төсемдер.

Төселетін қабат астына қалың топырақтықабатты орналастыру дренажды жақсартады және бұзылымдар санын азайтады, әсіресе біліктер-

мен біріктірілмеген беттер үшін. Әлдеқайда кең тақталар бұрыштық ауытқуларды да азайтады және бұзылуларды шамамен 50% кемітеді. Тақтаның қалыңдығын үлкейту жіктердің ығысу мәселесін шешпейді.

Бетон бетіндегі шығыңқы жерін қысқартуға арналған жол

Жол тақта шеті мен тақтаның сыртқы бөлігінің арасындағы биіктік айрмашылығы болып табылады; [және] әдетте болады, егер сырттан шығарылу басымдалса (Миллер және Беллинджер 2003: 54). Егер шығарылу қолданылса және біліктермен беттерге байланыстырылса, қысқарту жүруі әзірге болмайды. Сонда да, бетондық төселімдер асфальтті, түйіршіктелген және топырақты шығарылымдары бар. Бұл шығарылымдар түрі консолидацияны, есептеуді, немесе төселінетін топырақ айдауын көтере алады. Олар да аяздан немесе топырақ ойысынан пучиндер, сонымен қатар вспучиндер болады (Хуанг 2004: 371). Вспучиндер транспорттік әдістер үшін қауіпсіздікті көрсетеді, олар шығарылу арқылы қозғалу керек және шығарылуды алмастыру немесе сақталуы жолымен түзетілуі керек.

Бетон бетіндегі шығыңқы жерді сындыру

Шығарылудың беттегі бұзылымы – бұл «шығарылым мен тақта шетінің арасындағы жіктің кеңеюі» (Миллер және Беллинджер 2003: 55). Бұны зақымдалу деп қарастырмау керек, егер байланыс суды ұстау үшін жеткілікті жақсы түрде герметикаланса (Хуанг 2004: 387). Себептер бір абзацқ а жоғары көрсетілген себептерге ұқсас болып келеді. Ең кең таралған әдіс жік бөлінуінің нығыздалуы болып табылады.

Жамаудың ескіруі

Жамаудың ескіруі нақтысында 0,1 м2 [11] 2фут артық көлемді, немесе түпнұсқалық бетонды тақтаның бөлігіне жатады, ол қосымша материалдың көмегімен алмастырылады және жойылады, түпнұсқалық құрылымды жол төсеміне пйдаланғаннан кейін. (Миллер және Беллинджер 2003: 56). Жамаудың ескіруі нашар материалдардың немесе құрылыстың нашар тәжірибесін пайдалану қозғалысымен шақырылуы мүмкін. (Хуанг 2004: 387). 20 тарауда жамауларды салу процедуралары қарастырылады.

Консистенттік жақпаның синтерезисі және сорғы жүйелері

Тесіктер арқылы төселімнен су өткен кезде судың бөлінуі жүреді. Кейбір жағдайларда жол төсілімінің бетінде қалып қойған, тіреуші қабаттардан жуылған және бетті бояған материалдың шағын бөлінулері

байқалады. (Миллер және Беллинджер 2003: 58). Судың бөлінуі және топырақтың атқылауы жіктерде, жарылуларды және шеттерінде болуы мүмкін. 4.11 суретте судың бөлінуі мен соруы көрсетілген.

Белсенді атқылау тікелей жаңбырдан кейін анық көрінеді, және ең алғаш рет пластикті балшықты топырақта төселімдер құрылған кезде байқалды. Топырақтың қысылуы төселім астында бос кеңістік қалдырады, онда су жиналады. Бұл су, материалдармен қосылып жоғары пластикалы балшық сияқты жүктеме астына ығыстырылады. Бұл процесс жаймендеп жүруі мүмкін және құрылыс біткеннен кейін бірнеше жылға дейін көрінбейтін болуы мүмкін. Лай су әрдайым жол төселімінің бетінде бояуды шақырады (Иодер және Витсак 1975: 341).

Хуан (2004: 12) бойынша, атқылауды орны бар, бетонды тақта астындағы материал қанықкан болса, дөңгелекке ауыр жүктеме түседі, ал материал тақта астында бұзылады. Егер жүктеме аз, қозғалу жылдамдығы баяу және сирек болса, онда атқылау тіпті ылғал бұзушы материал кезінде қиындық туғызбайды. Сонда да автокөлікті жолдарда және басқа үлкен көлемді, жоғарыжылдамдықты жол төселімдері тиісті дренажбен қамтамасыз етілуі керек. Бұдан басқа, топырақты тұрақтандыру немесе тақта астындағы қабат үшін қажет болуы мүмкін.

Сурет 4.11 Консистенттік жақпаның синтерезисі және соргы жүйелері (Миллерден Дж.С және Беллинджер В.И. 2003. Беттің қасиетінің жобасы үшін сәйкестендіру бойынша нұсқаулық (төртінші қайта қаралған басылым), FHWA-RD-03-031, р 58. Вашингтон, Колумбия округі: Автокөлік жолдарының федералды басқармасы АҚШ көлік Департаменті)

Сүйірлену

Төселімде CRCP типті ғана сүйірленулер кездескен болса, олар бетонның жұлып алынған және төселімнің төмен бетінен төмен итерілген тікбұрышты бөлшектерін көрсетеді. Сүйірлену – бұл «екі жақын орналастырылған (әдетте<0,6 м [2 фут]) көлденең сызаттармен, қысқа көлденең сызат және тротуар шеті немесе көлденең жік арасындағы орналасқан аудан» болып табылады. Сонымен қатар 'Y' сызаттарды кіргізеді, олар сынықтарды, таралу немесе бұзылуларды көрсетеді "(Миллер және Беллинджер 2003: 78). Сүйірленулер, ережеге сай төселімнің шетінде түзіледі. 4.12 сурет сүйірленудің қатаң деңгейін көрсетеді.

Сүйірлену CRCP үшін негізгі құрылымды бұзылудың кілті болып табылады. Олар екі өте жақын орналасқан көлденең сызаттар арасында толтырушы жуылып жатқан кезде пайда болады. Сызаттар арасындағы бөлік шашыраңқы сызат түрінде майыса бастайды. Сызаттар қайталанатын жүктеме кезінде сынады, ажырау түзеді, және бетон бөлшектері төсеуші қабат пен топырақ негіздемесіне тесіліп түседі. (Хуанг 2004: 384-385).

CRCP ережеге сай, өндіргіштіктің күшті тарихына ие, онда сүйірленудің алдын алды. Сонда да, егер олар пайда болса, керекті түрде қайта қалпына келтіру қиын. Сүйірленуді жөндеу 21 тарауда айтылады. Сүйірленудің пайда болуын алдын алу үшін арматураны жобалау жолын алдын алу керек, және ол көлденең сызаттар бір бірінен жеткілікті түрде аалыс орналастырылуы керек және сызаттар сынбауы керек. Хазанович және басқалары (1998: 189-190) байқауы бойынша сүйірлену саны төмендетілген болды және болат пен цементтің әлдеқайда жоғары пайызды құрамының төсемінде, өңделген төсеуші қабаттардың асфальттан, өңделген немесе түйіршіктелген баз астында.

Сурет 4.12 Жоғары деңгейлі бұзылулардың сүйірленуі. (Миллерден Дж.С және Беллинджер В.И. 2003. Беттің қасиетінің жобасы үшін сәйкестендіру бойынша нұсқаулық (төртінші қайта қаралған басылым), FHWA-RD-03-031, р 79. Вашингтон, Колумбия округі: Автокөлік жолдарының федералды басқармасы АҚШ көлік Департаменті)

Жұмыс жіктерінің нашарлауы

Жұмыс жіктерінің нашарлауы жақын орналасқан сызаттардың қатарын немесе өзара байланысқан сызаттардың көп санын, құрылыс жігінің қасында орналасқан қатарды білдіреді . Негізгі себептері әлсіз консольденген бетон және сәйкессіз болаттың құрамы мен оның орналасуы (Хуанг 2004: 388).

Беткі жақтың сипаттамасы

Пайдаланушылар жол төсемінің беттік шарттарын әлдеқайда уайымдауда. Беттің талабы бастапқыда құрылыс кезінде төселімге ендірілген, бірақ уақыт өте келе өзгереді, ережеге сай, жаман жаққа қарай. Әр түрлі бұзылулар, жоғарыда айтылған, төселімнің беткі күйін жиі бұзады. Сонымен қатар жол төселімінің микростекстура және макростекстурасын беттік мінездеме үшін салынуды талқылау пайдалы.

Тегістілік

Дәстүрлі тегістілік анықтамада мына сияқты көрсетілді «тротуардың нақты бөлігінің қабілеттілігі көліктік жүктеме шарттарында және оның қазіргі жағдайы сияқты пайдаланылады». (Хуанг 2004: 389). Түзетушілік түсінігі Кэри және Ирикпен AASHO жол сынауында құрылды. Бастапқыда жұмысқа қабілеттілік рейтингі 0-ден 5-ке дейінгі бағалауды құрды (өте жақсы өте жаман) және бағалаушылар өздерінің қойғанын алады. Бұл рейтингтер жол төселімінің обьективті өлшемімен қызмет көрсету ыңғайлылығы үшін регрессия теңдеуін шығару мақсатында келістірілді. (ПСИ). Қатты төселім регрессия теңдеуі үшін дисперсия қисаюы және сызат пен бұзылу сомасы . Дисперсия қисаюы доминирлейтін айнымалы деп айта алмаймыз (Иодер және Витсак 1975: 648-653, Хуан 2004: 389-398).Әлемдік банкті шоғырланудың(IRI) әлемдік индексі тегістіліктің сандық қлшемі ретінде құрастырды. Хаунга сөзі байынша (2004: 399):

Дөңгелектің қозғалысы кезінде беттің көлденең профилін түйіндейді және механикалық профилометр немесе топографиялық тексеру кезінде жиналған беттік рельефтің берілгендері негізінде есептеледі. Ол орташа тегістелген қисаю (ARS) көмегімен анықталады, жиналған қозғалыстың өткізілген қашықтыққа қатынасын көрсетеді және автокөліктің өлшенетін профиліне стандартты қиятын матемикалық модельден алынады, сағатына 50 миль (80 км/ч) жылдамдықпен қозғалады. Ол дюй м бірлігінің мильге қатынасымен анықталады (м/км).

Басқаша айтқанда, жол төсемінің тұтқырлығының тікелей шарасы емес. IRI өлшеудің жалпы әдістері ASTM E1170 (ASTM E1170 2001) анықталады.

Агенттіктер төселімнің тегістілігін өлшеу үшін құрылғылардың нақты типін пайдаланады. Олар қарапайым сызғыштан жоғары жылдамдықты, инерционды профайлерден, лазерлі өлшемдерді жазуға арналған датчиктермен қамтылған (Грогг и Смит 2002: 3). Тегістілікті өлшеу құрылыстан кейін жиі алынады және төселімді пайдалану тиімділігін, мердігерді мадақтау немесе айыппұл салыну керектігін

анықтау үшін жүргізіледі. Бұдан басқа, тұтқырлық күйін анықтау мониторингі үшін жылдамдықты автокөлік керек.

Профилографтар қатты арқалықтан немесе тіреуіш дөңгелек жүйесімен жақтаудан құралады, олар тіреуіш нүктесін орнату үшін қызмет етеді, олардың көмегімен «профиль» дөңгелек көмегімен блок ортасында орналасқан ауытқуларды өлшеуге болады (Вудстром 1990). Екі негізгі моделі – Калифорния және Райнхарт профилографтары. Профилографтар құрылыстың сапасын бақылау үшін қолданылады және жеткілікті түрде төселімнен кейін бір күннен кейін тротуарды өлшеу үшін жеңіл қолданылады. (Грогг и Смит, 2002: 3-4).

Жол бұзылуларының реакциясын өлшеу жүйелері (RTRRMS) механикалық құрылғының динамикалық белгісін өлшейді. Қарапайым құрылғылар құрамына Mays Ride Meter, жалпы пайдаланудың автокөлікті жолдар бюросы (BPR) Roughometer және портландцемент қауымдастығын кіргізеді. (PCA). Олар негізінен пайдаланылатын жол төселімдерінің жүйесін бағалау үшін қолданылады. (Грогг и Смит, 2002: 4-6). Инерционды жол профильденген жүйесі жоғары жылдамдықты құрылғылар болып табылады, олар байланыс датчиктерін (ультрадыбысты, лазерлі, инфрақызыл, оптикалық) жол беті мен көлік тасымалының жақтауы арасындағы қатысты ауысуды өлшеу үшін пайдаланылады. Өзінің нақтылығы мен жылдамдығы арқасында, олар жұмыс бағалануы үшін RTRRMS жеткілікті деңгейде шеттетті. Дәстүрлі түрде, бұл көліктік тәсілдер жаңадан салынған төселімдерді қозғалу үшін өте ауыр болды. Жеңіл профайлерлер (гольф карлар немесе сыртқы жол типті көлік тәсілдері) шығарылды. Олар төселімде 32 км сағат (20 миль сағат) жылдамдықта қозғала алады. (Грогг и Смит, 2002: 6-7).

Профиль индексі немесе PI, дәстүрлі түрде жаңа жол төсемдерінің сапасын бақылау үшін қолданылады. IRI желі мониторингісі үшін қолданылады. PI профилограф ізімен жол төсемінің бетінде есептеледі, қолмен пайдалану әдістері арқылы немесе компьютермен есептеледі. Бұл сумма барлық жеке жоғары жә не төмен мәндері алдын ала анықталған мәннен асады. Алдын ала анықталған мән, запорлы жолақ деп аталады және Калифорния профилографы үшін тарихи 5 мм (0,2 дюйма) құрайды, бірақ та кейбір агенттіктер запорлы жолақты түсіреді. Профилографтың шектеулі аралығы салдарынан толқын ұзындығы 15 м (50 фут) алынбайды, олар тіпті жүру сапасына әсер ететін болса да. PI-мен IRI арасындағы корреляция табылған болса, кейбір агенттіктер тестілеу құрылысын IRI үшін қабылдады (Грогг және Смит 2002: 7, ACPA 1990b).

Төселімнің тегістігін қамтамасыз етудің ең күшті әдістерінің бірі

барлық қызмет көрсету мерзімінде төселімді ең алдымен тегіс қылып жасау. Хазанович және басқалары (1998: 183-184) уақыт өте келе бастапқы IRI мен IRI арасында қатты корреляцияны тапты. Жақсы жұмыс платформасы, тұрақтандырылған негізі әлдеқайда тегіс бетті құруды жеңілдетеді . JPCP үшін ажыраулардың түзілуі маңызды фактор болып табылады, тұтқырлыққа әсер ететін буындар 38 мм (11/2 дюйма) дюбелі өте аз ығысуы бар. CRCP үшін болаттың әлдеқайда жоғары пайызын пайдалану IRI төмендетеді және локалды қайтарудың алдын алады.

Сырғанау кедергісі

Сырғанау кедергісінің қауіпсіздік үшін маңызды мәні бар. Сырғанау кедергісі тасымалдау құралдарының қауіпсіз қозғалуы үшін және апатты, әсіресе, дымқыл ауа райында болдырмау үшін қажетті болып табылады. Бетонды төсем үшін, сырғанау кедергісі төселімді жабу, сонымен қатар, автокөлік дөңгелектерінің кейінгі тозу салдарындағы жағдайларының сипаттамаларынан тәуелді болып келеді.

Бітімі шуға да, сол сияқты ажырату сипаттамасына да әсер етеді; бұл қасиеттер бірге қарастырылуы керек.

Сонымен қатар, бітімі/үйкелуі тиімсіз деңгейді азайту үшін келетіні маңызды, осы деңгей қазіргі таңда апаттан жыл сайын жуық шамамен 43 000 көз жұмғандар және 3 миллион жарақатталған зардап шегушілерін құрайды, және трафиктің нәтижелі ұсталымдарын кемітеді. Мамандардың бағасы бойынша, қазіргі кезде жол төсемінің нашар жағдайы жылына 13000 өлім оқиғаларын тудыруда. Жол төселімі нашар жағдайының біраз, бірақ аса маңызды бөлігі нашар бітімі немесе үйкелістік сипаттамаларына байланысты болып келеді (Ларсон және басқалары 2005: 506

Ларсон және оның бірлескен авторларымен анықталған маңызды проблемалардың бірі (2005) уақыт ағынында беткі қабілет төзімділігінің үйкелістің қолайлы сипаттамаларын сақтау болып табылады. Егер, беті жылтыратылған болса және сырғанау қарсылығын жоғалтатын болса, онда бітімі гауһар тегістелуі немесе жырашықты өңдеу арқылы қайта қалпына келтірілуі ықтимал. «Тротуарлар беті тиісті автокөлік басқаруы үшін барабарлық бітімі мен сырғанау кедергісін қолдауы шарт. Сол себепті, бетон төсемдері үшін қажалуға жоғарғы төзімділіктің бар болуы аса маңызды болып келеді. Қажалу төзімділігі, әдеттегідей, бетонның қысылу кезіндегі төзімділік шегі және бетондағы толтырғыштың түріне байланысты; аса қатты толтырғыштар жұмсақ толтырғыштарына қарағанда тозуға жақсырақ кедергі ықпалын тигізеді» (Тэйлор және

басқалары 2007:146).

Кейбір жағдайларда, жаңа бетон жабындарын тегістік техникалық жағдайларына сәйкес өрескел негізі бар. Дақтар жер болғандықтан, аяқжол беті топырақ пен тегістелмеген беттердің қоспасынан тұруы мүмкін. «Тегістеу, бұл - бұзушылықтар үйкеліс қасиеттерін дифференциялық әкелуі мүмкін және біркелкі көрінісін тудыру мүмкіндігін жояды. (Ларсон және басқалары 2005: 503.).

Кон және Таябиж (2003: 79) жер үсті құрылымды екі негізгі ерекшеліктері бар екенін ескереді. Біріншіден, олар әуе кемесінің шиналарынан немесе басқа көлік құралының астында шиналарынан суға арналған жолды қамтамасыз етеді. Екіншіден, құрғатылған су құйғаннан кейін қалған қабатын жылжытуға мүмкіндік беретін шиналар үшін жеткілікті анықтығын қамтамасыз етеді. Хуан (2004: 401) төсемді және су асфальт бетінде қалуға мүмкіндік беретін көлбеу кросс-дренаж, жылтырату бетінің болмауы, оның ішінде сырғанау апаттарына әсер ететін кейбір факторларын санап берді.

«Сауалнама нәтижелері ылғалды ауа апаттардың 70 пайызы жақсартылған құрылымды /үйкеліс болдырмауға болады деп көрсетеді. Ылғалды ауа райында өлім апаттарының оқиғасы жалпы санының шамамен 14 пайызын құрайды деп есептей отырып, осы әлеуетті 10 пайызға дейін өлім және ауыр апаттарын жалпы қысқартуына әкелуі мүмкін, және айтарлықтай саяхат кідірістерін азайтуға болады. Алайда, бірнеше адам өлімге жазатайым оқиғалар жалпы санының 80-86 пайызы құрғақ жолдарда орын алатын фактісін кім мойындайды.

Өткен жылы, көңіл көп ылғалды ауа райында, үйкеліс (немесе макро құрылымды) болған жазатайым оқиғалар бағытталған болатын жиі құрғақ жолдарда барабар болып саналады. Неғұрлым қауіпсіз жолын қамтамасыз ету мақсатында, ылғалды немесе құрғақ жолдарда үйкелісті азайту үшін құрылымды / сәтсіздікке арттыру әсері қарастырған жөн (Ларсон және басқалары 2005: 510).

Қарсылық (SK немесе SN сияқты қысқартылған) саны әкелінуі анықталады. Бұл кинетика немесе слипті 100 есе қатынасы, ылғалды асфальт қозғалыс кезінде стандартты шиналарды тіркеменің дөңгелектерін белгілі салмақ көмегімен өлшенеді.

SN өлшеуге арналған аспаптар құлыптаулы доңғалақты тіркеме, жорту тәртібі тіркемесі, және британдық портативті білтесін қамтиды. Тіркемелер ең жиі қолданылатын құрылғылар болып табылады (Гарбер және Хоэл 2002:1081).

ASTM E274 (E274 ASTM 2006) сәйкес тіркемесі бар сынау. Тест дөңгелекті үшін қысыммен жеткізілетін сумен сағатына 64 км (сағатына

40 миль) жылдамдықпен жүргізіледі. Тіркеме дөңгелектер құлыптаулы, және үйкеліс күші өлшенеді. Шағын SN саны артып, көлік құралының жылдамдығы азаяды (Хуанг 2002: 402-403).

Караминас пен Габле (2004: 16) ASTM E274 тегіс немесе кедір-бұдырлы шиналарды екі стандартты түрлерін пайдалана отырып, жүзеге асырылуы мүмкін екенін көрсетеді. Қырлы шиналар су арналарын қамтамасыз өйткені шиналар. Бұл екі түрі төзімділігі атағы әр түрлі жолдарын сырғуы мүмкін. Сондықтан, қырлы шиналарды пайдалану тиімсіз жақсы жер үсті ағыны бар қаптаманы қоюға болады.

Беттік құрылымы жаңа піскен бетон арқылы әр түрлі материалдарды немесе құралдар апару арқылы құрылыс үдерісінде қол жетеді. Бұл құрастыру үдерісі және бетіндегі ойықтар пайда болуы бетонды қатыру алдында жүргізіледі.

Атыздар қашықтығы, ені мен тереңдігі беті үйкеліс, жылжымалы қарсылық және шу әсер етеді. Беттік құрылымды мақсаты бір орында айналу және акважоспарлау нәтижесінде туындайтын апаттардың санының азаюы болып табылады. Құрылымды жаңа піскен бетон бетіне механикалық щетка, жасанды жабын немесе қалташаларын тарту нәтижесінде жасалған. Тісті тырнауыш беті металдан жасалған асфальт орта сызықтан бойлық немесе көлденең болуы мүмкін (ACPA 2000b).

Толтырғыш Еуропадағы негізінен пайдаланылады, ал жаңа бетон жамылғысы бойынша жиынтығын қолдану арқылы өндіріледі. Содан кейін бетін жуады. Бұл үдеріс жаңа піскен беті және әлі күнге дейін ылғалды жабыны бар жууға арналған жабдықтарды пайдалануды талап етеді. Бұл әдіс қала көшелерінің көрінісін жақсарту үшін пайдаланылуы мүмкін. Бетонмен, сондай-ақ жаңадан салынған қамтуды жақсарту үшін құрылымды немесе жеткіліксіз беті сипаттамаларын қолданыстағы жамылғысын оңалтуға болады. Бетінде атыздар бар немесе болат ұшын қорғануы мүмкін.

Шу

Құрылым мен көлік шиналарының арасында өзара, көліктің ішіндегі және сыртындағы шу шығарады. Шу қатты немесе жоғары болса, ол драйверлер және/немесе тас жолға жақын өмір сүретін адамдар үшін жағымсыз болып табылады. Шу бетон төсеу технологиясы бойынша аса маңызды проблема болып отыр. Хансон және Уоллер (2005: IV) «Шу жағымсыз болып табылады дыбыстарды құрып жатыр» деп мәлімдейді. Ол өмір сүру стандартын азайтады, себебі жолдағы шуды, қоршаған ортаны ластау ретінде қарастыруға болады. NCHRP (Вейсон 1998) 268 синтездеу және бірнеше мемлекеттердің зерттеу Кюммель

және басқалары, бір - екі негізгі тоқуға және шу бойынша зерттеулер. (2000) Осы және басқа да есептер және техникалық құжаттар бұдырлары және тегістеу халықаралық қауымдастығының сайтында танысуға болады. //www.igga: желі / жүктемесі / noise.html.

NCHRP Синтез 268 (Вейсон 1998:1) бетон жабындарын «жабын себептері ең жоғары деңгейдегі (жол бойындағы) шу кесіп және тітіркендіргіш шу таза үні әкелуі мүмкін, бұл табылған. Ал кездейсоқ аралығы тіс өзгерту ені жинақталатын таза үнін азайту үшін және жалпы шу деңгейін төмендету үшін қолданылады. Тереңдігі құрылымды, сондай-ақ, жанама желісі шу деңгейінің маңызды рөл атқарады. «Сондай-ақ

• „ PCC жабындысы, әдетте, асфальт бетіне қарағанда шулы болып табылады.

• Зерттеулер дыбыс буын жылдамдығына байланысты өзгеріп отырады деп көрсетеді. Шу үшін ең жақсы нәтижелерімен жабындының түрлі жүктемелері бойынша әр түрлі болуы мүмкін. Сонымен қатар, тыныш жер үсті жүк көліктері үшін автокөліктерге түрлі болып шығады.

• Құрылыс сапасын жабын құрылымды таңдалғанына қарамастан, жол қандай түрі туралы шуы түпкі буынның маңызды факторы болып табылады.

• Құрылымды тереңдігінің кросс қақпағы, сондай-ақ маңызды рөл атқарады.

• Кеуекті тротуар ПКК пайдалану, сондай-ақ тас жолының бойындағы шуды азайту әкеледі. Бұл беттік шу әлсіреуді қамтамасыз ете алады. Сол уақытта төсемді асфальт бетіне қарағанда беріктеу болып табылады“ (Вейсон 1998: 38-39).

Кюммель және басқалары. (2000) Біз алты түрлі мемлекеттерде 57 полигондардың кең зерттеулерін жүргіздік. Ол 1997 жылы Висконсин салынған жаңа сайттар сынақтарды қамтиды (Кюммель және басқалары. 2000: 2-3)

• «Қамту тереңдігі, тіпті жабындылардың қоса бірдей сынақ бөлімнің ішіндегі өте әр түрлі болып табылады. Бұл бүкіл көрген. Көптеген жағдайларда, тереңдігі, агент қол жеткізілген жоқ», -деген қорытындыға келді.

• Бірыңғай жабындар дискретті жиіліктерді көрсетеді. Оларды пайдаланудан аулақ болу керек.

• Барлық көлденең жабындыларымен, ең кең және терең құрылымды жабындар жиі шулы арасында болды.

• Барабар құрылымын қамту кезінде АС жылғы бойлық PCC жабы-

ны және тротуар төменгі қоршаған шу көрсетті. Ылғалды ауа райында өндірістілікті қамту апаты кез келген жағдайда айтылған жоқ.

Айнымалы ток бойлық қамту (1:6) және кездейсоқ қисаюды қамтитын барабар құрылымын қамтамасыз ете отырып, ең төменгі ішкі шуын көрсетеді. Кездейсоқ қисайған құрылымына жету оңай. Олар сондай-ақ дискретті жиілікті жояды.

• Кездейсоқ көлденең жабындысымен айтарлықтай дискретті жиіліктер санын азайтуға болады, бірақ егер мұқият жобаланған және салынбаған болса, әлі де, кейбір дискретті жиілігін болдыру мүмкін, және айтарлықтай жалпы шуды азайту емес.

• PCC жабын шамамен 3 дБ (кездейсоқ көлденең жабыны бар салыстырғанда жабындылары) жоқ дискретті жиіліктер және төменгі сыртқы шу деңгейін көрсетті.

Бұл зерттеушілер бірыңғай көлденең жабындыны отырып, әр түрлі емдеу-бетон жабыны барысында шу деңгейінің төмендеуі құжатталған. Олар сондай-ақ макро құрылымды сапасын бақылауды жетілдіру ұсынды және қанағаттанарлық жабыны үшін қажетті макро құрылымымен санын құжаттандыру үшін зерттеулер жүргізді. Шу ойлар ерекше маңызға ие болса жеткілікті қауіпсіздікті қамтамасыз ал, 19 мм (3/4 дюйм) ұзақтығынан бойлық қамту шу азайтуға болады. 6 немесе кездейсоқ кросс-жабынының немесе алмас тегістеу: Басқа өңдеу әдістері денесі 1 қамтиды (Кюммель және басқалары 2000: 3-4.).

Караминас және Габле (2004: 2) «Шу деңгейінің төмен қауіпсіздігі есебінен қол жеткізіледі ешқашан тиіс» деп атап өтті. Сондықтан, қиындықпен жеткілікті дренаждар және кез келген үйкеліс төмендету жоқ тыныш жол бетін қамтамасыз ету болып табылады. «Сондай-ақ олар көлденең жабындысы әдетте кездейсоқ құрылымды артық шу тудырады деп тапты. Жоғары өткір дыбыс тұрақты қадамды қамтитын көлденең өтеді. Бұл жағдайда, мәселе жол үсті шуын өлшеуді стандарттау болмауы болып қалуда (Караминас және Габле 2004: 7).

Бетон Жүргінші арасында гауһар жабындар бойлық бағытта және көлденең бағытта ойыққа, бойлық беттеріне өте төмен шу деңгейін көрсетті. Барлық Америка Құрама Штаттары бойынша 300 полигонды жабу асфальт қарағанда шулы болды. Жылтыратылған жабын шу төмен деңгейін көрсетті, дегенмен, бұл ұнтақтау шу жол жамылғыларына әсер етпейді, өйткені, бәлкім, олар сондай-ақ, шу өлшем жоғары өзгергіштігін болды. Миннесота, кенеп не қалташалар сурет өңдеу бетінің асфальты төселу үшін шудың деңгейін салыстыруға болатын төмен шу деңгейін құрады (Хансон және Уоллер 2005: 11, 19-20)

5 Тарау
Траншеяның, төселетін қабаттың, дренаждың топырақтық негізінің жобалық бағалары

Тротуарлар өнімділігі қатты уақыт бойы тұрақтылық, беріктігін, тасымалдаушы шоғырландыруын, сондай-ақ ылғал қабылдағыштық тұрғысынан, атап айтқанда, базалық тасымалдаушы қабаттарына байланысты. Жиі, бір немесе бірнеше қабаттар қиыршық базасы мен төсемі арасында орналасқан.

Икемді немесе асфальт беті, тікелей базасын қақпағы және төсеніш қабаты деп аталады базасы және жер базасының арасындағы қабаты астында қабаты. қорының материалдары олар қабатын тарады материалдарды қарағанда неғұрлым қатаң сипаттамаларға сай келуге тиіс. Бұл материалдар бетон жабыны арқылы тікелей пайдаланылуы мүмкін болғандықтан, бұл қабаты әдетте базалық қабаты деп аталады. Бұл терминология 1993 AASHTO нұсқаулығында қолданылады (AASHTO 1993: I-4).

Бетонды жабындар әлдеқайда кеңінен асфальт жүргінші қарағанда жүктемені тарату. Базалық қабатының қысымы мен топырақ қабаты, сондай-ақ төмен болып саналады. Нәтижесінде, төменгі қабатының әлеуетін ескере отырып кем маңызды болып табылады, және қатаң базалық материалдарды пайдалануға қажеті жоқ салмаққа ұшыраған жүргінші жолының жабындылары үшін пайдаланылады.

Әдебиетте, алайда, екі терминдер, базалық және қосалқы базасы жабыны астында бетон қабатын сипаттау үшін қолданылған. Жабындылар көлік жолдары үшін сирек жағдайда екі қабатты болады. Керісінше, кең фюзеляжды әуе кемелерінің қуатына шыдай алатын әуе кемесінің жабындысының жиі базасы мен қосалқы базасы болып табылады (Кон және Таджаби 2003: 41).

Бұл қабаттар тұрақтандырылған немесе тұрақтандырылмаған портландцемент немесе асфальттан жасалуы мүмкін. Олар сондай-ақ, тығыз және салыстырмалы өткізбейтін және дренаждау үшін бос орын болуы мүмкін. PCA/ACPA басылым, бетон тротуарлар мекен-жайы бойынша суб-базалық және қосалқы базасы осы топтарына таңдау және құрылысын сипаттайды (PCA/ACPA 1991). Әуежайларда, атап айтқанда негізінде жатқан жіктері мен астарының талқылайды Тағы жариялау, тұрақтандырылған және құрғатылған негіздер үшін нұсқаулық болып табылады (Халл және басқалары. 2005). „Жер және төсеніштің жобалау және салу мұқият назар жол бетінің барлық түрлерін құрылымдық қабілеті және жүру сапасын қамтамасыз ету үшін маңызды болып табылады. Бетон

жолдың жабындылары үшін талаптар, жер қойнауын байланысты айтарлықтай экологиялық жағдайды және ауыр жүк көлемін әр түрлі болуы мүмкін. Кез келген жағдайда, мақсаты бүкіл қызмет мерзімі бойы басым күшке ие болады асфальтқа бірыңғай қолдау жағдайын, алу болып табылады "(PCA/ACPA 1991: 1).

Мысал ретінде, тығыздалған топырақтың тікелей алынатын қаптамасын пайдаланылатын жеңіл көлік құралдарының ғана тұрақ бағыттарын жабуға. Төсеніш ғана жарамсыз топырақ шешу үшін пайдаланылатын болады (ACI Комитеті 330 2008: 5). Жергілікті маңызы бар көшелер мен жолдар үшін, негізгі қабаттар, әдетте, тұрғын тротуарлары үшін пайдаланылатын, бірақ негізгі көшелер және жергілікті жолдарда топырақ кетуін тоқтату үшін пайдаланылатын болады (ACI Комитеті 325 2002: 7). Көлік жолдары үшін, жер төсемінің базалық қабатының материалдар сапасына сәйкес келмесе, онда AASHTO, Стөл пайдалануды ұсынады, немесе мақсатты жүктеме кем дегенде 1 млн-бір көпір жүктеме болады (ESALs) (AASHTO 1993: I-21). ESALs, 9-тарау талқыланды, жүктеме негізінде біріне балама болып табылады 80 кН (18 KIPS).

Ұшу-қону жолақтары ұқсас талаптарына. Тротуарлар үшін, тек негізгі ұшағын қызмет көрсететін, базалық қабаты қажет болмауы мүмкін (ACPA 2002: 2). FAA нақты топырақ түрі, дренаждық және аязға сезімталдығы бірлестіктеріне қоспағанда ауыр трафик әуежайларында ұшу-қону алаңын жабу үшін базалық қабатының пайдалануды талап етеді.

Траншеяның топырақтық негізінің жобалық бағалары

Төсеніш аумағында табиғи жер топырағы болып табылады, және инженер қолда бар материалдармен жұмыс істеуге, негізі бар. Егер қажет болса, жақсы материалдар немесе төсеніш тұрақтанды болады жүйесіне жеткізілуі мүмкін, бірақ ол қосымша құнын білдіреді. Тестілеу және материалдар бойынша Америка қоғамының жіктеу екі ортақ әдістері бар (ASTM) – топырақтар жіктеулерінің бірыңғай жүйесі (USCS) (ASTM D2487 2000) және AASHTO жүйесімен жіктеу (AASHTO 2005). AASHTO жүйесі Құрама Штаттарында жолдар үшін пайдаланылады және ASTM / USCS жүйе басқа жол беттерде үшін қолданылады. Топырақтың дөрекі фракциясы (қиыршық тас және құм) және майда түйіршікті фракциясының (тұнбасы және саз), және Икемділік реакциясы немесе бейнелеу астық ылғал бойынша жіктеледі. Топырақ жіктелуі Гарбер және Хоэл қоса алғанда, инженерлік-геологиялық және инженерлік тротуар көптеген стандартты оқулықтарында сипатталған (2002: 840-850).

Инженерлік үшін бетон жамылғысы маңызды параметрлер қолдау сапалы және ылғалдан және аязға сезімталдық болып табылады. Сапа тіреуіші базалық жер реакция К сипатталады, (кейде текше дюйм фунт) МПа / м немесе / PSI бөлімшелерінде білдіреді. Бұл модуль көрінетін көктемгі тұрақты немесе пластиналар қолдайтын тығыз сұйық базасында болып табылады. Сызықтық иілім пластиналардың төсеніш артатын реакция. Бұл сынақ жүктемені немесе топырақ сыныптауды пайдалана саласындағы өлшенуі мүмкін. К мәніне құнын анықтау үшін ең жиі пайдаланылатын сызбаларының бірі портландцемент қауымдастығының әзірлеген сызбасы (1966). Бұл диаграмма жобалау 1984 PCA әдісін қолданылады және Гарбер және Хоэл (222: 1036) және Хуан (2004: 328) жарияланған жаңалық болды. Ол құндылықтар мен CBR асыратын ASTM / USCS топырақ жіктеу, AASHTO жіктеу, FAA жіктеу, қарсылық құны (R), негізінде к құнын анықтау үшін жуықтап коэффициентін қамтамасыз етеді. Жақында, Халл бірлекен авторларымен (1997: 80). Жобалау тәртібі қосымша AASHTO үшін әзірленген диаграмма К-мәндері топырақ түрлі типтері үшін 1998 5.1 К-кестеде көрсетілген. AASHTO 1998 нұсқаулығы, сондай-ақ (DCP параметр құрылғыны белгілейді) CBR және динамикалық конусы деректерде К-мәні ойыстырудың тәртібін қамтиды. Диаграммалар айтарлықтай желілік қарым-қатынасының ылғалдығы 100% қанықтыру, және 50% қанығу ең құнмен кестеде 5.1 көрсетілген ең төмен мөлшерлері арасындағы бар негізделген ұсақ топыраққа арналған. Процедуралар тест нәтижелері иілімді өлшеуіш (FWD) (: 6 AASHTO 1998) есептеу арқылы К-мәні табу үшін беріледі.

К мәніне бетон жабындысының қалыңдығы қатты сезімтал емес. Топырақ ылғал асфальтта сезімталдық орындалуы туралы әлдеқайда үлкен әсер етеді. Асфальт жүргіншісі үшін, сондай-ақ күшті емес, бірақ іс-қимыл, сондай-ақ мұз өте жойқын болуы мүмкін. Жоғары жүктеме немесе ұшу-қону жолағын әуежайлар ұшыраған жолдарды, үшін, ол кез келген орынсыз материал алып тастау, әдетте қажет. Жарамсыз негізінде жатқан материалдар жоғары органикалық мазмұнына (33 Кон және Таджаби 2003) шымтезек, тұнбасы және органикалық топырақ жатады. Топырақ қабаты, төмен топырақ мықтылығын арттыру ылғал салдарынан ісіну әлеуетін төмендетіп, немесе құрылыс жағдайларын жақсарту үшін төсеніш, тұрақтанды болуы мүмкін. Жоба қысқа уақытқа болса, тұрақтандыру ылғалды ауа райында салдарынан құрылыс кешігуіне қаупін азайтады. Жолдың әк пен цемент қосылған тұрақтанды болады. Лайм тұрақтандыру жоғары ылғалдығы саз топырақ үшін ең қолайлы болып табылады. цемент тұрақтандыру ірі түйірлі топырақ үшін, немесе топырақ (36-38 Конн және Таябиж 2003) жоғары мазмұн-

мен қолданылады

Кеңейтетін топырақтық негіз

„Термо жатыңқы және ісіңкі экспансивті топырақтың арасында үлкен айырмашылық жер қыртысының біркелкі емес қолдауын тудырады. Нәтижесінде бетонды жабынды өте тозығы жетіп азып жүру сапасына байланысты болуы мүмкін. Кейбір жағдайлар бұзылушылыққа және иілуге әкелуі мүмкін:

1. Егер басымдықпен топырақ ала төселген өте құрғақ ауа-райының немесе құрғақ, тығыздалуы болса, кейіннен теңгермелер көтеріп тудыруы және жол көлденең бейіндегі дөңестігі болады.

5.1 Кесте. К коэффициентінің әр түрлі топырақ түрлері үшін ұсынылған диапазоны

AASHTO Класы	Сипаты	ASTM/ USCS	Құрғақтығы-тығыздығы	CBR	К-мәні МПа
А-1-а, жақсы түйіршіктелген	қиыршық тас	GW GP	2000–2240 (125–140)	60–80	81–122 (300–450)
А-1-а,нашар түйіршіктелген			1920–2080 (120–130)	35–60	81–108 (300–400)
А-1-b	Ірі құм	SW	1760–2080 (110–130)	20–40	54–108 (200–400)
А-3	Ұсақ құм	SP	1680–1920 (105–120)	15–25	41–81 (150–300)
а-2 топырақтың (ұсақ бөлшектері бар түйіршіктелген материалдар)					
А-2-4 қиыршық тас	Тозаңды қиыршық тас	GM	2080–2320 (130–145)	40–80	81–136 (300–500)
А-2-5 қиыршық тас	Тозаңды құмды қиыршық тас				
А-2-4 құмды	Тозаңды құм	SM	1920–2160 (120–135)	20–40	81–108 (300–400)
А-2-5 құм	Құмды қиыршық тас				
А-2-6 қиыршық тас	Қиыршық тасты құм	GC	1920–2240 (120–140)	20–40	54–122 (200–450)
А-2-7 қиыршық тас	Қиыршық тасты құм				
А-2-6 құм	Қиыршық тасты құм	SC	1680–2080 (105–130)	10–20	41–95 (150–350)
А-2-7 құм	Қиыршық тасты құм				
Ұсақ құм					
А-4	Тозаңды	MI,OL	1440–1680 (90–105)	4–8	7–45 (25–165)a
	Балшық/құм/ қиыршық тас қоспасы		1600–2000 (100–125)	5–15	11–60 (40–220)a
А-5	Нашар түйіршіктелген	MH	1280–1600 (80–100)	4–8	7–51 (25–190)a
А-6	Саздауыт	CL	1600–2000 (100–125)	5–15	7–69 (25–255)a
А-7-5	Орташа иілгіш, созылмалы балшық	CL,OL	1440–2000 (90–125)	4–15	7–58 (25–215)a
А-7-6	Жоғары иілгіш қатқыл балшық	CH,OH	1280–1760 (80–110)	3–5	11–60 (40–220)a

Ақпарат көзі: Халл К.Т. және басқалар таңдалып алынған. 1997 LTPP Деректерді талдаудың I кезеңі: а К-мәні және болжау көрсеткіштері бетон таңдау бойынша ұсыныстар, FHWA-RD-96-198 б. 80, Вашингтон,

Колумбия аймағы: Көлік бойынша Құрама Штаттарының департаменті, Көлік жолдарының федералдық басқармасы.

(AASHTO) 1998 Мемлекеттік тас жолы және тасымалдау лауазымды американдық қауымдастығы. Асфальтқа, р жобалау үшін AASHTO нұсқаулығы толықтырылсын. 6, Вашингтон, D.C: Лауазымдық тұлғалар көлігі мен мемлекеттік көлік жолдардың американдық ассоциациясы.

К-мәні ұсақ тасты топырақтың мағыналы дәрежеде тыңаю дәрежесіне байланысты.

2. Түрлі ылғалдылық мазмұнымен басымдықпен топырақта бетон жабындарын қолжетімді болса, кейіннен Шөгу және толқындар асфальт инсульт, депрессия немесе толқындар себеп болуы мүмкін.

3. Топырақ жер қыртысындағы әлеуетін өзгерістер көлемінде кенеттен өзгерістер болған кезде осындай толқындар пайда болуы мүмкін» (PCA/ACPA 1991: 3).

Ол құрылыс бұрын ықтимал басымдықпен топырақты анықтау үшін маңызды болып табылады. Әдетте, коллоидтың жоғары мазмұны мен топырақ (0,001 мм немесе 0,0004 дюйм қарағанда кішірек астық көлемі) жоғары Икемділік бар, және шөгуінің төменгі шегі үлкен кеңейту үшін пайдалануға болады. Олар, әдетте, AASHTO әдісіне OH, CH, ДСМ ретінде жіктелген немесе ASTM жіктеу әдісі немесе A-6 немесе A-7 жатыр. Жабындарға арналған жиі орташа немесе төмен шөгуінің балшық пайдалануға болады. Кеңейту нақты сомасы тротуардың уақытта климатқа жер қыртысы жоғарыда жол қабаттарын тиеу шарттарын, сондай-ақ ылғалмен тығыздығы шарттарына байланысты (PCA/ACPA 1991: 3-4). Сондықтан, арнайы құрылыс басымдық пен топырақ бақылау үшін маңызды болып табылады. Құрылыс ойлары 17-тарауында қарастырылады.

Аяз қауіпті топырақтық негіз

Тротуар аяз жобалау үшін әсерлерін көмегімен (1) бағаланады және көктемгі жылымық кезінде жер (2) жұмсарып, ісіну пайда болады. Аяз үлгісіндегі тік тербеліс басқару жөніндегі сындарлы ойларын «міндетті жер қыртысын жұмсарту басқару қатысты себептерге бірдей емес, (PCA/ACPA 1991: 7). Олар көктемгі жылымық кезінде жұмсақ топырақ артық жабуға болады, себебі жер қыртысын жұмсарту, әдетте асфальт беттеріне өте зиянды, бірақ бетон тротуарлардың аз зиян. Мынадай материалдық бетон жүргіншісі үшін PCA / ACPA жер қыртысы және базалық қабаттарының бейімделген болды (1991: 7-8).

Топырақтағы мұз линзалар өсуіне байланысты ісіну. Мұз кристалдары қалыптасады, одан кейін қатып қалған топырақта капиллярлық

іс-әрекет арқылы су қадамдар. Жеткілікті қолда бар су бар болса, кристалдар өседі және қалың линзалар қалыптастыру, қақпақты көтеріңіз, ол жалғастыруда. Жер асты суларының деңгейі бетінен шамамен 3 м (10 фут) шегінде болғанда қату, әдетте, аяз сезімтал, топырақта жүреді, сондай-ақ су қорларын болуы. Барлық үш жағдай мұздату үшін қажетті болып табылады. Топырақтың тоңдану сезімтал әдетте 0,02 мм (0.0008 дюйм) қарағанда аз бөлшектердің 3% -нан астам бар топырақ ретінде анықталады. Ила жоғары мазмұнмен Икемділік төмен майда тартылған топырақ (0.05-0.005 мм 0.002-0.0002 с) ілгерілеуге ерекше сезімтал. Мөлшері бері капиллярлық әрекеттер дамытуға жеткілікті шағын, бірақ су Линзаны қалыптастыру ағып мүмкіндік беру үшін жеткілікті үлкен болуы тиіс. «Төмен пластикалық топырақ, салдарынан саздақтар болуына, өте ұсақ құмды, саздақтар, саз суглинка, саз өскелең тоғаға ілгерілеуге ең ұшырайды"(PCA/ACPA 1991: 8). Майда тартылған топырақтың К-құнына ылғал драмалық әсері қатар, топырақтың ылғал, сондай-ақ мұз линзалар айдау және қалыптастыру әкеледі. Бұл тәуекел төсеніш пайдалану арқылы азайтылуы мүмкін.

Төселетін қабат және жол киімінің негізі

AASHTO жол төсенішінің жобалауы бойынша жетекшілігі (AASHTO 1993: I-21) бетонды тротуарлық плитка мен жер қыртысының арасындағы тұрақтандырғыш және түйіршіктелген бір немесе одан да тығыздалған қабатын анықтайды. Нұсқауда төсеніш қабаттарын қолдану үшін келесідей себептерді келтіреді:

• Тұтас өлшемді, тұрақты және үздіксіз қолдауды қамтамасыз етуге арналған,
• К төсеніш реакциясының модулін көбейтуге арналған,
• Аяздың зиянды әсерін ең төменгі жағдайға әкелуге арналған;
• Қатқыл плиталар шеттері мен жарылған жерлері, қосылған жерлерінде ұсақтас құмдарды шайқаудың алдын алуға арналған,
• Құрылыс техникасы үшін жұмыс платформасын қамтамасыз ету үшін.

Базалық қабатына қатысты трафик жүктемесі болса, базалық қабатын пайдалануға басқару одан әрі мемлекеттер қажет емес. Үлкен к мәні үшін ғана төсеніш қабатының пайдалану басқа да себептер болмаған экономикалық емес (PCA 1984: 6). Бұл байланысты ылғалды ауа райының құрылысына іркілістерді болдырмау үшін көмектеседі қандай және тегіс жол жамылғылары салу мердігер көмектеседі, себебі тәжіри-

белік тұрғыдан алғанда, тізімдегі берілген соңғы себебі, ең дұрыс болуы мүмкін. Шешуші фактор қосымша канализация ретінде базалық қабатының функциясы болып табылады. Жалпы мөрі нығыздалған және гранит материалдарды жойылу базалық, мен материалдар қолайлы қоспаларды тұрақтанады. AASHTO топырақ A-1, A-2-4, A-2-5, A-3 санаттары және түйіршікті материалдар тиісті портланд цемент төсеніш қабатын дайындау үшін өңделген болуы тиіс (PCA 1984: 6). Топырақ көмекші санатының мүмкіндіктерімен салыстырғанда K коэффициентінің мәнін арттыру үшін базалық қабатын пайдалану керек. K-құндылықтарды есептеу үшін әзірленген RSA сызбасы өңделген жиынтығында (5.2-кесте) және цемент (кесте 5.3) (: 6 PCA1984) негізгі топтарына арттыру. FAA ұқсас сызбасын әзірледі. Ұқсас нәтижелерге жақсы тығыздалған нығыздауыштарға арналған нәтижелер 5.2. кестеде көрсетілген. AASHTO Дизайн нұсқаулығы жабындының (AASHTO 1993) базалық қабатының мен қалыңдығына және қатаң базаның немесе тау жынысының 3 м (10 фут) туралы, мүмкін базалық қабатының модуль негізінде K-мәнін реттеу үшін неғұрлым күрделі рәсімін қолданады бетінің төмен, маусымдық әсерлер және тиісті қорының эрозиясы, немесе дифференциалды топырақ қозғалыстар қолдау факторы жоғалту негізінде қисық оны реттеу. Тазарту Бұл дәрежесі әлеуетті эрозиясын болжау дамыту және K жалғамалы қиындықтарға шектеулі құны негізінде қажетті болмауы мүмкін. 5.2 және 5.3 кестелері нәтижелердің жеткілікті санына әкеледі. Цементтен немесе төсеніш үшін қатты материалдарды пайдалану, атап айтқанда, K-құн басқа қатынасқа, өткен цемент өңдеу бар. Әдетте, инженерлік, ол неғұрлым берік және қатаң материалдар жақсы, және тек консервативті оларды ескермеу деп саналады. Осы философия қорытындысы консерваторларына қарамастан, олар материалдар саласындағы жақсы мөрі басылған да жақсы материалдар немесе пайдаланылған да, к салыстырмалы төмен құны негізінде әзірленгеніп көрінген. Мұндай тәсіл тақташаның қалыңдығы салу үшін емес, бірлескен ауқымы үшін дұрыс болар еді. Арттыру құндылықтармен стресс артады, иілу, 8-тарау көресіз және осылайша, бірлескен аралықтар пластинаның крекинг болдырмау үшін азайтылуы тиіс. Осылайша, ең қашықтықты анықтау үшін, K-мағына дұрыс жобалауға жету үшін дұрыс немесе тым жоғары есептеледі.

Аэродром жүргінші үшін қосалқы негіздері, табиғи немесе ұсақталған сусымалы материалдар жасалған ЦБР 20 - 100. Олар аяз немесе канализация (41 Кон және Таябиж 2003) қорғау үшін қолданылады. Бұл материалдар көлік жолдары, көшелер мен жолдарды үшін пайдаланылады (PCA/ACPA 1991: 12-13).

5.2 К мәніне өңделмеген төсеніш қабаттарының әсері

k-мәні Мпа/м (пси/ин)	Төсеніш қабатының қалыңдығы мм (ин)			
	100 мм (4 ин)	150 мм (6 ин)	225 мм (9 ин)	300 мм (12 ин)
13.5 (50)	17.5 (65)	20 (75)	23 (85)	30 (110)
27 (100)	35 (130)	38 (140)	43 (160)	51 (190)
54 (200)	60 (220)	62 (230)	73 (270)	87 (320)
81 (300)	87 (320)	89 (330)	100 (370)	117 (430)

Ақпарат көзі: портландцемент Ассоциациясы (PCA) 1984. Бетонды жолдар мен көше жабындыларына арналған қалыңдық дизайны, Инженерлік Хабаршы EB109P, 6 бет, Skokie, IL: портландцемент Ассоциациясы

5.3 кесте. К мәніне өңделген цементтің төсеніш қабаттарының әсері

k-мәні Мпа/м (пси/ин)	Төсеніш қабатының қалыңдығы мм (ин)			
	100 мм (4 ин)	150 мм (6 ин)	225 мм (9 ин)	300 мм (12 ин)
13.5 (50)	46 (170)	62 (230)	84 (310)	107 (390)
27 (100)	76 (280)	108 (400)	141 (520)	173 (640)
54 (200)	127 (470)	173 (640)	218 (830)	–

Ақпарат көзі: портландцемент Ассоциациясы (PCA) 1984. Бетонды жолдар мен көше жабындыларына арналған қалыңдық дизайны, Инженерлік Хабаршы EB109P, 6 бет, Skokie, IL: портландцемент Ассоциациясы

Тұрақтандырылған платформа

Жаңа жабындар ұшу-қону жолақтары, көлемі 45,250 кг (100,000 фунт) немесе одан да көп жүктеу жататын, әсіресе, әдетте тұрақтанды негіздер пайдалануды талап етеді (Халл және басқалары 2005: 1, FAA 2009: 33). Әуежайларда ұшу-қону үшін пайдаланылатын негіздері механикалық немесе химиялық құралдармен тұрақтанды болады. Жоғары сапалы материалдар жалпы дәнді зақымдайтын материалдардың мазмұны мен құбылатын тұрғысынан, механикалық базасы қабаттары үшін базаны тұрақтандырылған емес, қажет, бірақ бәрібір олар еске алынады (Кон мен Таябиж 2003: 42).

Санаттар химиялық негіздері топырақ-бетон, цемент-өңделген базасын (CTB), экономикалық тиімді бетон (арық бетон), және асфальт-өңделген базасын қамтиды тұрақтанды (ATB). CTB және топырақ сияқты, топырақ-бірақ CTB, әдетте, жоғары сапалы өңделген материалдан жасалған, ал жерде немесе толтырғыштар базалық қабатының үшін пайдаланылатын. Ол крекинг үшін әлеуетті азайту мақсатында, белгілі бір ең жоғарғы күшіне аспауы тиіс ұсынылады. Қолдану тәсілдері және бетон топырақты сынау әдістері топырақ-

бетон қауымдастығы жарияланымдар зертханасы анықтамалығын, инженерлік жаршысы EB052.07s портленд цементі талқыланады. Бұл нұсқаулықта цемент дұрыс мазмұнды қамтиды және мұздату-ерітеді және ылғал қабылдағыштық сыналды (PCA 1992).

СТВ, әдетте дайындайтын 5.2 МПа (750 фунт шаршы дюйм) ең төменгі 7 күні қысу күшін беріледі. Қатыру-еріту беріктігін сынау үлкен санына жататын жерлерде, сондай-ақ пайдаланылуы мүмкін. Қалыптар СТВ және бетон төсемі арасындағы пайдалану үшін ұсынылады. СТВ тығыздығы және тегістік негізінде жүргізіледі (Халл және басқалары 2005: 6.).

Бетон базалық бетоннан сияқты экономикалық немесе бетон (LCB), бірақ шекті сапалы материалдардан жасалған. Максималды 8,3 МПа (1200 PSI) 28 күндік мерзімі бар 5,2 МПа (750 фунт шаршы дюйм) типтік минималды 7 күндік қысу кернеуі. Барынша талап сызаттар пайда болуына жол бермеу және осы жарықтар асфальт бетон рефлексивті сызаттардың пайда қаупін азайту үшін арналған. Негізгі материалдар, сондай-ақ асфальт емдеуге болады. Қатаң базалық материалдар, атап айтқанда, бетон коэффициенті К және бірлескен кернеу бұралуын / деформациялау экономикалық құнын арттыру және қашықтықтан S азайтуы мүмкін. (Кон және Таябиж 2003: 42-46).

АТВ кәдімгі ыстық қоспа асфальт ұқсас, және FAA бірдей сипаттамасын пайдаланады. Дизайн қоспасы, құрылыс, сондай-ақ қабылдау дәстүрлі асфальт тротуарлар сипаттамалары ұқсас (Халл және басқалары 2005: 7).

Жіңішке бетон жіктері мен топтарының негізінде жатқан өңделген цементтер, сондай-ақ тротуарлар жабу үшін пайдаланылады. Әлемнің көптеген бөліктерінде, емес тұрақтанды базалық қабаттары үшін талаптарға сай агрегаттар, ол табу қиын. СТВ жіңішке бетон қабатын негізінде жатқан және сол арқылы тұтастай алғанда материалдық және көлік шығындарының жинақ қамтамасыз ету, жергілікті материалдарды пайдалану стандартты емес толтырғыштар және қайта өңделген материал мүмкіндік береді. СТВ әдетте цемент салмағы 4-5% құрайды. Жіңішке бетон цемент төсеніш СТВ артық бар, бірақ кәдімгі бетон кем (PCA/ACPA 1991: 14-15).

Холл және басқалары. (2005: 5) Ол «бір, елемейтін эрозия базалық салдарынан аяқжол жүйесін оның жоғары базалық беріктігі, жиі пайдаланылады» деп атап топырақ қолдау арттырады және стресс және ауытқу азайтады, сондай-ақ бірлескен жүктеме беруді жақсартады. Бұл сызаттар және сынықтарын қалыптастыру үшін әлеуетін төмендетеді.

Тұрақтандырылған төселетін қабатты және негіз түрін таңдау

СТВ жылдан бастап, LCB және АТВ бетон жамылғысы астында тұрақтанды базалық қабаттарына немесе негіз ретінде пайдалануға болады, бұл материалдардың артықшылықтары мен кемшіліктері қарастыру пайдалы болып табылады. Холл бірлескен авторлармен (2005: 30-32) қабаттарының осы түрлерінің салыстырмалы еңбегін талқылайды. СТВ, әдетте, қатаң аэродром тротуарлардың астында қорының үшін жақсы таңдау болып табылады. Артықшылықтары және топырақ эрозиясының сорып, жақсы трансфер тиімділігін және жақсартылған жүктеме қолдау қорының қарсылық қамтиды (k-мәнінің артуы). СТВ әдетте тез құрылуы мүмкін (Халл және басқалары 2005: 30). Дегенмен, бұл ең жоғары беріктігі мен қаттылығы және жоғары пайдалану қалыптарға майлайтын бақылауға маңызды болып табылады. Буын арасындағы қашықтық, сондай-ақ азайтуға болады.

LCB базалық базалық қабаттар СТВ ұқсас артықшылықтар ұсынады, бірақ рельспен жүруге бетон әрлеу машиналарын қолдану талап ете алады, ұзақ қатайтылған кезеңін қалыптастырады. LCB СТВ қарағанда өрескел беті бар, сондықтан шегендеп майлау маңызды болып табылады. Қабатының қалыңдығы және қаттылығы крекинг қаупін азайту үшін барынша азайту керек. Сондай-ақ, LCB бетон беттерін буындарды кесу үшін ұқсас жарылған жерлерін бақылауға арналған дюбель болуы мүмкін (Халл және басқалары 2005: 31).

АТВ СТВ немесе LCB сияқты, әдетте, сол ерекшеліктері бар, бірақ әлдеқайда төмен қаттылығы бар. Осылайша шоғырландыру және төмендетілген үйкеліс дәрежесі мен босату заттарды қолдануға қажет емес. Пластиналар бүгіп, одан бірыңғай қолдау көрсетуге мүмкіндік беретін төмен деңгейлері АТВ қаттылық қабаты. Жерге оңай АТВ орналасатын қабаттар. АТВ тиімдірек жабындар СТВ және LCB қарағанда тақта, сызаттар қысқарды тәуекелге әкеледі (Халл және басқалары 2005: 31).

Үйкелу және қалып жақпа

Бетон плиталарының кейбір жоғары тұрақты базасы қабаттарын ұшыраған кезде температура мен ылғалдылықтың әсеріне кезде кеңейту және келісім-шарт бойынша өрескел құрылымын аяқтады және бетон жабынының қозғалысын ұстаудың елеулі деңгейін қамтамасыз етеді. Бетон жеткіліксіз берік, әсіресе бұл тежеу, жарылу әкелуі мүмкін. Үйкеліс CRCP сызаттардың дамыту үшін маңызды болып табылады. Жоғары қаттылығы және тұрақтандырылған базасының жоғары өрескел құрылымды, мысалы, СТВ және LCB, PCC негіздер бойынша тежеу айтарлықтай дәрежесі қамтамасыз етеді. Бетон беті ашық сіңеді,

өйткені мұндай СТРВ сияқты өткізгіш негіздері, сондай-ақ, оқшаулау ұсынамыз. Бұл факторлар негіздерін осы түрлері астам салынған бетон жүргінші ерте крекинг қаупін арттырады (Халл және басқалары 2005: 16).

Сонымен қатар, бетон және қатаң базасының арасындағы байланыс «композициялық пластиналар» жасау және бұрандалы қосылыстар бар мәселелерді туғызуы мүмкін. Қалыпты кесілген тереңдігі 14 – 13 құрайды және пластина қалыңдығы жарығы жік қалаған жерде жатқан қамтамасыз ету үшін жеткілікті терең емес. Осы үйкеліс және міндетті алдын алу мақсатында, босату агенттер, әдетте, жер / базалық қабаты және бетон жабынды арасындағы пайдаланылады. СТВ, LCB немесе СТРВ арналған босату агенттер ең тиімді түрі бетон салмас бұрын бетіне тікелей қаланды сыналардың салған алғашқы тас жұқа қабаты болып табылады. Тас қабаты біркелкі мөлшерде (жылы ½-1) туралы 13-25 мм тығыздалған сынаны лестік. Бұл қабат байланысты үзеді және бетон және жиынтық СТРВ енуін болдырмайды. Шегендеп бекіту жағармай әдетте ұзақ беті машинаны өңдеу болмайды ретінде пайдаланылатын емес етіп Төменгі модулі асфальт, әдетте, цемент-өңделген топтарына кем төзімділік ұсынады. Беттерін үйкеліс азайту үшін битумды эмульсия бір қабаты бар емдеуге болады. Цемент негізіндегі базалық қабатының базалық қабатының үшін, балауыз негізіндегі қатайтқыштарды босату агенттерін қамтамасыз ету, сондай-ақ қабатын өңдеуге көмектеседі. Лестік сыналар әдісін қолдану қолайлы болып, сондықтан алайда, әрқашан тиімді жағармай қабатын бұзып емес (Халл және басқалары 2005: 26).

СТВ қабаттар цемент жоғары мазмұны бар және тиісті түрде өңделген емес кезде, ол беті шөгу жарықтар пайда болуын тудыруы мүмкін. Бұл жарықтар тарату немесе жаңа піскен бетон төсемі арқылы көрсетуі мүмкін. Онда крекинг және қыманың орта тығыздығы жоғары крекинг алдын алу, сондай-ақ қабаты СТВ орналастырылуы мүмкін болса (Халл және басқалары 2005: 23).

Беткі дренаж

Тротуар дренажын пайдалану маңыздылығын тану көптеген жыл ішінде орын алған. 1975 жылы, Иодер және Витсак осы тақырыпқа өзінің классикалық оқулығы (370-371 Иодер және Витсак 1975) бірнеше беттерді арнады. Кейінірек осы тақырыпқа (739-823, Хуан 2004: 334-367 Гарбер және Хоэл 2002) бүкіл тарауларын арналған оқулық қалдырды. Бұл кітаптар сол аттарын бар және бейімдеу Маллела авт (2002: 83-94) талқыланды сол рәсімдерді сипаттау .

Гарбер және Хоэл (2002: 739) жабындының дренаж пайдалану маңыздылығын екі себеп береді. Біріншіден, ұзақ уақыт бойы дұрыс дренаждық тротуар құрылымына елеулі залал әкелуі мүмкін. Екіншіден, айтарлықтай су таратқыштардың қауіпсіздігі мен тиімділігі деңгейін төмендетеді және бұрыштама және жоспарлау жоғалу қаупін арттырады. Олар су үсті су екі көздері жауын немесе қар түрінде жабыны бойынша құлау және жер асты суларының қақпақтың астында топырақ ағып түскен бар екенін ескеріңіз. Алыс жиектеме суды айдау бағытталған бетінде дренаждық жүйелер. Бұл жарық-беткейлері, немесе дөңес, жолдары, әдетте 2% қамтиды. Бойлық беткейлері кем дегенде 0,2% ие. Жабыны бетінің бойымен ағады суды ағызу бағытталған жолдардың бойындағы бойлық арналар немесе арық. Қалалық жерлерде осы жиектастар мен науадағы рөлі болып табылады. (Гарбер және Хоэл 2002: 739-741).

Жерасты дренаж

Бетіне қарамастан дренаждық жүйесінің тиімділігін, су кейбір жабынды үстіне түседі. тротуарлар барлық беттеріне қарамастан, олар өткізбейтін болған жоқ, су әсіресе киімдері жабыны ретінде, сызаттар мен буындарды еніп мүмкіндік береді. Су баяу ағып Егер осы тротуар құрылымын әлсіреуіне әкеледі және нашарлауын тудыруы немесе жеделдету мүмкін.

Кейбір өндірушілер базасына өтімді қабаттарын пайдаланыңыз. Олар дәстүрлі базалық қабатқа қарағанда қымбатырақ болуы бейім. Тұрақтандырылмаған түйіршікті материалдар тығыздалған материалдар кем тұрақты. Өткізгіштігінің толтырғыш қажетті дәрежесін қамтамасыз ету мақсатында ұсақ бөлшектер жойылады, өйткені бұл (Маллела бірлескен авторлармен 2002: 4-2) болып табылады. Дренаж тұрақтандырылмаған түйіршікті материалдарды пайдалана отырып мердігерлер, айыппұл төлеуі тиіс. Ұсақталған әктас ал тығыздалған базасы өте тұрақты, бірақ өткізбейтін болып табылады. Керісінше, біркелкі тығыздалған жиынтық шеңбер сияқты қиыршық тас пішіні, өте өтімді, бірақ жоғары тұрақсыз. Артықшылық неғұрлым жоғарғы, тұрақтылығы бар жобалау кезінде «тұрақтылық үшін қажеттілігі мен өткізгіштігінің дәрежесін арасындағы баланс қаралуға тиіс. Дренаж қабатының қалыңдығы әдетте 100-150 мм (4-6 дюйм) болып табылады. Толтырғыш дәрежелі құрамында емес тұрақтанды дренаждық қабаты пайдалануды ұсынамыз. Бұл қабаттар қажетті тұрақтылықты және (т.б. жүктеу салдарынан күйге) құрылысына байланысты проблемаларды қамтамасыз етпейді бөлісті EtOH жабын түрлері болып табылады. қа-

жетті градуирленген жиынтығында бар толтырғыш дренаж қабатын қолданған болса, бұл «қабаты жүктемені азайту үшін, аяқжол құрылымында терең орналастырылуға тиіс (Кон және Таябиж 2003: 46).

«Сондай-ақ қолма-қол ақша жобаланған және өткізгіш базалық қабатының тез аяқжол құрылымын ішінен су жояды. Бұл ұзақ ғұмыр (мысалы, D-крекинг) байланысты зақымдану ауырлығы жұмсарту әкеледі және тақталарын ауыстыру қарсылық ықпал етеді. Жабыны құрылымдық сапасына өтімді базалық қабаттарының әсері олар салыстырмалы әлсіз болып жобалау процесінде елемейді (Халл бірл. авт 2005:. 5-7).

Толтырғыш қабаттарын ағызуға жоғары түрі көлік жолдары үшін ұсынылған (1000 фут / күн) 300 м / күні кем дегенде (1000-5000 фут / күн) өткізгіштігінің 300-1500 м / күн қамтамасыз ете алады. Бұл дәрежесі ASTM / AASHTO № 57 және 67 өтпелілігін пайдаланып қол жеткізуге болады (Маллела және басқалары 2002: 4-13).

Бір градуирленген толтырғыш құрамымен бар дренаждық қабаты нашар тұрақтылығы өтеу мақсатында портланд цементті немесе асфальт шағын мөлшерде қосылады. Тұрақтанды асфальт немесе цемент базалық тұрақтандырылмаған базасын қарағанда ғана сәл төменірек өткізгіштігінің бар (Маллела 2002, т.б.: 4-2), жиі олардың құны жоғары болып табылады.

Холл және басқалары. (2005: 7-8) әуежайларда бетон тротуарларды тұрақтандырылған өтімді базалық қабаттарының пайдалану талқылайды. «Осы топтарына арналған құрылыс сипаттамалары әдетте мұндай P-401 ұпай немесе 402 балл ATPB және т.б. CTPB арналған P-304 сияқты қолданыстағы техникалық сипаттамаларын, өзгерту арқылы әзірленеді Дегенмен үзік гранулометриялық материалдық орындау және олардың құрылысын анықтау үшін жобалар аралас дәстүрлі әдістерін пайдалануға мүмкіндік бермейді. Мысалы, ATPB конструкциялар жиі байланыстырушы және градация пайызға мазмұны негізінде көрсетіледі. Өткізгіштік осы субстрат түріне және сирек құпия үшін маңызды фактор болып табылады. Сонымен қатар, қысу әдісі сипаттамалармен қол жеткізіледі. Қабылдау қоспасына қалыңдығы негізделген.

Себебі олардың кең және нәзік баурайында ағызып қиын аэродром жүргінші үшін, дренаж қабаттары үшін өткізгіштік мәндері 150-450 м / күні (500-1500 фут / тәулік) ең жағдайларда барабар қаралды. Бұл базалық өңделген цемент (CTPB) және өңделген асфальт-өткізгіш базасы (ATPB) салмағы бойынша 2-3.5% битум мазмұн үшін өткізгіш 150 кг / м3 кем дегенде цемент мазмұны (250 фунт / yarda3) қол жеткізуге болады (Холл және басқалары 2005: 18-19., ACPA 1994c).

CTPB тұрақтанды базасын қарағанда, сондықтан, әлсіз агрегат, баға-

ланатын болды. Бұл қабаттар деформация қозғалысы ғимаратсыз төтеп бере алатындай болуы керек. Дренаж (мысалы, жоғары жауын-шашын, жерасты суларының өсті деңгейі, төмен өткізгіштігінің топырақ қыртысы және ауыр трафик) қажеттілігі бар болған кезде ғана, өйткені олардың тән әлсіз жақтарын, осы қабаттар пайдаланылуы тиіс. Дұрыс жобаланған және СТРВ қабаттар ылғал әсерінен (Халл бірлескен авторлармен 2005: 32) байланысты шығындарды төмендету жолымен тротуарлардың ұзақ мерзімді көрсеткіштерін жақсарту мүмкін салынды. СТРВ қабаттар СТВ LCB және бетонды қоспасы бірдей проблемаларды кейбір ашық беттік құрылымының еніп, майлайтын құрал алатыны бар. Сегрегация орналастыру кезінде орын алуы мүмкін. АТРВ қабаттар СТРВ бірдей артықшылықтары бар, бірақ олар әлсіз (кем қатаң) болуы, әдетте. Төмендеуіне байланысты қаттылық үшін сақтау, босату агенттер талап етпейді. «Маңызды мәселелерді (АТБ) бар ұқсас ыстық ауа райында АТРВ қызып кетуін базасын пайдалану кезінде туындайтын және тұрақтылық мәселелері» (Халл бірлескен авторлармен 2005: 32).

Байланысты байланыстыру қабатының төмен санына, қоспаның ұзақ мерзімді тұрақтылық жиынтық құрылымына тәуелді. Осылайша, толтырғыш сапасы АТРВ СТРВ (42-45 Халл бірлескен авторлармен 2005) артық маңызды міндет болып табылады.

Өтімді базасын астында іргетасы топырақ ішіне көшіру және өтімді базасын бітейтін болады майда тартылған материал бар болса, онда ол бөлу қабатын пайдалану қажет болуы мүмкін. Ол түйіршіктелген немесе геотекстиль болуы мүмкін.

Бетінің өрескел құрылымды композициялық байланысу қалыптастыру әкеледі және жол үсті қабаты болаттан тиімді пайызын азайтады, себебі өткізгіш асфальт және CTBS, CRCP шектеулі пайдалану болып табылады. Геотекстильді байланысын болдырмау үшін пайдаланылуы мүмкін. Тұрақтандырылмаған дренаж қабаттар осындай проблемасы (және Gharaibeh Darter 2002: 6) емес.

Хазанович бірлескен авторлармен (1998: 184). Жақсы төгетін қабаты бар қосымша JPCP төмен тартылысы деңгейін және, әдетте, кедір төменгі дәрежесі екенін анықтады. әсері шыбықтар байланысты емес, JPCP түрі жабындарды нығайтылды.

Жерасты дренаж дизайны

АҚШ-тың көлік жолдары Федералды басқармасы (FHWA) қосымша дренаждық жүйесін дамыту және тротуар жағы дренаж арналары үшін, компьютер бағдарламасын, тамшылатып 2.0 әзірледі. МАЙ ЖИНАЙТЫН жол беттерін дренаждық жүйелерді қойылатын талаптарды

білдіреді. Бұл бағдарлама тегін нұсқасында бұрын қол жетімді болды, бірақ қазір MEPDG бағдарламалық қамтамасыз ету және пайдаланушы нұсқаулығын ішінара TT MEPDG құжаттамаға қосымша болып табылады (HTTP: //onlinepubs.trb.org/onlinepubs/archive/mepdg/guide.htm).

2.0 Пайдаланушы нұсқаулығы МАЙ ЖИНАЙТЫН (Маллела бірлескен авторлармен 2002: 4-1), мысалы, қосымша дренаждық жүйелер мен бүйір кәріз дамуының негізгі қадамдарды анықтайды:

1. Судың сандық ағыны
2. Өткізгіш негіздің жобалануы
3. Бөлінгіш қабаттың жобалануы
4. Бүйірлі құрғатуларға сандық ағын
5. Шығу алдында қашықтық есебі
6. Шығу алдында жазбаны тексеру

Алғашқы үшеуі өткізгіштің базалық құрылымы, және соңғы үш бүйірлік ағызудың базалық құрылымы болып табылады

Судың сандық ағуы

Қосымша су төгетін жүйесінде су ағыны, төбелерге жер үсті су ағынының инфильтрация байланысты болып жерасты кетуіне, сондай-ақ мұз линзалар қалыптастырылған су балқып. Әдетте, инфильтрация жабындарды су жалғыз ірі көзі болып табылады (Маллела бірлескен авторлармен 2002: 4-6). көтерілген су тамуы және жиналған және алыс тротуар құрылымы (Гарбер және Хоэл 2002: 743-744) бастап сарқынды алып болады. Жақын-беті дренаждық жүйесі, бәлкім, жер асты сулары-ның айналысатын тиімді жолы болып табылады, және мердігер инженер-геолог көмек сұрауға тиісті (Маллела бірлескен авторлармен 2002: 4-8) еріген бағалау рәсімдері Моултон көмегімен (1980) әзірленеді және Маллела бірлескен авторлармен (2002: 4-6-4-7) қаралды, судың енуі тротуар бетіне жарықтар және буын арқылы жүреді.

Сызаттарсыз бетон едені (Маллела бірлескен авторлармен 2002: 4-5) іс жүзінде су өткізбейтін болып табылады.

Седергренмен және авторластары әзірленген коэффициенті инфильтрация әдісі - екі әдіс инфильтрация бағалау үшін пайдалануға болады. (1973), сондай-ақ Риджуэй (1976) әзірледі инфильтрация әдісін сынуы. Жарықшақтар инфильтрация әдісі (: 4-8-4-9 Гарбер және Хоэл 807 Маллела және бақалары 2002) ұсынылады.

Жол бетінің шаршы метріне тәулігіне текше метр су есептелген инфильтрация жылдамдығы (тәулігіне шаршы фут текше фут)

$$q_i = I_c\left(\frac{N_c}{W} + \frac{W_c}{WC^s}\right) + K_p \qquad (5.1)$$

Мұнда

Ic = жарықшақтың инфильтрациясының жылдамдығы, немесе су жүретін жарықшақтар мен тігістер сиымдылығы, Риджуямен ұсынылған (1976 ж.) 0,223 м3/сут/м (2,4 фут 3/сут/фут), және

Nc = бойлық жарықшақ немесе жіктің саны,

Ш = өткізгіш негіз ені, м (футтар),

Wc = көлденең сызатқа ықпал ететін ұзындық, м (футы), ережеге сай, жол төсенішінің еніне тең,

Cs = көлденең сызат немесе жігінің аралығы, м (футы), және

Kp = м3/тәулігіне/м2 (фут3/день/фут2) сызатсыз жол жабындысы арықылы өткізу жылдамдығы, ережесіне қарай өте төмен, нөльге тең немесе зертханалық сынақтар негізінде бағаланады (Гарбер және Хоэл 2002: 808).

JPCP үшін, пайдаланылатын тақталарын арасындағы қашықтықты сызатсыз, сондықтан пластиналар жобалануы тиіс. JRCP түрі беттерін, жарықтар, өйткені Cs 4.5-6 м (15-20 фут) ықтимал жіктер арасындағы қалыптасады ақылға қонымды болып табылады. Cs үшін аралығы 0.6-2 м (2-6 фут) крекинг стандартты көлденең пайдалану CRCP көп үйреніп алу үшін, бірақ сызаттар аз ені инфильтрациялық Ic сынған ставкасын төмендететін үнемді болуы мүмкін.

Өткізу базасын жобалау

Өтімді базасын суды жою жылдамдығы базасын және су өткізгіштігіне дейін созылып жол ұзақтығына байланысты болады. Маллела бірлескен авторлармен (2002: 4-2). Есептеулер Sr бойлық және көлденең иілу көлбеу құндылықтарға негізделген көлбеу нәтижесінде теңдеуін береді

$$S_R = \sqrt{S_x + S^2} \qquad (5.2)$$

онда SX және с м / м (фут / фут), тиісінше, бойлық және көлденең иілу жәйттерді. Көлбеу 5.2 Sr анықталады теңдеулер, содан кейін өтімді базалық қисық арқылы, нәтижесінде ағымының жолында ұзындығын есептеу үшін пайдаланылады м (фут) көрсетілген

$$L_R = W\sqrt{1+\left(\frac{S}{|S_x|}\right)^2} \quad (5.3)$$

Өткізгіштігінің Кфактор материал түріне және тығыздау дәрежесіне байланысты ретінде базалық материал өткізгіштігінің, білдірді. Әдетте, шағын К мәні тұрақты арналған символы ретінде, бірақ К реакция модуль Стөл шатастырмас үшін пайдаланылады осы атауы мәтін пайдаланылады. Материалдың негізгі сипаттамалары, 2002. 4-2 (астық мөлшерінің 10% сәйкес) астық мөлшері D10 тиімді болып табылады, N кеуектілігі және 0,075 мм (№ бос 200 немесе бір дюймге 200) (Маллела және басқалар тор үшін өтетін ұсақ бөлшектердің пайыздығы. Өткізгіштігінің есептеу әдістері Маллела бірлескен авторлармен (2002: 4-2-4-5) қарастырылады. Коэффициенті К бөлшектердің мөлшері, кг / м3 (фунт / fГ3) жылы жерде тығыздығы немесе нақты ауырлық, қатты денелердің үлесі, сондай-ақ тиімді кеуектілігі материал бөлу негізінде бағалануы мүмкін. Тиімді кеуектілігі ұсақ бөлшектердің (бейорганикалық толтырғыш, балшық немесе саз) түріне және пайыздық негізінде материалдың белгілі көлемінің су көлемін немесе бағалауды анықтау үшін қарапайым сынақтардың негізінде анықталуы мүмкін. Нәтижесінде алынған тасқынының ұзындығы мен негізгі материалдың өткізгіштігі кейін өтімді базасын қажетті қалыңдығын анықтау қажет, белгілі болады. Осы қолдану үшін екі негізгі ұғымдар - ағын тереңдігі және дренаждық уақытын анықтау әдісі (Маллела бірлескен авторлармен 2002: 4-9-4-10). Ағынының тереңдігін анықтау үшін әдісі Моултон (1980) әзірленді және ең төменгі нақты дренаждық қабатын анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін, ағынының, өткізгіштігінің, және ағын ұзындығы жолдары және көлбеу деді, немесе берілген қабатының қалыңдығы үшін қажетті өткізгіштік коэффициенті анықтау үшін. Моултон. Теңдеулер мен графиктер Маллела авторластар (2002: 4-9-4-11) ойнатылатын. Дренаж уақытын анықтау үшін әдісі 85% қанықтыру кезінде Касагранде мен Шеннон (1952) әзірленді және белгілі бір уақыт нүктесінде (2 сағ-1 айына) негізделген, немесе Кәріз 50%. Маллела бірлескен авторлармен (2002: 4-13). Осы теңдеулер қалаған мәнді Қ анықтау үшін пайдалы етіп канализацияға уақыт, қалыңдығы тәуелді емес екенін атап өтті.

Бөлу қабатын жобалау

Маллела бірлескен авторлармен (2002: 4-15).

Назар аударыңыз, бұл: бөлу қабаты базасы немесе тиісті геотекстильді бір түйіршікті материал болуы мүмкін. Бөлу қабаты а) осылайша жер қорғауды қамтамасыз ету, (с) Егер сіз еніп су бас тартуға мүмкіндік беретін қалқан қамтамасыз ету, (б) өтімді базасын салу және басқа да жоғарғы қабатын жеңілдету тұрақты платформа қамтамасыз ету, өтімді базасында базалық қабатының топырақ орындау шағын бөлшектер қорғауға тиіс шамадан ауытқуы жоқ жер қыртысындағы тірі жүктемені тарату үшін веб және (г). Тек жиынтық бөлу қабаты қанағаттанарлық тапсырманы (б) және (г) орындауға болады.

Бөлшектер бөлу қабаты түйіршікті қабат жердегі жүктеме алаң және таратуды қамтамасыз етеді, өйткені, оған астында жерсіз жоба бойынша пайдалануға жақсырақ. Геотекстильді бөлу қабаты ретінде пайдаланылатын кезде, ол көбінесе алаң және жүктеме беруін қамтамасыз тұрақтанды жер негіздерімен байланысты пайдаланылады. олар сүзгі талаптарға сай болса, түйіршіктелген және қыманың Екі материалдар, инъекцияны алдын алады. түйіршіктелген талаптармен қабылданған құрылыс бөлу қабатының қалыңдығы және 100-ден 300 мм (4-тен 12 дюйм) ауқымында болуы мүмкін.

Қатты бетон плиталар айтарлықтай базалық қабаты қысымды төмендету, себебі бетон жүргінші алу үшін Live жүктер (г) тарату, маңызды емес.

Базалық қабатының қозғалыс және нығыздайтын өтімді базадан бөлшектер қорғау үшін маңызды.

қоқыстануын алдын алу толтырғыш қабаты интерфейсі мынадай өлшемдерге екі жауапты талап етеді:

D15 (өткізгіш негіз) ≤ 5 D85 (топырақты негіз) (5.4)

D50 (өткізгіш негіз) ≤ 25 D50 (топырақты негіз) (5.5)

Онда D15, D50, D85, 15 білдіретін, 50, және үні қисық 85 пайызы бөлшектердің диаметрі. теңдеулер 5.4 және 5.5 базалық өткізгіш асты арасындағы интерфейсі, ешқандай бөлу қабаты қолдану қажеттілігі емес қалыптасады болса. Егер жоқ болса, бөлу қабаты пайдаланылуы тиіс. Бұл екі критерийлері бөлу қабаты және өтімді субстрат тоғысында орындалуы тиіс. Бөлу қабаты Маллела ұсыныс, және т.б. (2002: 4-15-4-16) арналған өзге де талаптар .

Сондай-ақ, жол төсемінің геотекстильді жылғы дренаж базасын бөлу үшін пайдаланылуы мүмкін. Ол сондай-ақ талаптар мен қыманың айқын өлшемін пайдалану қоқыстануын сүзгі мөлшері сәйкес келуге тиіс. Өтініштер тоқылған және мата емес геотекстильді түрлері топы-

рақтың түрлі түрлері үшін (: 4-16-4-17 Маллела және басқалары 2002) ерекшеленеді.

Бүйір қашыртқы

Өтімді базасын кіреді Су шығуға болуы тиіс. Су кейбір жолдың арқылы барады, бірақ бұл кетуі жеткілікті еді, егер дренаждық қабат пайдалануға қажеті жоқ болар еді. Осылайша, дренажды қабаты әдетте жағында пайдаланылады.

Ағызуға қабаты бойлық дренаж ендірілген болуы мүмкін, немесе бүйір баурайы арқылы өте алады. Жанып дренажды қабаттар ретінде сенімдірек бойлық дренаж күшеюдің және қоқыстануын ұшырайды. Бойлық дренаж түтікті болуы мүмкін немесе құбырлар жоқ сүзгі материал төселген құбырлар бар Білге балаларға болуы мүмкін (Хуанг 2004: 338).

Шекара дренаж инфильтрация ағымының жылдамдығы, өтімді базасының немесе өтімді базасын босату барысында орташа шығынын ағынының шыңы ағынын төсеуге арналған жобаланған болады. Бұл ең төменгі және ең жоғары қуаты қуаты өткізгіш базасы болды ұсынылады. Жалпы, бұл бүкіл ағыны топырақ арқылы кетуі қоспағанда, түтік арқылы өтеді деп болжанып отыр. Сұйықтық механика және гидравлика көптеген оқулықтар егжей-тегжейлі сипатталған теңдеуді пайдалану арқылы есептелген өткізгіш құбыр Мэннинг розетка құбырлар қуаты, сондай-ақ штат теңдеуі пайдаланып тексерілуі тиіс. Дренаж раковина көлбеу кем дегенде 3% болуы тиіс (Маллела и бірлескен авторлармен, 2002: 4-17-4-21).

Әдетте, тек ауыспалы бойлық жағын менті арналған құбырдың түрі, құбыр диаметрі, және пайдаланылған қадам болып табылады. Түрі құбыр және розеткаға арасындағы қашықтық жиі көлік ұйымының саясаты мәселелері болып табылады.

Олардың ең төменгі мәндер қызмет көрсету талаптарының негізінде белгіленуі мүмкін. Ең төменгі түтік диаметрі 75-100 м (250-300 фут) шығару арасындағы қашықтық 75-100mm (3-тен 4 дюйм) болып табылады және ортақ (Маллела және басқ. 2002: 4-17-4-18).

Дренажды жиегін пайдаланған кезде тіпті қабаттарын оқшаулау қажет болуы мүмкін. «Сүзгі материалдық құбырының іргелес немесе бүйірлі кәріз туралы қозғаушы, бірақ айтарлықтай қарсылық жоқ су өтуін рұқсат ету үшін өте өрескел топырақтың жайылуын болдырмау үшін жеткілікті жіңішке болуы тиіс. Бұл функциялар ластану немесе геотекстильді жоқ орналастыру қиын агрегаттарды пайдалану арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Олар назарға шлицті немесе тесілген құбыр-

да тесіктерін немесе ұяшықтарын отырып жасалуы тиіс (Маллела және басқ. 2002: 4-20). Сондай-ақ, гео-дайын композициялық шекаралық дренаждық жүйелер қолданылуы мүмкін (Маллела және басқ. 2002: 4-21-4-29).

Түрлендірілген дренаж жүйесі

Қолданыстағы тротуар өтімді базасын өзгертуге анық мүмкін емес. Алайда, шекара дренаждық жүйелер қолданыстағы жол бетінің бойымен орнатуға болады. Бұл жол бетінің жақын жер асты суларының мөлшерін азайтып, жер қойнауын ылғал құрамын және базалық қабатын азайтуға мүмкіндік береді. Сәйкес Маллела бірлескен авторлармен. (2002: 4-20-4-23), 1989 FHWA мынадай қорытындылар, нәтижесінде жол бетінің оңалту бүйірлі ағындарын жаңғырту бойынша зерттеу жүргізді:

• «Бүйірлі ағындар жол жабындысы жік проекциясы тікелей іргелес, ернінің астына орналастырылуы кезінде.

• Сүзгі матасын ластамайтын эрозиялық бөлшектердің бүйірлі ағындары мен төсеніш қабатының арасындағы бөлім шетіндегі сүзгі матасын жою кезінде.

• Траншеяға себу бойлық түтік бойымен суды жеткізуге жеткілікті өтімді болуы тиіс; асфальт пен цемент қосылған толтыру өткізгіштігінің іс жүзінде ешқандай шығынмен тұрақтылықты жақсартады.

• Траншеяның көбірек қолданатын ені - 300 мм (12 дюйм); дренаждау үшін төменгі бөліктегі құбырдың үстінгі бөлігін орнату ұсынылады.

• Қуыстардың арасындағы қашықтық 150 м (500 фут) аспауы тиіс; Қосымша шығу ойыс тік қисық төменгі жағында қамтамасыз етілуі тиіс.

• Икемді гофрленген пластикалық құбырдың үрдісі, бұралып қатаң құбырлар ПВХ пайдалануға шығару терминалдар орнатылған болуы ұсынылады; қатты ПВХ құбыр өнімінің барабар деңгейін қолдау және ұсақтауға қорғауды қамтамасыз көмектеседі.

• Бүлінуден қорғау құбырлар пайдаланылған қабырға сақтау және көлбеу эрозиясының алдын алу, сондай-ақ құбырлар пайдаланылған оңай орналастыру мүмкіндік береді».

Тарау 6
Нақты материалдарды таңдау

Құрылыс материалы ретінде бетон табысты пайдалану Римдіктерге уақыт бұрын екі мың жылда оның тамыры бар. Екінші жағынан, бір уақытта салынған кейбір бетон конструкциялар мен құрылыстарды әлдеқайда қысқа өмір сүру ұзақтығы бар. Жақсы жобалау және құрылыс тәжірибесіне ұштастыра бетон қоспасын материалдар мен және мөлшерін мұқият жобалау мұқият таңдау, негізгі табысты факторларының бірі болып табылады. Беріктігі ұзақ мерзімді бетон жөніндегі басшылықта болып саналады 201.2R-08, (ACI Комитеті 201, 2008).

Пасько (1998) жақсы дизайнер бетон сарапшы болуы керек «делінген. Есте сақтау керек кейбір фактілер:

• Америка Құрама Штаттарында кең ерекшеліктерінде «бірегей» көптеген өнімдерді өндіреді, олардың әрқайсысы туралы 118 цемент зауыттары бар. Ғылыми-зерттеу жобасына қатысу жеке тәжірибесінен, бес түрлері Мен кәдімгі цементтер 28 күндік қысу шаршы бір дюймге 2738 4975 үшін фунт ауытқыды (от 19 до 34 МПа).

• Елде туралы 420 көмір өсімдіктер қолданылып жүрген, сондай-ақ олардың күл 28 пайызы ASTM C618 сәйкес бетон пайдалану үшін жарамды болып табылады. Бұл өнімдер цемент әртүрлі әртүрлі әрекет етеді және нәтижесі пайдаланылатын мөлшеріне байланысты болады. Бұл сілтілі реакция және сульфаты (және, мүмкін, кейінге қалдыру эттрингит төзімділігі қатысты ерекше маңызды болып табылады).

• Мыңдаған қол жетімді жалпы көздерін пайдалану үшін. Өкінішке орай, жоқ толтырғыш инертті толтырғыш болып табылады. Цемент материалдармен әрекет кейбір агрегаттар қатар, мәселелерді туғызуы мүмкін басқа да сипаттамалары бар. Әлбетте, шикізат өзгермелілігі проблемасы инженерлер шешіледі. Бетон, оның қарапайым түрінде цемент, су және агрегаттарды тұрады. Қазіргі заманғы тәжірибеде, әсіресе химиялық қоспалар жол беттерін үшін әрдайым дерлік қолданылады. Сондай-ақ, минералды толықтырулар ретінде белгілі қосымша түптеу материалдарды қолдану, бұл өте жалпы болып табылады. Бұл материалдар құнын төмендетуге және бетон өнімділігі мен төзімділігін арттырады. Косматик және Вилсон бетонына үш жалпы сілтемелер

(2011), Миндесс және басқ. (2003), және Невилл (1995).

Практикалық жетістіктерімен Қолмен: CP Tech Center-бетон жамылғысы тәжірибесі үшін кешенді материалдармен жабулар жария-

лады (Тэйлор және басқ. 2007). Осы нұсқаулықтың 3-тарауында бетон төсемі үшін пайдаланылатын материалдар қаралады.

Цемент

Цемент бірге бетон ұстап гидравликалық желім болып табылады. Барлық қосымшаларымен түрлері және мықты, ешқандай арнайы қасиеттері үшін қолайлы болып табылады, жалпы мақсаттағы цемент, - АҚШ-тың іс жүзінде, портландцемент V санаты арқылы Мен түрін Мен рим цифрларымен пайдаланып нөмірленеді. Бүгінгі күнге дейін АҚШ-тың ең бөліктерінде, ол цемент ең көп таралған түрі болып табылады. Түрі II - Бұл цемент сульфаты шабуыл қорғау үшін қолданылады. Сульфаттар, әсіресе батыс Америка Құрама Штаттарында, топырақ және жер асты суларының табылған және бетон жауап алады, ең күшті сульфаттары кездесетін цемент түрі II ең көп таралған түрі болып табылады өңірлерде түрі 1 жасалған. Екі түріне де талаптарына сай келетін кейбір цементтер: I және II, және I / II түрін көрсетеді. III түрі цемент ерте сатысында жоғары беріктігі жету үшін ұсақ жерге, немесе басқа химиялық құрамы болуы мүмкін. Түр IV ылғалдандыру жылу барынша азайту қажет баяу күші дамыту бар. Сол әсері көп арзан қосымша цемент материалдарды қосу арқылы қол жеткізуге болады Қазір сирек ол пайдаланылады. Түр V неғұрлым қатаң шарттармен II типті қарағанда, сульфатты шабуылға жоғары қарсылық ұсынады (Косматка және Вилсон 2011: 29-39). ASTM C150 сәйкес Портландцементтер портландцементке арналған Стандартты ерекшелікке сәйкес жүргізіледі. (ASTM C150 2005).

Канадада, I-V типтері 10-50 типтері болып аталады (Миндесс және басқ. 2003: 26). Көпкомпонентті гидравликалық цементтер, сондай-ақ, гидравликалық цемент және гидравликалық цемент қож, олар қож цемент немесе пуцолланы қосылуына байланысты бірнеше белгілердің бар бар (Косматка және Вилсон 2011: 40-41). Цемент қоспаларымен жасалуы мүмкін немесе ASTM C595/AAS НТО M 240 немесе ASTM C1157 (Тэйлор және басқ. 2007: 30).

Қосымша цемент материалдары

Қосымша цемент материалдар немесе минералдық қоспалар күлде, қож цемент және кремний диоксиді шаң, және басқа да материалдарды қамтиды. Әдетте жол беттерде пайдаланылатын күл және шаңдақты қож цемент. Әдетте, бұл материалдар тез қасарыстырып, бірақ жоғары түпкілікті беріктігі мен ұзақтылығы бар. Ылғалдылық және жылу босату бағамының жалпы жылу азаяды. Технологиялық жақсартылған және

бетон бетінің оңай өңдеуді беріледі. Бетон сульфатты шабуыл және сілтілік реакция (ASR) азаюы кеуектілігі және сезімталдығы азаяды, өйткені беріктік жақсарды (Миндесс және басқ. 2003: 107-109). Дегенмен, ол уақытты орнату, мысалы, өңделетін әуе мазмұны, экологиялық артықшылықтары мен төзімділігін түсіну, сондай-ақ, жаңа піскен бетон қасиеттеріне әсері маңызды болып табылады (Тэйлор және басқ. 2007: 36-38.).

Қосымша цемент материалдар пуццолан қасиеттерін, түптеу сипаттарын, немесе осы қасиеттері екі болуы мүмкін. Пуццолан реакция - реакция өнімдерімен ылғалдану реакция күшін арттыру және шыңдалған цемент пастасы мен бетон кеуектілігі азайту үшін пайдаланады. (Миндесс және басқ. 2003: 95).

Ұшпа күл

Ұшпа күлде ұнтақталған көмір энергетикалық өсімдіктер жағу өндірілген бетон кеңінен пайдаланылатын қосымша цемент материалдық, жанама өнімі болып табылады. Олар портландцемент бөлшектердің қарағанда жұқа шыны сфералық бөлшектер шығарады. өндірісте күлдің екі қолжетімді түрлері. Күл түрі күл шығаруға өртеп жіберген көмір түріне байланысты. Сынып F күл пуццолан қасиеттері бар, және сынып C күл пуццолан және цемент қасиеттері болып табылады ұшуға ұшуға. Сынып F күл әдетте салмағы бойынша 15-40% мөлшерінде цементтелген материалдар мен Сынып C 15-25% мөлшерінде қолданылады ұшып (Косматка және Уилсон 2011: 68-69). C класының талаптары C және F ұшпа күл қарастырылған ASTM C618 (ASTM C618 2005).

Қождық цементтер

Бұрын жер түйіршіктелген домна пеші қож (GGBFS) ретінде белгілі қож цемент, жалпы жанама өнімі металлургиялық процестер, кеннен темір өндіру. Қож цементтер 80%, таза цемент (Миндесс бірлескен авторлармен дайындалған 28 күндік стандартты ерітінді 100% немесе беріктігі 120% -ын құрайды реакциялық, негізінде 80, 100 немесе 120 класқа жіктеледі: 102 2003 - 103). Қож цемент қойылатын талаптар ASTM C989 (ASTM C989 2005) келтірілген. Тұтқыр қасиеттері бар емес, толтырушы ретінде қолданылады қож, керек айырмашылығы қож цемент.

Үштік қоспасы, портландцемент қамтиды күл және қож цемент ұшып, өте берік, төмен өткізгіш бетон өндіре алады. Хьюстон, Техас қала үшін авиация департаменті, проблемалар тез параметр бетон ұзаққа төзімді жоғары беріктілігі оқыды. Ол цемент түрін 1 (50%) тұра-

тын, бетон әзірленді және тестіленді 2002 жылы Джордж Буш (ҚХА тығыз) әуежайына ұшу-қону жолағын, сынып F күл (25%) ұшып, және қож сыныпта 120 цемент (25%) үшін. Бетон бетіне осы түріне сәйкес, әзірлеушілер 120 жыл қызмет өмірге ие (CaRCAру және Godiwalla 2003).

Басқа қосымша цемент материалдары

Тағы бір, кремнезий шағын шаң немесе тұншықтыратын материалдық жиі жоғары өнімділігімен және төменгі өткізгіштігінің бетон қолданылады, бірақ сирек, егер барлық жабыны бойынша. Ол металлургиялық кремний және қорытпалар өндіру кезінде өндірілген жанама өнімі болып табылады (Миндесс және басқ. 2003: 95). Оның құны күлдің немесе цемент қож - құнынан жоғары болып табылады. Бұл аз қол жетімді, және көбінесе жөндеу материалдарды немесе жұқа кеден бетонды жабын ретінде жол беттерін үшін пайдаланылады. бетон әлеуетті пайдалана отырып Басқа материалдар Күріш қауызын, метакаолин, табиғи пуццоландар және әктас толтырғыш негізінде күл қамтиды. Күріш қауызынан күл әлі коммерциялық қол жетімді емес, бірақ ол бетон тағы бір маңызды құрамдас бөлігі болуға әлеуеті бар. Қалған үш мақала өнімдер болып табылмайтын және нақты тротуарларды пайдаланылуы аз әлеуетке ие (Малхотра 2006).

Толтырғыштар және су

«Толтырғыштар әдетте бетон көлемі бойынша 70-тен 80 пайызға дейін қабылдайды, және, демек, оның қасиеттері айтарлықтай әсер етуі мүмкін» (Миндесс бірлескен авторлармен 2003: 121). Толтырғыш бетон ғана инертті толтырғыш болып табылады және оның қасиеттері мұқият қарауды лайық.

Агрегаттар әдетте, табиғи тастан (қиыршық тас немесе табиғи қиыршық тас) және құм сияқты, түйіршікті материалдар болып табылады. Агрегаттар, қалыпты ауыр және жарық ретінде жіктеледі. Жіктеу нақты ауырлық негізінде орын алады. Бетон, әдетте қалыпты толтырғыштар үшін пайдаланады, олар ең көрінеді ретінде. Бетонға арналған қатаң материалдар ASTM C33 талаптарына бетон толтырғыш (ASTM C33 2003) Стандартты техникалық сипаттамалары үшін сәйкес келуі тиіс. Бетон жабыны өнімділігіне әсер кумулятивтік қасиеттері, пішіні, құрылымды, мөлшері градация, сіңіру және жер үсті ылғалды, нақты салмағын, меншікті салмағы, дене күшін, химиялық беріктігі мен тұрақтылығын қамтиды. бетон баяу қарқыны қатаю осы жылжымайтын мүлік байланысты, өйткені толтырғыштың бөлшектер беріктігі сирек, бетонның

беріктігі реттейді. Нысаны толтырғыш бөлшектер дөңгелек немесе бұрыштық нысаны, және материалдарды қамтиды, әрине ұсақтау және қайта өңдеу арқылы алынған материалдарды, кездесетін мүмкін. Осы екі негізгі бөлімшелердің ішінде нысандары бұдан әрі сфералық, ретсіз иілген, жалпақ немесе жазық / бені ретінде жіктеледі және созылуы мүмкін. Құрылымды айналы, тегіс, шікті, пиксельная, кристалдық немесе вафельді болуы мүмкін. бұрыштық нысанда бар бөлшектердің бар агрегаттар жабындар үшін маңызды болып табылады жоғары иілу кезіндегі беріктік шегі, дамуы мүмкін (Миндесс және басқ. 2003: 122-125).

Бағалау бірлігі стандартты електердің бірқатар әрбір кешіктірілді жиынтық үлгідегі жазылған салмағы, елек талдау арқылы анықталады. Екі негізгі параметрлері - градация қисық ең жоғары жиынтық мөлшері және пішіні.

Сіңіру және жер үсті ылғал қосу немесе паста жиынтығы шегереміз су есептеу үшін маңызды болып табылады. Олар қоспаны мөлшерлеу үшін пайдаланылады.

Үлес салмағы көлемі қарым-қатынастардың салмағын орнату үшін пайдаланылады, сондай-ақ қоспаны үлестіретін болады. Олар мықтап келесі бір-бірімен оралған кезде, ол бөлшектердің көлемін, бірақ олардың арасындағы кеңістік ғана емес, бұл үлес салмағы әр түрлі үлес салмағы (Миндесс және басқ. 2003: 133-140.).

Агрегаттарды физикалық беріктік көлемі жатады және тозуға. Олар байланысты мұздатуға немесе ылғалдануы және кептіру қайталанатын кезең туындаған көлемі өзгерістерге нашар алуға, егер толтырғыштар, сапасы төмен болып табылады. Беті шығарылған және бүйірі бойынша пайда тыныш толтырғыш қорғасын. Қозғаушы кезде толтырғыштан тозуға, әсіресе пайдалану тікенекті шиналар рұқсат етіледі сол жерлерде, бетон беріктігін рөл атқарады (Миндесс және басқ. 2003: 140-142).

Майда агрегаттары сапалы ұзақ уақыт бойы қарсылықты сақтау үшін үлкен бірлік қарағанда маңыздырақ жабындарға арналған тозу (Хуанг 2004: 408). Кедей тозуға төзімділігі агрегаттары кедей сырғу кедергісі проблемалар әкеледі. Сонымен қатар, ол уақыт өте келе өзгеріп, дөрекі агрегаттарды тозуға буындар сипаттамаларын үшін маңызды фактор болып табылады, бұл қисынды. Ең химиялық беріктігі мәселелері цемент қамтылған агрегаттар мен сілтілердің реактивті кремний диоксиді арасындағы реакция нәтижесінде туындайды"(Миндесс және басқ. 2003: 142.). Бұл реакциялар АРЖ және сілтілі қамтиды карбонат және реакция крекинг әкелуі мүмкін. Стандартты техникалық сипаттамалары үшін сәйкес келуі тиіс. бетон жабыны өнімділігіне әсер куму-

лятивтік қасиеттері, пішіні, құрылымды, градация мөлшері, сіңіру және жер үсті ылғалды, нақты салмағын, меншікті салмағы, дене күшін, химиялық беріктігі мен тұрақтылығын қамтиды. Күл, атап айтқанда, мен қож цемент жылы F класс АРЖ бақылау үшін пайдаланылды. Басқа шаралар сезімтал агрегаттарының болдырмау үшін төмен сілтілі цемент пайдалану және, егер мүмкін болса, қамтиды (Миндесс және басқ. 2003: 149-151).

Ол жылу кеңейту (ТКТ) нақты сызықтық коэффициенті маңызды өнімділігі параметр екенін танылды. жабындарын жобалау ескі түрлері ТҚТ еленбейді болғанымен 10-тарау сипатталғандай, ол MEPDG маңызды үлес болып табылады Бұл қатынас ашық және жақын жіктер мен жарықтар қанша анықтайды, және қанша бетон плиталар бұралуын салдарынан температура градиенті үшін. Жылу кеңейту нақты коэффициенті 7,4-ден 13 Ме / ° С (4.1-7.2 Ме / ° F) ауқымында болуы мүмкін. Жиынтық бетон осындай үлкен бөлігі болғандықтан, олар тиімді бетон жылу коэффициенті анықтайды. құмтас жылу 11-12 Ме / ° С (6.1-6.7 με / ° F) жоғары коэффициенті бар, ал әктас, Ме 6 / ° С жылу (3,3 με / ° F) төмен коэффициенті бар (Миндесс және басқ. 2003: 460).

Осылайша, берілген температура айырма, құмтас пайдаланып жасалған бетон әктас мазмұнмен жасалған екі есеге жуық бетон жасамаңыз жылжытуға болады, және қозғалысы тежеліп, егер екі рет зиян дамитын болады. Жіктер үлкен ығысудың есептелген болуы тиіс. Сонымен қатар, температура екі рет тақтайша берік болады.

Экономикалық параметр ТҚТ азайту үшін нақты жобаға ірі толтырғыштар көзін өзгерту болар еді. Алайда, бірлескен ауқымын азайту шиеленіс үтік және бүйірлі қаупін азайтуға мүмкіндік береді (Халл және басқ. 2005: 22).

Көздері мен толтырғыштардың түрлерін, сондай-ақ беріктік және сынып олардың дәрежесі Тейлор бірлескен авторлармен егжей-тегжейлі талқыланды. (2007: 36-38). Ол қоспаның ең төменгі сомасы азайту төсемені үлкен бөлшектердің мөлшері мен тығыз толтырғыштар пайдалану маңызды кезде ықтимал.

Ірі толтырғыш

Жүргінші, ол, әдетте, 1,3 арасындағы және 4.1 толтырғыш ірі қолжетімді мөлшерде немесе жабыны қалыңдығы бөлшектер пайдалануға жақсырақ. Бұл үлкен қолжетімді толтырғыштар пайдаланып біз осылайша шөгуінің азайту қоспаның үлесін азайтады фактісі байланысты болып табылады. Бетон агрегаттары өңдеу үшін ең коммерциялық жабдықтар өлшемі 50 мм (2 дюйм) дейін өңдеуге болады. Ол бетон беріктіг-

гі (Мэндес және басқ. 2003 125-127) жақсартады аз бөлшектер немесе D-жарылған толтырғыштар-жібітуді қату сезімтал екенін, алайда, еске сала кетейік. Толтырғыштан үлкен максималды бөлшектердің мөлшері пайдалана отырып, тротуардың буын жүктер беруді жетілдіру қажет. Қоспасын толтырғыш олқылықтарды толтырады ретінде үздіксіз бағаланады немесе тығыз толтырғыштар пайдалану, сондай-ақ қоспаны қойылатын талаптарды азайтады. Бұл аралық агрегаттарды қосу талап етуі мүмкін. Біркелкі сұрыпталған немесе сұрыпталған алшақтық толтырғыштар көп қоспаны талап етеді. Дәстүрлі бетон айырмашылығы өткізгіш бетон, біркелкі градуирленген дөрекі жиынтығын пайдалана отырып, (Мэндес және басқ.2003: 126-131).

Ұсақ толтырғыш

ASTM C33 бөлек майда және ірі агрегаттардың пайдалану лимитін белгілейді. Ұсақ жиынтық бөлшектер бөлу үшін әдетте, FM 100-ға бөлінген (9,5 мм-ге 150 мкм немесе жоқ 100-3 / 8 дюйм) кумулятивтік пайыздық сомасы жеті стандартты елеуішін сақтап, ол модуль ірілігі (FM) ұсынылған 2.3 3.1, жұқа құм анықтайды. FM удобоукладываемость майда жиынтығында әсерін анықтайды, ол қоспаны салуда маңызды болып табылады (Миндесс және басқ., 2003 126-131). Дәстүр бойынша, табиғи құм бетон пайдаланылды, бірақ, бұл депозиттер таусылып, онда, ұсақталған тау жыныстарының жасалған өнеркәсіптік құм пайдаланып, оларды ауыстыру.

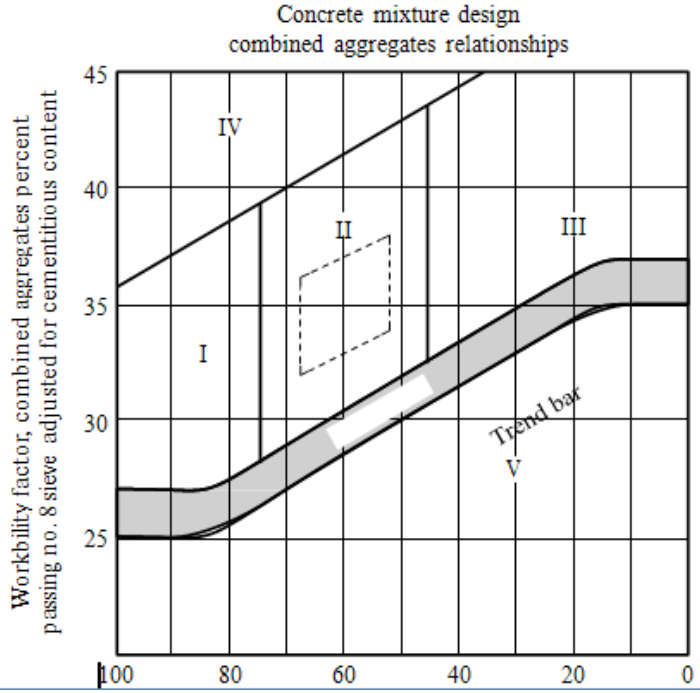
Холл және басқ.. (2005: 20-21) жоғары цемент бетонды жиі аэродром төсемі құрылысына пайдаланылады үшін, атап айтқанда, диапазонында 3.1-3.4 жылы FM бар, сондай-ақ сұрыпталған қылшық құм пайдалануды ұсынамыз. Дөрекі құм көлемді шөгуінің азайтады.

Оңтайландырылған құрама толтырғышты топтастыру

„ Топырақ базасына жіктеу жиынтық зерттеу, асфальт және басқа өтініштер, үздік нәтижелер бөлшектердің мөлшерін қоспасынан алынған екенін көрсетті ұсақ өрескел, сондай-ақ сұрыпталған. Ол барлық маңызды компоненттерін пайдалану қажеттігін азайтады және паста ауа-кеуекті құрылымына айтарлықтай әсер етеді, өйткені агрегаттардың оңтайлы жіктеу, портландцемент бетон үшін маңызды болып табылады. пастасы көлемі олардың өз тірі кезінде массасы әсер етеді күшін төтеп көмектеседі, ол бірге жиынтық бөлшектер инертті орналастыру және дәнекерлеуге кезінде майлау қамтамасыз ету үшін қажет артық болмауы тиіс. Градация проблемалар туғызады, ол (әсіресе жоқ 4 және 8 экрандарында) тауып алып, ұсақ құм және тұтқыр материалдар

шамадан тыс мазмұны болды. Агрегаттар жіктеу олқылықтарды толтыру үшін Түзетулер «су көлемінде айтарлықтай қысқарту, ұтқырлық жақсарту, сондай-ақ өсіп беріктігін әкелді (Шилстоун және Шилстоун 2002: 81). 4 және 8 елеуіші 2,36 және 4,75 мм сәйкесінше.

Шилстоун және Шилстоун (2002) қауымдастық градациясын талқылайды. Бұдан да толық ақпарат Шилстоунға ұсынылды (1990). Шилстоунның ерекше ерекшелік келісі 6.1. суретте көрсетілгендей, номограммадағы қауымдастық қатысын қолдану болып табылады.



6.1 сурет. Диаграмманың аралас қауымдасқан қатынас (қатаңдық коэффициенті). (Шилстоун мен Шилстоунға ұсынылды 2002)
Concrete mixture design combined aggregates relationships -составты толықтырудың бетонды қоспаларының сызба кестесі

Х осінің Диаграммасы аралас толтырғыштардың ірілігінің коэффициентін ұсынады. Толтырғыштан Бұл пайыздық 2,36 мм (# 8) ұяшықтары арқылы бөлінбеген және 9,75 мм (3/8 дюйм) елек үшін сақталады. Осьтегі диаграмма коэффициенттің технологиялық аралас қауымдастықты көрсеткіш болып табылады. Бұл толтырғыш пайызы №8 елек-

тен өтетін цементтің болғанына қарай түзетуі бар. Цемент құрамын ұстау үшін мәнін реттеуге тармақтың 2,5 пайызын, (Шилстоун және Шилстоун 2002: 82). Кестеге тән бағыт және бес аймақтары бар. Көлденең құмтас және тау жыныстарының қоспасынан қоспаны бөледі бағытта, бір ерекшелігі болып табылады. Аумақ пен қоспасы орналастыру кезінде ажыратады. Аумақтың II мүмкіндік ауданы болып табылады. III аймақ II, сырттай 0,5 дюйм (13 мм) және жұқа толтырғыш болып табылады. Аймағы IV тым көп ұсақ миномет болып табылады және сызаттар пайда болуын күтіп, діріл кезінде төмен күш, және бөлу өндіреді. V аймағы тым тастақ»(Шилстоун и Шилстоун 2002: 82). Дөрекі жиынтығында сомасы әрдайым дерлік 13 мм-ден астам, өйткені жабындының бетон, аймақ II шегінде болу керек (1/2 дюйм).

Кон және Таябиж (2003: 63) Аз су құрамында қамтамасыз ету және барабар удобоукладываемости сақтап, кем қызмет көрсету өнімдерін талап, қатпарлану жоқ тығыздалған және төзімділігін және ұзақ мерзімді өнімділікті жақсартады, бетон, сондай-ақ таңдаған бөлшектердің мөлшері бойынша бөлу бар жиынтығында алынған. Керісінше, градуирленген агрегаттары аралас құрамы, әдетте, көп айыппұл құрамында және одан су қалмайтын операцияны қажет етеді және ұзақ мерзімді жұмыс істеуін нашарлатады отслаиваются. Шилстоун және Шилстоун (2002) Ол құрамы қатынасы диаграмма нұсқаулығы екенін атап өтті. Әр елек және 0,45 электр кестеде қалған екі басқа да графикалық элементі, егжей-тегжейлі анықтайды номограмма бойынша мөлшерін үш сынып енгізілген жоқ. Кемшіліктері: мұндай 1,18 мм және 600 мм-ақ басқа да елек өлшемдерінің таңбалау орын алуы мүмкін (NOS. 16 и 30). Оңтайландырылған қоспасы ғимараттар, көлік жолдары және аэродромдар құрылысы үшін өте жақсы нәтижелер берді.

Барынша тығыздығы немесе одан да көп кеңінен бетон жамылғысы қарағанда асфальт жол бетінің пайдаланылатын градация диаграмма 0,45 қуаты. Бұл қарым-қатынас ретінде ұсынылуы мүмкін

$$P = 100\,(d/D)^{0.45} \qquad (6.1)$$

Пайыздық жұқа елеуіштері D, және D ең жоғары жиынтық мөлшері - D экранның мөлшері, онда ол P, аталады. Жиынтық бұрыштық, пішіні, бетінің кедірі, мөлшері мен тығыздау әдісін түзету талап етуі мүмкін (Барксдейл, 1991: 3-22-3: 23). Теңдеу 6.1 сәйкес есептелген бөлшектердің мөлшері бойынша бөлу, тығыз пластикалық массалар ең аз мөлшерде пайдаланады, бірақ, бәлкім, өңдеу өндірісін қамтамасыз ету үшін өзгерту керек.

Жеңіл толтырғыш

Статикалық жүктемені төмендету мақсатында көпірлер мен ғимараттар құрылысына пайдаланылатын жеңіл агрегаттары. Өлі салмағы қақпағы үшін маңызды емес, өйткені, ол жеңіл жиынтығында пайдалану үшін артықшылығы ретінде қабылданады емес. Алайда, дәстүрлі қаралды емес, әлеуетті артықшылықтары бар. Жеңіл жиынтықтарды американдық бетон институты негізгі сілтемелерді ұсынады. Кейбір, оның ішінде ACI 213R-03 Құрылымдық жеңіл жиынтық бетон арналған нұсқау (ACI Комитеті 213 2003). Бұл құжаттар құрылымдық бетон емес, қақпағы баса назар, бірақ олар сондай-ақ жабындылары қолданылатын, бетон LWA мүмкіндігінше сипаттамаларын кейбір анықтау.

• жол жабындыларында кездесетін беріктіктің ең кіші модулі, кіші созылатын кернеуге әкеледі (сызат түсу қаупі бар).

• беріктік кернеуін бөлшектемей және иілгіштігі бетонның дәстүрлі сипаттарымен салыстырмалы.

• Қатыру-еріту беріктік тең немесе дәстүрлі бетондар қарағанда жоғары болуы мүмкін.

• Толтырғыштың сілтілік әсерінің дамуының қатерін төмендету.

• LWA кейбір түрлері төзудан жақсы тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

• Типтік жеңіл толтырғыштарған тақта тас, балшық және басқа да сол секілді материалдар, құрғақ үлесті салмағымен 550-1050 кг/м3 (35-65 фунт/фут3) және 5-15% салмағы бойынша судың абсорбциясы. Олар айналмалы пеште қыздырылған және олар қызудың дәрежесінде попкорнға ұқсап қалған (Миндесс және басқ. 2003: 158-159).

1963 және 1964 жылы, жеңіл жиынтық CRCP пайдаланып эксперименттік учаскесі стандартты толтырғыш CRCP бөлімде салыстырғанда бір бөлігін бірге, Хьюстон, Техас, жетекші мемлекетаралық тас салынды. Аймақтар 1974, 1984 және 1988 жылдарда бағаланды. 24 жыл бойы ғылыми зерттеулер жеңіл агрегат пайдаланып, CRCP жабыны стандартты бөлігіне қарағанда бетіне зақымдану салыстырмалы аз мөлшерін екенін Техас штатында тиімділігін көрсетті (Вон және басқ. 1989, CaRCAp 1999). 34 жыл басқа сынамалы зерттеу жүргізілді. Жеңіл жиынтық сайттар беріктігі жоғары, төмен өткізгіштігінің және крекинг және пилинг аз мөлшерін көрсетті (Саркар 1999). Соңғы жылдары жүргізілген зерттеу, сіңіру әлдеқайда жоғары дәрежесі бар қалыпты жиынтық ауыстыру оңай қанық толтырушы, баса назар аударды. Ол өнімділігі бетон вулканизация жақсарту мақсатында жүзеге асырылады

(Бэнтц және басқ. 2005). Жабындар көлеміне бетінің жоғары коэффициенті бар, және экологиялық салдарын жататын, сондықтан, ол емделуді қиын болғандықтан, мұндай зерттеулер бетон жамылғылары төсеуге әдістерін үшін маңызды перспективаларын болуы мүмкін. ACI комитеті бетон қамқорлық пайдалану және қолдану туралы баяндама жариялады (ACI комитеті 308 және 213 2013).

Толтырғыш ретіндегі ойып алынған топырақ

Қорларын жылдан бастап табиғи агрегаттар таусылып, және қалдықтарды сақтау алаңдары, агрегаттары артады түрінде қалдықтарды кәдеге қызығушылық толтырылады. Техникалық қызмет көрсету және орындау барлық ілеспе мәселелерімен «сызықтық үйінділерде» біздің бетон жүргінші трансформация пайдасы аз, өйткені сақтықпен дамуды жалғастыру қажеттілігі алайда бар.

Бетонға арналған толтырғыш ретінде саналған қатты қалдықтарды, коммерциялық және тұрғын үй, оның ішінде тау-кен және минералды шикізатты қайта өңдеу минералды қалдықтарды, домна пеші қож, металлургиялық қож, күл, күл, класс С немесе F талаптарға сай келмейтін, коммуналдық қалдықтар (қамтиды () бұзылады бетон қоса алғанда), жағу қалдықтары мен қоқысты. Шешім қабылдау кезінде ескеру керек факторлар экономикалық пайда, басқа да материалдармен үйлесімділігін, сондай-ақ, бетон қасиеттерін қамтиды. Соңғы екі факторлар жиі қалдықтарды пайдалануға мүмкіндік бермейді (Миндесс және басқ. 2003: 156-158). Дегенмен, қатты пайдалы қазбалардың қалдықтар мен шлактар тамаша жиынтығы ретінде пайдаланған кезде тері үйкеліс жақсарту үшін кейбір әлеуетін ұсынады.

Кейбір жағдайларда, қайта өңделген материалдарды пайдалану проблемалары әкеледі. «Ғимараттар мен тротуарларды негіздерін жанындағы топырақтың ісінуі Holloman ӘӘК (AFB) Н.М. негізінде жобасына қарағанда біртіндеп жақсы болды. Бетон сульфаты шабуыл болды ісіну себебі толтырушы және ғимараттар мен тротуарлар астында негіз ретінде пайдаланылуы тиіс өңделген болып табылады. Жабдықтаушысы бетон бұл Holloman әуебазасы үшін ондаған жылдар бойы пайдаланылатын ұшып-қону жолағы жолақтар, бүлінбеген орнықты сульфаты портланд бетонның жабындылардың бастап қайта құрастырылған. Алайда, ауыр сульфаты реакция, су болуы, қиыршық қайта өңделген бетон шабуыл таумазиттің, глиножер қайталама көзі ретінде топырақтың ластану мүмкіндігін, немесе осы факторлардың кейбір ұштастыру көп өткізгіштігінің сипаты, ол тән емес еді, тіпті егер реакция қайта өңделген материалды дамытуға мүмкіндікке бастапқы бетон жамылғысы ие

(Роллингс және басқ. 2006: 54).

Су

Дәстүрлі ереже ауыз су бетон өндіру үшін жақсы болып табылады. Бұл деген сөз емес, алайда, ол, алайда, мұндай суда еритін қатты және органикалық заттардың пайдалану шектеулер бар, бұл су пайдалану мүмкін емес ауыз емес екенін білдіреді. Теңіз суы жабындар, темір бетон үшін аулақ болу керек, (Миндесс және басқ. 2003: 115-120). Бетон қоспасы дайындау операцияларын жабдықтаушысы тиісті сақтау, сондай-ақ, су көмегімен пайдалануға болады (Тэйлор және бірлескен авторлармен 2007: 53-54.).

Қосындылар

Жаңа өндірілген бетоннан немесе қатқыл сипаттамаларына ықпал ету мақсатында бетонға қолданылатын химиялық қоспалар. Қоспалардың алуан түрін пайдаланылатын кезде, бетон жамылғысы әрдайым дерлік реттегіштер (үдеткіші және баяудатқыштармен) және белгілі бір жағдайларда пайдаланылатын су немесе пластификаторлар қысқартылған мөлшерін белгілеу әуе-ертіп қоспалардың, қоспаларды, пайдаланады. Бетонды төсемі қамтамасыз химиялық қоспаларды пайдалану туралы қосымша ақпарат. Тэйлор және басқ. (2007: 55-60).

Жыныс түзуші қоспалар

Ауаның қатысуымен қоспалар мұздатуға байланысты бүлінуден бетон қорғау үшін қолданылады. Олардың басты мақсаты кішкентай сфералық көпіршіктердің ауа мен жүйесін тартуға қуыстарына құру болып табылады, 0.05-1.25 мм (0.002-0.05 дюйм) барлық бетон бетінің диаметрінде, орта интервалмен 0,2 мм-ден аспайтын (0,008 дюйм). Ауа 9%бетон балшығында болуы тиіс, немесе бетонның жалпы көлемінен 7,5% 9,5 мм (3/8 дюйм) ең үлкен өлшемнің ірі толтырғышы 4% үшін 64,5 мм (2 ½ дюйм). Ауа көпіршіктері цемент, дөрекі жиынтығын қорғау және шешу аз мөлшерін талап ететін, өйткені бұл. Ауа қызығушылығы, сондай-ақ, бетон көп орындайды (Миндесс және басқ. 2003: 168-176).

Бетонды тротуарлар сондай-ақ ұзақ райы шарттары қатырып емес және еру әуе-ертіп қоспасы пайдаланылуы өте екіталай, өйткені қоршаған ортаға әсеріне ұшыраған, және жатыр. Кейбір өндірушілер арнайы бетон беттерге арналған өнімдерімен бізді қамтамасыз.

Қатаюды тездететін қоспалар

Бұл қоспалар бетон параметрі мен қатаю қалыпты процесін жеделдету. Кальций хлориді оның бағасының төмен болуына байланысты танымал үдеткіші, бірақ ол темір арқауы, жалғастырғыштар және ашасының коррозиядан жылдамдығын арттыру айтарлықтай кемшіліктері болады. Хлоридсіз акселераторлар бетон қосымшалар үшін қол жетімді болып табылады (Миндесс және басқ. 2003: 185-187.). Суық ауа райы кезінде немесе жабындарды жөндеу немесе жаңа сұрау конденсатты жұмыс бетіне трафикті қалпына келтіру үшін тез аяқталуы тиіс болса, пайдаланған кезде асфальт үшін, үдеткіші пайдалы болуы мүмкін.

Қатаюды баяулататын қоспалар

Баяулауы қоспалар мердігерлер, орналастыру нығыздау және аяқталу көбірек уақыт пайдалануға мүмкіндік береді параметрді кейінге қалдыруға. Қоспа орнықтыруға елеулі әсер етпейді (Миндесс және басқ. 2003: 182-183). Асфальт кідіріс қоспаларды алу үшін ыстық ауа райында немесе қашан өндірушілер мен жұмыс алаңы арасындағы қашықтық тек қана ірі пайдалы болуы мүмкін.

Су қажеттілігін төмендететін қоспалар

Қоспалардың азайту су үш түрі қазір қол жетімді - (супер пластикалық) ортасында ауқымы және жоғары диапазоны, төмен-диапазоны (қалыпты). Төмен ауқымы судың көлемі 5-10%, 10-15% орташа ауқымы және 15-30% жоғары ауқымы азайтады. Бұл материалдар, атап айтқанда, олардың соңғы жауынынан өте жоғары дәрежесімен бетон ағып өндіру үшін пайдаланылатын болады (Миндесс және басқ. 2003: 177-181).

Ұялы бетон қоспасы қажет емес, сондықтан бетонды жабындар, әдетте, атап айтқанда, босату агенттер пайдаланып, төмен құлдырау кезінде орналастырылған. Алайда, су-азайту қоспалар су мөлшерін азайту үшін пайдаланылуы мүмкін, және осылайша, цемент сомасы су-цемент қатынасын қол жеткізу үшін қажетті. Цемент азайту және пластикалық қоспасы қатаю барысында шөгуінің және жол бетінің жылу деформациясы дәрежесін төмендетеді. Кейбір су қысқарту, сондай-ақ қоспалар жиынтығы баяудатқыштармен ретінде әрекет етеді. Су өткелдер толықтырулар бекітілген нысаны төсеуге немесе шағын қолдан жасалған сайттар үшін пайдалы болуы мүмкін.

Материалдардың сәйкестігі

Бетон орналастырылды көп түрлі материалдар, аса маңызды мәселе осы материалдардың үйлесімділігі болып табылады. Миндесс және

басқ. (2003: 167) Ол «қоспалар бетон басқа қасиеттеріне әсер етуі мүмкін, ескерілуі қажет» деп атап, Мысалы, күлдің ретінде жіңішке дисперсті минералды қоспалар сияқты басқа қоспалар, ертіп қоспалардың тиімділігін өзгертуге болады (Миндесс және бірлескен авторлармен 2003: 172). Әдетте, сол өндірушінің қоспалар, сондықтан, проблеманы ұсынуға кем ықтимал бір-бірімен үйлесімділігін және жатыр.

„ Бетон кейбір түрлері әр түрлі материалдардың арасындағы салдарынан болғандықтан жағымсыз сипаттамалары бар. Жағымсыз сипаттамаларға жатады:

1. Жұмысқа қабілеттілікті ерте жоғалту (ерте қаттылықтың берілуі)
2. Жиынтықтың кідіруі (тоқтап тұруы)
3. Бетонның кебу кезінде шөгуінің және автогенділігінің деңгейінің шамадан тыс болғандықтан сызаттардың ерте пайда болуы.
4. Әуе кеңістігінің тиісті жүйесінің болмауы (Кон және Таябиж, 2003: 62).

Ерте проблемалар қаттылығы, жеке цемент материалдар тұтқыр материалдар, қоспалар мен температура әсерінен арасындағы өзара іс-қимылды жатқызуға болады. Нашар зерттелген және тестілеу арқылы батыл қиын, және жоғары немесе төмен температура пайдалану туындаған проблемаларды көптеген факторлардың әкелуі (Кон және Таябиж 2003: 62-63).

Сәйкессіздік мәселелерін төменгі дәрежеге келтіру үшін, Кон мен Таябиж (2003: 63) бір көзден толықтырулар пайдалану ұсынылады. Өндірушілермен максималды мәнін пайдалануды ұсынады, және дизайн сипаттамасын және / немесе ASTM стандарттарына сәйкес келетін тек цемент материалдар жүргізіледі. Температураның айтарлықтай маусымдық өзгерістерге аймақтарда ол ыстық және суық ауа райында үшін жекелеген қоспалар болуы ұсынылады. Жоғарыда айтылғандай, Кон мен Таябиж (2003: 61) Олар С сыныпты күл ыстық ауа райында кейбір су қысқарту қоспалардың бар үйлесімділік мәселелерін тудыруы мүмкін екенін атап өтті.

Көлікді жолдардың Федералды басқаруы (FHWA Techbrief 2006:

(1) Бетон материалдарды сыйыспайтын тіркесімдерін анықтау үшін хаттама орындау жөніндегі күтпеген немесе қолайсыз әсер әкелуі қолайлы материалдар, өзара іс-қимылының сәйкессіздігі деп анықтайды“:

• әлеуетті сәйкессіздік жөніндегі ескерту үшін қол жетімділік далалық қарапайым сынағына қатысты қатары.

• Трикальций алюминаты бар күлдің, пайдалану салдарынан жеткіліксіз ылғалдану бақылау сульфаты сәттік қойылатын әкелуі мүмкін.

• Кейбір түрлері су қысқарту қоспалар трикальций алюминий ылғалдану жеделдетеді.

• Температураның көтерілуі химиялық реакциялардың жылдамдығын көтереді және материалдардың болмашы сәйкестік комбинациясы сәйкессіз жасауы мүмкін.

• Бетон төсеу үшін құрылғыны араластыру жоқ белбеулер пайдалану проблемасын шиеленістіруі мүмкін.

• Екінші жағынан, кідіріс параметрі буын пластикалық шөгуінің және жарықшақ қаупін арттырады және кесіп қиындатады

• Химиялық реакциялар трикальций алюмината немесе төмен сульфаты қамтудың жоғары мазмұнмен желімдер бейнелеу цемент материалдарды келтіруі немесе жоғары мазмұнмен кальций оксиді бар күлде болады проблемалар тудыруы мүмкін.

• Жұмыс орнында мүмкін болатын мәндер түзетулер тұтқыр, көзі немесе сомасының өзара толықтыратын түрлерін қолдау кіреді; химиялық қоспаның немесе мөлшерлеме түрі реттеу; немесе қоспасы немесе ретпен температурасын мөлшерлеу өзгерістері (FHWA Techbrief 2006, Тэйлор және басқ. al.2006a, б).

Ван Дам және басқ.. (2005) Жүктемеге бетон ерте ашу күшін зерттелген. Осы бетондар әдетте 6-8 сағат немесе 20-24 негізделген жобалау үшін иілу беріктігін қалаған деңгейіне дейін көтерілуге тиіс болғандықтан, олар цемент және үлкен және одан да көп түрлі қоспалардың жоғары мазмұны бар. Осылайша, кейінірек проблемалар тудыруы мүмкін күш цемент қоспалардың және өзара үшін үлкен әлеует бар (Ван Дам және басқ. 2005: 6).

Талшықтардан жасалған темір арқауы

Темірбетон жол беттерін үшін кеңінен қолданылады. Ерекшеліктері болат және синтетикалық талшықтар қолданылады қабаттарын және UTW, үсті байланысты, синтетикалық талшықтар хотасы әлдеқайда кеңінен қолданылады. Талшықтар бетон беріктігі және иілісі шаршау сипаттамаларын жақсарту үшін әзірленген(ACI Комитеті 325 2006: 9). Кез келген жағдайда, бетон және тротуар салу талшықтарын пайдалана артықшылықтары, ол сандық қиын екенін көрсетті. Талшықтар жабыны жобалау StreetPave бағдарламалық қамтамасыз енгізілген 12 және 11 бөлімде қаралуы тиіс.

Болат талшықтар жіктер арасындағы үлкен олқылықтар бар жұқа жабындар дамыту үшін пайдаланылады, бірақ бұл қиындықтар әкелді. «1980 жылдары, бірнеше темірбетон азаматтық аэродромдар және

аэродромдар бойынша тротуар, және әскери-теңіз флоты жаңа әдістемесін пайдалана отырып, салынды. Олар (кейде тек 100 150 мм (4-тен 6 дюйм) салыстырмалы жұқа және үлкен болуы және 15 немесе 30 м (50 фут немесе тіпті 100) Шөгу буын арасындағы қашықтық бар қалыңдығын үрдісі. Көп ұзамай ол кең таралған бұрыштық аралығын хабарлады аталған жабу. Олардың жұқа қимасы қатысты планда мөлшері пластиналар керлинг өрісті алуға пластинаның жоғарғы және төменгі бөліктері арасындағы өте кішкентай біркелкі шөгуінің талап етеді. «Осы плиталар бойынша трафик үшін ашқаннан кейін кез келген бұрыштық кемшіліктері болады (Роллингс 2005: 170-171).

Тарау 7
Қоспаны таңдау және мөлшерлеу

Сапалы материалдар таңдап алынғаннан кейін, жаңа және қатып қалған бетонға қойылатын талаптарға жауап беретін, сонымен қатар пайдаланудың экономикалық пайдасын сақтай отырып, жобаға арналған бетон қоспасын өндеу қажет. Бетон екі күйінде де жобаның талаптарына сәйкес болуы міндет. Жаңа күйінде, басты сипаттамасы технологиялылық болып табылады. Қатып қалған күйінде беріктігі мен төзімділігі орындалуы тиіс. Егер жаңа бетонның қасиеттері қанағаттанғысыз болса, бетон тиісті түрде орналастырылып, нығыздалып және өңделе алмайды, және оның қатқан кездегі қасиеттерінің маңызы болмайды. Осы тарауда бетонның қарапайым түрлері қарастырылады. Өткізгіш бетон мен катокпен нығыздалған бетон қоспалары 12 және 15 тарауларда тиісінше талқыланады.

Ұзақ мерзімді жабындар үшін жоғары өнімділігі бар арнайы қоспалар анықталуы мүмкін. Идеалында, мұндай қоспалардың әдетте жоғарғы сапалы және жақсы іріктелген ірі толтырғыштары бар; ауаның мақсатты мөлшері (ара қашықтық коэффициенті <0,20 мм [0,008] мен 6 дан 8 пайызға дейін), қатыру-еріту кезінде жоғарғы қорғаныш үшін қажет; жердің тиісті мөлшері, түйіршіктелген қож немесе ұшпа күл өткізгіштіктің кемуіне қызмет етеді; және су мен цементтің қатынасы 0,40 тан 0,43 дейін құрайды. Тағы да бір талабы ең үлкен 28 күнгі хлорид өткізгіштігін (ASTM C 1202) 1500 өткізгіш бетон үшін өзіне қосуы мүмкін. Дұрыс емдеудің сондай-ақ маңызы бар "(Тэйлор және т.б 2007: 16).

Бетон қоспаларын мөлшерлеу үшін ең жиі қолданылатын әдісі қалыпты, ауыр салмақты және бүтін бетонға арналған пропорцияларын таңдау үшін ACI 211 Комитетінің стандарттық тәжірибесі болып табылады, 211.1-91 (ACI 211.191, 1991). Бұл әдіс 10 тарауда Миндесс және т.б. (2003: 221-242) және 12 тарауда Косматка мен Уилсонмен талқыланады (2011: 231-262). Бетон қоспаларын өңдеу сонымен қатар қасиеттері бойынша мысалдары мен ұсыныстарымен бірге, 6 тарауда интеграцияланған материалдар мен құрылыс тәжірибелері (IMCP) (Тэйлор және т.б. 2007) талқыланады. Бұл процедура келесі қадамдарды қолданады (Миндесс және т.б. 2003: 227-236)

• Қажетті ақпаратты жинау. Бұл келесіні қосады:
• Ірі және ұсақ толтырғыштардың сит талдауы (градацияларды үлестіру)

• Ірі толтырғыштың құрғақ салыстырмалы салмағы

• Ірі және ұсақ агрегаттардың сусымалы меншікті тығыздығы мен жұту сыйымдылығы

• Тақтаның қалыңдығы (ірі толтырғыштың максималды өлшемі ең кіші өлшемділіктен кем немесе 1/3 тең болуы тиіс).

• Қажетті беріктігі

• Өңдеу шарттары

• Жол жабындары үшін, қағида бойынша, 25-75 мм (1-3 дюйм) шөгуді таңдап алыңыз, бекітілген нысандар үшін жоғары, қалып майын пайдалану үшін төмен шөгуді таңдап алыңыз.

• D-жарылуының бар болуы төмен мөлшерлі толтырғыштың қолданылуын талап етсе де, жол жабынының қалыңдығының 1/3 максималды жиынтық мөлшерін таңдаңыз. Көптеген салаларда, 19 немесе 25 мм (3/4 немесе 1 дюйм) ең үлкен қолжетімді мөлшер болуы мүмкін.

• Су мен ауаның мөлшерін анықтау. Судың ең аз мөлшері, әдетте, конструкциялық бетонға қарағанда, бетон үшін жабындар үшін қолданылады, себебі мұнда шөгу деңгейі төменірек. Сомасы суды редукциялайтын қоспалармен қосымша азайтылуы мүмкін. Оңтайландырылған жиынтық түйірөлшемділікті мөлшерін қолдану суды қажетсінуді азайтады. Судың мөлшері максималды ірілікті толтырғыштың қолданылуына негізделген (және, солайша, қоспалар пропорциялары) және экспозиция жеңіл, бірқалыпты немесе ауыр болып табылатынына негізделген. ACI 211,1 75 мм (3 дюйм) өлшеміне дейінгі максималды ірі толтырғышқа арналған кестелер келтірілген.

• Су/цемент қатынасын анықтау (ж/с) немесе су/цементтеу материалдары (Вт/см). Ол кішісіне байланысты, кез келген беріктік немесе ұзақ мерзімділікке негізделген.

• Цементтің немесе цементтеу материалдарының мөлшерін есептеу. Бұл суды ж/с (немесе ж/см) бөлу жолымен анықталады. Бұл егер ұшпа күлі және/немесе қож цементі қолданылатын болса, цементтің, немесе барлық цементтеу материалдарының жалпы мөлшерін береді. Егер ұшпа күл немесе қож цементі қолданылатын болса, олар салмағы бойынша немесе көлем бірлігінде цементті ауыстырады, бірақ олар тең емес, себебі бұл материалдардың салыстырмалы салмағы цементтің салыстырмалы салмағына тең емес. Суды редукциялайтын қоспаларды қолдану жолымен судың мөлшерінің азаюы сондай-ақ дәл сол қатынас үшін қажетті цемент мөлшерін азайтады.

• Ірі толтырғыштың мөлшерін бағалау. Бұл толтырғыштың максималды өлшемі мен құмның FM (майлау потенциалына) байланысты. Үлкен толтырғыштарда толтырғыштың үлкендеу көлемі қолданылады,

себебі толтырғыштың ірірек бөлшектері төмендеу ірі толтырғышты, ұсақ толтырғышты және цемент қоспасын ауыстырады. FM қолдану кезінде, ірірек толтырғыш қолданылуы мүмкін, себебі ұсақ толтырғыштың төмен мөлшері технологиялылықты майлау және қамтамасыз ету үшін қажет.

• Ұсақ толтырғыштың мөлшерін бағалау. Қазіргі кезде су, цемент, басқа тұтқыр материалдардың және ірі толтырғыштың массалары белгілі. Осы материалдардың тиісті салыстырмалы салмақтарын қолдану арқылы, ауа пайызы сияқты, текше метрге немесе текше ярдқа көлемдері де белгілі болады. Бетон көлеміндегі қалғанның барлығын ұсақ толтырғыш толтыруы қажет. Ұсақ толтырғыштың көлемі мен ұсақ толтырғыштың салыстырмалы салмағы массаны анықтау үшін қолданылады.

• Ылғалды реттеу. Алдында өңделген судың араласуын бағалау, толтырғыштың қанықкан құрғақ бетінің (SSD) негізінде орындалады. Егер толтырғыштың беттік ылғалы болса, ол су қоспасына қосылады, және ылғалды толтырғыштың тым көп мөлшері қажет болады. Егер агрегат құрғақ болса, ол судың араласуын шегереді.

• Байқалатын партияны дайындау. Осы уақытқа дейін анықталған навескалар, зертханада тексерілуі қажет бағалаулар болып табылады. Су мен суды ұстап қалатын қоспаларды дұрыс шөгінділер мен ауа мөлшеріне жету үшін түзету қажет. Қоспаның өнімін анықтау үшін салмақ тексерілу қажет. Байқалатын партиялардың осы уақытқа дейін шыққан жері болып табылатын сипатталған маңызды мағынасы, қадамдары бар.

Бетон үшін судың мөлшері мен ерітінді, шөгінділердің деңгейін азайту үшін минимумға келтірілуі қажет. Судың жалпы мөлшері 145 кг/м3 (250 фунт/ярд 3) құруы қажет, ал ерітіндінің жалпы көлемі 60% аз болмауы қажет (Халл және т.б. 2005: 22). Бұл үшін суды редукциялайтын қоспалардың қолданылуы қажет болуы мүмкін. Алдында белгіленгендей, толтырғыштың оңтайландырылған өлшемі сондай-ақ суды қажетсінуді азайтады.

Жеңіл салыну

Технологиялылық жаңа төселген бетонның қабатталмай орналасуының, шоғырлануының жеңілдіктеріне және сипаттамаларына жатады. Шөгінділер сынақтамасы жиі қарастырылғанымен, бұл тез, арзан және қарапайым сынақтама қанағаттанарлық өңделу үшін қажетті барлық факторларды өлшеу үшін арналмаған. Қалып майының көмегімен салынған бетон жабындары үшін, өңделу факторлары өзіне келесілерді

қосады:

• Тасымалдау және орналастыру кезіндегі қабатталудан қалай құтылу мүмкін

• Шоғырланудың қарапайымдылығы

• Іс жүзіндегі азаю шетісіз жақсы қалыптасқан шеттер

• Минималды немесе қолмен әрлеу талаптары (Кон және Таябиж 2003: 57).

Жоғарыда сипатталған процедураға сәйкес, шөгіндінің қажетті деңгейі бақыланатын партиялар үшін судың мөлшерін таңдау үшін қолданылады. Қалып майының көмегімен салынған бетон, шеттерінің кенеттен түспей, өздігінен орналасу үшін, едәуір қатты болуы қажет, сондықтан әдеттегі шөгінділер 25-50 мм (1-2 дюйм) немесе бұдан төменді құрайды.

Шеткі түсулер жиі қоспадағы судың шамадан көп мөлшерін көрсетеді. Бетонның түсуі бекітілген төсеніш нысаны үшін жоғары болуы мүмкін. Технологиялылық басты түрде судың мөлшерімен шартталғанымен, басқа факторлар да оған әсер етеді:

• толтырғыш өлшемі, сұрыпталу, бөлшектердің нысаны, судағы қажетсіну, құбылмалылық.

• Цемент-Цемент мөлшері, судағы қажетсіну.

• Күл (егер қолданылатын болса) – бастапқы жиынтықта, судағы қажетсіну, мәрелі өңделудегі әсері.

• қож цементтері мен GGBFS- кесуге әсері

• Су-Су жалпы көлемі

• Ауатартқыш қоспалар технологилылықты жақсартады; жұмыс қабілеттілігінің бір мезгілдегі жоғарылауы кезінде суға сұраныстың төмендеуі» (Кон және Таябиж 2003: 57).

Төзімділік шегі

ACI 211,1 таңдау/ц немесе Вт/см қатынасы үшін қысу кезіндегі беріктік шегін қолдану қажет. Әдеттегідей, иілу кезіндегі беріктік шегі бетонды қысу кезіндегі беріктіктің 10 % шамасын құрайды. Бұл ең жақсы байланысты қамтамасыз ететін толтырғыштың ұнтағын пайдалану кезінде салыстырмалы жоғары, және қиыршық тас сияқты дөңгелек толтырғыштардан төмен. Беріктікке тарихи екпін, алайда, міндетті түрде жол жабынының жақсы өнімділігіне әкелмейді. Қысу кезінде ешбір жабын ешқашан бұзылмағанын батылдықпен айтуға болады, демек жұқа жабындар артық тиеуге ұшырап және иілу немесе жылжу жерінде түсіп кетеді. Шынында, беріктікті күшейтудің жалған әрекетінде це-

менттің тым көп мөлшерін, жаяужол бетон қоспасын қосумен көптеген мәселелер туындаған.

Бетон жабындары қажу үшін арналған. Қажу, әдетте, материалдың тұрақсыздығынан төмен орналасқан, созылуға салынған циклді жүктемеден пайда болған материалдың беріктігінің нашарлауы болып табылады. Қажу мәселе болып табылады, себебі жүктемелерді көтеруге бейімделген материал, дәл сол жүктеме циклді көп рет іске асырылған кезде бұзылуы мүмкін. Кезеңдік түрде түсірілген жүктеме жарықтардың пайда болуына әкеледі. Жарық едәуір ұзындыққа жеткен кезде, материал бұзылады, сондықтан түсірілген жүктеме материалдың беріктік шегінен асатын бұзылуын тудырады» (Тит-Гловер және т.б. 2005: 30).

Қажуға арналған құрылыс жолдың бұзылуы мен бетонның иілгіш беріктігінің арасындағы (C.P.) кернеулерінің қатынасына негізделген.

$$sR = (\sigma/\mathrm{MOR}) \quad (7.1)$$

мұндаσ бетондағы созылу жүктемесімен индукцияланған кернеуі, және MOR – бетонның иілуі кезіндегі үзілу немесе беріктік шегінің модулі болып табылады. Қоспаның дизайны мен 111 мөлшерлеудегі кернеулердің қатынасы кезінде, бетон циклдердің көп емес санынан кейін бұзылады. Жүктеменің төмен дәрежесі кезінде, көптеген жүктемелердің әрекеттеріне қарсы тұра алады.

Бетонның иілу кезіндегі беріктік шегі, немесе MOR, иілуге сынаудың үшінші нүктесінің (ASTM C78 2002) немесе ортасының (ASTM C293 2002) көмегімен анықталады. Арқалықтар 150 × 150 × 500 мм (6 × 6 × 20 дюйм) құрайды. Үшінші сынау (ASTM C78 2002) қолайлы болып табылады, себебі үшінші сәуленің ортасы жылжусыз, таза иілуде орналасқан. Кейбір агенттіктер (ASTM C293 2002) нүктесінің орнына сынақтама орталығын қолданады. Үшінші нүктені тестілеу орталық нүктенің иілуін тестілеуге қарағанда тым төмен, бірақ тым жүйелі күшті нәтижелерді береді (Миндесс және т.б. 2003: 379). Қолданылуы мүмкін басқа сынақтамалар, созу беріктігін (ASTM C496 2004) және қысу беріктігін (ASTM C39 2005) қосады.

Жабындарға арналған сынау әдісі агенттікке байланысты. 1999ж. мемлекеттік тәжірибенің ACPA дерекқорына сәйкес, 12 мемлекет бетонды тексеру үшін иілуге беріктігін сынауды қолданды, олардың 9 үшінші нүктені қолданды және 3 жүктеменің орталық нүктесін сынау. Бір мемлекет үшінші нүктенің сынауын және қысу кезіндегі беріктік шегін қолданды. Басқа 21 мемлекет қысу кезіндегі беріктік шегін қолданған, ал 1 мемлекет беріктіктің созылуға ыдырауын қолданған.

АҚШ штаттары үшін иілудегі беріктікті сынауды қолданумен қажетті MOR 7,14 немесе 21 күн ішінде өлшенген (ACPA 1999c) 3100 ден 4500 кПа дейін (шаршы дюймге 450 фунт және 650) өзгереді.

Азаматтық авиациясының федералдық басқармасы (FAA) иілімге ұйғарынды беріктік күшінің аз дегенде 4100 кПа (шаршы дюймге 600 фунт) көлемін әуежайдың жабындары үшін 28 күн ішінде қажет етеді, демек бөлек жобалық сипаттамалар жоғарыда көрсетілуі мүмкін. Тек қана жеңіл ұшақты тасымалдайтын жаяужол үшін толық массасы 13500 кг (30000 фунтпен), 28 күнмен, шектеледі, қысу кезіндегі беріктігінің ең аз шегін 30,7 МПа (шаршы дюйм үшін 4400 фунт) қабылдау үшін қолданылуы мүмкін (FAA 2011: P-501-8).

Қабылдау үшін қолданылатын MOP мен дизайн үшін қабылданатын MOP бірдеу болмауы керектігін белгілеу жөн. Өйткені қажеттіден төмен MOP бар кез келген жабын қабылданбауы мүмкін, мердігер жоғары беріктікті бетонды ұсынады. Бұдан басқа, мердігер және инженермен ерте кері байланысты қамтамасыз ету үшін тестілеу 7 күннен кейін жасалуы мүмкін, бірақ жол жабынының қажулығының ұзақ мерзімділігін тексеру он жылдықтарға созылады. Осылай, жол киімін жобалау үшін жоғары MOP қолдану қажет.

Осы C.P. үшін, жабынның иілу қажулығының шамасы қашан өзгеретінін анықтау үшін, жүктеменің белгіленген қайталану санын болжайды. Келесі қажу теңдеулері Пакард және Таябижбен (1985) Portland (PCA 1984) цемент қауымдастығының жобалау процедурасы үшін жасап шығарылған:

$$\text{For } SR \geq 0.55, \log N_f = 11.737 - 12.077(SR) \qquad (7.2a)$$

$$\text{For } 0.45 < SR < 0.55, \; N_f = \left(\frac{4.2577}{SR - 0.4325}\right)^{3.268} \qquad (7.2b)$$

және ≤ 0,45, қайталану саны шектелмеген.

Жол жабыны үшін қажудың едәуір ұзақ қызмет мерзіміне қол жеткізу үшін Sr қысқарту қажет. Бұл не белгіленген жүктемемен асфальттағы иілу кезінде кернеуді азайту есебінен (оны қалың қылып), не MOR үлкейтудің есебінен жүзеге асырылады.

Жүктемелер мен конфигурациялардың әр түрлі шамаларының қажу әсерлерін біріктіру үшін, әрбір көлік құралы үшін Sr анықталады. Әрі қарай, 7.2 теңдеулері сияқты теңдеудің қажулығы әр C.P. үшін рұқсат етілген қайталау санын Nf есептеу үшін қолданылады. Және,

ақырында, гипотеза шығынды бағалау үшін қолданылады.

$$CDF = \sum_i \frac{n_i}{N_{fi}} \qquad (7.3)$$

мұнда я жүктемелер тобының немесе конфигурациялардың саны, п нақты немесе шамаланған я жүктеменің қайталану саны, және NFI я тобының жүктемесі үшін рұқсат етілген қайталану қатары. п/NFI қатынасы I жүктеме тобымен тұтынатын қажулық ұзақ мерзімділіктің жаяужол бөлігі болып табылады. КОР қатынас түрде көрсетілуі мүмкін, бұл жағдайда ол ≤1.0 болуы қажет, немесе ол 100 көбейтілуі және пайыз ретінде көрсетілуі мүмкін.

Жабын қажуының жаңа моделі ACPA StreetPave компьютерлік бағдарламасы үшін жасап шығарылған. Жағдайда қол жетімді болған беріктік параметрінің қосылуы мен қажудың қосымша деректерін қосу

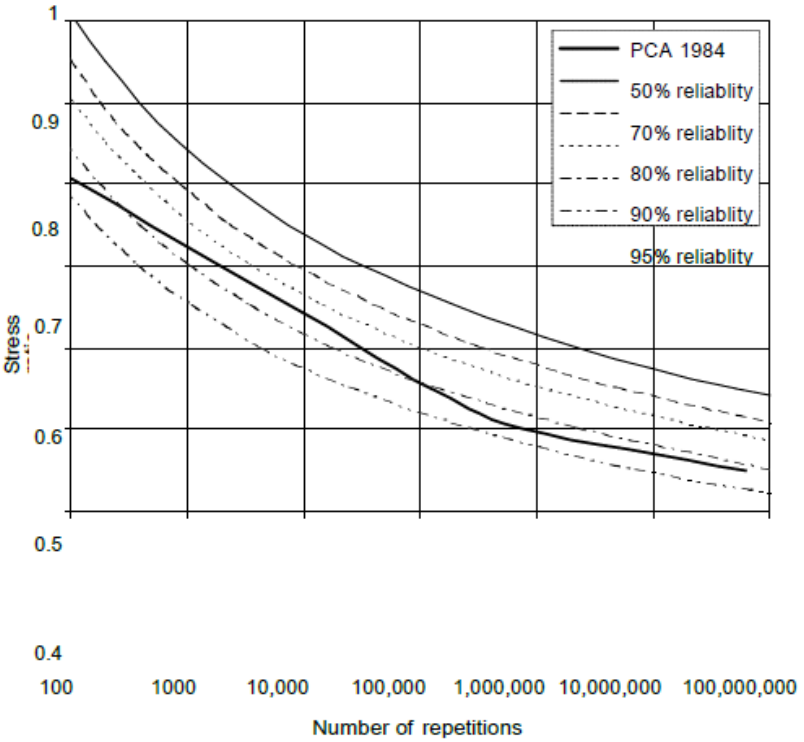
$$\log N_f = \left\lceil \frac{-SR^{-10.24}\log(1-P)}{0.0112} \right\rceil^{0.217} \qquad (7.4)$$

мұнда Р бас тартудың ықтималдығы және, олай болса, (1-Р), аман қалу ықтималдығы, және басқа айнымалы шамалар бұрын анықталғандай болып табылады. 7.2 және 7.4 теңдеулерімен ұсынылған қажу қатынастары 7.1 сур. салыстырылады. РСА 7.2 қажу теңдеуі, беріктіктің 90 % жуық эквивалентті екендігі анықталды, бұл жаяужолдардың тек 10 % ғана есеп кезеңінің соңына дейін істен шығу керек екендігі туралы куәландырады (Titus-Гловер и др. 2005). StreetPave Бағдарлама 11 тарауда талқыланады.

Төзімділік

Жабындар жиі қатаң жағдайлардың әсеріне ұшырайды. Берікті бетон қоршаған ортада төзімді; яғни ол қатыру-еріту циклосына байланысты минималды нашарлауды, бетон және оның қоршауының арасындағы жағымсыз химиялық реакцияларды (мысалы, мұзқатыртпауыш химиялық заттармен), немесе цемент пен портландцемент толтырғыштарының арасындағы ішкі реакцияларды сезеді. Бетонның төзімділігі жол жабынының ұзақ мерзімді өнімділігінің ең маңызды аспекті болып табылады (Тэйлор және т.б., 2007 18). Қатыру-еріту кезеңдері мен мұзқатыртпауыш химиялық заттардағы хлоридтер жол жабынының төзімділігі үшін едәуір мәселелерді туғызады. Берікті агрегаттардың пайдалануына қосымша төмен салмақ/с немесе Вт/см қатынасын қол-

дану қажет. Бұл қатынас беріктік үшін қажеттіге қарағанда төмен болуы мүмкін.



/Сурет 7.1 PCA, 1984 және StreetPave қатынастардың қажуын салыстыру. Trend bar -созылудың бағыты
Stress – Напряжение- қысым
% reliability - % надежности - сенімділікті
Number of repetitions – Количество повторений – қайталану саны

Қатыру мен ерітудің қайталанған циклдері, егер бетонның жақсы үлестірілген ұсақдисперсті ауа қуыстарының жүйесі болса, оны бұза алады. Ауа 6 тарауда сипатталған ауа тартқыш қоспалардың көмегімен тартылып алынады. Қатқан бетонда ауа қуыстарының жүйесі маңызды болғанымен, ауаның жалпы мөлшері жаңа бетонда өлшенеді. Ауаның

тиісті мөлшері ACI 211.1 (ACI Комитеті 211 1991) кестелерінің көмегімен анықталуы мүмкін. Қатып қалған бетонның ауа қуыстарының жүйесін петрографиялық талдауын қолдану арқылы бағалауға болады, бірақ бұл бағалаудың қымбат және сирек әдістері және олар ірі жобалардың шеңберінде қолданылады.

Кон және Таябиж (2003: 60) Ескерту:

• Байқау партиялары ауа тартқыш қоспалардың қажетті мөлшерін анықтау үшін қажет.

• Байқау партиясына арналған бетон белгілі уақыт жұмыс алаңында болуы керек, себебі ауаның 1 немесе 2% іріктеу кезінде жоғалуы мүмкін.

• Егер басқа факторлар тең болса, ауа мөлшерін арттыру бетон беріктігін азайтады.

• Қалып майлауының көмегімен орналастыру нығыздау кезінде ауаның мөлшерін 1 немесе 2% азайтуы мүмкін.

Қабыршықтану

Миндесс және басқалары (2003: 505) төмен қатынасы және төмен өткізгіштігі бар адекваттық ауа тартқыш бетонды пайдалану қабыршақтанудан ең жақсы қорғану болып табылатынын белгілейді. Мұнда қатыру-еріту кезіндегі төзімділікті қамтамасыз ету үшін қажетті түсініктерді қолданады. Алдында белгіленгендей, құрылыс әдістерінің де қабыршақтануға маңызды әсері бар.

Бетонның мұзқатыртпауыш-отқаққа беріктігі, бұл талаптар мердігерлермен қанағатандырылған кезде жақсарады:

1. Цементтің минималды мөлшері – текше ярдқа 564 фунт (ткше метрге 335 кг)

2. Су-цемент максималды қатынасы

3. Конустың төмен шөгуі – 4 артық емес (100 мм) (егер су редукторы қолданбаса)

4. Дыбысты, таза, берік, жақсы іріктелген толтырғыш

5.Ауа қуыстарының адекваттық жүйесі

6. Тиісті мөлшерлеу, араластыру, орналастыру, және өңдеу"(ACPA 1992a: 1).

Басқа екі маңызды элементтері – адекваттық қатаю және ауамен кептіру кезеңі. Ауамен кептіру кезеңі жабынның отқаққа қарсы беріктігін айтарлықтай жақсартады, мұзқатыртпауышты қолданғанға дейінгі 30 күн ішінде кебуге жағдай туғызады, дегенмен 0,40 немесе одан аз (ACPA 1992a) бетон үшін ерте экспозициясы ықтимал.

Сульфатты коррозия

Кон және Таябиж (2003: 59) бойынша, «топырақ немесе жер асты сулары сульфатты болса, цементтейтін материал (дар) сульфаттан тиісінше қорғалған болуы тиіс және су / цемент қатынасы тиісінше төмендеуі тиіс». Аталған қолайлы материалдар С3А көлемі төмен цементтен және қож цементінен тұрады. V цемент түрі С3А-ның ең төмен көлемін қамтиды, одан кейін II түр кетеді.

Арматура мен центрлейтін біліктер коррозиясы

Дәстүрлі бетон жаяужолдарына арналған арматуралайтын және орталықтандыру біліктері коррозияға ұшырайтын жұмсақ болаттан жасалған. Мұздап қалатын және еритін аудандарда эпоксидті жабыны бар дюбельдер мен арматура қазіргі кезде жиі пайдаланылады. Дюбельдердің коррозиясының алдын алу үшін әртүрлі материалдар мен жабындар зерттелген. Металл және эпоксидті жабыны бар анкерлі біліктер 2.4 және 2.6 суреттерде көрсетілген.

Олардың ішінде ең танымал және үнемді түрі эпоксидті жабыны бар біліктер болып табылады. Басқа металл материалдарын тот баспайтын болаттан және болат шағын қосылысты болат дюбель немесе тот баспайтын болат немесе мырыш қамтиды. Күшейтілген полимер талшықтары мен шыны талшықты полимерлі композициялық дюбель сондай-ақ зерттелген, бірақ диаметрі ұлғаймаса, төмен қаттылық әсерінен олар жүктемеге төзе алмайды.

Шөгу және жылу деформациясы

Бетон жол тақталарының жасы мен шөгуіне байланысты қысқарту және кеңейту өндірісі үшін маңызды болып табылады. Тақталардың үстіңгі және астынғы бөліктерінің толық немесе салыстырмалы деформациясы өте маңызды болып табылады. Қалыңдығы бойынша толықтай деформациялау қанша жіктерді ашып немесе жабу керек екенін көрсетеді, және тақталардың, негіздерінің және төсемелерінің үйкеліс әсерінен болатын салыстырмалы қысылу тақталардың созылуына жүк түсіреді.

Температура әсерінен болатын иілу көлбеуі бұйралану деп аталады, ал ылғал нәтижесінде болатын иілу көлбеуі шалыстану деп аталады. Олар тақталар бойымен жоғарыға немесе төменге қарай тоқтатуға әкеледі. Бұл 4.1 суретте көрсетілгендей өзара қосылмаған бұрыштардың сынуына әкеп соғады.

Күндізгі уақытта үстіңгі тақталар төменгілермен салыстырғанда жылы болғандықтан төменге қарай бұйраланады. Түнгі уақытта үстіге

қарай бұйраланады, және бұрыштары негіздің басынан жұлынып кетсе, бұрыштардың сыну қаупі бар. Тақта 24 сағатта бір толық кезеңнен өтеді.

Бетонды тақтаның ылғалдылығындағы дифференциялық өзгерістер деформацияға әкеледі. Бетон қатып жатқан кезде үстіңгі жағында ылғалы көбірек болады. Сондықтан кепкен кезде дифференциялық отыру тақтайды, тостаған қалпына келтіреді.

Кептіру кезінде шөгу және жылу деформациялары барынша азайтылуы керек. Кептіру кезіндегі шөгу цементті қоспаның әсерінен болғандықтан, қоспаның көлеміндегі цемент үлкен толықтырғыштарды (егер бар болса және D-шатынауына ұшырамаса) көбейтумен немесе толықтырғышты араластырумен азайтылуы керек. Уақытынан бұрын шатынауға немесе шөгуге әкелетін кейбір факторлар судың үлкен мөлшерінен, толықтырғыштардың араластыруынан және ірі көлемді толықтырғыштардан болады. Цементтің үлкен мөлшері (295 кг / м3 немесе 500 фунт/ярд 3 астам) және ұсақ құмды (FM 3.1-ден төмен) су қажеттілігін арттыруы мүмкін. Жиынтық градация қоспаның өңделуіне және көлеміне әсер етеді. Әртүрлі үлкен агрегаттар жылу әсерінен деформациялану және температураға сезімталдық көрсететін жылу кеңейтудің әртүрлі коэффициенттерін береді. Сонымен қатар, осындай үдеткіш және жетекші қысқарту ретінде қолданылатын кальций хлориді сияқты кейбір қоспалар, кептіру кезінде шөгуінің өсуіне әкелуі мүмкін (Халл және т.б. 2005:. 19-20).

Мөлшерлеу қоспасының үлгісі

Төменде қоспаның қатынасның екі үлгісі көрсетілген. Біріншісі 38 мм (1 ½ дюйм) ең үлкен өлшемдегі толықтырғышты пайдаланады, ал екіншісінде 19 мм (3/4 дюйм) толықтырғыш. Көп мөлшерлі үлкен көлемдегі толықтырғыш шөгуді азайтады.

Ірі түйіршікті толтырғыш

1. Қажетті ақпарат: 1-ші тип 3.15 нақты ауырлық цемент түрі; Майда толықтырғыштың үлесті салмағы (SSD) = 2,63, 2,70 ірілік модулі; 38 мм (1 ½ дюйм) ірі жиынтықтың ең жоғары мөлшері, үйілген үлесті салмағы (SSD), 2,68, құрғақ үлесті салмағы 1600 кг / м3 (100 фунт / фут3). Жол жабыны 250 мм (10 дюйм) болып табылады. Иілу кезіндегі қажетті беріктік 28 күн 4.1 МПа (шаршы дюймге 600 фунт) жергілікті тәжірибе материалдары негізінде 31 МПа (4500 PSI) шекті қысу күшіне шамамен сәйкес келеді. Жол үсті жабыны мұздатуға және еруге ұшырайды.

2. Шөгуді таңдаңыз: жол төсенішін майлау үшін шөгу деңгейі 25-50

мм (1-2 дюйм) құрайды.

3. Ең үлкен өлшемді толықтырғышты таңдаңыз: 38 мм (1 ½ дюйм) 250 мм (10 дюйм)-нің үштен бірі болып табылады.

4. Су мен ауа араластыруының құрамын бағалаңыз: ACI 211 (1991) Комитетінің кестесі бойынша, су 145 кг / м3 (250 фунт / ярд3) болып табылады. Суды редукциялайтын қоспаларды пайдаланған кезде сумен араластыру азайтылады. Ауыр жағдайлардағы эксплуатациялау кезінде ауа құрамы 5,5% құрайды.

Су / цемент қатынасы 5: ACI 211 (1991) Комитетінің кестесі бойынша, 0,44 қатынасы қажетті беріктікті береді. Рұқсат етілген ең жоғары коэффициенті 0,50, сондықтан сіз 0,44 коэффицентін пайдалануыңыз кажет.

6. Цемент құрамын есептеңіз: 330 кг / м3 (556 фунт / ярд3) қатынасын бөліңіз.

7. Ірі толықтырғыштың құрамын есептеңіз: ACI комитетінің 211 (1991) кестесінен ірі толықтырғыш пен ұсақ құмның ең үлкен мөлшерін индекстеу арқылы бетонның 0,73 бірлік көлеміне сәйкес келетін құрғақ ірі толықтырғыштың көлемін табыңыз. Оны 1168 кг / м3 (1971 фунт / ярд3) өндіру үшін ірі толықтырғыштың бірлік салмағына көбейтіңіз.

8. Ұсақ толықтырғыштың құрамын бағалаңыз: көлемін оның үлесті салмағына бөлу арқылы материалдың әрбір компонентінің мөлшерін анықтаңыз. Құрама материалдар әлі 0,74 текше метр (20,1 текше фут) құрайды, сондықтан қалғаны, немесе 0,26 текше метр (6,9 текше фут) ұсақ толықтырғыш болуы керек. 682 кг / м3 (1,131 фунт / ярд3) өндіру үшін ұсақ жиынтықтың бірлік массасына көбейту.

9. Жалпы ылғалды реттеу: су, толықтырғыштар SSD күйде тұрмаса, мөлшері ірі және ұсақ толықтырғыштар реттелу қажет.

10. Тәжірибелік паритяларды дайындау және сынау.

Қарапайым түйіршікті толтырғыш

19 мм (3/4 дюйм) толтырғыш жобалауы Миндесс және т.б. (2003: 236-239) бейімделген

1. Талап етілетін ақпарат, жиынтық мөлшерін қоспасақ, барынша бірдей.

2. Шөгу деңгейі бірдей.

3. Толтырғыштың ең жоғары мөлшері жабынды қалыңдығының кемінде 1/3 құрайды.

4. Су мен ауа араластыруының құрамын бағалаңыз: ACI 211 (1991) Комитетінің кестесі бойынша, су 165 кг / м3 (280 фунт / ярд3) болып табылады. Суды редукциялайтын қоспаларды пайдаланған кезде сумен

араластыру азайтылады. Ауыр жағдайлардағы эксплуатациялау кезінде ауа құрамы 6% құрайды. Ұсақ толтырғыштар судың көбірек көлемін қажет етеді.

5. Су / цемент қатынасы бірдей.

6. Цемент құрамын есептеңіз: су көп және сол қатынаста көбірек цемент қажет. 45 кг / м3 (80 фунт / ярд3) дейін артады, яғни 375 кг / м3 (636 фунт / ярд3) цемент керек.

7. Ірі толықтырғыштың құрамын есептеңіз: ACI комитетінің 211 (1991) кестесінен ірі толықтырғыш пен ұсақ құмның ең үлкен мөлшерін индекстеу арқылы бетонның 0,63 бірлік көлеміне сәйкес келетін құрғақ ірі толықтырғыштың көлемін табыңыз. Оны 1008 кг / м3 (1701 фунт / ярд3) өндіру үшін ірі толықтырғыштың бірлік массасына көбейтіңіз.

8. Ұсақ толықтырғыштың құрамын бағалаңыз: көлемін оның үлесті салмағына бөлу арқылы материалдың әрбір компонентінің мөлшерін анықтаңыз. Құрама материалдар әлі 0,74 текше метр (20,1 текше фут) құрайды, сондықтан қалғаны, немесе 0,26 текше метр (6,9 текше фут) ұсақ толықтырғыш болуы керек. 682 кг / м3 (1,131 фунт / ярд3) өндіру үшін ұсақ жиынтықтың бірлік салмағына көбейту.

9. Жалпы ылғалды реттеу: су, толықтырғыштар SSD күйде тұрмаса, мөлшері ірі және ұсақ толықтырғыштар реттелуі қажет .

10. Тәжірибелік паритяларды дайындау және сынау.

Алдыңғы мысалмен салыстырғанда аз мөлшердегі ірі толтырғыш көп мөлшерде су мен цементті талап етеді. Бұл қоспаның құнының және шөгуінің артуына әкеп соғады.

Ылғалды толтырғыш жағдайы үшін партияларды түзету

Алдыңғы мысалды жалғастыра отырып, ірі толтырғыш ылғалдығы 0,5%, және ұсақ толтырғыштың беткі ылғалдығы 4,2% делік. Өлшемдер реттелмеген болса, бетон қоспасы тым көп ылғалды болады да, шөгуі көбірек болады, ал күші мен беріктігі азаяды. Осылайша, ірі толтырғыш салмағы 1013 кг / м3 (1,710 фунт / ярд3) болу үшін 1,005-ге көбейтілуі тиіс. Сонымен қатар, ұсақ толтырғыш 766 кг / м3 (1,263 фунт / ярд3) ылғалды майда толтырғышты алу үшін 1.042-ге көбейтілуі тиіс. Енді, 5 кг/м3 (9 фунт / ярд3) ылғалды ірі және 31 кг / м3 (55 фунт / ярд3) ылғалды ұсақ толтырғыш судың құрамынан алынуы керек. Осылайша, су партиясы 129 кг / м3 (217 фунт / ярд3)-қа айналады. Толтырғыштардың ылғалдылығы тексеріліп отыруы тиіс, және қатынастары өзгерсе, қатынасы қайта қалпына келтірілуі керек.

Қосымша тұтқырлы материалдар үшін партияларды түзету

Цемент бөлігі қосымша цемент материалдарымен ауыстырылған болса, ауыстыру салмағы немесе көлемі тұрғысынан жүзеге асырылуы мүмкін, бірақ көбінесе қолданылатын - салмағы. Қосымша цемент материалдарында түрлі (әдетте төменгі) цемент үлесі бар болғандықтан, ұсақ толтырғыш құрамы түзетілетін болады (Миндесс және т.б. 2003 230-231).

Мысал ретінде, жоғарыда айтылған болжауға, бұл 19 мм (3/4 дюйм) толтырғыш қоспасы, 2,4 үлес салмағы бар күлмен цементтің 30%-ын ауыстыру үшін өзгертілуі тиіс. Цементтің жаңа құрамы 262 кг / м3 (445 фунт / ярд3). Күлдің салмағы жалпы цемент материалының 30%-ын құрайды немесе 113 кг / м3 (191 фунт /ярд3) болып табылады.

Дегенмен, төмен үлес салмағы бар күл көп көлем алады. Жаңа цемент көлемі 0.083 текше метр (2,97 текше фут), ал күлдің көлемі 0.047 текше метр (0,97 текше фут) болып табылады.

Ірі толтырғыш құрамы өзгермейді. Бұл 0,73 текше метр (19,7 текше фут) болатын ұсақ толтырғыштардан басқа барлық компоненттер көлемін арттырады, сонықтан құм көлемі 0,27 текше метр (7,3 текше фут)-ге дейін төмендейді. Осылайша, қайта қаралған құм салмағы 706 кг / м3 (1,191 фунт / ярд3) болып табылады. Күлді ауыстырған кезде сынақ партиялары ылғалданып кетеді, өйткені күл өңдеу өндірісін жақсартады және қоспадағы суды азайтады.

Су қажеттілігін төмендететін қоспалар үшін пакеттік түзетулер

Су-азайту қоспаларын түзету кішкене оңайырақ. Мысалы, төмен немесе орташа ауқымды су-азайту қоспасын қолдану арқылы су құрамының 10% азайтатын 19 мм (3/4 дюйм) (тек цемент) толтырғышқа жасалатын бастапқы түзетуді қарастырайық. Су көлемі 149 кг / м3 (252 фунт / ярд3) -қа дейін төмендейді. Бұл жағдайда цемент көлемі 338 кг / м3 (572 фунт / yarda3) -қа дейін төмендеуі мүмкін.

Қосымша цементтік материалдар түзетулеріне қоса жалпы құрамы өзгермейді. Бұл 0,69 текше метр (18,7 текше фут) болатын ұсақ толтырғыштардан басқа барлық компоненттер көлемін азайтады, сонықтан құм көлемі 0,31 текше метр (8,3 текше фут)-ке дейін көбееді. Осылайша, қайта қарастырылған құм салмағы 808 кг / м3 (1,360 фунт / ярд3) болып табылады.

Сынақ партиялар түзетілген қоспаларды бақылау үшін қажет.

Құрылысты тездету

Жөндеу немесе қалпына келтіру шараларын өте аз уақытта қаптамасыз ету қажетті болып табылады. Көптеген жағдайларда, бір түн немесе демалыс бойы созылады. Ван Дам және т.б (2005) аз уақытты жөндеуден кейін жол жүруге рұқсат беріле беретін бетондық қосылыстарды қарастырады. Жеделдетілген құрылыс үшін екі сілтеме ACI 325.11R бетон жамылғыларын қолдану үшін жедел-әдістері (ACI Комитеті 325 2001) және техникалық хабаршысы TB004.02 (ACPA 1994a) болып табылады.

FAA қарамағындағы әуежайларда, агенттік 3,800 кПа (550 PSI) мөлшерінде бір иілу кезіндегі беріктік шегін, немесе күту уақыты 14 күн болуды талап етеді (FAA 2011: P-501-25). Жеңілдеу аэродромдар үшін қысу кезіндегі беріктік шегі 24,1 МПа (3500 PSI) болып табылады. Әуежайлар жабынын салу кезінде, беріктігі жоғары бетондар қиылысатын рулежді жолдар жабуға қажет болуы мүмкін (Кон және Таябиж 2003:58).

Егер нысан бірнеше, тіпті, үш немесе төрт күн ішінде жабылатын болса, әдетте қарапайым бетон жеткілікті, ешқандай арнайы материалдар немесе олардың қоспалары талап етілмейді. Бір кезде, Кливленд, Огайо штатында халықаралық Кливленд Хопкинс әуежайында жаңа ұшып-қону жолағының құрылысы бойынша, бетон қоспаларының екі түрі әзірленді. Беріктігі жоғары, тез кебетін бетон қолданыстағы ұшу-қону жолақтарын және рулеждік жолдар үшін ұсынылды. Жобаның басында бетонның бұл түрін қолдану қиындығы пайда болып, мұқият жоспарланса, дәстүрлі бетонның пайдаланылуы мүмкін екендігі анықталды. Әдеттегі қоспаны пайдалану құрылысты оңайлатты (Пешкин т.б. 2006a, б).

Құрылыс объектісін тез көтеру

Бірсәттегі жабылуына бетонның сәйкес беріктігі 6-8 сағаттық трафик табыстауына жету үшін, құрылыс обьектісі кешке жабылып және келесі күні таңда ашылады. Тар терезенің жабылуы қолда бар жабынды жоюмен қатар жаңа жабынды жайғастыру қажет. Әдеттегі сипаттамалар 8.3-24 МПа (әрбір шаршы дюймге 1200-3500 фунт) қысымға беріктік немесе бұрылыс кезінде 1.8-2.8 МПа (шаршы дюймге 260-400 фунт) қысымға беріктікті талап етеді (Ван Дам и др 2005: 9). Әуежай түнде 4-6 сағ. бойы құрылыс жұмыстарында 5-7 МПа (шаршы дюймге 750-1000 фунт) қысымға шыдайтын бетонды талап етеді (Кон и Таябиж 2003: 58).

Бұндай жабылу түрі жабынның қарқынды көліктер қозғалыста-

рымен, үлкен шығындармен және кідірістермен қиындатылады. Әдетте бұндай жабылу түрі автожол мен ақылы жолдарға рұқсат етіледі. Мезгілден мезгіл әуежайдағы жабынның қайта құру жұмыстары бірсәттегі құрылыстармен шектеледі. Чарльстонда, Оңтүстік Каролина, және Саваннада, Джорджия штатындағы әуежайларында бірімен-бірі қиылыспайтын 2 ұшып-қону жолақтары бар. 1990 жылы Чарльстон жобасы және де 1996 жылы Саванна бұндай әдісті қолданды. Егер де бетон уақытында орналастырылмаса және өңделмесе, жиналатын панельдерді уақытша жол жабыны ретінде қолданады және жабылу кезінде алып тасталады. Қиылысу аумағындағы барлық тақталар бірнеше бірсәттілік жабылу кезінде ауыстырылған. Бұл әуе ақпарат тасымалдардың күндізгі уақытта үзіліссіз жалғастыруына мүмкіндік береді. Толығырақ зерттеулерді Пешкин және бірлескен авторлар талқылайды (2006а, б).

Ван Дам және басқалары (2005:A-1-A-2) 6-8 сағат бойы жақсы өнімділігін, және үш CPB бетонына 20-24 сағат болатын CRB бетон қоспаларының үш құрылысын мысалға келтіреді. Олар 7.1 кестесінде берілген.

Көпшілік 6-8 сағаттық CPB қоспалары бұрында өздерінің цемент түрлеріне үміт артқан, бірақ қанағаттанарлық қоспалар кәдімгі цементтен жасалынуы мүмкін. Degussa қоспасы (қазіргі заманда BASF ConstructionChemicals) 4 сағатта 2,8 МПа (шаршы дюймге 400 фунт) жеткен патенттелген жүйені (4 × 4 ™) шығарды. Жүйе III типтегі цементті немесе өте жылдам қататын I немесе I/II типтегі цементтерді және қадағаланатын қоспалардың кең жиынтығын қолданады. Бұл жүйе алғаш рет Калифорния көлік департаментінде қолданылған. Сол уақыттан бері Калифорния, Алабама және Батыс Вирджиния штаттар арасындағы автомагистральдарында және Филадельфия әуежайында қолданылды (Bury және НМКАИ 2005).

7.1. кесте. Бетондық қоспаны құрастыру мысалдары

Құрамы	1 қоспа	2 қоспа	3 қоспа
Цемент 1 типі	525 кг/м3 (885 фунт/ярд3)	525 кг/м3 (885 фунт/ярд3)	425 кг/м3 (716 ярд3)
Су мен цементтің қатынасы	0.40	0.36	0.40
Түр үдеткіші	хлоридсіз	хлоридсіз	Кальций хлориді
Су редукторы	Ақпарат жоқ	Ақпарат жоқ	Ақпарат жоқ
Үлкен толтырғыш	1030кг/м3 (1736фунт/ярд3)	1030 кг/м3 (1736фунт/ярд3)	1030кг/м3 (1736фунт/ярд3)
Шағын толтырғыш	427кг/м3 (720фунт/ярд3)	482 кг/м3 (812фунт/ярд3)	425 кг/м3 (716фунт/ярд3)
Ортақ құлау	140 мм (5.5ин)	70 мм (2.75ин)	65 мм (2.5ин)
Орта ауаның мөлшері	5.0%	5.0%	5.6%
8-Н беріктік шегі	16.4МПа (2375пси)	20.4 МПа (3000пси)	17.0МПа (2465пси)
28-күндік беріктік кезіндегі қысым	44.0МПа (6400пси)	56.3 МПа (8150пси)	53.8МПа (7800пси)
Бұрылыс кезіндегі қысым 8 Н	2.4 МПа (350пси)	3.0 МПа (435пси)	2.4 МПа (350пси)
20-24 сағ СРВ бетонының өнімділігі жақсы болған жағдайда 4,5, және 6 қоспалары ауатартқыш қосымшалардан жасалған			
Құрамы\ қасиеті	1 қоспа	2 қоспа	3 қоспа
1типтегі цемент	400кг/м3	400 кг/м3 (678фунт/ярд 3)	475 кг/м3 (805фунт)
Су мен цементтің қатынасы	0.43	0.40	0.43
Түр үдеткіштері	хлоридсіз	хлоридсіз	Кальций хлориді
Су редукторы	Ақпарат жоқ	Ақпарат жоқ	Ақпарат жоқ
Үлкен толтырғыш	1030кг/м3 (1736фунт/ярд3)	1030 кг/м3 (1736фунт/ярд3)	1030кг/м3 (1736фунт/ярд3)
Шағын толтырғыш	628кг/м3 (1060фунт/ярд3)	659 кг/м3 (1010фунт/ярд3)	659кг/м3 (1110фунт/ярд3)
Ортақ құлау	85 мм (3.35ин)	50 мм (2ин)	150 мм (6ин)
Орта ауаның мөлшері	6.6%	5.7%	5.9%
20-Н беріктілік шегі	24.5МПа (3550пси)	19.9 МПа (2890пси)	17.8МПа (2580пси)
28-күндік беріктілік кезіндегі қысым	46.0МПа (6670пси)	40.6 МПа (5890пси)	39.3МПа (5700пси)
20-қысым шегі	3.4 МПа (490пси)	3.8 МПа (550пси)	3.6 МПа (520пси)

Әдебиет: Ван Дам, Т.Я. және т.б. 2005, «Төсемді оңалтуға арналған ерте ашылуы үшін портландцементтік бетонына нұсқаулық», NCHRP баяндама № 540, Мемлекеттік бағдарлама Washington D.C.: Бірлескен шоссе зерттеулері, көлік ғылыми-зерттеулер кеңесі. А-1-А-2. Қолжетімді сайты http://trb.org/news/blurb_browse.asp?id=2.

Демалыс күндеріндегі құрылыс

20-24 сағат бойы бұрылыс кезінде талап етілетін беріктікті қамтамасыз ететін бетон түрлері демалыс кезіндегі жабылуға қолдануға болады. Әдетте, бұлар ауқымды жобаларға қолданады, және де көбірек құрылыстарды және бұзуларды өзіне тартады. Қанағаттандырарлық жұмысты қамтамассыз ететін қоспалар құрылмалары 7.1 кестесінде берілген. Ашылуға арналған беріктік талаптары, әдетте, түнгі жабылулармен бірдей, бірақ бұл мақсатқа жету уақыты көбірек. Әуежайлар 14-21 МПа (шаршы дюймге 2000-3000 фунт) қысымы түнгі құрылыс жұмыстары кезіндегі 24 сағаттық беріктікті талап етеді (Кон және Таябиж 2003: 58).

ЕоТ бетонының беріктілігі

Төзімділік проблемасы маңызды мәселелердің бірі болып саналады. Себебі жабындарға өте қатты күш түсіріледі. Ал қысқа терезе жабылуы қолжетімді болады және бетондары берік болып келеді. Ван Дам және т.б (2005: 19) 20-24 сағаттық СРВ бетонына қарағанда, 6-8 сағатта қататын СРВ бетонында цементтің көбірек мөлшері және төмен с/с коэффициенті болады. III типтегі цемент түрі және су редукторы 20-24 сағаттық СРВ бетонына қарағанда, 6-8 сағаттық СРВ бетонына қолданады.

Зертханалық сынақтардан алынған қорытындыдан 20-24 сағаттық қоспаларға қарағанда, 6-8 сағаттық қоспалар күткен жақсы беріктік көрсеткішін көрсеткен жоқ. Бұл қорытынды қатыру-еріту өнімділігінен, қоспалардың ұлғаюынан, мақсат етілген сипаттамаларға жету жолындағы қиындықтардың көбеюінен, шағын жарықтардың пайда болуынан, ерітіндінің гомогендік деңгейінің төмендеуінен, және де шамадан артық сіңіру деңгейінен байқалды. Бұл 6-8 сағаттық СРВ бетон қоспаларының жасалмайтыны туралы айтпайды. Бұл қоспалар тек қана мақсат етілген беріктікке қатысты сипаттамаларға жету қиындықтарына көрсетеді. Бұл жабылу уақытын қысқарту кезінде 20-24 сағаттық СРВ бетонына қарағанда, 6-8 сағаттық бетонды қолдану қауіп төндіретінін көрсетеді. Сондықтан төзімділікті 6-8сағ СРВ бетон қолданбас бұрын кеңейтілген алдын-ала сынақтар жүргізілуі тиіс.

Тарау 8
Жобалау негізі

Бетондық құрылымдар жиі қалыңдығы жағынан қабылданады, бірақ одан өзге факторлар маңызды болып келеді. Оларға түрі және жымдар арасындағы қашықтығы, JPCP арналған екі көлденең жымдар және барлық жол жабын түрлеріне жататын бойлай жымдар жатады.

Дренаж жүйесінің құрылысы 5 бөлімде талқыланған.

Бетон жабынының теориялық анализі өте қиын тапсырма болып саналады: геометриялық және бірлескен проблемалар, материалдық үлкею факторлары, қоршаған ортаның құрылымына әсері, анықталмаған қасиеттер мен материалдық орнындағы беріктігі, күрделі сызықты емес материалдың жауап қайтуы, қажу қабілеті, жүктеменің жылжып кетуі және т.б. Сәйкесінше, жабын дизайны аналитикалық және материалдық модельдерімен даму тенденциясына ие. Ал жымға қатысты және т.б. эмпирикалық тәжірибе арқасында жағымсыздықтардан алшақта ұстайды «(Роллингс 2005: 170).»

Егер топырақты негіз және болаттың қолдануы алдын ала құрылымдарда назарға алынса, кез келген арматураланған немесе алдын ала кернеуленген басты құрылымдар жақсы өнімділікті көрсетеді“(Ray 1981: 8).

Кез келегн бетон жабыны мен оған қатысты асфальтты жабыны бар аумақтар немесе көпірлер алдын ала назарға алынуы тиіс. CRCP жабынына, дизайн өзіне нақты болат мөлшерін таңдау шешімін қосады. CRCP арматуралау, көшулер және өзге де арнайы егжей-тегжейлі 16 бөлімде талқыланады.

Жол жабынына арналған негіз

Жер қыртысына байланысты жол жабыны k мәніне тіреледі. 5.1 кестесінде жердің түріне байланысты k мәнін қолдануға болады. K коэффициентінің төмен мағынасын құрылымның қалыңдығын өлшеудің қажеті жоқ, бірақ k коэффициентінің төмен мағынасын өзара қашықтықты өлшеуге қолдануға болады.

Осылайша, CTB жол жабынына қатты қабат қолданылады, одан кейін өңдейді, және үлкен K-мағынасы бірлескен ара қашықтықты өлшеуге қолданыла алады. Көпшілік нақты процедуралардағы жол жабынын жобалауы кезінде, қалыңдық k-мағынасына әсер етпейді.

Алайда, икемді немесе асфальтты жабындар жердің қаттылығына өте тәуелді болғандықтан, қалыңдық өте маңызды фактор болып табы-

лады. Сондықтан да, жабынға қолданылатын материалдар жол жабынының қалыңдығына емес, аязға төзімділігіне маңызды болып келеді. Бұндай сұрақтар 5 және 17 бөлімдерде қарастырылады.

Қозғалыс

Жол құрылымын құру проблемасын шешудегі 3 жол бар. Ең қарапайымы-әрине, тек қана жол көлігінің 1 түрін ғана назарға алу. Егер де сіз барлық түрлерді қарастырғыңыз келсе, әрбір топтағы белдіктер әсерін жеке-жеке қарастыруға болады, немесе барлығын бірге 80 кН (18-KIP) эквивалентті жеке белдіктерге ауыстырылуы мүмкін.

Көлік бірлігі

Кейбір көліктік жабындарға, ең алдымен, аэродромды немесе кәсіпорынды жабындарға, бірыңғай тәсіл қолданылуы мүмкін. Егер ауыр көліктің бір түрі басым болса, бұндай тәсіл жарамды болуы мүмкін, ал өзге жүктеулер асфальтқа қатты зақым келтірмейді. Бұл бүкіл көліктердің 80 пайызы жеңіл көліктерді құраса өте тиімді. Сол үшін, көліктің бір түріне арналған тәсілді құрау үшін бұрылыс кезіндегі жол жабының жүктеуі анықталады. Содан кейін, бұрылыс кезіндегі жүктеу ажырау модульдеріне бөліп күйзелу қатынасын және қажу моделі сияқты 7.2. және 7.4 теңдеулері ұйғарынды қайталаулар санын анықтайды. Сынаманың қалыңдығы жорылаған жүктемелер санын тапқанға дейін түзетіледі.

Аралас қозғалыс

Көпшілік көлік жолдары мен әуежайлар аралас жол жүрісі ағынына ие, және жалғыз болжам бұл көлік құралы қолданылмау қажет. Егер ол солай болса, 1984 PCA тәсілімен қабылданған дизайн тәсілі қолдануы мүмкін. Бұл есептеу әдістемесі жол жабынының әрбір көлік түрімен келтірілген зақымды есептейді. Содан кейін, ұйғарынды мағынадан асып кетпеуді қадағалау үшін, қызмет ету уақыты ішіндегі барлық зақымдар санын қосады.

Біріншіден, жол жабынының қалыңдығы алдын ала есептеледі. Кейін, аралас трафик ағынындағы әрбір көлік түрінен келген зақымды олардың жабынға түсіретін жүктемесіне қарап есептейді. Көліктік жолдарға көлік құралдары типтерге топтастырылады 8,9 немесе 17,8 кН қадамнан (2000 немесе 4000 фунт).

Әрбір көліктік құралдан келген зақымдар саны қосылады да ең максималды ұйғарынды мағынамен салыстырылады. 1984 PCA тәсіліне, 100 пайыз тозу закымы және 100 пайыз эрозиядан келгені 7.3 теңдеуін

қолдана отырып шешілген. Тозу немесе эрозия құрылымның қалыңдығын анықтай алады (PCA 1984).

Жол киімдерін жобалайтын басқарма (MEPDG) ұқсас, бірақ неғұрлым күрделі тәсілді қолданады. Залал әрбір маусым кезіндегі жүктеме әрбір топ үшін есептеледі. Жол бетінің жалпы шығыны көлденең крекинг рұқсат етілген ең жоғарғы шатынау, буын зақымдалуы, және т.б. көрсеткіштермен салыстырылады, содан кейін қажет болған жағдайда жобалау түзетіледі.

Әуежайларда жол беттерін тазалау үшін, әуе түрлерінің шектеулі санын ғана қарастырған жөн. Әрбір түрі бойынша қайталану немесе жеткілікті жабын саны дәл болжануы мүмкін. Жалға алушылар өзгермесе, болжамды әуе қозғалысы айтарлықтай өзгермейді.

ФАУ Консультативтік AC 150 / 5320-6E бағалау және әуежайларында жабындарды жобалау бойынша, «жол жобалау әдісі әуе кемелерінің жалпы салмағы негізінде орын алады. Жабыны ұсынылған объектіні әуе кемелерін барынша болжамды ұшу салмағын қанағаттандыруы тиіс. Есептеу әдістемесі жалпы салмақтың 95 пайызын және шасси ұшының 5 пайызын көздейді. FAARFIELD өндіруші ұсынған алғашқы жұмыс істейтін көптеген азаматтық әуе кемелерін және тауарларды ұсынады. FAA дизайндағы консерватизмді қамтамасыз ететін максималды ұшу салмағын пайдалануды ұсынады. Бұл жедел пайдалануды және болжамды қозғалысын өзгерту үшін пайдаланылатын болады. Консерватизм келетін әуе кемелері арқылы өтеледі» (FAA 2009:14).

Эквивалентті нормативті өстік жүктеме

AASHTO әр түрлі басылымдары қатты және иілгіш жол жабындары үшін жобалау бойынша, 1993 Guide (AASHTO 1993) және 1998 Қосымша (AASHTO 1998) арқылы, аралас трафиктің жабындарын өңдеу үшін эквиваленттік өсінің тұжырымдамасына сүйенген. Эквиваленттілік көпірінің факторлары дара, қосарланған немесе үш қабатты түрлі шамалар үшін, әр өстің салыстырмалы бұзу қуатын, бір өстің эквивалентті 80 кН (18-кипа) қабілетін анықтау жолымен өңдеп шығарылған.

Бұл эквиваленттілік факторлары, өске немесе ESALs эквивалентті дара жүктемелерінің 80 кН (18-Кип) санын анықтау үшін әр санатының өстер санына көбейтіледі. Кейін жаяужол ESALs белгіленген мөлшерін тасымалдау үшін арналған.

Эквиваленттілік коэффициенттері өске жүктеме шамасының төртінші дәрежесіне шамамен пропорционалды (Иодер и Витсак 1975: 154). Осылайша, өске жүктемені екі есе арттыру, тәжірибелік қағида сияқты,

жол жабынының бұзылуының 16 есе артық мөлшеріне әкеледі. Бұл қатынастың нақты болмуы, бірақ баға ретінде пайдалы болуы мүмкін.

Жол киімін жобалау үшін ESALs қолданумен байланысты екі мәселе бар. Біріншіден, AASHTO иілгіш және қатты жол жабындары үшін эквиваленттілік коэффициенттерінің әр түрлі кестелерін өңдеп шығарған, сонымен қатар жол жабындарының әр түрлі қалыңдықтары үшін нөмірлері ерекшеленеді. Сондықтан асфальтты және бетон жол жабындары үшін атаулы эквивалентті құрылымдарын салыстыру қиын. Егер олар сол көлік құралына арналған болса да, олар ESALs дәл сондай мөлшеріне есептелмейді.

Екіншіден, кейбір жеңіл өстер шын мәнінде, жабынның ешқандай бұзылуына әкелмейді және, осылайша, олардың нөлге тең эквиваленттілік коэффициенті болуы қажет. PCA қажусыз теңдеулерін қолданып, ≤0.45 кернеу коэффициенттерін шығаратын жүктемелер ешбір бұзылуларға әкелмейді және, олай болса, қайталаудың шектелмеген саны шешілетін болады. Дегенмен, AASHTO ESAL кестелері осы жүктемелер үшін эквивалентті факторларды анықтайды.

Шалыстану және түрінің өзгеруі

Қатты жол жабындарындағы кернеулер қоршаған орта мен көлік жүктемесінің әсерімен шартталған. Жол-көлік әсерінен болған бұзылулар жабынның қажулық төзімділігін анықтайды, сол уақытта бұраулар мен шалыстау есебінен болған қоршаған ортаға әсері бірлескен жол жабыны үшін максималды ара қашықтықты анықтайды. 2 тарауда белгіленгендей, бұзылулар арматуралық болаттың қолданылуына емес, беріктіктің иілуге кедергісіне байланысты. JRCP және CRCP арналған арматуралық болат жарықтардың бірге сақталуы үшін жай қолданылады.

Бураумен және шалыстанумен пайда болған бұзылулар, L тақтасының ұзындығы мен л салыстырмалы қаттылықтың радиусының қатынасына байланысты. л салыстырмалы қаттылықтың радиусы қамтамасыз етіледі

$$f = \sqrt[4]{\frac{ED^3}{12(1-\upsilon^2)k}} \qquad (8.1)$$

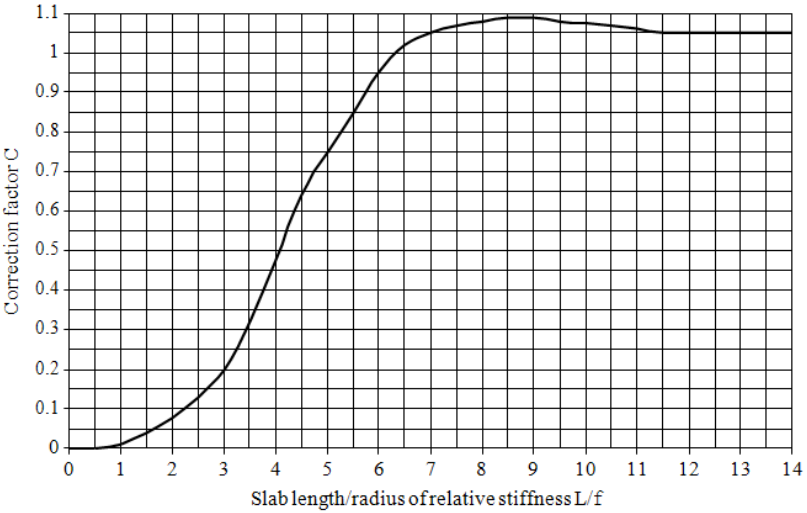
мұнда E бетон серпімділігінің модулі, D жабынның қалыңдығы, к топырақты табанның модулі және υ Пуассон бетон коэффициенті болып табылады, әдетте, 0,15 қабылданады.

ℓ ұзындық бірліктерінде орналасқандықтан, L/ℓ қатынасы өлшемсіз

болып табылады. Хуан (2004: 151-152) E = 27,6 ГПа (шаршы дюймге 4000000 фунт) және к = 54,2 МПа/м (шаршы дюйм/в 200 фунт) болғандағы, қалыңдығы 200 мм (8 дюйм) тақтасы үшін салыстырмалы қаттылықтың радиусын есептеу мысалын келтіреді. 8.1 теңдеуінен, ℓ = 776 мм (30,6 дюйм).

Бұрау температурасына байланысты тақтаның шеткі кернеуі келесіні қамтамасыз етеді

$$o = \frac{CE\alpha_t \Delta t}{2(1-\upsilon^2)} \qquad (8.2)$$



Сурет 8.1 Соңғы тақта үшін кернеу шалыстануын түзету коэффициенттері. (Брэдбери Р.Д. 1938. Темірбетонды жаяужолдар, Вашингтон, Колумбия округі: Арматуралау Институты)

Correctior factor -тузелмелі фактор

Slab length/ radius of relative stiffnesslif-плита ұзындығы/қаттылығына қатысты ауданы

Мұнда αt жылулық ұлғаюдың нақты коэффициенті, және DT тақтаның жоғарғы және төменгі бөліктерінің арасындағы температуралардың айырмашылығы. С тақта үшін түзету коэффициенті болып табылады, Брэдбери (1938) өндеп шығарған диаграммасының L/л көмегімен анықталады.

Тым қатты негіздің немесе түп негіздің (к жоғары) төменгі л әке-

летінін, және, осылайша, дәл сол бірлескен интервал үшін L/л жоғарғы шамаларына, тым жоғарғы C коэффициенттеріне, және бұйралау үшін тым жоғары кернеулеріне әкелетінін атап кету жөн. Бұдан басқа, тым қатты к болғанда, жабынның қажетті D қалыңдығы жиі азаяды, бұл л одан да қатты азаюына әкеледі. Жетілдірілген, тым қатты негіз бен төсеме қабаттарды және жұқа жабындарды пайдалану тиісті бірлескен ара қашықтықты азайтусыз бұралу мен шалыстанудың себебінен жарылудың тым үлкен жиілігіне әкеледі.

Хуанг (2004: 151-152) жоғарғы мысалын қолданып, шалыстанудан болған бұзылулар тақтаның ұзындығына 7,6 м (25 фут) және еніне 3,7 м (12 фут) болып есептелуі мүмкін. Lx/ℓ = 9,81 және Ly/ℓ = 4,71, сол себептен Cx = 1,07 және Cy = 0,63. Егер тақтаның жоғарғы және төменгі бөліктерінің арасындағы температураларының айырмашылығы 11,1 ° C (20 ° F) құрайды, жылулық бетонының коэффициенті αt = 9 & bull; 10-6/& deg; C (5 & bull; 10-6/& deg; F), ал бойлық бағытта 1,48 МПа (шаршы дюймге 214 фунт)кезінде шалыстану болады. Егер тақта ұзындығы 4,6 м, (15 фут) дейін азайтылса, онда Lx/ℓ = 5,89 және Cx = 0,93. Тақта ұзындығы қаншалықты қысқа болса, соншалықты 1,28 МПа (шаршы дюймге 186 фунт) кернеу төмен болады.

Жылулық деформация теңдеуі εt = αt дт болғандықтан, жоғарғы және төменгі тақтаның арасындағы Dεsh дифференциалдық шөгуі үшін 8.2 теңдеуін модификациялауға болады:

$$o = \frac{CE\Delta\varepsilon_{sh}}{2(1-\upsilon^2)} \qquad (8.3)$$

Шалустану, күні бойы қыздырған кезде шалыстануды тудырып (оң температуралық градиенті) және түнгі уақытта жоғарыға бұралуды тудырып салқындатуды (теріс температуралық градиент) тудырып тәуліктік циклде болады. Тақтаның төменгі жағында, жерде, аса тұрақты температурада қалады. Созу кернеулері бір күн ішінде тақтаның жоғарғы бөлігіне және түнгі уақытта тақтаның төменгі бөлігіне келтіріледі.

Осыған қарама қарсы, жабын қатқан және кепкен кезде деформациялау бір рет болады. Әдеттегідей, ылғал тақтаның жоғарғы жағына кетеді, әсіресе бас тарту тәжірибелері адекватсыз болса немесе төсеме қабат тұрақсыз болса. Тақтаның жоғарғы және төменгі бөліктерінің арасындағы ауытқымалы шөгу оның себебі болуы мүмкін. Бұл тақтадағы тұрақты өрлеме қиғаштануын тудырады.

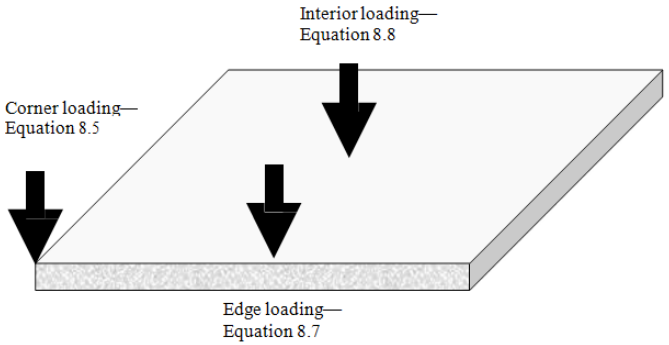
LTPP деректері 117 жұмыс алаңдарының 1100 JPCP 152 м (500 фут) артық учаскелері үшін қисық сызықтарды зерттеу үшін қолданылды.

Ең нашар учаскелерде тақтаның ортасы мен тігістерінің арасындағы 10 мм (0,4 дюйм) дифференциалдық өрлемелері бар екені анықталды. Ең шеткі майысулар құмды-ауыр балшықтан немесе балшықты құмды-қиыршық тасты қоспадан жасалған аса төмен созымдылығы бар жабындарда орын алады. Қатты өрмелеме қиғаштануы бар тақталар, шамадан тыс бірлескен майысулардың тәукелдігіне, мезгілсіз жылжулар мен нақыстарға, айдау мен жарылуға тап болады. Майсулар бекітілмеген тігістері бар жол жабындары үшін едәуір жоғары болды (Бирум 2000).

Бұл шаманың дифференциалдық өрлемелері қозғалыс сапасына әсер етуі мүмкін екені мәлім. Құрылыс тәжірибесінің жайылуы, сондай-ақ, бекітулі қисықтықтың шамасына айтарлықтай әсерән тигізуі мүмкін. Сұққыштармен жақсылап өңделген жабындардың ең төмен қисықтығы болуы ықтимал.

Жүктеме барысында зақымдану және иіндену

Бетонды жаяужол тақташасына қозғалыстың жүктемесімен келтірілген күйзелулер басқа факторлардың ішінен жүктеменің орналасқан жеріне байланысты. Егер жүк қандай да бір бұрыштардан аулақта, тақтаның ортасына түсірілсе, кернеу деңгейі, әдетте төмен. Сондықтан талдамалы шешімдер 8.2 суретте көрсетілгендей жол жабынының тақталарының бұрыштарына, шеттеріне және ортасына түсірілген жүктемелер үшін өңделіп шығарылған.



Сурет 8.2 Бұрышты, шеткі және ішкі жүктемесі
Кестенің аудармасы:
1) Interior loading - Equation 8.8- 8.8 теңіестіріліуі-төселудің үшкі жағы
2) Corner loading - Equation 8.5– 8.5 теңестірілуі- төселудің бұрышы
3) Edge loading - Equation 8.7– 8.7 теңестірілуі- төселудің шектелген территориясы

Бұрыштық жүктемеден түскен жүкетеменің қарқындылығы

Бұрыштық күйзелулер бұрыштық үзілулермен байланысты, сол ретте шеткі және ішкі кернеулер орталық көлдеңен жарылуына байланысты. Кернеулер түсірілген жүктеме мен жүктеме конфигурациясына, тақтаның қалыңдығына, к реакциясының модуліне, және л салыстырмалы қаттылығына байланысты.

Бұрыштық күйзелудің ең ескі және қарапайым теңдеуі тікелей тепе-теңдіктен жасалуы мүмкін. Бұл формула Goldbeck (1919) және одан үлкен (1924) шығарылып және Хуанг (2004: 154-155) басылымдарында талқыланады. Ол жүктеме тақтаның бұрышына келетіні және жер төсемінің тіреуі (к = 0) жоқ екені туралы кейбір кертартпа пікірлеріне негізделген. Ол жер төсемінің бұрыштарын көтеретін, жаяужол бұрыштарының астындағы айдау кезінде, немесе шалыстану кезінде пайда болуы мүмкін жағдайға жақындайды.

Формула теңдеудің иілуі кезіндегі стандарттық кернеу үшін жетілдірілген a = Mc/I. Бұзылу жазықтығы x ара қашықтығында басталып, 2x ұзындықты жарылуды құрайтыны болжаланады. Сондықтан, егер D тақтаның қалыңдығы болса, c = D/2 және I = BH3/12 = (2x) D3/12. Кантилевер үшін иілу моменті. Осылай, күйзелу бұрышы келесідей болады

$$\sigma_c = \frac{Mc}{I} = \frac{Px(D/2)}{\left(\frac{(2x)D^3}{12}\right)} = \frac{3P}{D^2} \qquad (8.4)$$

Бұл формула кертарпа болып табылады, себебі жүктеме шина байланысының ауданы бойынша үлестіріледі және, осылайша, сол уақытта төменірек болуы тиіс. Бұдан басқа, бұрыш астындағы топырақты негіздің ешқандай тіреуінің тіпті болмауы екіталай. Кернеу D жол жабынының қалыңдығының шаршы ына пропорционалды азаятынын белгілеген жөн.

Бұл теңдеу Вестергаард (1926), ал кейін Иоаннидес және басқаларымен (1985) шартталған және Хуанг(2004: 154-155) талқыланған.

$$\sigma_c = \frac{3P}{D^2}\left[1 - \left(\frac{c}{f}\right)^{0.72}\right] = \frac{3P}{D^2}\left[1 - \left(\frac{1.772a}{f}\right)^{0.72}\right] \qquad (8.5)$$

Мұнда c – байланыстың шаршы тық зонасының қабырғасының ұзындығы, ал шеңбердің радиусы байланыстың дәл сондай ауданымен.

Вестергаард пен Иоаннидес және басқалары D орнына қалыңдықты плитасы үшін ч қолданды, бірақ 8.5 теңдеуі мен осы кітаптың қалған бөлімінде D қолданылады.

Жақшадағы осы терминнің салдарынан, 8.5 теңдеуінің көмегімен есептеп шығарылатын кернеу бұрышы 8.4 теңдеуін қолданумен есептелгеннен үнемі төмен болады. Кернеудің есептеулерінде, жүктеме а радиусы шеңберінің бойымен р шинаның тепе-тең қысымының түрінде біркелкі үлестірілген болып қарастырылуы мүмкін, осылайша

$$P = p\pi a^2 \quad \text{or} \quad a = \sqrt{\frac{P}{p\pi}} \tag{8.6}$$

200 мм (8 дюйм) тақта үшін қалыңдығы, және бір өсінің жүктемесі ESAL жартысына тең немесе 40 кН (9000 фунт) болады. 8.4 теңдеуі 3 МПа (шаршы дюймге 435 фунт) майысудың бұрыштық кернеуін береді. Егер бетонның E = 27,6 ГПа (шаршы дюймге 4000000 фунт) және жер төсемінің к = 54,2 МПа/м (шаршы дюйм/в 200 фунт) болса, онда осы тарауда алдында есептелгендей л = 776 мм (30,6 дюйм) болады. Егер шинадағы қысым 620 кПа (шаршы дюймге 90 фунт) құрайтын болса, онда а радиусы 143 мм (5,6 дюйм) құрайды. Күйзелу бұрышы 0,556 көбейтіледі, мұнда 8.5 теңдеуіндегі жақшадағы термині, осылайша, 1,67 МПа (шаршы дюймге 242 фунт) кернеуі болып шығады.

Шеткі жүктемеден түскен жүктеменің қарқындылығы

Шеттерді жару үшін жүктеменің шешуші мағынасы бар, өйткені ол ішкі жүктемеден болған кернеуге қарағанда едәуір жоғары. Вестергаард бірнеше теңдеулерді жасап шығарған. Соғңы теңдеуді Иоаннидес пен бірлескен автор қамтамасыз етіп (1985) және Хуанг (2004: 157-158) талқылайды.

$$\sigma_e = \frac{0.803P}{D^2}\left[4\log\left(\frac{\ell}{a}\right) + 0.666\left(\frac{a}{\ell}\right) - 0.034\right] \tag{8.7}$$

Бұл Пуассон бетон коэффициентін v = 0,15 болжайды. Алдағы мысалды жалғастыра отырып, тақталар мен [D = 200 мм (8 дюйм), P = 40 кН (9000 фунт), E = 27,6 ГПа (шаршы дюймге 4000000 фунт), топырақты негізі к = 54,2 МПа/м (шаршы дюйм/дюймге 200 фунт), ℓ = 776 мм (30,6

дюйм) және 143 мм (5,6 дюйм)] құрайды, біз σe шеткі жүктемесі = 2,36 МПа (шаршы дюймге 343 фунт) кернеуін есептеп шығардық. Бұл кернеу 8.5 теңдеуін қолданып жоғарыда есептелген кернеулердің жүктеме бұрышынан 42 % артық. Бұл жалпы қағида сияқты, күйзелу жүктеме бұрышынан кернеудің шеткі жүктемесінің артық екенін айтады, және осылайша, егер көпірлік бұрыштар қатты жүктелмеген және тірелмеген болса, бұрыштық үзілістерден midslab крекинг ықтималды.

Ішкі жүктемеден түскен жүктеменің қарқындылығы

(1926) ішкі жүктеме Вестергард теңдеуін келесі түрде жазып алуға болады

$$\sigma_i = \frac{0.316P}{D^2}\left[4\log\left(\frac{f}{b}\right) + 1.069\right] \qquad (8.8)$$

$$b = \sqrt{1.6a^2 + D^2} - 0.675D \qquad (8.9)$$

Бұл теңдеу Хуангпен (2004: 156-157) талқыланады. 8.7 теңдеудегі сияқты, бұл Пуассон бетон коэффициенті v = 0,15 екенін болжайды. Жоғарыда келтірілген мысалдарда қарастырылған тақта параметрлері мен жүктемелер үшін 143 мм (5,6 дюйм) және артық емес ≥1.724 D, немесе 345 мм (9,65 дюйм) болғандықтан 8.9 теңдеулері қолданылады. Олай болса, Ь = 134 мм (5,29 дюйм) және кернеудің ішкі жүктемесі = 1,26 сг МПа (шаршы дюймге 183 фунт). Бұл кернеумен шеткі жүктемеге қарағанда едәуір төмен, және сондықтан, шеткі жүктеме жарылудың тәуекелдігін талдау үшін қолданылады. Жоғарыда келтірілген мысалдарда қарастырылған тақталар мен жүктемелер параметрлері үшін 8.9 теңдеуі қолданылады, себебі 143 мм (5,6 дюйм) және ≥1.724 D емес, немесе 345 мм (9,65 дюйм) құрайды. Олай болса, Ь = 134 мм (5,29 дюйм) және кернеудің ішкі жүктемесі = 1,26 сг МПа (шаршы дюймге 183 фунт). Бұл кернеумен шеткі жүктеуден едәуір төмен, және сондықтан шеткі жүктеме жарылу тәуекелдігін талдау үшін қолданылады

Шалысудан, оралудан және жүктемеден пайда болған зақымдар

Бұралу, шалысу және күш түсіргеннен жол жабыны өнімділігіне бір мезгілде ықпал етеді. Себебі плитаның қызмет ету мерзімі қажалуы, әр типтегі бұрулар немесе кезеңдер санына негізделуі маңызды.

Көпір тұрғызбалы, бұралу және деформация есебінен кернеу цикл-

дері, күш түскеннен кернеулерге қарағанда артық. Температуралық нәтижелер плитаның ен төмен бөлігі тұрақтырақ температурада қалатаны, плита қыздырылуы жоғары бөлігінен басталып, салқындатумен аяқталып күнінен бір рет болып тұрады. Тіпті 20 жыл бойы температура қажуынан, осыған орай шамамен барлығы 7300 кезеңі болады. Ылғалдан болған деформациялану бір рет қана жүреді, себебі жабын кебеді, егер күнделікті құбылыс болып келетін елеулі маусымдық ылғал өзгерістері болмаса.

Осыған қарағанда, көлік күштері аэропорттар үшін бірнеше ондаған не жүздеген қайталанулар, көп қозғалыстағы магистралдер үшін ондаған немесе жүздеген миллион кез келген жерде жабынның қажу кернеулерін болғызады. Сондықтан қажу, бұрау немесе күш түсулерді талдау кезінде, әрине еленбей қалады.

„Шалыстауды тудыртатын кернеулер жабын қалыңдығын анықтау кезінде ескерілмейді. Дизайнды басқаратын философия, жай айтқанда, келесідей болады - „жапсарлар мен болат шалыстау кернеулерін оңайлату және/немесе болдырмау үшін қолданылады, ал дизайн қалыңдықты қарау кезінде дара жүктелуге негізделген. Бұл принцип дизайнермен нақты менгерілуі тиіс болатындай маңызды. Жапсар „өнделген сызат! Екендігін еске түсіреміз (Иодер және Witczak 1975: 125). Бұл үзіндіде „шалыстау“ анықтамасы бүгін анықталғандай, бұралу және шалыстау дегенді білдіреді.

Жоғарыдағы тармақта жазылғандай, тек болат температурасымен жеңіл желпі арматураланған плиталар қолданылған (JRCP). Бүгінгі күні философия JPCP, бірлескен қашықтық шалыстау кернеуін кеміту үшін жеткілікті қысқа болуынан тұрады. Сонымен, дұрыс бірлескен қашықтық кезінде, С CRCP құрастырмасында шалыстау кернеуін аса қарастыру қажет емес, жақын орналасқан сызаттар шалыстау қиындық тудыртпау үшін плиталарға жабынды бөліп тұрады.

Тақталардың майысуы

Вестергаард (1926) және Иоаннидес және басқалары (1985) шеткі бұрыштар мен ішкі жүктеулер бойында иілген жерлер үшін теңдеулер әзірледі (Dc, De және Di, сәйкесінше). Осы тендеулер Хуанг (2004: 155-158) арқылы талқыланады.

$$\Delta_c = \frac{P}{kf^2}\left[1.205 - 0.69\left(\frac{c}{f}\right)\right] = \frac{P}{kf^2}\left[1.205 - 0.69\left(\frac{1.772a}{f}\right)\right] \quad (8.10)$$

$$\Delta_e = \frac{0.431P}{f^2 k}\left[1 - 0.82\left(\frac{a}{f}\right)\right] \quad (8.11)$$

$$\Delta_i = \frac{P}{8kf^2}\left\{1 + \frac{1}{2\pi}\left[\ln\left(\frac{a}{2f}\right) - 0.673\left(\frac{a}{f}\right)^2\right]\right\} \quad (8.12)$$

Әсіресе плиталар бұрыштарындағы иілген жерлердің қысыммен айдау позициясынан маңызы бар. Көп қысымдағы және жер төсеміне энергиясы артық қолданылатын плиталар, жоғары ықтималдығымен су және материалдар ауыстырып құюына бейім. Бұл РСА 1984 эрозия негізі болып табылады.

Басқа жағынан, плита қалыңдығы артуынан айдау проблемасын шешуге тырысу жақсы практика болып табылады. Жапсарларды өзектер түрінде әлсіремейтін псевдобазаны жалғаулармен қамтамасыз ету дұрыс. Штифтілер өзектер қозғалысы арқылы көршілес плиталарға күшін ауыстырып, шеттері мен бұрыштар бойында ұсталып тұрады . Бұл айдауға үнемдірек, айқындалған амал.

Жалпы зақымдануларды және майысуларды есептеу

Вестергаардпен әзірленген және Иоаннидес пен оның әріптестерімен нақтыланған аналитикалық шешулер практикада сирек кездесетін идеалдандырылған ситуацияларды ұсынады. Бұрыштық және шеткі шешулер аса консервативті. Тіпті көнерген тәжірибедегі в ені 2,7-3 м (9-10 фут) тар жолақтарды пайдалану тротуар шеті бойында тік қозғалысты шынайы күтуге мүмкін емес еді.

Әрине, қазіргі көлік жолдары қозғалыс жолақтары 3,7 м (12 фут) жобаланған. Сонымен, расында да, шеткі де, ішкі жүктеме де шоссе үшін қолданылмайды және нақты кернеудің олардың арасында кеңістігі болады. Есептер шеткі кернеу күші негізінде жүргізіледі. Кей жабындарды басты көлік күшіне ұшырайтын сыртқы сынулар үшін кеңірек плиталар қолданылады, әрине, бұл еніне қарай 4,3 м (14 фут) кеңейтілген жолақтар. Кеңейтілген плиталар анықтамасы „күшпен болған шеткі күштерді төмендетіп, плиталар жиектері және жүк көліктері үшін шиналар арасында қашықтықты арттыруға 12 фут (3,7м) қозғалыс жолағы-

на қарағанда, кеңірек төселген бетон жаяужол плиткасы (әрине, ен кем дегенде, 18 в. [450 мм] кендеу). Торлары бар жолаққа жалғанған дөңестер жиек күшін кемітеді "(ACI Комитет 325 2006: 3). Көлденең және ұзына бойы жапсарлар да жиек күштерін штифтермен кемітеді.

Әртүрлі жол жабындары және жүктеу геометриясы үшін кернеулерді есептеу қиындығынан, соңғы және элементтерді талдау бағдарламасы әзірленген. Бұрыңғы нұсқалар дизайн кестелерін әзірлеу және процедуры PCA 1984 процедурасы үшін графиктер қолданылды. Соңғы элементтердің келесі бағдарламалары үшін JSLAB, немесе, KENSLABS және EVERFE. EVERFE плиталары кіргізілген, http://www.civil.uмаине.edu/EverFE/ мекен-жайы бойынша интернетте қол жетімді. Соңғы элементтердің келесі бағдарламалары шешулер MEPDG маңызды элементі болып табылады, бұл жөнінде 10 тарауда сөз қозғалған болатын.

Қалыңдату

Қалың жабындарда қайталанатын күштер дәне/немесе жоғары күштер болады, себебі иілу күштері кеміп, ал жол жабынының қажалған беріктілік арта түседі. Бетон шабыны үшін тиісті қалыңдықты анықтауға екі басты тәсіл бар. Бұл эмпирикалық және механистикалық конструкциялар. Эмпирикалық дизайн қалыпты немесе жеделдетілген қозғалыс артуы кезінде дала жағдайларында жол жабындарының бақылау тиімділігіне негізделген. Механистикалық дизайн күштер мен деформацияларды есептеуге сүйенеді. Шын мәнінде, жобалаудың барлық процедуралары екі тәсілді де ұштастырады.

1993 ж.пайдаланылған AASHTO есептеу әдісі (AASHTO 1993) эмпирикалық әдіске негізделген. Эмпирикалық құрастырмаларды пайдаланумен проблема, жаңа жағдайларға-жаңа ортаға, жол киімінің жаңа құрастырмаларына, немесе жаңа көлік құралына қолдану қажеттігін білдіреді.

AASHTO есептеу әдістемесі Оттава, Иллинойс және CRCP жобалау добавили к процедурасына қосудан ерекше мақсаттары үшін пайдаланылды. Дегенмен олар керемет жол сынағының бір бөлігі болмады. Одан өзге, AASHO жол сынақтары құрылыс техникасы кеш нұсқалардағы салынған жабындарға қарағанда осал болып келеді.

Портландцемент ассоциациясы 1984 механистикалық процедурасын тандады (PCA 1984). Зақымданулардың екі механизмісәйкестендіріледі. Бұл қажалу жырылу және и эрозия (помпаж), ал жабын қалындығы зақымданудың бірде бір тәртібі қажетті жол жабынын пайдалану мерзімінің соңына дейін болмайтындығымен анықталады. Ондай тәсіл аэропорт және өнеркәсіптік дизайн үшін PCA және ACPA әдістеріне

негізді қалыптастырады. Азаматтық авицияның федералды басқару да (FAA) механистикалық процедураны тандады.

Соңғы ұсынылатын процедура AASHTO MEPDG атаудан шығатын екі тәсілді де ұштастырады. Соңғы элементтер әдісімен моделдеу нәтижелері кернеулерді анықтау үшін пайдаланылады.

Қалыңдырақ жабындар ақаулық бөлшектерді, нашар материалдар не құрылыстың нашар тәжірибеін айта кету қажет. Жеткілікті қалындық жол жабыны қызмет етуде ұзақ мерзім үшін жеткілікті, бірақ жеткіліксіз жағдай болып табылады.

Көлденең жалғамалар дизайны және басты конструкциялар қадамдары

Бұралу және шалыстаудан жол плиталары бұрмалануы бұрын талқыланды. Бірлескен қадаммен және ұзынырақ плиталармен плиталар бұрыштар көтермесі және орта нүктеде иілу күштері плиталар ұлғаюы жүреді.

Бірлескен жобалау проблемасы бірнеше элементтерге бөлінеді:

• тиісті бірлескен интервал таңдауы. Кейбір агенттіктер көлік құралдарының ырқақты қозу ықтималдығын кеміту үшін өзгермелі интервалды қолданған.

• жапсарлар немесе штифтілермен жалғанған жапсарлар болу анықтамасы

• буын штифтілерін пайдалану кезінде дюбельді қандай диаметрде қолдану.

• зақымданудың осьтік сызығына қатысты жапсар көлденең болуын анықтау.

Өткен кезде кілтектерде жалғамалар қолданылған. Қазіргі тәжірибеде ондай жалғамаларды болдырмау қажет.

Жіктер арасындағы қашықтық

JPCP-пен, сәйкес ара-қашықтық, шалыстану жоғарғы кедергісінің алдын алу үшін жеткілікті дәрежеде қысқа болуы тиіс. Бұл туралы алдыңғы майыстыруды және кедергінінің шалыстануын есептеу бойынша бөлімде айтылды. Смит және т.б. (1990) сәйкес сынулар мен көлденең сызаттар біріккен қадамдармен бірге артатыны анықталды. Шытынау, дербес жағдайда, еркін біріккен қадамы бар жол жабындары үшін бірікке ара-қашықтық 5,5 м-ден (18 фут) артық болады. Мұндай тұжырымдама, біркелкі біріккен қадамдары бар жол жабындары үшін қолданылады. Нуссбаум және Локкен (1978) өзектермен біріктірілген

тігістер үшін тігістер арасындағы максимал қашықтық 20 фут (6,1 м) және өзектермен біріктірілмеген тігістер үшін 15 фут (4,6 м) болуын ұсынады“(Хуанг 2004: 15).

1993 жылы AASHTO жобалау бойынша нұсқаулық “Жалпы, екі көлденең және бойлық түскен тігістердің орналасуы жергілікті жағдайларға, материалдарға және қоршаған ортаға тәуелді болады. Аралық Тызаттарды болдырмау үшін қажетті ара-қашықтық, термиялық кеңейтілім коэффициенті шамасына, температураны өлшеуге немесе үйкелу кедергісін арттыруға байланысты кемиді; ал ара-қашықтық беріктіктің артуына байланысты артады. Ара-қашықтық, сондай-ақ төсеніштің қалыңдығына және герметикалық тігістердің мүмкіндіктеріне тәуелді болып келеді. Шамалас бағдар ретінде, қарапайым бетон жабындарға арналған тігістер арасындағы қашықтық (фут) төсеніштің сантиметрлік екі есе қалыңдығынан аспауы тиіс. Мысалы, 8 дюймдік [200 мл] төсеніш үшін максимал ара-қашықтық 16 футты [4.8м] құрайды“(AASHTO 1993:II-49).

Бұл қатынас келесі түрде көрініс табуы мүмкін

$s = 0{,}024\ D$ (8,13)

мұндағы s метрмен берілген біріккен ара-қашықтық және D төсеніштің мм-мен берілген қалыңдығы, немесе

$s = 2D$ (8,14)

мұндағы s футпен юберілген біріккен ара-қашықтық, ал D шалыстырудың дюйм түріндегін қалыңдығы.

ACI Комитеті 325 (2002: 14) жабынның қалыңдығы мен К-мәніне байланысты тігістер арасындағы максимал ара-қашықтықтардың диаграммасын қамтамасыз етеді. Ол максимал қатынасқа/л негізделген 4,44. Мысалы, К-мәні бар 12 МПа/м (шаршы дюйм/дюймге 44 фунт) 280 мм (11 дюйм) төсеніштің тігістер арасындағы максимал қатынасы 6,2 м (20 фут) болуы тиіс. Оған қарама-қайшы, 130 мм (5,1 дюйм) қатты негізі бар 110 МПа/м (шаршы дюйм/дюймгі 400 фунт) төсеніштің ортақ интервалы 2 метрден (6,6 фут) аспауы тиіс. Бұл максимал біріккен ұсыныс кертартпалы екені анық. Смит және т.б. (2002: 4-9) байланыспаған қабаттар үшін максимал ұсынылған L/ℓ 4,5-5,5 (ACI 325.13R 2006, ERES кеңесшісі 1999) құрайтынын атап өтті. 8.1-суретте көрсетілгендей, С коэффициентінің кернеуі L/л = 4,5 үшін 0,64 және л/л = 5,5 үшін 0,85 құрайды.

Автокөлік жолдары үшін тігістер арасындағы қашықтық, алғашқы шығындарға, төсеніш түріне (арматураланған немесе қарапайым), жүктемені беру түріне және жергілікті жағдайларға байланысты бүкіл ел бойынша өзгереді. Конструкторлық ғимараттар келесілерді қамтуы

тиіс: төсеніштің бойлық жылжуының герметиктерге әсерін және жүктемені беруін; қарапайым бетон жабындағы көлденең сызаттардың пайда болуына жол бермейтін төсеніштердің максимал ұзындығын; мүшелік темірбетон жабындарында мүмкін болатын шытынау саны; және тігістер арасындағы ара-қашықтықты пайдалану“ (FHWA 1990a). Сонымен қатар, қарапайым бетон төсеніштері үшін ұсынылған максимал біріккен ара-қашықтық [4,6 м] 15 фут. Одан ұзын төсеніштер жиі жағдайда көлденең сызаттардың пайда болуына алып келеді. кейбір облыстарда тігістер арасындағы қашықтық [4,6 м] 15 футтан артық екенін мойындау қажет».

Біріккен арақашықтықты таңдау барысында (және жол жабындарын жобалау) жергілікті тәжірибені ескеру маңыздылығы артуы мүмкін емес. Зерттеу нәтижелері, жабын қалыңдығының, негіздің беріктік дәрежесінің, және сондай-ақ климаттың көлденең шытынауға жол бермейтін тігістер арасындағы максимал қашықтыққа әсер ететінін көрсетті. Зерттеу барысында, L/ℓ қатынасы 5,0» (FHWA 1990a) мәнінен асқан жағдайда көлденең шытынаулар саны артатыны анықталды.

8.1-суретте, C коэффициентінің кернеуі L/л = 5,0. үшін 0,75 тең фигура көрсетілген.

8.3-суретте жол жабынының D қалыңдығына және төселетін қабатты L/ℓ ≤ 5,0 болған жағдайдағы реакциялар модуліне байланысты төсеніштің максимал ұзындығы көрсетілген. Беріктіктің нақты модулі 27,6 ГПа (шаршы дюймге 4 миллион фунт).

Периметрі ретінде, 500 мм (20 дюйм) 54 МПа/м (шаршы дюйм/в-ға 200 фунт) негізі бар жол жабынының қалыңдығы 7,6 м (25 фут) дейін ортақ интервалға ие бола алады. Егер К 135 МПа/м (шаршы дюйм/дюймға 500 фунт) дейін артатын болса, онда тігістер арасындағы қашықтық 6,1 м (20 фунт) дейін кемуі тиіс.

Жиі қалың аэродромды жабындар (> 300 мм (12 дюйм)) 7,6 × 7,6 м (25 × 25 фут) шаршымен құрастырылған. Басқа нұсқа бойынша тротуарлық өтпе жолдар 11,4 м (37,5 фут) мен бойлық тігістері бар пропилдер қолданылады, олар төселуі тиіс болған жолдың үштен біріне қажетті өтпелер санын азайтады және 5,7 × 6,1 м (18,75 × 20 фут) панельдерді өндіреді.

Әуежайлар үшін құнарсыз бетон немесе битуминоздық негіз секілді аса берік базалық материалдарды пайдалану тұжырымдары қолданылады. Аса берік материалдарда, егер тігістер арасындағы қышықтық кемімейтін болса, онда шытынау қауіпі аса жоғары. Ослыйша, 7,6 м × 7,6 м (25 × 25 фут) тігістер арасындағы қашықтық тұрақтандырылған негіздер үшін шамадан тыс болуы мүмкін. Холл және т.б. (2005: 15)

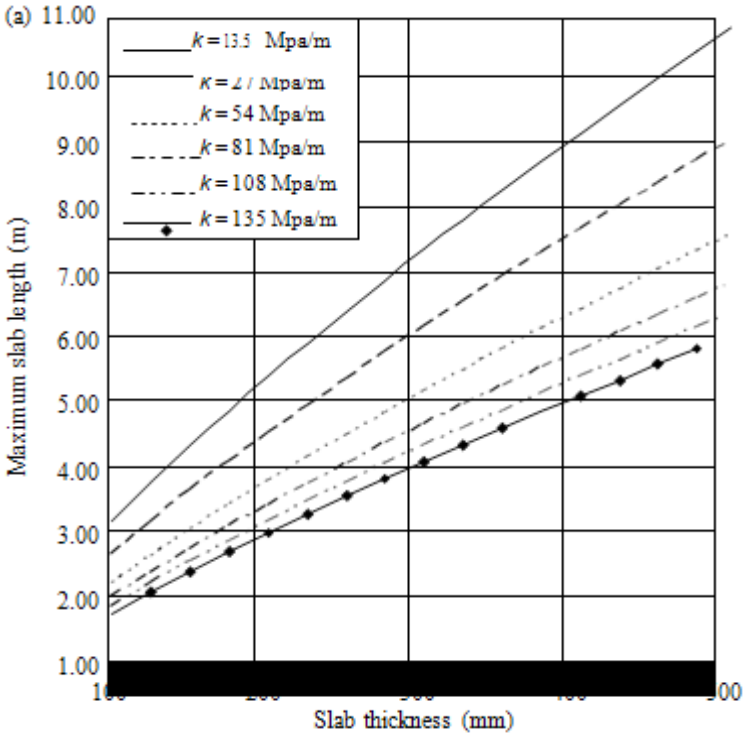
қалыңдығы 305 мм-ден (12 дюйм) артық жол жабындары үшін тігістер арасындағы максимал қашықтықтың 6,1 м (20 фут) болуын ұсынады. Ал жұқа жабындар үшін қысқа интервалдарды пайдаланған жөн.

Егер біріккен максимал қашықтық үлкен болса, тротуарлық төсем жиі жағдайда буындар арасындағы сызаттардың пайда болуына алып келеді. Техаста ұшу-қону жолақтары 200 мл (8 дюйм), бетон жабындарды 4,6 және 5,7 м (18,75 өлшемді 15 фут) төсеніштерге орналастырған. Мұндай қалыңдықтағы төсеніштер, ВВС-дің әдеттегі тәжірибесінің негізінде максимал бірікке қадамман 4,6 м (15 фут) шектелген. Дерлік әрбір төсеніш, бұл жобада ұзындығы 5,7 м (18,75 фут) құрайтын сызаттарға жылдам ажырады,

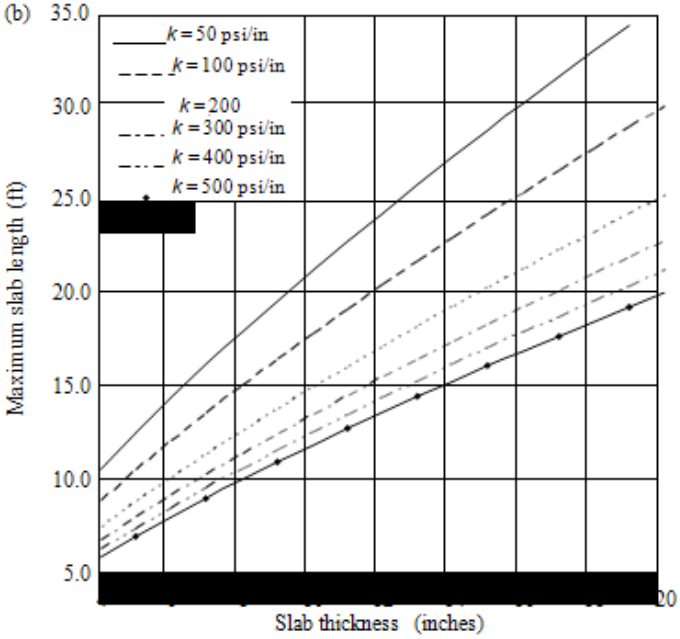
(Роллингs 2005: 168).

Х жабыны бар тігістер әрқашан дөңес болуы тиіс. Ортасы дөңес тігісі жоқ төсеніштер, ереже бойынша осьтің бойымен сызаттардың пайда болуына алып келеді. 1990 жылдары ВВС үш ұшу-қону жолағы және автомагистральдар біріктірілмеген төсеніштерді пайдалана отырып әзірленген болатын. Сондай мысалдардың бірі, осьтің ұзындығы бойымен ВВС иесін біраз әуреге салған үздіксіз 3048 м (10000 фут) сызат түсірген бетон ұшу-қону жолағы (Роллингs 2005: 168-169). Егер дизайнер төсеніштің сызаттарын қамтамасыз етпесе, онда ол шытынайды.

Дәстүрлі түрде, JRCP бірге, тігістер арасындағы қашықтық пайдаланылды және, төсеніштер сынып қалады және болаттың температурасы сызаттарды бірге ұстап тұрады деген болжамдар жасалған болатын. Іс жүзінде бұл жиі жағдайда нашар орындалады, әсіресе тігістер арасындағы алы қашықтықтарда.



Maximum slab length (ft) (фт) максималды плита ұзындығы
Slab thickness (inches))- плитаның қалаңдығы (дюйм)



8.3-сурет. D төсенішінің қалыңдығына максимал біріккен қашықтық және топырақ негіздің (а) кезеңінде L/л ≤ 5,0 барысындағы метрлік өлшем бірлігіндегі (SI) және әдеттегі өлшем бірлікпен (б) U.S. берілген реакция модулі.

Жіктер арасындағы ауыспалы қашықтық

Біркелкі орналастырылған тігістер, белгілі бір жылдамдық барысында көлік құралдарының гармоникалық қозғалысын тудыруы мүмкін. Сондықтан, кейбір агенттіктер тігістер арасында айнымалы қашықтықтарды қолданған. ACPA (2006) айтуы бойынша, қозғалыстың мұндай түрі, ең алдымен калифорниялық автодаңғылдарда қаптап жүретін, тігістер арасындағы қашықтығы 4,6 м (15 фут) құрайтын үлкен көлемді автокөліктерге мәселе тудыруы мүмкін. Калифорнияда 1960 және 1970 жылдарда тігістер арасындағы айнымалы қашықтықтардың қадамы 4, 5,8, 5,5 және 3,7 м (13, 19, 18, 12 фут) құрады және ол стандартқа айналды. 5,8 және 5,5 м (19 және 18 фут) панельдер тым ұзын және сызыттануға бейім екені анықталып, нәтижесінде арақашықтықтар 3,7, 4,6, 4, 4,3 м (12, 15, 13, 14 фут) мәніне өзгертілді. Құрылыс стандарттары жақсартылды. Егер жабындар қаріптермен

біріктірілген тігістерді пайдалана отырып құрастырылған болса, онда олар ығысудың алдын алады, және айнымалы қашықтықтардың пайдасы шамалы болады.

Біріккен блоктау қосылыстар

Жүктеме, бірігу орнында тік майысуларды болдырмас үшін, бір төсемеден екіншісіне тиімді түрде берілуі тиіс. Иілулердің азайту, топырақ пен сынықтарды айдауға қажетті потенциалды азайтады. Жүктемелерді тігіс арқылы беру үшін қолданылатын екі негізгі әдіс: біріккен бұғаттаушы тігіс; және өзек сияқты жүктемені беру құрылғысы. Біріккен бұғаттауға, тілім бойынша пайда болатын тегіс емес беткейлік сызаттарды қозғала отырып үйкеу барысында қол жеткізіледі. Климат және біріккен қаттылық жүктемені тасымалдау тиімділігіне ықпал етеді. Ол үлкен, бұрыштық және ұзақ мерзімді болып келетін толықтырғыштың көмегімен жақсартыруы мүмкін. Тұрақтандырылған негіздер, сондай-ақ жүктемені беру тиісділігін арттыру мақсатында қолданылады. Сонымен қатар, біріккен бұғаттаудың тиімділігі, сызат ені артқан сайын және жабынның өнімділігі бар нүктеге дейін ауыр жүктер жиі қолданылған жағдайда жылдам кемиді. Сондықтан, жүктемені беруге арналған біріккен бұғаттау, ауыр жүк көліктерінің аз көлемін тасымалдайтын, тек жергілікті жолдар мен көшелерде қарастырылғаны дұрыс“(FHWA 1990a).

Алғашқы бетон жабындар біріккен бұғаттау тігістерімен бірге құрастырылған болатын. Айдаулар қарқынды қозғалысы бар жол беткейлерінде мәселе туындата бастағанда, дюбелдер енгізіле бастады. Сонымен қатар, бетон жол жабындарында агрегатты бұғаттау тігістеріні өз рөлдерін сақтап қалды. Бірікке бұғаттау тігістері жеңіл жүктемелерге қатысты жылдамдығы төмен қозғалыстармен жақсы жұмыс істейді, сондай-ақ жақын орналасқан тігістерге де қолданылады. Бұл жұқа беткейлерге сәйкес келеді - ACI Комитеті 325 (2002: 15) қалыңдығы 200 мм (8 дюйм) аспайтын жол жабындары үшін дюбелдер қажет емес деп болжайды, әйтсе де, бірікке қадамы бар жіңішке жабындар дюбелдерді қолдануды қажет етеді. Сонымен бірге, дюбелдерді аса жіңішке жабындарға қалай орналастыруға болатыны туралы сұрақ туындайды.

Біріккен бұғаттаушы бірікпелер жүктемені аралас төсеніштердің тұрақты емес өзара байланысқан тұстарын жылжыту арқылы азайтады. Ереже бойынша, біріккен жерлер төсеніштерді бытыратады, содан кейін төсеніш табиғи жолмен шытынайды.

Жүктемені беру, тұрақтандырылған жер төсемі немесе негіз сияқты

тасымалдаушы қабаттардың қатты болуына алып келді.

Біріккен бұғаттаушы бірікпелердің тиімділігі келесі факторларға тәуелді:

• тігістердің ені немесе сызаттарды ашу. Ол төсеніш ұзындығымен тікелей байланысты. ACI Комитеті 325 (2002: 14) 5,5 м (18 фут), бірікпеген тігістер үшін максимал болып табылатынын атап өтті

• Ашылу ені, сондай-ақ кебу барысындаға апшуға және термиялық бетон коэффициентіне тәуелді болады. төменгі апшу және жылу коэффициенттері бәрінен де жақсы жұмыс істейді.

• ірі толықтырғыштың максимал өлшемі. Үлкен, дөрекі толықтырғыштар, қоспалар санының аздығын және аз шөгіндінің қолданылғанын білдіреді.

• Аса қатты тастар көлік жүктемесінің әсерінен сынбайтындықтан, ірі толықтырғыш қатты болып келеді.

Қар және мұзды еріту үшін антибіріктіргіш тұздар қолданылатын аймақтарда агрегаттық бұғаттау тігістерінің артықшылықтарының бірі, арматурасыз немесе қайыссыз жабынның коррозияға ұшырамайтындығында. Бұл жабынды құрылыс үшін арзанырақ, әрі берік етеді.

Бүркеншіксіз шегелермен қосу

Дюбельдер айдау және жарылулар болдырмау үшін көлбеу түсіпелерде қолданылады. Дюбельдердің жапсарлардың дифференциалды тік козғалуын болдырмау үшін жинақталудың ұзына бойы кернеулерсіз жапсарлар ашылып, жабылатындай майлануымен тұтастырғыштардан айырмашылығы бар. Тұтастырғыштар, әрине, қалыңдығы 200 мм (8 дюйм) және одан артық барлық жабындар үшін пайдаланылады (ACI Комитеті 325 2002: 15). Шпунттер әдетте ұзындығы 460 мм (18 дюйм) және плитаға көлбеу орта бойында 300 мм (12 дюйм) 3,7 м (12 фут) типтік жабында 11 дюбелдер орналасады. Осыған қарсы, дюбелдер тұтастырғыштармен бірге қолдағы жол киімдерде орнатылған, 21 тарауда айтылғандай, дөнгелектің әр жолында үшеуден, ал жалпы алғанда жолақ бойында алтаудан бекітілген.

FHWA жабындардың барлық шоссесінде центрлеу торларын пайдалануды ұсынады. «Қондырма стержендер ауыр жүк көліктерінде барлық бағыттарда қолданылуы тиіс. Шпонкалар мақсаты жылулық сығылу және бетон кеңеюі есебінен бірлескен қозғалысты шектемей, жапсарлар арқылы күш берілуінен тұрады. Зерттеулер көрсеткендей, ірі шпунттер күштер берілуі және ығысу төмендеуі кезінде тиімдірек

болып табылады»(FHWA 1990a).

Түйіспе өзектерінің диаметрі

Дюбелдің дұрыс ен аз өлшемі бір плитадан басқасына берілетін жылжу және иілу күшіне қарсы тұру үшін, қажет шамаға дейін бетонға қарсы ағымдылық шегін кеміту үшін диаметрі дәл келуіне негізделген. Ережедегідей, білік зақымдануы конструкцияның сындарлы параметрі болып табылады. Егер ол тым биік болса, дюбель бетонды сындырады.

Дюбель сығылуының теоретикалық жіберілетін кернеуі сығылуға бетон беріктілігі функциясы болуы тиіс, жоғарырақ беріктіліктегі бетонның кем өлшемдегі дюбелдер қолдануы тиіс. Тәжірибеде ұсыныстар дәстүрлі түрде жол жабыны қалыңдығына негізделеді, себебі қалыңырақ жабындарда көп өлшемде және жоғары күште көлік құралдары болады. Соңғы 19 және 25 мм (3/4 және 1 дюйм) жұқа жабындар үшін дюбелдер ұсынылды, бірақ қазіргі тәжірибеде ең аз ұсынылатын дюбель диаметрі 200 мм (8дюм) жабындарға 32 мм (1,25 дюйм) құрайды.

Магистраль жабындар үшін „ дюбельдің ен аз диаметрі үшін л D/8 ұсынылады, онда D жабын қалыңдығы болып табылады. Алайда, дюбельдің диаметрі [32 мм] 1 1/4 дюйм салыстырғанда кем болмауы тиіс. Сонымен қатар дюбельдің [450 мм] 18 дюймі [300 мм] 12 дюйм интервалында қолдану үшін ұсынылады. Дюбель плиталар тереңдігі ортасында орналастырылуы тиіс. Кілтелер коррозиялық-төзімді болуы тиіс. Эпоксидті жабыны бар және тотықпайтын болаттан жасалған дюбельдер коррозияны болдырмауға көмектеседі.(FHWA 1990a).

8.1 кестесінде 200 мм (8 дюйм) - 50 мм (2 дюйм) дейін жабындар дюбельдердің 400 мм (16 дюйм) жабындары үшін жол жабындарының әртүрлі қалыңдықтары арасындағы қашықтық, дюбельдер диаметрі, ұзындығы келтірілген.

Смит және Холл (2001) күш түсіру негізінде автокөлік жолдары үшін дюбель диаметрін таңдауға басқа амалды ұсынады. Егер жаяу жол 30 миллион ESALs салыстырғанда тасымалдауға арналса, 30 мм (1,25 дюйм) орталықтандыру біліктерін қолдану ұсынылады. 38 мм (1,5 дюйм) диаметрдегі кілтектер 30 -90 миллион ESALs басты жол жабындары үшін қолданылуы тиіс. 90 миллион ESALs аса көлік жүктемелері үшін дюбельдің диаметрі 41 мм (1,625 дюйм) құрауы тиіс. Қалыңырақ жабындар ауырлау трафикті алып жүруге қажет болумен екі ұсыныстар дюбельдердің ұқсас диаметрлерін шығарады. Снайдер құрастырма туралы кең ақпарат беретін жалғама жабындары үшін жүктемені ажырату үшін дюбельдер жүйесі бойынша нұсқаулық жазған.

8.1 кестесі. Білік диаметріне ұсыныстар

Плита қалыңдығы мм (ин) < 200	Білік диаметрі	Біліктің ұзындығы	Біліктердің арасындағы қашықтық
200 (8)	32 (1,25)	450 (18)	300 (12)
250 (10)	32 (1,25)	450 (18)	300 (12)
280 (11)	38 (1,5)	450 (18)	300 (12)
300 (12)	38 (1,5)	450 (18)	300 (12)
350 (14)	44 (1,75)	500 (20)	300 (12)
400 (16) жоғары	50 (2)	600 (24)	450 (18)

Дерек көзі: Бетон жабындардың американдық ассоциациясы (ACPA) 1998. Практика бойынша нұсқаулық, инженерлік бюлетень EB210.02P, б. 27. Skokie, IL: Бетон жабындардың американдық ассоциациясы; Бетон жөнінде Америка институты (ACI) Комитеті 325 2002. Жергілікті мақсаттағы көшелер мен жолдар үшін өзара ұштасқан бетон жабындарын жобалау нұсқаулығы, ACI 325.12R-02, p. 15. Фармингтон Хиллз, MI: Бетон жөнінде Америка институты.

Қосылыстардың қисайған жерлері

Қиғаш жалғамалар бірлескен ығысудың проблемаларын шешуге тағы бір тәсілді білдіреді. Тігіс еңкіштігі кезінде тігістердің бір дөңгелегі ғана жарылу жасалуын қажет емес туралы идея (Иодер және Витсак 1975: 609). AASHTO жобалау бойынша нұсқаулықта тігістер қиғаштығын белгілейді, олар тігістерде иілу жерлерімен күш түсулерін кемітеді және де көлік құралдары үшін жұмсақ жүрісті қамтамасыз етеді (AASHTO 1993: II-49).

„Тігістер арасында қашықтыққа ықпал етпеуіне қарамастан қиғаш тігістер баяу жүрісті қамтамасыз ету үшін жай жол жабындарында қолданылған. [0,6 м] 2 футтағы [3,7 м] 12 футтар қиғаштығы ішкі дөңгелек сыртқы дөңгелек алдында тігісті кесіп өтетіндей ұсынылған. Тек бір дөңгелек бір мезгілде суставты кесіп өтеді, бұл көлік реакциясын ықшамдандырып, плитадағы кернеуді төмендетеді. Қиғаш тігістерді жиі күш түскен кезде қолданады. Ассиметриялық жалғамалар жүктеме берілу құрылғылармен ұштасуында қолданылатындықтан тігістер қиғаштығы жол жабыны өнімділігін жақсартады деп зерттеулер көрсеткен жоқ және ұсынбайды. Қиғаш тігістердегі дюбель тігістерге перпендикулярлы емес көлік жүретін жерге параллельді орналасуы тиіс“(FHWA 1990a).

„ Жаңа JPCP қиғаш тігістер жабындарда жарылыстармен төменде-

уінде тиімді болуы мүмкін, бірақ штифтілермен жалғанған жабындарда қолдану кезінде ешқандай тиімділігі жоқ (Хазанович және басқалары 1998; Ю. және басқалары 1998.). Одан өзге JPCP құрастырмасы қатты базада салынған қиғаш тігістерімен (цементпен немесе жұқа бетонмен өңделген) бұрыштық жарылуларға бейім „(ACI Комитеті 325 2006: 4). Қиғаш тігістер бірлескен ығысуды алып тастамайды, бірақ оның салдарын жұмсартады. Аса сенімдісі дюбельдері бар кәдімгі перпендикуляр-лы көлденең тігістер болып табылады.

Көлденең жіктер және созылулар

2 тарауда белгіленгендей, ұзына бойы тігістерді қозғалыс жолақтары арасында жиі қолданады. Тұтастырғыштар көлік жолақтары арасында ұзына бойы тігістерге көлбеу және қозғалыстар жолақтары және дөңес арасында орналасады. Олар біліктерінен айырмашылығы қозғалысты болдырмауы тиіс. Одан өзге қозғалыс осы жалғамалар арқылы өтпейді, қозғалыс жолағын ауыстырған кезді қоспағанда, сондықтан жүктеме берілу маңызды проблема болып табылмайды. Бір ортақ тұтастырғыш дизайны 13 мм (# 4) кәдімгі теір арқаулы біліктерін құрап, ұзындығы 910 мм (36 дюйм), қашықтығы 760-1020 мм (30-40 дюйм) аралықтарымен. Білік ұзындығы байланыс кернеуін реттейді (Хуанг 2004: 171).

$$A_s = \frac{\gamma_c DL' f_a}{f_s} = 0.13 DL' \text{mm}^2/\text{m} = 469 \times 10^{-6} DL' \text{in}^2/\text{ft} \qquad (8.15)$$

Көпшілік қазіргі қолжетімді біліктер 60 санаты, ағымдылық шегі 413 МПа (60 000 шаршы дюймге фунт) ретінде жіктеледі. „ 60 санаттағы [16 мм] 5/8 - [1 м] 40 дюйм немесе [13 мм] 1/2 дюйм, [0,8 м] болаттан біліктерді қолданған кезде 32-дюйм тұтастырғыштарды қолдану қажет. Бұл ұзындықтарды колонналар арасында беріктілік күшін әзірлеу қажет. Колонналар арасындағы қашықтық жол жабыны қалыңдығына қарай өзгереді және тігістен жақын бос шетіне дейінгі қашықтыққа байланысты» (FHWA 1990a).

Хуан (2004: 170) плитаның жол жабыны (As) ұзындық бірлігіне болаттың қажет ауданын есептеу үшін теңдеуді береді:

онда Гс бетонның аралық салмағы (23,6 & bull; 10-6 Н/мм 3, немесе 0,0868 фунт/дюйм 3), D плита қалыңдығы (мм, в), L ұзына бойы тігістер бос шетіне дейінгі қашықтық (м, фут), Ф.А. плита мен грунт табаны арасындағы үйкелістің орта коэффициенті әдетте 1,5 деп алынып және

фс болаттағы рұқсат етілетін кернеуі алынады (ағындылықтың 2/3 шегі қазіргі болатпен шаршы дюймге 276 МПа немесе 40000 фунт консервативті. Созылулар арасында қашықтықты есептеу үшін қажет ауданнан бір тұтастырғыштың көлденең қима ауданын плита ұзындығы бірлігіне бөліңіздер.

Мысал ретінде 13 мм (# 4) үшін тұтастырғыштарды екі жолақтағы 250 және сыртқы шетіне 7,32 м (24 фут) көлемде қашықтығымен қалың жабын үшін анықталады. Қажетті As = 238 мм2/м (0,113 дюйм2/фут). Әр білікте 127 мм2 (0,20 дюйм2), көлденең қимасының ауданы бар осында қажетті қашықтық 533 мм (21 дюйм) құрайы.

3.13 суреті. AASHTO жобалау бойынша нұсқаулық плита қалыңығы табанында тұтастырғыштар және жаяу жолдың ең жақын бос шетіне дейінгі қашықтықтар арасындағы аралықты бағалау үшін екі диаграмманы ұсынады. Диаграммалар 13 мм (# 4) және 16 мм (5 #) тұтастырғыштарға арналған. Тұтастырғыштар арасындағы қашықтық 1,2 м (48 дюйм) салыстырғанда артық болса ұсынылмайды. Жоғарыда келтірілген мысал үшін біліктердің ұсынылатын қадамы 400 мм (16 дюйм) құрайды (AASHTO 1993: II-62-II-64). 8.2 кестесі 8.4 арқылы жалғама планкалар қашықтығын таңдау үшін қолданылады.

Созудың ұсынылатын ұзындығы 800 мм (32 дюйм), 13M/# 4 бар үшін, 1 м (39 дюйм),16M/# 5 бар үшін, 1,18 м (46 дюйм), 19M/# 6 бар үшін және 1,35 м (53 в), 22M/# 7 бар үшін (ACPA 1998: 29-30). „Тұтастырғыштар көлденең тігістің [380 мм] 15 дюйм шегінде орналаспауы тиіс. Тұтастырғыштарды қиғаш тігістерімен [810 мм] 32 дюйм салыстырғанда қолданған кезде көлденең тігістердегі [450 мм] 18 дюйм шегінде оларды орналастыруға болмайды. Коррозияға төзімді тұтастырғыштарды қолдану ұсынылады, себебі коррозия құрылымды түрде тұтастырғыштар дәлдігін кемітеді. Ұзындығына бойы тігістерді кесуге және оларды құрылымға беткі сулар енуін болдырмау үшін бекіту ұсынылады. Ені 3/8 дюйм [9,5 ені 25 мм тереңдігі мм] тереңдігі 1 дюйм резервуар толтырылуы жеткілікті болуы тиіс» (FHWA 1990a).

8.2 тұтастырғыш үшін 13M / # 4 бар, мм (в) ұсыну кестесі
Жалған баған тігістердің бос шеті үшін дистанция м(фут)

Плита қалыңдығы мм (ин)	1.2 4	3.0 10	3.6.12	4.3.14	5.0.16	6.0.20	7.0.23	8.0.26
100 (4)	1200 (48)						NA—тым алыс	
125 (5)	1200 (48)							NA—тым алыс
150 (6)	1200 (48)							NA—
175 (7)	1200 (48)						1130 (45)	
200 (8)	1200 (48)				1150 (45)		990 (39)	820 (32)
225 (9)					1020 (40)		880 (35)	730 (29)
250 (10)	1200 (48)			1100 (43)	920 (36)		790 (31)	660 (26)
275 (11)				1000 (39)	830 (32)		710 (28)	600 (24)
300 (12)	1200 (48)		1100 (43)	910 (36)	760 (30)		650 (26)	550 (22)
350 (14)			940 (37)	780 (31)	650 (26)		560 (22)	470 (18)
400 (16)			820 (32)	680 (27)	570 (22)		490 (19)	
450 (18)			730 (29) Larger	610 (24)	510			(20)

8.3 тұтастырғышы үшін 16M / # 5 бар, мм (в) ұсыну кестесі
Жалған баған тігістердің бос шеті үшін қашықтығы м(фут)

Плита қалыңдығы мм (ин)	1.2 4	3.0 10	3.6.12	4.3.14	5.0.16	6.0.20	7.0.23	8.0.26
225 (9)						1140 (45)	980 (39)	NA
250 (10)						1030 (40)	880 (35)	770 (30)
275 (11)						930 (36)	800 (31)	700 (27)
300 (12)				1200 (48)	1030 (40)	850 (33)	730 (29)	640 (25)
350 (14)				1020 (40)	880 (35)	730 (29)	630 (24)	550 (22)
400 (16)			1070 (42)	900 (35)	770 (31)	640 (25)	550 (22)	480 (18)
450 (18)		1140 (45)	950 (37)	800 (31)	680 (26)	570 (22)	490 (19)	Larger

8.4 тұтастырғышы үшін 19M / # 6 бар, мм (в) ұсыну кестесі
Жалған баған тігістердің бос шеті үшін қашықтығы м(фут)

Плита қалыңдығы мм (ин)	4.3.14	5.0.16	6.0.20	7.0.23.	8.0.26
275 (11)					1010 (39)
300 (12)					920 (24)
350 (14)				910 (35)	790 (31)
400 (16)			920 36	790 (31)	690 (26)
450 (18)		990 39	820 32	700 (27)	19M/#6 @ 610 (24) or 22M/#7 @ 840 (33)

9 тарау
Көлік жолдары үшін жол киімін есептеу

Жоғары шапшаңдықтағы автокөлік жолдары бетон жабынын аса маңызды қолдану ретінде болып табылады. Бетонды жабын Құрама Штаттарда және де бүкіл әлем бойынша ұқсас жүйелерде мемлекет аралық шоссе жүйесінің маңызды компоненттерінің бірі болды.

Көп жылдар бойы Құрама Штаттарда дизайн AASHTO 1993 Нұсқаулығы және оның алдындағылармен асфальтті және бетонды жол жабындары ретінде өңдеу үшін қолданылды. Бетон жабындарын жобалаудың басқа қолжетімді әдістеріне PCA 1984 процедурасы және Supplement AASHTO 1998 процедурасы кіреді. Олар жол жабдығын жобалау бойынша нұсқаулықта ауыстырылды, бірақ жаңа процедураны толық енгізу жергілікті калибрлеу зерттеулеріне байланысты және көп жылдарды алады. MEPDG 10 тарауда қарастырылады.

AASHTO 1993 жобалау бойынша басшылық

Есептеу теңдеулері Оттавада, Иллинойс штатында 1950-жылдар соңында, AASHO бойынша жүргізілген жол сынақтары нәтижелерінің регрессиясына негізделген (тасымалдау үшін T қосу алдында). AASHO жол тестісі 1-тарауда талқыланады. Әртүрлі құрастырмадағы жол жабыны кезеңдері әртүрлі осьтегі және конфигурациядағы салмақтары бар жүк көліктерінде жүктелді. Жабындар зақымдануларымен жөнделуі уақыт өтуімен өлшенді. 2 жыл ішінде жүктеме 20 жылдық жүктемеге тең болды, бұл жеделдетілген сынақты білдіреді. Негізгі теңдеулер механистикалық қолдану принциптеріне негізделген түзету факторларын қосуымен AASHTO нұсқаулығының дизайнының келесі басылымдарында өзгертілді (Хуанг 2004: 568-570).

AASHO, AASHTO жол сынақтары нәтижелерінің негізінде 1972, 1986 және 1993 өңдемесі бойынша нұсқаулықтар жарияланды. Олардың барлығының концепциясы ортақ, ұқсас, бірақ қоршаған ортаның әртүрлі жағдайлары және жаңа технологиялар есебінен әртүрлі модификациялар енгізілді. Жобалық теңдеулерді әзірлеу Хуанг (2004: 568-570) арқылы талқыланады

Жобалық тапсырма

Негізгі AASHTO жол жабынының қатты құрастырмасының жобалау нұсқаулығы теңдеуін кіргізеді

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}}$$

$$+(4.22 - 0.32 p_t)\left[\frac{S_c' C_d \left[D^{0.75} - 1.132\right]}{215.63 J \left[D_{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}}\right]}\right] \qquad (9.1)$$

онда W18 = трафик, ол беріледі ESALs, ZR = қажетті сенімділік үшін стандартты қалыпты ауытқу s0 = ортақ стандартты ауытқу, D = дюймдермен плита қалыңдығы, ΔПси = жөндемділік индексінде құрастырма өзгеруі = ро -pt, индексі ро = бастапқы тығыздығы, пт = (соңғы) жөндеуге жарамдылық индексі, SC '= бетон иілу кезінде беріктілік шегі (шаршы дюймге фунттар), Cd = дренаж коэффициенті, коэффициенті J = АВР, Ес = бетон серпінділігінің модулі пси және к=шаршы дюймге/дюймге фунттарда грунт табаны реакциясының модулі.

Бұл теңдеу D мәнін, дюйммен плита құрастырмасы қалыңдығын есептеу үшін қолданылуы тиіс. Келесі бөлімдерде жобалау теңдеуі үшін кіру мәндері және теңдеуді шешу үшін әдістер қарастырылады.

Ең қарапайым әдісі бұл теңдеуді бірліктер жүйесінде қолдану – бұл туындау, сосын мм алу үшін 25,4 мм дюймдерге D көбейту керек. кПадан шаршы дюймге фунт мәнінде шығару үшін оны 0,145 көбейтіңіз. [МПа/(МПа/м] - [шаршы дюймге фунттар дюйм/(шаршы дюймге/дюйм фунттар)], 39,3 көбейту қатынасы.

Кірістер

AASHTO дизайн (1993) нұсқаулығында 9.1 теңдігіне арналған кірістерді анықтау үшін толық нұсқаулықтар бар.

EsALs W18 арқылы қозғалыс

Эквиваленттік көпір факторлары дара екі еселі және ESALs-қа Tridem осі түрлендіру үшін қолданылады. Бұл факторлар жобалау нұсқаулығының D қосымшасында, д.10 кестесінде д.18 арқылы ұсынылған (AASHTO 1993: D-12-D-20). Эквиваленттілік коэффициенттері ось типіне байланысты (дара, тандем, Tridem), онда

Сенімділіктің ұсынылатын деңгейі

Оське жүктеме шамасы (қадамы 8,9 кН немесе 2 KIP), дюймммен плита қалыңдығы D (6 - 14 дейін, 1 қадаммен), PT тротуар терминал жөндеу индексі (2,0, 2,5 немесе 3,0).

Теориялық тұрғыда, бұл итеративтік үдерісі болуы тиіс, себебі

Dқұрастырма қалыңдығыW18 тәуелді, ол эквиваленттілік осі факторларына тәуелді, бұл өз алдымен D тәуелді. Тәжірибеде ереже бойынша жол жабдығы қалыңдығын алдын ала ауыр болжанатын трафик ретінде негіздеумен қандай кестені қолдану керектігімен бағалауға болады.

Эквиваленттіліктің жуық коэффициенттерін 4-ші қуаттану ережелерімен есептеуге болады. Эквиваленттілік коэффициент кестелерін қарастыру көрсетеді 129 кН (29 KIP) тандемдік осьтер және кН (39 мың.фунтов) Үш осьтік осьтер әрбіреуі жеке осьтердің 80 кН (18 Кип) жуық эквивалентті. Сонымен есептеу білігі жүйесіндегі EF фактордың жуық теңдігі есептеледі

$$EF = (P_1/80)^4 \text{ or } (P_2/129)^4 \text{ or } (P_3/173)^4 \qquad (9.2)$$

онда P1, P2 және P3 = біреуіндегі кН жүктемесі, екі еселенген немесе TRIDEM осі осыған сәйкес. Әдеттегі АҚШ бірліктерінде NN, қатынастар

$$EF = (P_1/18)^4 \text{ or } (P_2/29)^4 \text{ or } (P_3/39)^4 \qquad (9.3)$$

онда P1, P2 және P3 = мың фунттағы жүктемелер.

Егер проекциялау трафик нақты белгісіз болса, онда ESALs мөлшерін бағалауға болады. 9.1 теңдеуі логарифмдік болғандықтан ESALs есебіндегі аз қателер D жол жабынының қажетті қалыңдығында көп айырмашылық жасамауы ықтимал.

$Z_R S_0$ сенімділігі

Егер бұл жол жабындары қызметінің орта мерзімін толық болжауға мүмкін болса және осы негізде жабын құрамын әзірлеуге болса, онда

жабындардың 50% қызмет етудің күтілетін мерзімінің соңына дейін сәтсіздікке ұшырайды. Бұл қала көшелері және жергілікті мағынадағы жолдар үшін қанағаттандырылуына қарамастан қарқынды қозғалыстағы жоғары шапшаңдықтағы магистральдар жоғары деңгейде сенімділікті талап етеді.

Сенімділік маңызды тақырып және сондықтан ол Иодера және Витсак (1975: Тарау 13) және Хуан (2004: тарау 10) бойынша дизайн жөнінде оқулықтар тарауларында толық көлемде сипатталады. Сенімділікке екі тәсіл бар. Олардың біреуі PCA (1984) әдісімен, және инженерлік процедуралардың дәстүрлі құрылымы, қауіпсіздік коэффициентін пайдалану болып табылады. Бұл әрі қарай талқыланады. Басқа тәсілі нақты сенімділік тағайындалуынан тұрады, мысалы, жабында 20 жылға дейін істен шықпауы 85%. Істен шығу пт жөндемділігі индексінің терминалынан төмен құлдырау ретінде анықталады.

9.1 теңдеуіндегі сенімділік термині ZRs0 өнімі болып табылады. s0 жалпы стандартты ауытқу ықшам талабы негізінде таңдалуы тиіс және қатты жол жабындары үшін 0,30 - 0,40 дейін шектерде болуы тиіс. Стандартты ауытқу икемді жол жабындары үшін 0,45 салыстырғанда AASHO жол сынақтары негізінде қатты жол жабындары үшін 0,35 деп бағаланады. Егер трафик өзгеруі 0,39 пайдалану қажет және егер трафик өзгеруі ескерілмесе 0,34, қолдану қажет деп санайды (AAS HTO 1993: I-62, II-9-II-10). Сондықтан, дизайн үшін 0,39 қолданған дұрыс.

ZR ауытқудың қажетті сенімділігі және тиісті стандартты қалыпты диапазоны 50% - 80% құрайды және ZR = 0-0.841 жергілікті жолдар үшін 85-99.9% және ZR = -1.037 -3.750 дейін мемлекет аралық және басқа автострадалары үшін. Сенімділіктен алынатын ұсынылатын мәндер және тиісті ZR 9.1 кестесінде келтірілген.

Бастапқы пайдалануға жарамдылығы po, pt, DpsI

po бастапқы пайдалану жаяу жол қаншалықты тегіс салынуына байланысты және PT жөндеулі болу индексі күрделі жөндеу жүргізу алдында жабын қандай ықпалға ұшырауына байланысты. AASHTO жол сынақтары нәтижелері негізінде қатты жабындар po 4,5. бастапқы пайдалану сенімділігіне құрастырылуы тиіс деп болжауға болады. пт 2,0, 2,5 және 3,0, осыған сәйкес қабілетімен, AASHTO бағалары бойынша, бұл 85%, 55%, және 12% адамдар ондай жабынды қажет емес деп табушы еді (AASHTO 1993: II-10).

Бұрылу кезіндегі беріктілік шегі sc′C

S_C бетон иілу кезінде беріктілік шегі 9.1 теңдеуінде қолданылады, Орташа 28-күндізгі аралықтың 3.1 қашықтығында нүктесіндегі күндізгі беріктілік. Көптеген мекемелерде 7, 14 немесе 28 күндізгі қату үшін ең аз спецификациялары бар. Сенімділік қосуынан жоғарыда қарастырылған қабылдау үшін иілу кезінде беріктіліктің ең аз шегі жобалау үшін қолданылмауы тиіс, себебі жол жабынының нақты беріктілігі үнемі артық болады. Иілу жерінде нақты беріктілік қолданылады немесе SC ‘құрастырмасы қабылдау күші плюс қосымша үстеме ретінде бағаланады (AASHTO 1993: II-16-II-17).

9.1-кесте Беріктік (прочность) және ZR ауытқулық стандарт нормасы

	Енімділіктің ұсынылған денгейі			
	Қалалық		Ауылдық	
	%	Z_R	%	Z_R
Қиылысы және басқа да автострадаларды	85 -99,9	-1,037 -3,75	80-99,9	-0,841 -3,75
Негізгі магистралдар	80-99	-0,841 -2,327	75-95	-0,674 -1,645
Коллектор	80-95	-0,841 -1,645	75-95	-0,674 -1,645
Жергілікті	50-80	0 -0,841	50-80	0 -0,841

Дренаж коэффициенті C_d

Жоғарыда айтылғандай, бетонды жабындар дренажының маңызы бар. Cd дренаж коэффициенті дренаж қасиеті (жақсы күйде өте нашар) 0,70 - 1,25 дейін құрайды және ылғал деңгейлері <1% -> 25% дейін қанығуға жуық келген кезде уақыт пайызын құрайды. Дренаж коэффициенттері 9.2 кестесінде берілген (AASHTO 1993: II-26).

Дренаж коэффициентінің ықпалы нашар дренажды компенсациялау үшін жабынның қажетті қалыңдығын артуы болып табылады. Бұл әрдайым тиімді амал болмайды. Егер дренаж расында да проблемалы болса, онда жаяу жолды осы мәнді өтеу үшін қалыңырақ салуға тырысудың орнына осы проблеманы шешу тиімдірек болады.

Жүктемені берудің J коэффициенті

Жүктеме берудің J коэффициенті нақты үш әртүрлі құрастырма факторлары кіреді, жүктеме берілу құрылғылары қолданылады неме-

се қолданылмайды (дюбель), асфальт не бетон жалғамалы болуы не болмаса JPCP/JRCP немесе CRCP жол жабыны типі болу факторларын қозғайды. Әр санат шегінде диапазондар келтірілген. Жалпы диапазон т 2.3 (CRCP дөнестері бар төмен ұшы) -нан 4,4 (JPCP/JRCP үшін жоғарғы ұшы, қандай да бір, дюбельдер мен асфальт дөңестері үшін) құрайды. Жүктеме көшірілу коэффициенттері 9.3 кестесінде келтірілген (AASHTO 1993: II-26).

9.2- кесте C_d - Cd Дренаж коэффициенттері

Қанықтығына жақындап ылғал деңгейіне ұшыраған уақыт пайызы				
дренаж сапасы	<1%	1-5%	5-25%	>25%
өте жақсы	1,25-1,20	1,20-1,15	1,15-1,10	1,10
	1,20-1,15	1,15-1,10	1,10-1,00	1,00
орташа	1,15-1,10	1,10-1,00	1,00-0,90	0,90
нашар	1,10-1,00	1,00-0,90	0,90-0,80	0,80
өте нашар	1,00-0,90	0,90-0,80	0,80-0,70	0,70

9.3-кесте Жол қамту түрі бойынша J коэффициенттерінің жүктемесін аудару

	Иық			
	Асфальт		Байланған бетон	
	Жүктеме аудару құрылғылары			
	Ия	Жоқ	Ия	Жоқ
JPCP, JRCP	3,2	3,8-4,4	2,5-3,1	3,6-4,2
CRCP	2,9-3,2	N/A	2,3-2,9	N/A

J жүктеме беру коэффициенті құрастырма қалындығына әсер етеді.

JPCP үшін асфальт шығыңқы жері бар ең таралған жағдайы, J = 3,2. Ауыр жүкті жүк көліктерінің маңызды мөлшерін көтеретін магистральдар үшін, әсіресе жоғары жылдамдықтарда жол жабыны қалындығын арттырғанынша, жүктеме беру құрылғысымен қамтамасыз еткен жөн.

Бетон иілгіштігінің модулі E_c

AASHTO бетонды сығу кезінде беріктілік шегі мен Ec серпінділік модулі арасында ACI қатынастарын қолдану ұсынылады (AASHTO 1993: II-16):

$$E_c = 4{,}730\ \sqrt{f_c'}\ \text{MPa} = 57{,}000\ \sqrt{f_c'}\ \text{psi} \qquad (9.4)$$

Ес серпінділік модулі аса өзгермейді, сөйтіп, жабын қалыңдығына аса ықпал етпейді.

Негіз иілгіштігінің модулі k

Процедура грунт табаны реакциясының тиімді модулін анықтау үшін жобалау бойынша AASHTO нұсқаулығы күрделі және келесі іс-әрекеттерді орындайды (AASHTO 1993: II-37-II-44).

• бірінішіден, төсеу қабаттың k-мәні АҚШ әдеттегі бірліктерде, MR 19,4, серпінділік модулін бөлу арқыл анықталады.

• Егер грунт табанының модулі қатудан және/немесе ылғал нәтижесінен маусымнан маусымға елеулі өзгерсе, маусымдық анықтама анықталуы тиіс.

• K-мәні сосын төселу қабаты мен оның қалындығы үшін арту жағына түзетіледі.

• K-мәні сосын төселу қабаты эрозиясынан ұстап тұрудың потенциалды шығыны үшін кему жағына түзетіледі.

• сонымен, егер түпкілікті жыныстар беткі жағынан 3,05 м (10 фут) шектерде жатса, к мәні тағы да арту жағына түзетіледі.

Осы барлық қадамдар нәтижесі, жиі к -мәні мен бастапқы бағасына тым жақын. Басқа жақтан ұстап тұру болмауын әрсіз ұсталуды өтеу үшін жаяужолды қалың етпей, материалдар пайдалануды болдырмау қажет. Одан өзге, плитаның D қалындығы к - мәніне аса сезімтал. 5.1 кестелерде 5.3 арқылы К анықтамасының қарапайымдау әдістері жеткілікті болып табылады.

Шешу әдістері

9.1 тендеуін D үшін тікелей шешу қиын. Жобалау бойынша The AASHTO нұсқаулығы нақтылықтың саналы дәрежесінде мақсатына жететін шешу-нәтижесін анықтау үшін номограмманы қамтамасыз етеді. Тендеуді электронды кестеге немесе шешудің басқа тендеуіне не болмаса бағдарлайтын калькуляторға салуға болады.

Теңдеу У АСРА бағдарламалық қамтамасыз етудің WинPAS арқылы шешіледі. WинPAS осы кітаптың алдыңғы басылымынан, WинPAS 12

кейін жаңартылды. Бағдарлама $ 300 құнда АҚШ үшін ACPA кітап дүкенінде бар (www.pavement.com). WинPAS жабынның D қалындығын немесе басқа кез келген ауыспалы үшін қолданылады. Мысалы, белгілі бір жобаланатын қозғалыс үшін жол жабынының осы құрастырма сенімділігін анықтауға болады. Бағдарлама әдеттегі және басқа бірліктерді қолданады. WинPAS 12 арқылы көлік құралы немесе жүк көлігі факторы, осы осьтер негізінде трафиктік аталған ағыны үшін ESALs бағалауға болады. Бағдарлама асфальтті және бетонды жабындар немесе осы екеуі үшін құрастырмалы шешулерді қамтамасыз етеді. Ол оның қолдағы бетон жабындарында байланысқан немесе байланыспаған бетонды қабаттарды және асфальтті жабынға байланыспаған қабаттарды жобалауды көздейтін салу модулі бар. Жол жабынының бөлшектеріне (NDT) бақылау WинPAS 12 есебі кіреді және жол жабыны баламаларын салыстыру арқылы айналым циклінің құнын талдау модулі бар.

Жобалау мысалы

Құрастырма мысалы номограманы пайдалану суреттері үшін жобалау бойынша AASHTO Нұсқаулығында қолданылатын (AASHTO 1993: II-45), бір ерекшеден өзге мысалды ұсынады. Мысалда s0 = 0,29, стандартты ауытқуы қолданылады, ол ұсынылатын диапазонынан төмен және WинPAS бұл мәнді қабылдамайды, осыдан, s0 = 0,30 оның орнына қолданылады. Жобалау мысалы үшін кіру мәндері 9.4 кестесінде келтірілген.

9.4-кесте мысалдар дизайны үшін кіріс құндылықтары

Table 9.4 Input values for design example

Input	*Value*	
	SI units	*US customary*
Modulus of subgrade reaction k	19 MPa/m	72 pci (psi/in)
Modulus of elasticity of concrete E_c	34.5 GPa	5,000,000 psi
Concrete flexural strength S_c'	4.5 MPa	650 psi
Load transfer coefficient J	3.2	
Drainage coefficient C_d	1.0	
Standard deviation S_0	0.29 (increase to 0.30)	
Reliability and standard normal deviate Z_R	95%, – 1.645	
Initial serviceability	4.2	
Terminal serviceability	2.5	
Traffic in ESALs W18	5,100,000	

Input – кіру
drainage coefficient $_d$ - Cd Дренаж коэффициенттері
Value - құндылықтар
standard deviation S_0 - Стандартты ауытқу S0
SL units - SL бірлігі
Reliability and standard normal deviate Z_R - Сенімділік (прочность) және Z_R ауытқулық стандарт нормасы
US customary -АҚШта әдетте қолданады
Initial serviceability- бастапқы қызмет көрсету
Modulus of subgrade reaction k - Модуль реакциясының к грунтовкасы
Traffic in ESALs Wl8 - көлік қозғ лысы
Concrete flexural strength S'-S' иілу кезіндегі беріктік шегі S'-S
Load coefficient j -- j жү теме коэффициенті

D өзге барлық кіру мәндері жүйеге қойылғаннан кейін пайдаланушы ауыспалы (D) таңдайды және «шешуге» басады. Құрастырма шешуі 9.1. суретінде көрсетілген. WинPAS 9,77 немесе 248 мм, жобалық қалыңдығын қамтамасыз етеді. Ол 10 немесе 254 мм дейін жуықталады және AASHTO жобалау нұсқаулығынан мәнге сәйкес келеді.

Грунт табанының мәні төмен қалады және сенімділіктің жоғары деңгейімен үйлеспеуі мүмкін. Жол жабынының осы типі үшін жоғары к-мәнге келтіретін төсеу табанын талап етер еді. J жүктеме беру коэффициенті асфальт төбесімен бірге жабынға жалғанған штрифтілермен сәйкес келеді (JPCP немесе JRCP). 9.5 кестесі құрастырмадағы қажетті қалыңдыққа әртүрлі жобалы ауыспалы өзгерісінің ықпалын көрсететін сезімталдық талдауын ұсынады.

10 коэффициентіне арту немесе кему кезінде елеулі нәтижесі бар трафикті көруге болады, бірақ көп емес вариациялар үшін ең кем нәтижесі плюс немесе минут 20% делік. Қажетті жалпы сенімділігі жүктеме беру коэффициенті және дренаж коэффициенті салыстырмалы маңызды. Тұтасымен стандартты ауытқу s0, бетон беріктілігі және қаттылығы, к грунт реакциясының модулі және жөндеулік терминалы құрастырма қалыңдығына аса ықпал етпейді.

1998 жылғы AASHTO нұсқаулығына толықтыру

1998 жылы AASHTO жобалау бойынша құрастырма жабындары үшін AASHTO нұсқаулығына, II-қатты жаяу жол дизайны & қатты жаяу жол бірлескен дизайны атауымен құрастырмаларды жариялады. Осы процедураны пайдалану 9.2 және 9.3 сур. келтіріледі. Осы қосымша 1993 жылғы өңдеу процедурасына альтернативасын ұсынады және алдыңғы нұсқалардан айырмашылығы жол сынақтарының AASHTO нәтижелерінде негізделеді. Осының орнына процедура 1998 толықты-

ру LTPP және NCHRP жоба 1-30 базасына негізделді. 1998 толықтыруы 1993 тәсілі және MEPDG арасында қадамды көрсетеді, ол елеулі дәрежеде LTPP деректеріне негізделеді.

Сурет 9.1 Проблеманы әзірлеу үшін WinPAS шешімі.
Concrete Pavement Design -бетонды жабудың сызбасы
Analysis Inputs -шығындарға төлем
Concrete thickness -бетон қалаңдығы
Total rigid ESALS -суммарлы қатты тең бағалы ауыстырылымы
Reliability -бас тартпайтын жұмыстың ықтималдылығы/қаттылығы
Overall standard deviation -жалпы орта квадраттық ауытқу
Flexural strength -иілу кезіндегі қаттылықшектеуі
Modulus of elasticity -грунттық негіздеудің модульдік реакциясы
Drainage coefficient -дренажды ағымның м дулі
Initial serviceability -бастапқы корректілі жұмысқа қабілеттілік
Terminal serviceability-соңғы жұмыс қабілеттілігі
Concrete thickness: 977 inches -бетонды қоспа қалыңдығы: 977 дюйм

Кіру мәндері бірлескен интервал толықтыруымен 1993 процедурасы үшін солай қалады. Құрастырма электронды кестелермен жұмысты еркін бағдарламалық қамтамасыз етумен орындалады, олар жүктеледі: http://www.ltpp-products.com/Default.aspx.

Жобалық тапсырмалар

Толықтыру процедурасы жаяу жолдың JPCP, JRCP немесе CRCP үшін құрастырма қалыңдығын қамтамасыз етеді және JPCP немесе JRCP үшін ығысудың бірлескен тексеруін қамтамасыз етеді. Маңызды ақпарат К шамасын анықтау бойынша, әсіресе топырақтар ылғалдығына сезімталдығы үшін ұсынылады (AASHTO 1998: 2-16).

Қосымша деректер жобаның орналасуы және онымен байланысты орта жылдық жел шапшаңдығы, ауа температурасы және жауын шашынның орта жылдық сомасын қажет етеді.

9.5- кесте Сезімталдық талдауы: қалыңдығы бойынша жобалық параметрлерінің әсері

Table 9.5 Sensitivity analysis: effect of design parameters on thickness *D*

Input value	*Thickness D*		*Percent change*
	in	*mm*	
Baseline case (Table 8.4)	9.77	248	N/A
Traffic 510,000 ESALs	6.69	170	−31.5
Traffic 4,080,000 ESALs (−20%)	9.45	240	−3.2
Traffic 6,120,000 ESALs (+20%)	10.05	255	+2.9
Traffic 51,000,000 ESALs	13.77	350	+40.9
Reliability 80%	8.97	228	−8.2
Reliability 99.9%	12	305	+22.8
Overall deviation 0.49	10.9	277	+11.6
Low strength concrete—S = 550 psi, E = 3,700,000 psi	10.56	268	+8.1
High strength concrete—S = 750 psi, E = 5,062,500 psi	9.07	230	−7.1
Load transfer J = 2.6, CRCP with tied shoulders	8.76	222	−10.3
Load transfer J = 4.1, no dowels	11.11	282	+13.7
Subgrade k = 50 psi/in	9.89	251	+1.2
Subgrade k = 200 psi/in	9.37	238	−4.1
Saturated >25% with very poor drainage, C_d = 0.70	11.74	289	+20.1
Saturated <1% with excellent drainage, C_d = 1.25	8.98	220	−8.1
High terminal serviceability 3.0	10.28	261	+5.2
Low terminal serviceability 2.0	9.42	239	−3.6

Input value - кіріс құндылықтар thickness D- қалыңдығы
In -в mm percent change- пайыздық ауысуы
Baseline case - Фондық жағдайда
Traffic – ол қозғалысы
Reliability - Беріктік
Overall deviation - Жалпы ауытқу
Low strength concrete - Беріктігі төмен бетон
High strength concrete - Беріктігі жоғары бетон
Load transfer жүк тасу
Subgrade k - астынғы қабаттағы төселім
Saturated – қанық (терең сіңетін)
High terminal serviceability – Жоғары деңгейде қызмет көрсету терминалы
Low terminal serviceability – Төменгі деңгейде қызмет көрсету терминалы

Олар АҚШ штаттарында екі қаладан он екі қалаға дейін көзделген. мысалы, Кливленд, штат Огайо, онда желдің орташа жылдық шапшаңдығы сағатына 17,2 км (10,7 миль/сағ), орта жылдық ауа температурасы 9,9 ° C (49,6 ° F), және орта жылдық жауын шашын сомасы 900 мм (35,4 дюйм) құрайды.

Кейбір қосымша кірулер қажет:

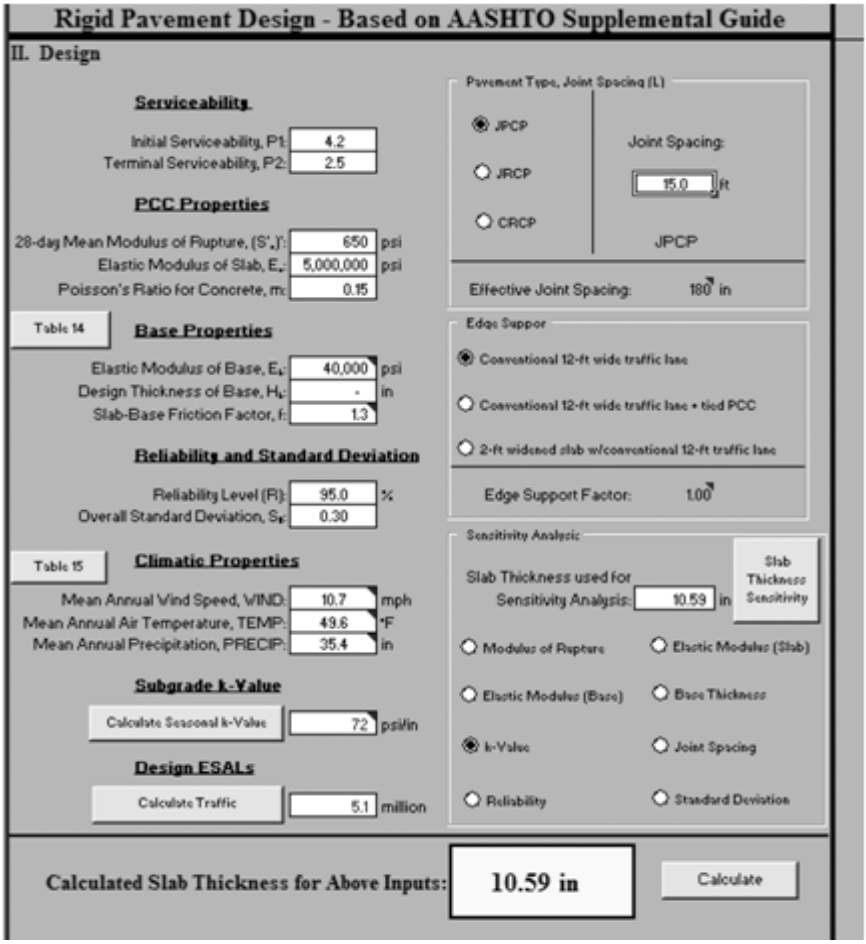
• Футпен алғанда бірлескен қашықтық. JPCP үшін тігістер арасында нақты қашықтық алынады. JRCP үшін тігістер интервалы ең көп мәнге дейін 9,1 м (30 фут) қолданылады. CRCP үшін тігістер арасында қашықтық 4,6 м (15 фут) құрайды және плита қалыңдығын есептеуге ғана қолданылады.

• Қозғалыс жолағының әдеттегі ені (3,7 м немесе 12 фут) немсее кеңейтілген ені (4,3 м, 14 фут) дейін болуын.

• серпінділік модулі табаны үшін үйкеліс коэффициенті және қалыңдығы

Жоба үлгілері

Жоғарыда қарастырылған мысалында және Кливлендіде орналасуында, 4,6 м (15 фут) үшін тігістер арасында қашықтық үшін жол жабынының қажетті қалыңдығы 267 мм (10,59 дюйм) құрайды. Сонымен, қалыңдық жобалау бойынша AASHTO 1993 нұсқаулығымен салыстырғанда Supplement AASHTO 1998 процедурасымен сәйкес жүргізіледі. CRCP дизайнының өзгеруі жабын қалыңдығын өзгертпейді. Құрастырма қалыңдығы 9.2 суретте көрсетілген.



Сурет 9.2 AASHTO 1998 үшін электронды кесте шешуі, жобалау мысалы

Design -сызба

Serviceability -жұмысқа қажеттілігі

PCC properties -жоба бойынша шығындар бақылауының жүйе сипаттамасы

Base properties -негіздің сипаттамасы

Reliability and standard deviation -қаттылық және орта квадраттық қатынас

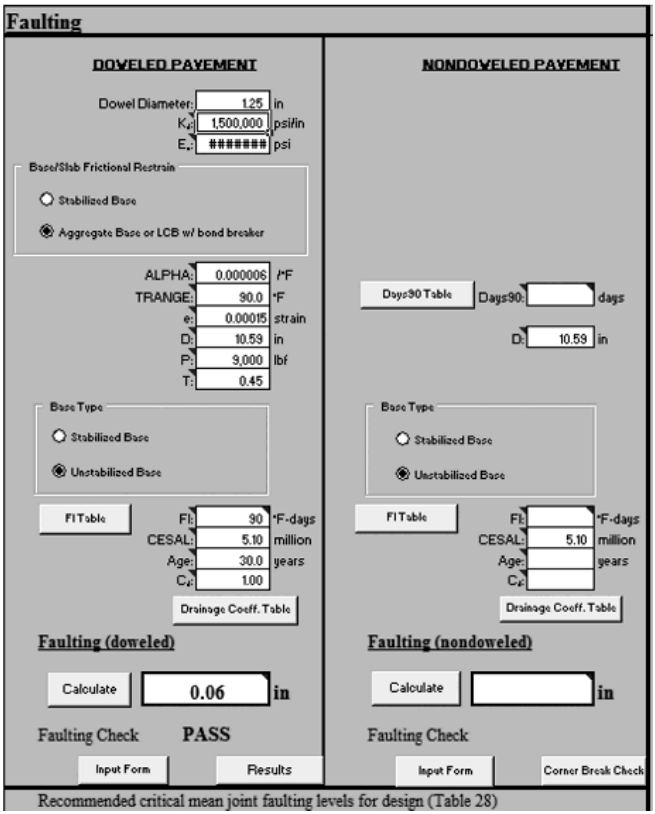
Climatic properties -климатикалық сипаттамалар

Subgrade k-value -тепе-теңділіктің константасының грунттық негізделуі

Design ESALS -тең бағалы толтырылудың сызбасы

Calculated slab thickness for above inputs -жоғарыд аталған ресурс негізделуі үшін бетонды плитаның есептелген қалыңдығы

Осы процесте келесі қадам дюбельдің қажетті диаметрін анықтау болып табылады. Ұзындығы 7,6 м (25 фут) кем плиталар үшін бірлескен жарылулардың сындарлы орташа шегі 1,5 мм (0,06 дюйм) құрайды. Бұл градуспен температуралар диапазоны енгізуін талап етеді, ал мұздануды орта жылдық индексі Фаренгейтпен алғанда. Кливленд үшін олар 90 ° F және 656 ° F градусы ретінде бағаланады. Дренаждау 1 коэффициентінде және 25 жылға дейін жабын жасында 25 мм (1 дюйм) дюбельдері қолданылады, бірақ 32 мм (1¼ дюйм) дюбельдері аса дәл келмейді. Тігіс жарылуы 9.3 суретінде көрсетілген.



9.3 суреті. AASHTO 1998 электронды кестелері

Faulling -залал

Doveled payment -қосылған төлем

Faulting (non doveled -залал (қосылмаған)

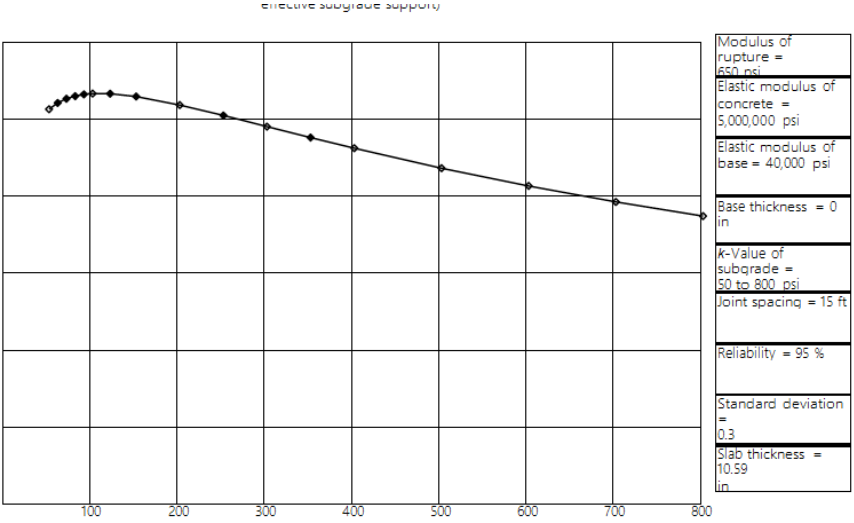
Recommended critical mean joint faulting levels for design (table 28)-сызба үшін залалданған деңгейлердің ұсынылған критикалық орта қосылуы

Плитаның сезімталдық қалыңдығы жарылу модулі, плитаның серпінділік модулі, табанының серпінділік модулі, табан қалыңдығы, К-мәндері, тігістер арасында қашықтығы, сенімділігі және стандартты ауытқуы үшін электронды кесте арқылы автоматты түрде орындалған. К-мәндерінің сезімталдығын талдау 9.4 кестесінде көрсетілген.

Қосу үш әртүрлі ерітінді мен мысалды қамтамасыз етеді. Шешулер өңделген асфальт табаны бар жалғанбаған JPCP және жиынтық базасымен JPCP штифтілермен толықтырғышы бар JPCP жалғанбаған штифтілеріне арналған.

PCA 1984 жоба 158

AASHTO 1993 және 1998 процедуралар айырмашылығы, PCA 1984 процедура сы механистикалық график болып табылады және кестелер кернеулер мен иілу жерлерінің қорытынды есептеріне негізделген. Керемет жол сілтеме қолмен есептеу үшін жасалған. Есептер ретімен стандартты оқулықтар арқылы Хуанг (2004) 12 тарауында және Гарбер және Хоэл (2002) 21 тарауында сипатталған. Процедура төменде айтылған, бірақ кестелер мен графиктер көзделмеген. PCAPAV немесе StreetPave бағдарламалық қамтамасыз ету пайдалануында тиімді. Бұл әдіс қайталанбалы болып табылады. Көптеген жобалық сынақтар қолмен есептеген кезде шаршатады. Қолмен есептеу нәтижелері 11 тарауда ұсынылған StreetPave есебіне аса жақын. PCA 1984 есебінің әдістемесі де AASHTO (AASHTO 1993: C-1) жобалау 1993 нұсқаулығына баламалы әдіс ретінде көрсетілген. PCA 1984 процедурасы жол жабынын жобалау үшін кеңінен қолданылмаса да ол бірқатар себептер бойынша өзекті болып қалады. Процедура жабынның, дюбельдің әртүрлі ауыспалы қалыңдықтары және төбелер өнімділігінің рөлдерінің түсінігін енгізеді.



9.4 суреті. AASHTO 1998 дизайн сезімталдығын талдау.
Moduls of rupture -қаттылық шектеуі
Elastic moduls of concrete -бетонды қоспалардың модельді серпімділігі
Elastic moduls of base-негіз серпімділігінің модулі
Base thickness -негіздеудегі қалыңдық
K-value of subgrade -жол киімі негізінің тепе-еңдік константасы
Расположение швов-тігістердің орналасуы
Reliability -қаттылық/эксплуатациядан бас тартпаушылық
Standard deviation -плитаның орта квадратты қалыңдығы

Ол әсіресе кезекші жол жеңіл жол жабындары үшін пайдалы және тұрақтар (ACI Комитеті 2008: 330), және де көшелер мен жергілікті мағынадағы жолдар үшін (ACI Комитеті 2002: 325) жабын дизайнын әзірлеу үшін пайдаланылды. Жобалау жөнінде нұсқаулықтың SI нұсқасы Портленд (CPCA 1999) канадалқы цемент ассоциациясымен жарияланған.

Жабындар қажу не болмаса эрозия нәтижесінде тоқтауларды болдырмау үшін арналған. Біріншіден, жабындар, тігістер мен төбелер қалындығын анықтау үшін сынамалар тандалды. Сосын болжамды көлік жүктемесімен туындаған қажу не болмаса эрозия зақымдары 7.3 теңдеуі арқылы есептелді. Егер екі зақымдану да 100% кем құраса, құрастырма қанағаттанарлық болып табылады. Алайда бұл әдіс аса консервативтік болуы мүмкін, сондықтан жұқа жабынды пайдалануға болады. Егер қажу не болмаса эрозия зақымданудың пайыздық мазмұны 100%

асса, сынақтарды қалыңырақ жабында өткізеді.

Жобалық тапсырмалар

РСА 1984 дизайн басқа процедуралар үшін ұқсас. Оларға жатады:

• үшінші бөліктегі нүктеде өлшемдерге сәйкес, бетонның иілу жеріндегі беріктілік шегі

• жер төсеніші және төсеу қабатының ұсталуы (К-мәні): РСА нұсқауына ASTM топырақтар жіктелуіне негізделген, К-мәнін анықтау үшін, AASHTO топырақ жіктелуі үшін, кедрегі мәндерін немесе CBR алып, 5.1 кестесіне ұқсас қарапайым сызбаны енгізеді. К-мәні сосын өңделмеген төсеу қабаты үшін арту жағына түзетілген. Осы түзетулер 5.2 және 5.3 кестелерінде келтірілген.

•жалғанған немесе жалғанбаған штифтілермен тігістер таңдалады.

•дөнес жерлер тандалады

• жол жабыны қызмет ету мерзімі ішінде қозғалыс осьтердің бір және байланысты бөлінісіне, сосын даралар үшін 8,9 кН (2000 фунт) және тандемдер үшін 17,8 кН (4000 фунт) өсірілуге бөлінеді.

• жүктелу беріктілігінің қор коэффициенті (LSF): сенімділік РСА 1984 процедурасында нақты қарастырылмайды. Оның орнына, осіне жүктеме мемлекет аралық және басқа көп жолақты магитральдарда немесе жүк тасымалдарының баяу көлемдерімен магистральді көшелер немесе магитральдар үшін 1.1 үшін LSF 1.2 көбейтіледі.

Тарау 10
10 Жол киімін есептеу бойынша басшылық

Шоссені зерттеулердің Ұлттық бағдарламасы (NCHRP) 1-37A аясында, 1993 нұсқаулық пен алдыңғы AASHTO аралық бағыттаушы жаңа нұсқаулықты әзірлеу мақсатымен зерттеу жүргізілді. Ол жаяужол жабынын жобалау бойынша механистикалық-эмпирикалық нұсқаулық деп аталды (MEPDG, сонымен қатар M-E PDG деп аталады). MEPDG кең құжаттамасы http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/mepdg/guide.htm мекен жайы бойынша Интернетте қайта қарастырылды. Нұсқаулықтың басты тарауларын Интернетте табуға болады, бірақ жүктеуге не басып шығаруға болмайды. Қосымшалар жүктеледі және басылып шығарылады. MEPDG кесте құжаттамасы 10.1.кестесінде келтірілген. Құжаттамада артығы мол, бірақ бұл жөн болуы мүмкін, себебі пайдаланушы бір бөлімге ғана сілтеме жасай алады .

Жаңа нұсқаулық механистикалық- эмпирикалық принциптерге негізделген және а 1993 тәсілден толық үзілуін білдіреді. Жабын сандық моделдермен талданады, олар LTPP бағдарламасынан төсеуді орындау туралы деректермен калибрленген. Шын мәнінде, LTPP бағдарламасы «жол сынағы» болып табылады, онда жаңа нұсқаулық негізделген. Процедура бағдарламалық қамтамасыз ету негізінде толық орындалған, және қолмен орындалмайды. MEPDG жұмыс жасау 1998 жылы басталды.

Нұсқаулық құрастырмасы әдеттегі бірліктерде АҚШ N қол жеткізілімді болған және JRCP қозғайды. JRCP алып тастау үшін себебі болашақта салынатын жаңа JRCP жабындардың көп болмауы күтілуі болып табылады.

M-E дизайн іске асыру үшін мемлекеттік органдармен және FHWA арқылы зор күштер салынады. Одан басқа, LTPP ұлттық деректерге негізделген модельдер әзірленгендіктен, көптеген мемлекеттік органдар олардың жергілікті жағдайларына негізделген модельдерді әрі қарай анықтау мақсатымен зерттеулер жүргізеді. Нәтижесінде, жобаны толық іске асыру көп жылдарды алуы мүмкін, ерте жобалау әдістері (мысалы, AASHTO 1993), біршама уақытта жалпы пайдалануда қалуы мүмкін.

Кесте 10.1 Механикалық-эмпирикалық жол жабыны жобасы нұсқаулығының мазмұны

Анықтама	Бөлім атаулары
1. Кіріспе	Мұқаба, дереккөздерге сілтемелер және кіріспе мен жоба мазмұнының кестесі 1. Анықтамалық ақпарат, мазмұн мәні, шолу
2. Жоба тапсырмалары	1. Жер төсемі/негіз жобасының мәліметтері 2. Материал сипаты 3. Экологиялық әсер 4. Жол қозғалысы 5. Бар жол жабынын қайта жөндеу үшін бағалау
3. Жоба талдауы	4. Мұқаба, дереккөздерге сілтемелер және жоба талдауы мен бостау жолдар мазмұнының кестесі 5. Суды сіңіру 6. Жолдың шеті 7. Жаңа және қалпына келтірілген икемді жабындардың жобасы 8. Жаңа және қалпына келтірілген икемсіз жабындардың жобасы 9. Қалпына келтіру стратегиялары 10. Ас қалпына келтіру 11. Рсс қалпына келтіру жобасы
4. Көлік аз қатынайтын жолдар	Көлік аз қатынайтын жолдардың жобасы
Қосымшалар (қағазға басып шығаруға болады)	
A	Терминдер глоссарий
B	Жабын стратегиясын таңдау
C	Пайдалану мерзімі талдауы бойынша нұсқаулық
D	Пайдаланушыға нұсқаулық, жоба нұсқаулығы және бағдарламалық жабдықтама мен жоба мысалдары
Аа	1. Нұсқаулығы және бағдарламалық жабдықтама мен жоба мысалдары 2. Қозғалыс талдауының графикалық көрінісі 3. Жүк машиналары класстарын жүйелеп жіктеу 4. Жүк машиналары қозғалысы жіктелімі үшін стандартты мәндер 5. Оське түсетін жылдық жүктің жүйелеп бөлу/сипаты 6. Оське түсірілетін машиналар салмағының жүйеленген статистикасы 7. Жүйеленген айлық оське түсетін жүк спектрі (5 орын) 8. Облыстық мәнді анықтайтын басқа да жолдар бойынша осьтік жүк спектрі (2және3 деңгей мәселе мысалына келтірілген) 9. Мәселелер мысалына арналған қозғалыс модулінің нәтижесінің кестеленген қорытындысы

Bb	Жоба сенімділігі
Cc	1. Cbr мәндерінің жер қасиеттеріне қатынасы 2. Gps-lttp бөлімдеріндегі негізгі ауа қалталарын бағалау 3. Асфальт қабаттары үшін қозғалыс жиілігінің жаңартылған есептемесі 4. Асфальт қосындысының динамикалық (күрделі) модулі үшін қайта қарастырылған модельді жетілдіру
Dd	1. Соққы тұтқырлығы жер ылғалдығының функциясы ретінде – болжалды модельдердің түйіні 2. Соққы тұтқырлығы жер ылғалдығының функциясы ретінде 3. Қатып қалған/еріген бос материалдар үшін соққы тұтқырлығын таңдау 4. Ылғалдық құрамын болжау үшін біріктірілген климат моделін жетілдіру
Ee	1. Hma қабаттары бар қайта қалпына келтірілген жабындар үшін бастапқы ақпаратты нақтылау және растау
Ff	Қатты жабындар үшін нақтылайтын бөлімдер 1. Кіріспе 2. Мрдельді әзірлеу және нақтылау үшін ақпарат талаптары (жаңа рсс және рсс бар қайта қалпына келтіру) 3. Жалпы ақпарат және орын/жоба анықтамасы 4. Бұзылу/апаттық жағдай 5. Көлік қозғалысы 6. Жабын құрылымы
Gg	Икемді жабындардың тұрақты пішін өзгеру модельдердің нақтылау Икемді жабындардың тұрақты пішін өзгеруінің сегіштік талдауы
Hh	Жылу әсерінен жарылатын модельдің облысын нақтылау
Ii	1. Икемді жабындар үшін жасалатын ескі жарылу моделінің нақтылауы 2. Ескірген асфальт бетонының жарылуының сезгіштік талдауы 3. Ескірген асфальт бетонының жалғасымды жарылуының сезгіштік талдауы
Jj	Біріккен жарылудың көлденең моделі
Kk	Jpcp көлденең жарылуы
Ll	
Nn	Рсс бар жабындарын қайта қалпына келтіруді нақтылау

Oo	Ас үшін бұрыңғы және алдын-ала тегістікті болжайтын модельдер Hma беті бар жабындар үшін қайта қарастырылған тегістікті болжайтын модельдер
Pp	Қатты жабындар үшін тегістікті болжау
Qq	Ас үшін құрылымды жауап беру модельдері
Rr	Икемді талдау үшін қорытынды рәсімдер
Ss	Беткі қабаттың астындағы су сіңіру жүйелерінің гидратехникалық жобасының, жөндеу жұмыстарының және құрылысының егжей-тегжейлері
Tt	Жабындағы су сіңіру талаптары бойынша пайдаланушыға нұсқаулық

Алғышарттар, көлем және шолу

Жобалаудың тура әдісін, мысалы, AAS HTO 1993 жылғы MEPDG тәсілі шынында да бағалау құралдарын қолданады. Біріншіден, зерттеу дизайны ұсынылды. Сосын нақты күтілетін трафик есебінен құрылыс және MEPDG қоршаған орта жағдайларына қарай уақыт өтуімен жол жабынының пайдалану сипаттамалары болжайды. Қабыршақтанудың дамуы (осы кітаптың 4 тарауында) уақыт өтуімен және ең көп рұқсат етілетін қабыршақтану ретінде сипаттамалар шектерімен салыстырғанда бағаланады. Егер өнімділік қанағаттанарлық болмаса дизайн өзгереді, сосын қайталанып есептеледі (MEPDG бөлім 1, тарау 1, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/мұрағат/mepdg/guide.htm).

MEPDG үздіксіз жетілдіру үшін әзірленген. Сол кезде қол жетімді модельдеу тәсілдерінде негізделуіне қарамастан өнімділік модельдері жақсаруды жалғастырады деп танылды. Сонымен MEPDG моделін олардың қолжетімді болуына қарай жақсартылған модельдермен ауыстыруға болады. АҚШ штаттарында пайдаланушылар MEPDG олардың жергілікті жағдайларына қабылдау үшін калибрлеу зерттеуі жүргізіледі деп күтілуде.

Жабын дизайнына қалыңдықты жай таңдаумен салыстырғанда аса көп енгізіледі. Құрастырмада материал қажеттілігін бірлескен өңдеу құрылысымен сапа бақылауын ескеруі тиіс. 1993 және одан ерте бағыттаушы AASHTO жол жабыны сипаттамаларын анықтау үшін ПСИ сүйенген, онда MEPDG оның орнына IRI қабылдады. IRI бастапқы мөлшері114-227 мм/км (50-100 в/мили) құрайтындығын және терминалы IRI 341-452 мм/км (150-200 в/мили) құрайтындығын болжайды. Уақыттың кез келген моментінде баяулық (немесе қабыршақты болу) бастапқы тегістілік болып табылады, ал кез келген зақымданумен байланы-

сты өзгерістер жабын жасы сияқты, ол қозғалысқа және қоршаған орта ықпалына ұшырайды (MEPDG бөлім 1, тарау 1, HTTP://onlинepubs.trb .org/onlинepubs/мұрағат/mepdg/guide.htм).

Бетон үшін (қатты жол жабыны) кернеу деформация және иілген жерлер сияқты бастапқы реакциялар ISLAB2000 моделінің соңғы элементтер әдісін пайдаланумен анықталады. Дегенмен, жол жабынының осы құрастырмасы үшін ISLAB2000 тікелей пайдаланылмайды. Оның орнына ISLAB2000 нейронды желілердің тез шешуін жасау үшін, ал нейронды желілер нақты қозғалыс және қоршаған ортаға жүктеме үшін шешулер генерациясына пайдаланылды. Жабын зақымданулары біртіндеп айына бір немесе екі рет жинақталады (MEPDG бөлім 1, тарау 1, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/mepdg/guide.htм).

MEPDG жобалаудың алдыңғы процедураларына қарағанда асфальт оңалтуына аса көп көңіл бөлінеді. Бұл ретте оңалтудың ықтимал стратегияларын бағалау бойынша акцент жасалады (MEPDG бөлім 1, тарау 1, http://онлайн- pubs.trb.org/onlинepubs/archive/mepdg/guide. htм~~HEAD=dobj~~number=plural). Ондай тәсіл логикалық, себебі көптеген мекемелер оңалту мәселесімен соқтығысады

Жобалық тапсырмалар

Бес шығу секциялары бар. Олар төсеу қабатының/табанының жобалық материалдары, сипаттамасы, қоршаған ортаға ықпал ету, қозғалысы және оңалту үшін жол жабындарының бағасы болып табылады. Әрине жаңа жабындар үшін соңғы тармақ қарастырылмайды.

Жыралардың грунт табандарының жобалық белгісі және 167 іргетасының жобалық есептері.

Жаяу жол өнімділігі берік табанға тәуелді. Іргетастың құрастырмасы туралы тарау секцияларға бөлінген: іргетастардың жол жабыны сипаттамалары, жерасты зерттеулер зертханалық сынақтар және фундаменттің жақсартылуы және нығайтылуы (MEPDG бөлім 2, тарау 1, http:// onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/mepdg/~~HEAD=pobj guide.htм).

Жол жабыны табандарын сипаттау үшін кез келген қабаттағы материал көп реттік жүктемелер, зертханалық сынақтар серпінділігінің модулі, бұзылмайтын бақылау бойынша деректердің резервтік есебі арқылы бағаланады (мысалы 20 тарауындағы салмақтың түсуі) немесе басқа физикалық қасиеттермен корреляция бағаланады. MEPDG, деп бірдей тәсілдер, фундамент сипаттамаларының анықтамалары, асфальт және бетон жабындары үшін қолданылады. Жаңа жобалар және маңызды жобалар үшін басым әдіс жүктеме қайталануынан зертханалық сынақтар серпінділік модулінен тұрады. Топырақтар жіктелу-

дің AASHTO және/немесе USCS бойынша жүйеде жіктеледі. MEPDG сынамалар іріктеуі және топырақтар сынақтары бойынша ретті нұсқаулары бар. Одан өзге сұрақ туындататын топырақтық жағдайларды өңдеу талқыланады. Оларға жинақтамалы-бұзылмалы немесе өте сығылатын грунттар, экспансивтік немесе ісінетін топырақтар, жер асты сулар ағыны және сумен қаныққан топырақпен аязды қабылдағыш топырақтар жатады (MEPDG бөлім 2, тарау 1, HTTP://onlинepubs.trb Орг/ onlинepubs/мұрағат/mepdg/руководство .htм).

Жақсарту мен нығайту қанағаттанарлық жабынды қамтамасыз ету үшін қажет. Әдістерге әлсіз грунттар тұрақтандырылуы (атап айтқанда, жоғары пластикалық немесе сығылатын топырақтар), қалың түйіршікті қабаттар, беткі жақ асты дренаж жүйелері, геосинтетикалық және топырақтын инкапсуляциясы енеді (MEPDG бөлім 2, тарау 1, http:// onlинepubs.trb.org/onlинepubs/~~HEAD=dobj мұрағат/mepdg/guide.htм).

Топырақтың нашар жағдайларында әрине фундамент проблемасын жеңу үшін жабынды күшті етуге тырыспай фундаменттің проблемасын түзеткен жөн. Жол жабындарында геосинтетикалық әдістерді қолдану ретінде дамушы технологиялар болып табылады. Топырақтың герметикалануы әдетте төмен көлемдегі магистральдарда қолданылады. Қажетті деңгейде топырақта ылғалды ұстап тұрудың осы әдісі су өткізбейтін мембрананы капсульдеуге негізделген.

Материалдардың сипаттамалары

Бөлім 2, Тарау 2, MEPDG материалдар сипаттамасы бойынша 85 құрайды, бірақ көп бөлігі асфальт материалдарының сипаттамасына арналған. Басқа материалдар тарауында - ОКК, химиялық тұрақтандырылған материалдар, байланыспаған түйіршіктелген материалдар және жер төсемесі, табандарға арналған материалдар. Асфальт материалдары асфальт табандары үшін қолдану кезінде жол жабдығының бетон құрастырмасы үшін назар аудартады және бетон қабаттары бар болған асфальт жабындары базасында орналасқан кезде. MEPDG әр материалы үшін сынақтардың анықталған AASHTO және ASTM ұсынылады. Материалдар моделіне қоршаған ортаға ықпал ету, бастапқы реакция және зақымдау модельдері кіреді (MEPDG бөлім 2, тарау 2, HTTP:// onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/mepdg/guide.htм~~HEAD=pobj).

PCC материалдары үшін, сындарлы есептеу мәндері ретінде серпінділік модулі, пуассон коэффициенті, жылулық кеңейтудің салмақ бірлігінің коэффициенті. Жүктеме берілу функциясымен байланысты зақымдану модельдері үшін үзілу модулін, созылуға беріктілікті, ыдырау және сығылуға беріктілікті және де цементтің типін, мазмұнын су/

цемент қатынасы және соңғы және қайтарылымды отырылуын қосу қажет. климаттық модельдеу үшін беткі қысқа толқынды жұту қабілеті, жылу өткізгіштігі және қыздыру қуаты үшін де зерттеу қажет етеді. Үзілуге беріктілік сынағы CRCP жобалары үшін қолданылады, бірақ JRCP үшін емес. Процедуралар жоғарыда талқыланған және иілу жерінде беріктілік шегі үшін қолданылады. Осы материалдардың кейбір қасиеттері дизайнерлермен дәстүрлі ретінде қарастырылмайды. (MEPDG бөлім 2, тарау 2, HTTP://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм~~HEAD=pobj) .

Кейбір мекемелер, мысалы, соңғы кезде MEPDG өту аясында тестілеудің жылу кеңейту коэффициентін тестілеу бойынша елеулі күш салған. PCA 1984 және AASHTO 1993 сияқты жобалаудың көне процедуралар елеулі дәрежеде немесе толық жылулық кеңейту коэффициентін елемеген.

Жылулық кеңейту коэффициентінің жол жабынын орындау үшін маңызы зор екендігін тану қажет. Көпірлер тұтасымен температура өзгеруіне және қалыңдығы бойынша температуралық өзгерістерге жылулық кеңейту коэффициентіне көбейтілген температураның орташа өзгеруі қаншалықты тігістер кеңейтіндігін анықтайды. Температура ықпалына ұшыраған плита бұрыштарында жарылыстар және сызаттар болу қатерін арттыра отырып, бетонның термиялық коэффициенті жоғары болса, көп иіледі.

Отырғызылу кепкен кезде әсіресе CRCP сызаттары жайылу үшін маңызды. Бұл JRCP шалыстануына және тігістер сипаттамаларына ықпал етеді. Екі қысқа мерзімді және соңғы отырғызулар саналады (MEPDG бөлім 2, тарау 2, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Беткі жағы қоректендіретін және жылу сыйымдылығы және өткізгіштігі үшін MEPDG әдеттегідей есеп мәндерін қамтамасыз етеді (бет 2.2.58, MEPDG Бөлім 2, Тарау 2, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide .htм).

Химиялық тұрақтандырылған материалдар модуль, беріктілік және басқа құндылықтар үшін кірулерді қажет етеді. Деңгейге негізделіп, зертханалық тестілеу талап етіледі (деңгей 1) немесе мәндері материалдың басқа қасиеттері немесе тарихи жазбалардан бағаланады (деңгейлер 2 және 3). Кейбір есеп мәндері химиялық тұрақтандырылған материалдар асфальт жабындарының бір бөлігі ретінде қолданылған кезде ғана қажет. жылу өткізгіштік және жылу сыйымдылық экологиялық модельдер үшін қажетті кірулер болып табылады (MEPDG Бөлім 2, Тарау 2, HTTP://onlинepubs.trb Орг/onlинepubs/мұрағат/мepdg/guide.htм).

Байланыспаған түйіршіктелген материалдармен жер төсемі материалдары өрескел (түйіршікті) немесе жұқа (тұнбалы-сазды) санаттарға бөлінеді. Бұл бөліністер түйіршік өлшемдерінің жоғары пропорциялары 0,075 мм (0,0029 дюйм) қарағанда артық немесе кем болуына негізделеді. Құрастырманың маңызды мәні кірулердің бірінші деңгейі және басқа қасиеттердегі екі және үш деңгейлер үшін циклдік үш осьтік сынақтардан анықталатын серпінділік модулі болады. Үш деңгейі үшін 2.2.51 кестесінде мәндері келтірілген (бет. 2.2.69, MEPDG Бөлім 2, тарау 2, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/мұрағат/mepdg/guide.htм).

Пуассон коэффициенті жобалау үшін қажет және үш осьтік сынақтардан (деңгей 1) немесе басқа қасиеттермен корреляциядан (2 және 3 деңгейлер) анықталады (MEPDG бөлім 2, тарау 2, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/мұрағат/mepdg/guide.htм).

Кірулердің кейбіреулерінде климаттың кеңейтілген интеграцияланған модель есебінен қоршаған ортаны модельдеу үшін маңызы бар (EICM). Оларға Atterberg шектемесі (ылғал ықпалына топырақ сезімталдығының өлшемі), градация және ылғал өткізгіштік жатады. Басқа қасиеті ретінде бүйір қысым коэффициенті болып табылады (MEPDG бөлім 2, тарау 2, HTTP://onlинepubs.trb Орг/onlинepubs/мұрағат/mepdg/guide.htм).

Материалдың бір қосымша қасиеті тек бетон жабындары үшін қолданылады (JPCP және CRCP) – табаны және төсеу қабатының шайылуы. Бұл айдалуға тікелей және келесіде бірге ығысуға қатысты. Қазіргі кезде бір деңгейдегі кіруді өңдеу үшін жарамды сынақтар әлі жоқ. Екі кіру деңгейі үшін шайылу 2.2.56 кестесіне негізделген, ол шайылудың 5 класстарына негіз үшін материалдарды сорттайды. 3 деңгейі 2.2.59 кестесінде материал типін сипаттауға ғана негізделген. 2.2.60 кестесі трафик деңгейіне негізделіп, жалғанған және жалғанбаған JPCP, CRCP, базалық типтерін ұсынады (б. 2.2.77-2.2.80, MEPDG Бөлім 2, Тарау 2, HTTP://onlинepubs.trb Орг/onlинepubs/мұрағат/mepdg/guide.htмl)

Қоршаған ортаға әсер ету

MEPDG экологиялық зардаптарын оңалту бетон жабындарын жобалаудағы басқа процедураларына аса күрделі болып келеді. Қарастырылатын факторларға температуралар қату-еру кезеңдері және грунт суларының тереңдігі кіреді. Ылғалдылық және температура аса нәтижелі, дегенмен температура асфальт қасиеттеріне бетон қасиеттеріне қарағанда артық ықпал етеді. MEPDG қоршаған ортаға ықпалы жылу мен ылғал ағынының бір өлшемді бағдарламасы ретінде сипатталған EICM арқылы бағаланады. EICM үш негізгі компонентте құрасты-

рылған, олардың біріншісі климат моделі – құрылымдық модель болып табылады (CMS), ол Иллинойс штатының университетінде әзірленген. Екіншіден, аязды мамықтау және еру CRREL моделіне жатады (модель CRREL) , ол АҚШ әскерінде Ганновердегі ғылыми өндірістік зертханасында CRREL әзірленген, Нью-Гемпшир штаты. Үшінші элемент – инфильтрация және дренаж моделі (ID моделі), Texas A & M University. LTTP деректері EICM нұсқасы үшін қолданылған (MEPDG бөлім 2, тарау 3, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

EICM үшін кірулерге құрастырма туралы ақпарат кіреді, мысалы жабын салынған кезде және ол қозғалыс үшін ашылған кезде. Жылулық нәтижелер мен ылғалдылықты модельдеу үшін кернеуге ықпал ететін жағдайлар, деформациялар және жол жабдығы қабаттарының қасиеттері үшін ауа райымен байланысты ақпарат, грунт сулары, жол жабыны құрылымымен дренаж қасиеттері және материалдар туралы ақпарат қажет. ауа райы туралы ақпаратқа ауаның сағаттап температурасымен, желдің сағаттап жылдамдығымен, күн жарығының сағаттап пайызымен (бұлттылық үшін) және де ең кем дегенде 24 ай деректегі салыстырмалы ылғалдылықпен байланысты деректер кіреді (MEPDG бөлім 2, тарау 3, HTTP://онлайн- pubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Бағдарламалық қамтамасыз ету нұсқаулығының бүкіл Құрама Штаттар аумағында 800 метеорологиялық станциялар үшін қондырмалы ақпараты болады. Жоба орналасуы және биіктігі кіру деректері ретінде болып табылады. Алты ең жақын метеорологиялық станциялардан деректер жоба үшін виртуалды метеостанцияны жасау үшін қолданылады (MEPDG Бөлім 2, Тарау 3, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/мұрағат/мepdg/guide.htм). Құрама Штаттар шегінен тыс пайдаланушылар үшін EICM үшін ауа райы туралы қажетті деректер алуға керек болушы еді.

EICM топырақтық қоздырғыштар және басқа жазбалар негізінде грунт сулары деңгейінің тереңдігін бағалауды қажет етеді. Бұл фундаментте және жол жабынында ылғал болуына аса ықпал етуі мүмкін (MEPDG бөлім 2, тарау 3, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм~~HEAD=pobj). Сонымен бірге дренаж және беткі қасиеттері болады. Жұтылатын беткі жағы күн сәулесі жол жабынының беткі жағымен қаншалықты жұтылатындығын анықтайды. Беткі жақ арқылы судың енуі тігістер және сызаттар дәрежесімен еніне тәуелді. Дренаж жолының ұзындығы ұзына бойы және көлденең еңістер ұзындығымен анықталады және MEPDG кіргізілген бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы есептеледі. Бетонды жол жабындары үшін жылу өткізгіштік және жылу сыйымдылығы жол жабынының қалыңдығы арқылы жылулық ағынды анықтайды (MEPDG Бөлім 2, Тарау

3, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Тығыздалған байланыспаған материалдар үшін массалық көлемдегі параметрлерге ең көп тығыздық аралық салмақ және оңтайлы ылғалдылық кіреді. Қанығудың бастапқы дәрежесі сияқты басқа маңызды параметрлер анықталуы мүмкін. Жер төсемі үшін материал қасиетінің табиғи сығылмаған түрінің маңызы зор (MEPDG Бөлім 2, Тарау 3, HTTP://онлайн- pubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

EICM осы кіру деректерін беткі жақтың жол жабының қабаттарын ұстап тұратын қабаттағы байланысқан және байланыспаған материалдардың серпінділікі модулін есептеу үшін пайдаланылады. Байланыспаған материалдарға қату және еру ықпалы маңызды, себебі қатқан материалдар өте қатты, ал еритін материалдар өте жұмсақ және әлсіз, және жабындар еру кезінде зақымдануларды қабылдағыш болып келеді (MEPDG бөлім 2, тарау 3, HTTP://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Қозғалыс

Жобалауға қажетті типтік трафик деректеріне бір жылға жүктеме көлемі арбашаның жұмыс жылдамдығы қозғалыс кластар бөлінісі оське жүктеменің таратылу коэффициенттері ось және дөңгелектер базалық конфигурациялар шиналар сипаттамалары және қысымы, таратылыстың бүйір факторлары және өсу факторлары кіреді. Жол қозғалысы туралы деректер жиі қозғалыстағы өлшеу (WIM), көлік құралдарының автоматты жіктелуі (AVC), және көлік құралдарын есептеу арқылы агенттіктермен жинақталады (MEPDG Бөлім 2, Тарау 4, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Қолданыстағы объектіні оңалту үшін қозғалыстың жылдық көлемі үшін жақсы деректер алуға болады, бірақ бұрыңғыдай жол жабдығы қызмет ету мерзімі ішінде өсуді болжау қиын. Жобаланатын жол жабдығы үшін жылдық көлем бағалау болып табылады. Көлік құралының рұқсат етілетін ең көп жүктемелері мысалы үшін саясат мәселесі болып табылады және өзгертілуі мүмкін.

Базалық жыл жабыны қозғалыс үшін ашық және ақпаратқа орта тәуліктік жүктеме кіретін (AADTT), жобалаудың әр бағытында қозғалыс жолақтар саны, дизайн бағытында жүк көлігінің пайыздық мазмұны және жолақ жобалануы, жүк көлігінің жұмыс жылдамдығы кіретін жыл болып табылады. Жүк қозғалысының көлемі ай сайынғы факторлар, көлік құралы класын бөлу факторлары, бөлу факторлары және трафик өсу факторлары арқылы реттеледі. Үш кіру деңгейі үшін әдепкідегі мәндері LTPP деректері базасынан әзірленді. Өсу жалғау немесе

өсудің болмауы ретінде модельденеді (MEPDG бөлім 2, тарау 4, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм~~HEAD=pobj).

Шетіндегі жол жабынына қатысты трафик жүктемесінің орналасуы жол жабыны кернеуіне аса ықпал етеді. Шетіне жүктемесі жақын болған сайын шеткі кернеулері де артады. Олар әрине плитаның қажу жарылуына ықпалы зор. MEPDG үшін олар орта дөңгелек орналасуы, қозғалысы, стандартты ауытқуы тұрғысында анықталады, ал құрастырманың қозғалысы жолақ еніне байланысты. Басқа параметрлер дөңгелек жүктемелері үшін шиналар қысымы мен геометриясын анықтайды (MEPDG Бөлім 2, тарау 4, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Қолданыстағы оңалту үшін жол жабындарын бағалау 172

Инфрақұрылым жасында фокус жаңа құрылыстан оңалтуға дейін ығысады. MEPDG жобалаудың алдыңғы процедурасына қарағанда оңалтуға акценті күшті. Оңалту жобасы үшін қолданыстағы жол жабдығынан деректерді жинау маңызды. Оларға қозғалыс жағдайлары (дистресс, тегістілік және қаттылық), дөңестер жағдайы бұрыңғы техникалық күтімі, жабынның құрастырма ерекшеліктері геометриялық параметрлер және материал қасиеттері, тасымалдар мен тиеу көлемдері, климаты және кейбір басқа аралас факторлар кіреді. Деректер жиі бұзылатын немесе бұзбайтын бағалау негіздері ұштасуы және де дренаж жағдайларын зерттеу есебінен жинақталған (MEPDG бөлім 2, тарау 5, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

«Жол жабынын оңалтуды іріктеу процесіндегі бірінші қадам ретінде қолданыстағы жабынның жалпы жағдайын бағалау және жол жабынының бар болған проблемаларын толық анықтау кіреді. Нақты болмауды болдырмас үшін инженер жабын туралы жеткілікті ақпаратты жинауы және бағалауы тиіс. Тестілеудің георадар (GPR) және тестілеу профилі сияқты жоғары жылдамдықтағы әдістерді қажетті деректер жинақтау бойынша қосымша күштер және мерзімдерді жетілдіруге қатысты шешімдер қабылдауға көмек көрсету үшін қарастыру қажет б. 2.5.4, MEPDG Бөлім 2, тарау 5, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Тарихи анықтама, далалық зерттеулер және зертханалық тестілерді бірге пайдаланылуы тиіс. Тарихи ақпаратқа бірегей құрастырмасы (кадастрлік деректері), және де жабын ұшыраған жүктеме, басқа мониторинг деректері кіреді. Бұл ретте оңалтудың бастапқы фазасында жобалау және жағдай бойынша бастапқы деректері де құжатталуы тиіс (MEPDG Бөлім 2, Тарау 5, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/мұрағат/мepdg/guide.htм), бұзылмайтын бақылаудың типтік деректеріне (NDT)

ауытқу, профиль және тестілеу жай күйі кіреді. Одан өзге жабындар үшін GPR деректерін пайдалану өте таралған құрылыс болып табылады. Ядролар қолданыстағы асфальт немесе бетон жабындарынан алынуы мүмкін. Ядролар жол жабындарының қалыңдығын тексереді, себебі сол жердегі жол жабынының нақты қалыңдығы туралы жазбалары нақты болмауы мүмкін. Ядролар сонымен бірге серпінділік модуліне және бетон беріктілігіне тексеріледі (MEPDG бөлім 2, тарау 5, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм~~HEAD=pobj). Зақымдануларды тексеру зақымдану типтерін сәйкестендіреді. Бетонды жол жабындары үшін тігістер мен сызаттармен байланысты зақымданулар маңызды, себебі тігістер мен сызаттар үстінде орналасқан қабаттарда шағылысатын сызаттары болуы мүмкін. Асфальт жабындарының жарылуы және басқа зақымданулары асфальттағы қабаттар бойынша бағаланады (MEPDG бөлім 2, тарау 5,

http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Апаттың визуалды зерттеулері қолмен орындалады немесе автоматты жүйелер арқылы автоматтандырылады. Олар қозғалатын көлік құралдарынан деректерді тез әрі қауіпсіз жинауға мүмкіндік береді. Баяулығын жиі қозғалып келе жатқан көлік құралдарын пайдалану немесе лазер, инфрақызыл порты немесе ультрадыбыстық тетіктері арқылы бағалайды. Ағуларды зерттеудің маңызы бар, себебі зақымданулармен және ықтимал себептермен байланысты кез келген ылғалды сәйкестендіруге болады (MEPDG бөлім 2, тарау 5, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/мұрағат/мepdg/guide.htм).

Тестілеуге және GPR қосымша басқа NDT технологиялар серпінділікке реакцияны бағалау және елеулі аномалияларды анықтау үшін кеңінен қолданыла бастайды. Оларға беткі толқындарды (SASW), соққы-жаңғырығы (IE) және импульстік дыбысы (ИК) спектральдік талдауға жатады (MEPDG Бөлім 2, Тарау 5, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Динамикалық пенетрометр жабын астында қабаттар қасиеттерін бағалау үшін пайдалы құрал болып табылады. Ол түбінде конусы бар болат білігінен тұрады 8 кг (17.6 фунт) масса, ол біліктің бойында 574 мм (22,6 дюйм) қашықтыққа төмен түсірілген. Құрал пайдалануда біршама ауыр және қолайсыз болғанмен портативтік болып табылады және топырақ жылжуына беріктілікті тура өлшеуді қамтамасыз етеді.

Жобалық есептеу

Жобаны талдау секцияларының тараулары дренаж, дөңестер, жаңа және қайта құрастырылған жабындарды жобалауды, қатты жабындар-

ды жобалауды, оңалту стратегияларын АС оңалту және РСС оңалту дизайнын қамтиды. Икемді дизайн және АС оңалтулары осы кітапта қарастырылмайды.

Дренаж

Дренаж маңыздылығын тану 1820 жылға келеді және Джон Макадэм бақылауларымен байланысты, бұл құрастырма беріктілігіне қарамастан қанықкан жер төсемесі бар жолдар тез нашарлауын білдіртті. 4-тарауында талқыланатын зақымданулардың көпшілігі ылғалдануымен туындаған, мысалы, D-сызаттар немесе айдау. MEPDG зақымдануды болдырмау үшін төрт әдіс көзделеді «ылғалдың жол жабыны жүйесіне түсуді болдырмау үшін ылғал ықпалына сезімтал емес материалдарды қолдану, ылғал зақымдауын ықшамдандыру және жабынға түсетін ылғалды тез кетіру үшін құрастырма ерекшеліктерін енгізу»

(Бет 3.1.3, MEPDG бөлім 3, тарау 1, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/мұрағат/mepdg/guide.htм).

Жол жабдығы жүйесіне ылғал түсуін болдырмау қиын, бірақ ылғал мөлшерін азайтуға болады. Тиісті геометрия арқылы беткі дренажды қамтамасыз ету оның жаяужолға түсу алдында суды кетіре алады. Тігістер мен сызаттарды герметикалау суды, ен кем дегенде герметика нашарлауы басталмайынша ұстап тұруға көмектеседі. ЫЛғалды-сезімтал емес немесе материалдарға жеңіл бетон табандары кіреді (LCB) және СТВ, АТВ және түйіршіктелген табандар (MEPDG бөлім 3, тарау 1, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/mepdg/guide~~HEAD=pobj.HTM).

Ылғал зақымдауын ықшамдандыратын құрастырма ерекшеліктеріне JPCP үшін орталықтандыру білігі, кенейтілген плиталар мен дөнестер кіреді. Олар иілуді және айдау үшін потенциалды азайтады, ал соңғы екеуі CRCP жатады. Түйіршіктелген қабаттар мен бүйір жыралар суды жол жабдығы құрастырмасынан ауыстыруға көмектеседі (MEPDG бөлім 3, тарау 1, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/mepdg/guide.htм).

MEPDG беткі жағы асты дренаж үшін шеткі құбырлар, өткізілетін базалық жүйелер, шеткі құбырлары бар базалар, шеткі дренажды дөнестері бар (өткізгіш бетонмен, тарау 12) және тығыз градуирленген толықтырғыштары бар өткізілетін базалық жүйелер талқыланады (MEPDG чсть 3, тарау 1, HTTP://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/mepdg/guide.htм).

MEPDG дизайнның беткі жақты асты дренажына жүйелі амалды қамтамасыз етеді. Бірінші қадам қозғалыстың денгейлерін проекциялау

мен қоршаған орта жағдайларын ескеріп, дренаж қажеттілігін бағалаудан тұрады. Екінші қадам ретінде су бұру баламалы селекциясы болып табылады, келесідегі 3 қадаммен, гидравликалық құрастырма (MEPDG бағдарламасына енгізілген бағдарламалық қамтамасыз етуді пайдаланумен). Төртінші қадам дренаждың тиісті ерекшеліктерімен тәжірибелі учаскелерді дайындаудан тұрады. Соңында, құрастырмалар проекциялануы орындалады (MEPDG бөлім 3, тарау 1, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Кері тәртіпте жол жабынының құрылымы ен алдымен, анықталады, ал ағу жүйесі кейін әзірленеді. Дегенмен де, бағдарламаға EICM енгізумен байланысты мағынасы бар. Енді, дренаж пен жол жабыны қабатының беріктілігіне ықпалы мен қаттылығы тікелей жобалық амалға тікелей енгізіледі. Жол жабын құрастырмасы нәтижелеріне негізделгендіктен, жабын зақымдануын болдырмау үшін дренаждау маңыздылығын елемеудің мағынасы бар.

Дренаж жүйесінің құрастырмасын оңалту бойынша жобалар үшін аса маңызы. Көптеген жағдайларда, оңалтуға қажеттікті ен кем дегенде, дренаж проблемалары арқылы, ішінара шешуге болады. Сонымен, MEPDG оңалту ойынан беткі жағы астыңғы дренажының жүйелі амалды қамтамасыз етеді. Ол жаңа жол жабыныретінде, дренаж қажеттілігін бағалаумен басталады. 2 –ші қадам дәл емес бүйір құламалары немесе жырылар болуынан жол жабыны жүйесіне ылғалдың резервтік көшірмесі сияқты дренаж проблемаларын бақылауға негізделген. Дренаж жүйесінің әсіресе шеткі ағулар үшін дәл болуын қарастыруға болады. Соңғы үш қадам жаңа жол жабыны сияқты сондайлық болып табылады (MEPDG бөлім 3, тарау 1, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм~~HEAD=pobj~~nuмber=plural).

Беткі жағындағы сүргілену

Беткі жақта дөңестер болу қажеттігі көлік жолақтарын, әсіресе шапшаң магистральдар бойында тазалау үшін жүргізушілерге арналған қауіпсіз барлық ауа райындағы аймақтарды қамтамасыз ету қажеттігі сияқты геометриялық оймен анықталады. Бұл әдетте, саяси шешім болып табылады, мысалы шоссенің мемлекет аралық жүйесінің АҚШ-та 3 м (10 фут) дөңестеріндегі талаптары сияқты. Дөнестер жаяуол шеттерін ұстап, құрылымдық сыйымдылықты да жақсартады (MEPDG бөлім 3, тарау 2, HTTP:onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм~~HEAD=dobj).

Дөнестер магистраль жабынға қарағанда жүктемесі аз, бірақ дөнестегі жүктемені дизайнда ескеру қажет. Пандус сияқты кей жерлерде

жүк құралдары түнгі уақытта тұрақтану үшін жер ретінде дөңестерді қолдана алады. MEPDG иықтарды жабын мен дөңес арасында болашақ қиындықтарды азайту үшін магистраль жол жабындары сияқты материалдан дөңестерді салуды ұсынады. Техникалық қызметі мен қайта құрастыру кезінде дөңеске трафикті бағыттау мүмкіндігі кезінде қала аумағында дөңес пен жабын үшін бірдей дизайнды пайдаланудың маңызы бар. Бетон плиталарын 0,6 м (2 фут) дейін кеңейтіп, жүктемені азайтуға болады, бірақ плита ені ұзына бойы сызаттарды болдырмау үшін 4,3 м (14 фут) қарағанда артық емес болуы тиіс (MEPDG бөлім 3, тарау 2, HTTP://onlинepubs .trb.org/onlинepubs/мұрағат/mepdg/guide. htм).

Қатты және жаңа қайта құрастырылатын жол жабындарын жобалау175

Жобалау үшін қарастырылатын көрсеткіштер ретінде барлық жол жабыны үшін бұдырлық (IRI), сонымен бірге бірлескен ығысу мен JPCP үшін көлденең сызаттар мен CRCP үшін дөңестер болып табылады. JRCP қарастырылмайды, жол жабынын қалпына келтіру үшін негізді қоспағанда. Дизайн қайталанбалы болып табылады, және басты қадамдары келесідей:

• сынама дизайнды әзірлеу: төсеу үшін қабаттар орналасуын, бетон қасиеттерін және басқа материалдар мен құрастырма ерекшеліктерін анықтау. Трафик, фундамент, және климат кіргізілген.

• IRI белгілі мәнге ие болған кезде тиімділік критерийлердің рұқсат ету денгейлерін белгілеу.

• тиімділік критерийлері үшін сенімділіктің қажет денгейін таңдау.

• бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы жобалау үшін қажетті ай сайынғы трафик, материалдар мен климат ресурстарының мәндері үшін кіру үдерісін бақылау. Сосын құрылымдық дыбыстары, күйзелістер мен ауытқуларды есептеу. Талдау кезеңінде зақымдаулар санын айту үшін осы жауаптарды пайдаланыңыздар. Жол жабыны қызмет көрсетуінің жобалық мерзімі ішінде айдан айға зақымдар санын болжаңыздар. сосын бұзылуларға негіздеп, жалпы зақымдарды айтыңыздар (IRI тегістеуі).

• сенімділіктің қажет денгейінде зерттеу дизайнын бағалаңыздар .

• дизайнды өзгертіп, қанағаттанарлық құрастырма алынбайынша алдыңғы екі қадамды қайталаңыздар (р 3.4.2, MEPDG бөлім 3, тарау 4, HTTP://Onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/mepdg/guide. HTM).

Мысал ретінде кернеудер берілген жүктеме мен жол жабынының тиісті берілген қасиеттері кезінде осьтің конфигурациясы есептеледі, мысалы төселетін грунтта ылғал болуы және бастапқы құрылыс кезінен бастап бетон қаншалықты күш жинағанын есепке алу керек. Кернеулер қажу зақымдары моделі үшін кіру деректері ретінде болып табылады. Қажылған зақымдар сосын көлденең жарылған плиталар JRCP пайызын болжау үшін қолданылады, сосын өнімділікпен жіберілетін жарылған плиталардың ең көп пайызымен салыстырылады. Ұқсас амалдар JPCP бірлескен ығысулар CRCP дөңестер үшін қолданылады. Тиімділік критерийлері бар зақымдармен салыстырғанда олар да бұдырлық прогрестелуіне олардың салымын жобалау үшін қолданылады. Құрастырма сенімділігі тиімділік критерийлерімен ұштасады. Мысалы, бұл 90% пайдалану мерзімі соңында жарылған плиталардың 10% артық емес ықтималдығын көрсетеді (MEPDG бөлім 3, тарау 4, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/мұрағат/mepdg/guide.htм).

Бөлім 3, тарау 4 MEPDG нақты кірулерге нәтижелердің қаншалықты сезімталдығын көрсететін диаграммаларды ұсынады. Мысалы, бірлескен жарылыстар дюбель диаметріне сезімтал. Бір сурет жағдайында 25 мм (1 дюйм) диаметрлік дюбельдері дюбельдерсіз жаяужолмен салыстырғанда көп емес жақсаруды қамтамасыз етеді, бірақ 38 мм (1,5 дюйм) дейін арттырып, біз елеулі түрде жарылыс жасалудың болжам деңгейін төмендетеміз (бет 3.4.39, MEPDG 3 бөлім, 4 тарау, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/мұрағат/mepdg/guide.htм).

Егер өнімділік қанағаттанарлық болмаса, дизайнды күйге келтірудің ұсынылатын әдістері бар. Мысалы, егер дизайн тігістер зақымдануына талаптарды қанағаттандырмаса, шпунттер жабынға қосылады немесе дюбель диаметрі арттырылады. Басқа нұсқалар асфальт дөңестері орнына бетон дөңестерін қамтамасыз етіп, қозғалыс жолағын кеңейтіп, тігістер арасында ара қашықтықты кемітіп, тұрақтандырылған табандарды кіргізеді (85-87 бет, MEPDG бөлім 3, тарау 4, HTTP://onlинepubs.trb Орг/onlинepubs/archive/mepdg/guide.htм). осы құрастырма ерекшеліктерінің кейбіреуін жол жабыны тегістігін жақсарту үшін ұсынылады.

PCA 1984 және AASHTO 1993, CRCP және JPCP сияқты алдыңғы әдістерге сәйкес, сол сияқты көбінесе әзірленді және жабын қалыңдығы анық болған кезде, болаттың тиісті пайызы таңдалды. Сонымен, CRCP осындай қозғалыс үшін JPCP сияқты жол жабыны қалыңдығын пайдаланады, немесе J жүктеме берілу коэффициентін төмендету есебінен де болуы мүмкін (AASHTO 1993 әдісінен). Жобалау әдістері JPCP үшін әзірленді, сосын CRCP үшін түрлендірілді. AASHO ешқалай жол

сынақтары осы тип үшін ұсынылмады, сондықтан ол түпнұсқалы дизайндік тендеулерге кіргізілмейді. Техас сияқты кей басқа мекемелер CRCP үшін өздерінің тәуелсіз жобалық процедураларын әзірледі.

MEPDG арқылы, JPCP және CRCP құрастырмалары өнімділіктің әртүрлі моделдерінде негізделген және сөйтіп, тәуелсіз болып табылады. Шын мәнінде, сол жерге және трафик үшін, JPCP және CRCP құрастырмалар тым өзгеше болуы мүмкін. CRCP өнімділігі уақыт өтуімен 16 тарауда сипатталған сияқты сызаттар ені мен қашықтығына аса тәуелді. MEPDG кіру коэффициенттері негізінде олардың арасындағы сызат ені мен арақ қашықтарын айта алады, ал сосын оларды жол жабыны қызмет көрсету мерзімі ішінде дөңестер дамуы мен бұдырлар дамуын болжау үшін пайдаланылады. Шағын сызаттармен бірге, CRCP жылжу күшін беруі мүмкін, бірақ кеңірек сызаттар ұзақ уақыт ішінде жүктеме көшірілу тиімділігін қысқартады (LTE), бұл сызаттар мен дөңестердің әрі қарай дамуына келтіреді. Осы кернеулер, өз алдымен, әрі қарай сызаттар мен дөңестер дамуына келтіреді. Бетон отырғызулар мен термо-MAL коэффициентінің CRCP үшін маңызы зор, себебі төменірек отырғызылу мен төменірек жылулық қозғалыстар аса шағын сызаттарға кедтіреді (бет 99-100, MEPDG бөлім 3, тарау 4, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/mepdg/guide.htм). MEPDG әсіресе суық климатта, CRCP жоғарырақ өнімділігіне жетелейтін жғарырақ пайыздармен 0,6% дан0,8% дейін болат пайызын ұсынады. Арматруалық болат тереңдігі көпшілік агенттіктерде ескеріледі, болатты бетон плитасының орташа тереңдігіне орналастырады, бірақ Иллинойсте, болатты жол жабынының беткі жағында енін кеміту үшін жол жабынының жоғарғы бөлігінен 89 мм (3,5 дюйм) салады. Дегенмен кей штаттар екі қабатты арматураны қолданғанмен, бұл MEPDG ескерілмейді. Болат пайызы мен өзге факторлар арасында оның орналасуы LTE сызаттарға аса ықпал етсе және LTE ұсталуы 95% немесе одан артық деңгейде дөңестер санын ықшамдандырады және жабын қызмет етуінің бүкіл мерзімінде тегістігін жақсартады (бет 101-102, MEPDG бөлімі 3, Тарау 4, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/мұрағат/mepdg/guide.htм).

Базалық типтің де CRCP орындалуы үшін аса маңызы бар. Табанның күшті ұсталуы дөңестер саны кемуіне көмектеседі. CRCP және табаны арасында дәл байланыс пен үйкелістің болуы, жақын орналасқан сызаттар арасында қатынасты қалыптастыру үшін қажет. Егер шектеулі байланыс пен үйкеліс болса, онда CRCP кең қойылған сызаттарды дамытады, олардың әрбіреуі нашар LTE болуын және жай-күйдің тез нашарлауын болғызады (бет 103, MEPDG бөлім 3, тарау 4, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/mepdg/guide.htм).

Қалпына келтіру стратегиялары

MEPDG мұқабасының 3 таңдауында бөлімнің үш тарау, оңалту (тарау 5), асфальтты қолданумен жол жабындарын қалпына келтіру (тарау 6), бетонды қолданумен жол жабындарын қалпына келтіру (тарау 7). Асфальтты немесе бетонды жабындар асфальтты не болмаса бетонды салыну арқылы қалпына келтіріледі.

Оңалтудың тиімді стратегиясы жол жабдығының зақымдануына негізгі себепке жатқызылады және оның қайталануына жол бермейді. Қолданыстағы жабын құрылымды жағдайы, функциялық жағдайының кемшіліктері болуы мүмкін, фундамент қозғалысын, дренаждың беткі жақ астының жай күйін, беріктіліктің материалдық жағдайын, немесе дөңес жай күйін қоса алғанда. Оңалту жиі жаңа құрылысқа қарағанда, күрделірек тапсырма болуы мүмкін, себебі қолданыстағы жаяужол трафикті беру үшін қызмет етуі тиіс. Оңалтудың типтік негізгі стратегиялары қайта жасауды (қосымша қозғалыс жолақтарымен және онсыз), құрылымды салу кіреді (оған жол жабыны жеке қабаттарының алынуын және ауыстыруын кіреді), ал қондырмаларсыз құрылымды емес салыну немесе қалпына келтіру (MEPDG бөлім 3, тарау 5 , http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Қайта құрастыру аса бұзғыш және аса қымбат тұратын альтернатива болып табылады, бірақ егер кең қозғалыс болса немесе егер дайындалған фундамент талаптарға жауап бермесе, не болмаса плитада жоғары пайызды сызаттары болса немесе егер JPCP үшін тігістер көнерсе, жол жабынының ірі ауқымды құрастырма бұзылуы болса, төсеу қабаттарының немесе базалық материалдар ауыструы үшін қажет болады. Қайта құрастыру қолдағы жабынды толық алынуын және оның ауыстыруын талап етеді, бұл қатынаста құрастырманың жаңа жаяужолы сияқты (MEPDG бөлім 3, тарау 5, http://onlинepubs.trb.org/onlинеПабы/мұрағат/мepdg/guide.htм).

Құрылымды қаптамалар жабын қуаттылығын аса арттырады деп күтіледі. Байланысқан не байланыспаған бетон қабаттары бар болған бетонды немесе композитті жабындарға орналастырылады не болмаса қаптамалар асфальт жабындары астында орналастырылады (MEPDG бөлім 3, тарау 5, HTTP://онлайн- pubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/~~HEAD=pobj~~number=plural guide.htм). Қайта экспонирлеудің осы типтері кітаптың 22 тарауында талқыланады.

Жабындар асфальт одақтасы, құрылымды емес қабаттар арқылы қалпына келтірілуі мүмкін. Қаптауларсыз қалпына келтіру плита тұрақтануы, толық не ішінара жөндеу, тұтастырғыштармен соңына дейін жабдықтау және т.б. сияқты осы кітаптың 21 тарауында сипатталған оңалту

стратегияларын кіргізеді.

Ертеде келе жатқан жол жабыны жағдайы ықтимал нұсқалар диапазонын кеміте бастайды. Мысалы, жапсырылған асфальттық бетонды тым қажалған жабында пайдалануға болмайды. Сонымен, ертеден келе жатқан жол жабдығын мұқият бағалаудың маңызы зор. MEPDG тоғызқадамды орындауды ұсынады.

• жол жабынының ертеден келе жатқан талаптарын анықтау
• еселенген күйзелістің себептері мен механизмдерін анықтау
• ертеден келе жатқан жол жабдығы проблемалары мен кемшіліктерін анықтау
• ықтимал шектеуліктерді анықтау
• оңалтудың ықтимал стратегияларын таңдау
• қызмет атқару кезеңінің құнына талдау жүргізу
• оңалтуға ықпал ететін тиісті ақшалай емес факторларды анықтау
• қандай стратегиялар аса дұрыс әрі артық болуын анықтау (бет 3.5.11-3.5.12, MEPDG бөлім 3, тарау 5, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/мұрағат/mepdg/guide.htм)

Қалпына келтірудің PCC дизайны

MEPDG тарауы ертеден келе жатқан жол жабынының қайта құрастыруы бойынша PCC бөлімі жол жабынын қалпына келтіруге(CPR), ертеден келе жатқан бетонды не композитті жабындардағы байланыспаған JPCP және CRCP қабаттары, JPCP және CRCP байланысқан қабаттар дизайнына, сонымен бірге ертеден келе жатқан асфальт жабындарының әдеттегі JPCP және CRCP қабаттар құрастырмасына жүгінеді. MEPDG асфальт жабындарында бетоннан құралатын жұқа қабаттарды қарастырмайды (ультра жұқа қаптама) (MEPDG бөлім 3, тарау 7, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/mepdg/guide.htм~~HEAD=pobj).

Кез келген қабат үшін, салыну мен ұстап тұратын қабат арасында бөлу шекарасы байланыспаған немесе толық байланысқан деп анықталады. Егер қабат толық байланысқан болса, үйлескен бейнеде кернеу төмендейді деп күтіледі. CRCP байланысқан қабаттар үшін қаптау жабындағы сызаттар сияқты шаблоны болуы мүмкін деп күтіледі. Сондықтан сызат ені мен ертеден келе жатқан CRCP арасында қашықтық қанағаттанарлық болуын тексеру қажет (MEPDG бөлім 3, тарау 7, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/mepdg/guide.htм). Егер ертеден келе жатқан CRCP сызаттары кем болса және кеңейсе, онда байланысқан қаптама ұзақ ұстап тұра алмаушы еді.

Құрастырма оңалтуы бойынша кей қосымша ойлар MEPDG ұсыны-

лады. Оларға дөңестің қалпына келуі, дренаж жақсару жолақтарының кеңеюі, қабаттар жөндеуі, байланыспаған қабаттар үшін бөлгіш қабат дизайны, JPCP қабаттар үшін бірлескен жоба, сызаттар бақылауы және бекітілген қабаттар үшін жапсыру кіреді (MEPDG бөлім 3, тарау 7, HTTP ://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм). Осы проблемалардың бірінші төртеуі жол жабдығының нақты құрастырмасы үшін ерекшелік емес, оңалтудың барлық стратегялары үшін ортақ болып табылады. Соңғы төрт сұрақ осы кітаптың 22 тарауында талқыланады.

Жолдардың төмен көлемді конструкциясы

Бұл MEPDG тура пайдалануы салыстырмалы күрделі болуын, тіпті 3 деңгейінде көп мөлшерде кірулерді талап ететін алдығы талқымалардан көрінуі тиіс. Сондықтан шын мәнінде, төмен деңгеймен көлемді жолдар үшін дәл келмейді. MEPDG төмен жүктемеде жолдар үшін баламалардың бірі ретінде JPCP ұсынады. Ондай жолдар жол жабынының қызмет ету мерзімі ішінде 750.000 ауыр көлік құралдарына қарағанда, артық емес жүктемеге ұшырайтын жолдар ретінде анықталады. Жобалау үшін ен аз мәні яло 50000 ауыр көлік құралдары құрау ұсынылды (MEPDG бөлімі 4, тарау 1, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм~~HEAD=pobj).

MEPDG төмен жүктемеде жолдар үшін дизайндар каталогын ұсынады. Олар 20 жыл талдау кезеңінде, 50000, 250000, 750000 жүктемеде және ауыр жүк құралдарына негізделген. Сенімділік деңгейі 50% не 75%, пайдаланылуы мүмкін. Құрама Штаттар солтүстігіндегі климаты, Иллинойс/Индиана солтүстік ауданында, Чикаго, Южныйдан алыс емес, мысалы Атлант маңында, штат Джорджияда жер талаптары бес санатқа бөлінеді, тым кедей болуынан өте жақсыға дейін. Тиімділік критерийлері 452 мм/км (200 в/мили) артық емес бұлдырлықты білдіреді, бірлескен жарылулар 4 мм (0,15 дюйм) артық емес, плиталар сызаттары 45% артық емес (MEPDG бөлім 4, тарау 1, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

4.1.5 және 4.1.6 кестеден, MEPDG дизайндардың бір беттік каталогы JPCP үшін сенімділік деңгейі 50% және 75%, осыған сәйкес. Мысалы, егер орташа жүктеме (250000 ауыр көлік құралдары) және жер төсемінің топырағы шеттер бойында ұстағышы болмаса, сондай ақ түйіршікті табаны болмаса, онда дизайн JPCP 140 мм (5,5 дюйм) қалыңдықта жабынды пайдалануды талап етеді. Дюбель қажет емес. Бұл жағдайда осы барлық жағдайларда дұрыс емес болуына қарамастан, Атлантада сияқты болады. Жүктеменің тым ауыр санаты үшін Чикагодағы құра-

стырмалар тығындарының 50% емес, 75 % сенімділікті талап етеді. Атланта үшін талаптардың бірде біреуі дюбельдер пайдалануды қажет етпейді (4.1.7-4.1.8 бет, MEPDG бөлім 4, тарау 1, HTTP://. Onlинepubs. trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

MEPDG мекемелерге өздерінің жағдайларына және экологиялық және құрылыс тәжірибесіне сүйеніп, дизайн каталогтарын әзірлеуді ұсынады. Ұсақ сериялы жобалауда каталогтар жол жабдығының аз тоннажды құрастырмасында 11 тарауда, осы кітапта келтірілген графиктерге ұқсас

Бағдарламалық жасақтаманы жобалау үлгілері

MEPDG бағдарламалық қамтамасыз етуді пайдалану D Қосымшасында, «Пайдаланушы нұсқаулығы. Бағдарламалық қамтамасыз етуді және дизайнды жобалау жөнінде мысалдарда» көрсетілген, ол жол жабдығы құрастырмасының үш нақты мысалын қамтамасыз етеді. Бұл дизайн JPCP және дизайн CRCP және JPCP қалпына келтіру және жапсырылған мысал (MEPDG, D қосымшасы, http://onlинepubs.trb.org/ onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

JPCP жоба үлгісі

JPCP дизайн үшін мысалы, 25-жылдық дизайн 2002 жылдың қыркүйегінен бастап пайдаланылады және 2002 ж.қарашасында көлік қозғалысы үшін ашылды. Құрылыстың жақсы сапасы негізінде IRI бастапқы мәні 113-170 мм/км (50-75 в/миль) көздейді, жобалық божамы 142 мм/км (63 в/миль). Жол жабынының жарылған плиталары 15% аспауы тиіс, сенімділік денгейі 95%, істен шығуы 4 мм (0,15 дюйм) аспауы, сенімділігі 90% болуы тиіс. IRI дәрежесі 570 мм/км (252 в/миль) аспауы тиіс, сенімділік денгейі 95%. Жаяужол Иллинойспен қатарында орналасқан. Жер орналасуы климаттың кіру деректері үшін қолданылады (MEPDG, D қосымшасы, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/ archive/мepdg/guide.htм).

Екі жақты AADTT қызмет етудің бір жыл ішінде 2250 жүк көліктерінен жүктеме ретінде бағаланады. Құрастырма жолағында 90% жүк көліктерімен екі жолағы бар, әр бағытта тегіс таралған, және жылдамдығы сағатына 100 км (сағатына 60 миль). Трафик жылына 4% артады, ұлттық дефолттар негізінде осьтер таралуымен. Жүктеме орны мен дөңгелектер шиналары және ось конфигурациялары да көрсетілген (MEPDG, D қосымшасы, HTTP://onlинepubs.trb Орг/onlинepubs/ мұрағат/мepdg/guide.htм).

Жол жабынынң көденең еңісі 2%, дренаж жолының 3,7 м (12 фут)

есептік ұзындығында. Жалғауды сүрлейтін жағдайлар мен қату температурасы, -5.6 ° C дейін бұйраланудың тұрақты эквивалентін туындатады деп көзделеді (-10 ° F) (MEPDG, D қосымшасы, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive~~HEAD=pobj/мepdg/guide.htм).

Бетон мен беріктілік деректері 7, 14, 28 және 90 күнде көзделген. Бетон сығылуына 28-күндік беркітілік 54,6 МПа (шаршы дюймге 7900 фунт), сығылуға 20-жылдық беріктілік 44% артық көзделеді. Серпінділіктің 28-күндік модулі 34 ГПа (шаршы дюймге 4950000 фунт) және үзілістің 28-күндік модулі 5,8 МПа құрайды (шаршы дюймге 896 фунт). Жылулық кенеюдің нақты коэффициенті 3,5 με/° C (6,3 με/° F) құрайды. Жылулық моделдеуге ықпал ететін басқа нақты қасиеттер әдепкідейі мәндер ретінде қабылданады (MEPDG, D қосымшасы, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм~~HEAD=pobj).

Жол жабыны цементтік тұрақтандырылған табанымен және ұсақталған таспен ұсталып тұрады. Грунт табанында серпінді модулі 124 МПа (шаршы дюймге 18 000 фунт) және пластикалық индексі (PI) 25 құрайды (MEPDG, D қосымшасы, HTTP://. Onlинepubs trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм~~HEAD=pobj).

Конструкция бетонның состоит из проб 250 мм (10 дюйм) сынамасынан тұрады, 100 мм (4 дюйм) цементтік тұрақтандырылған қабаты және 150 мм (6 дюйм) ұсақ тастардан тұрады. JPCP қашықтығы 4,6 м (15 фут) және 32 мм (1,25 дюйм) тігістер арасында, жолақ дюбелінің диаметр бір бірінен қашықтығы 300 мм (12 дюйм). Шектік дренаждар қамтамасыз етіледі. Дөңестер жүктемені бермейді (MEPDG, D қосымшасы, HTTP://онлайн- pubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм~~HEAD=dobj).

Барлық кіру деректері енгізілгеннен кейін, талдау орындалады. Бағдарлама Excel-де жинақ кестелерін жасайды. Шығулар пайдалану мерзімі ішінде зақымдар болжамын киргізеді. Бұл мысал үшін, болжам көлденең сызаттар (6,1% , кері- 15%) және бұдырлық белгіленген шектерден едәуір төмен. Дегенмен де, жарылулардың бірлескен саны 4 мм (0,15 дюйм), шегі 21 жыл, сенімділігі 90%. Орта жылжу барлығы 25 жылда 3 мм (0,11 дюйм) құрайды.

Егер дюбель диаметрі о 35 мм (1,375 дюйм) дейін артса, онда конструкция 3,6 мм (0,14 дюйм) ығысуымен қанағаттанарлық болады. Басқа альтернативтер болуы мүмкін, мысалы, жол жабдығы қалыңдығының артуы, бірақ дюбель мөлшерінің артуы өте үнемді нұсқа болуы мүмкін (MEPDG, D қосымшасы, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide .htм).

JPCP жоба үлгісі

CRCP дизайны үшін мысалы, 30-жылдық дизайн 2002 ж. тамыздан пайдаланылады және 2002ж. қыркүйекте ашылған. IRI бастапқы мәні JPCP мысалы, IRI шегі ретінде сол сияқты. Жабын км (10 punchouts за милю)-де алты дөнестен артық емес болатындай әзірленуі тиіс, сенімділігі 95%, 30 жылдық қызмет ету жобалық мерзімі соңында (MEPDG, D қосымшасы, HTTP://onlинepubs.trb. opг/onlинepubs/мұрағат/mepdg/guide.htм).

CRCP жобалау үшін кіру деректерінің көпшілік мысалдары JPCP мысалы сияқты, жоба орналасу жерін (Illиnois), бастапқы көлік жүктемесін, трафик өсуін және көлденең еңіс пен дренажды, тұрақты деформацияны қоса алғанда. 4,3 МПа (шаршы дюймге 630 фунт) құрайды, жасы 28 күн (MEPDG, D қосымшасы, HTTP://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Грунттық материал „ұсақ түйіршікті топырақтар, саздақтармен“ модулі санатына жатады, серпінділігі 138 МПа (шаршы дюймге 20000 фунт) және пластикалық индексі 15. Сынама конструкциясы 225 мм (9 дюйм) тұрады, CRCP-ден, 100 мм (4 дюйм) артық асфальттық бетон табаны, 300 мм (12 дюйм) артық тығыздалған грунт қабаты. CRCP – де 0,6% болат бар. Асфальт дөңестері (MEPDG, D қосымшасы, http:// onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Сынамалар конструкциясы баяулық критерийіне сәйкес келеді, бірақ дөнестердің рұқсат ету мөлшерінен асып түседі. Дизайн жақсарту нұсқаларына жол жабыны қалындығы артуы, болат пайызы артуы, басқасы төмендеген кезде біреуінің артуы кіреді. Жол жабыны қалындығының артуындағы үздік баламасы 250 мм (10 дюйм) дейін, бұл ретте 0,6% болат пайызын ұстап тұруымен (MEPDG, D қосымшасы, http:// onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide~~HEAD=pobj .htм).

JPCP жобалау үлгісі

Екі түрлі баламалар, JPCP қалпына келуі мен байланыспаған JPCP ертеден келе жатқан, JPCP қалпына келтіру үшін зерттеледі.құрылыстың әр жағдайында 2001ж. тамызда шағылу үшін көлік қозғалысы ашылуы үшін 2001ж. қыркүйекте JPCP қалпына келу үшін қызмет ету мерзімі 25 жыл құрайды (MEPDG, D қосымшасы, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide .htм).

Ертеден келе жатқан жабынның қалыңдығы 250 мм (10 дюйм) дюбелдер, 3,7 м (12 фут) жолақтарымен және 4,6 м (15 фут) тігістер арасындағы қашықтықпен. Мұнда дөңестер мен кеңеюлер жоқ. 150 мм (6 дюйм) қалыңдықтағы табандарды цементпен өңдейді. Материал қа-

батының қасиеттері алдыңғы мысалдарына ұқсас. Жобалау критериилері JPCP жобалау мысалындағы сияқты. Ал қалпына келтірілгеннен кейін бастапқы тегіс болуы сол сияқты (MEPDG, D қосымшасы, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Екі жақты AADTT 2800, өсу қарқыны 3%. Дизайн бағытында 55% жүк көліктері бар, және 95% есептік жолақта, 100 км сағ (60 миль/с) жылдамдықта (MEPDG, D қосымшасы, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/мұрағат/мepdg/guide.htм).

Оналту бойынша қызмет толық тереңдікте түзетулерді пайдалануымен ертеден келе жатқан плиталарды жөндеумен байланысты немесе панелдердерді толық ауыстыру жағдайында. Сосын беткі жағы ажарланады (MEPDG, D қосымшасы, HTTP://онлайн- pubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

Бұл жағдайда материалдық шығында сол жерде я JPCP үшін жасалған. Зақымдардың ертеден келе жатқан кіру деректері көлденең сызаттарымен 5% плиталарды құрайды, олардың барлығы жөнделуі тиіс. Талдау сосын жарылу, бірге жылжу және тегістік үшін айтылған жобалық критерийлер салыстыруын генерациялайды. Барлық критерийлер талдаудың 15 жылдық кезеңінде орындалған. Дегенмен де, соңғы 15 жылда жабын жарылған плиталар үшін жақындайды, сондықтан осының барлығын осы қалыпқа келтіру жұмыстардан күтуге болады (MEPDG, D қосымшасы, HTTP://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/archive/мepdg/guide.htм).

JPCP рұқсат етілген бетон тұтастырғышы 183 жобалаудың ертеден келе жатқан мысалында.

Байланыспаған JPCP салыну алдыңғы мысалындағы жол жабыны үшін арналған, бірақ жоба мерзімі 25 жыл. Зерттеу дизайны т 250 мм (10 дюйм) құрайды, ертеден келе жатқан JPCP бетіндегі асфальтті бөлгіш қабаты более 50 мм (2 дюйм) артқы. Жобалау үшін 50% JPCP табанның тұрақтандырылған қабаты ретінде қарастырылады. JPCP қабаты 32 мм (1,25 дюйм) дюбельдер, қашықтығы 300 мм (12 дюйм). Талдау көрсеткендей, зерттеу дизайны өнімділік критерийлеріне сәйкес келеді (MEPDG, D қосымшасы, http://onlинepubs.trb.org/onlинepubs/мұрағат/мepdg/guide.htм).

Бағдарламалық жасақтамаға лицензия беру

MEPDG баға бойынша қойылатын жол жабдығы құрастырмасының басқа амалдарымен салыстырғанда елеулі мүмкіндіктерді ұсынады. Жұмыс станциясының дербес лицензиясы жылына АҚШ $ 5000 құрайды және бірнеше жұмыс станциялары $ 20 000 нан 9 дан 40 000 $ нан 20

дейін бір мезгілде жұмыс жасайтын пайдаланушылармен бірге. Бағдарламалық қамтамасыз ету AASHTOWare лицензиялануы мүмкін: http://www.aashtoware.org/~~HEAD=pobj жаяужолдық/Pages/Жыдық-Fees.aspx. өнімді сатып алу алдында сынауға назары барлар үшін 120 күндік линезияны еркін пайдалану үшін мүмкіндігі бар. Сонымен қатар AASHTOWare ME Design бағдарламалық қамтамасыз етудің арнайы түрлендірілген нұсқасының құнынсыз, білім мекемелері үшін қолжеткізілімді.

„Жаңа білім нұсқасы келесідей AASHTOWare ME Design толық нұқсасынан ажыратылады:

1. Типтері- асфальт пен бетонның жаңа шектеулі дизайны (JPCP және CRCP), AC/AC, AC/JPCP қапталдармен салынатын, PCC негізгі емес қатпалармен.
2. талдаудың шектеулі кезеңі: 30 жыл.
3. шектеулі климаттық станциялар: әр климаттық аймақты ұсынатын барлық елден 8-10 дейін станциялар.
4. пакет тәртібі және сезімталдық талдауы болмауы.
5. қорытынды есебіне (PDF және Excel) «Оқу нұсқасы» сумен белгі кіргізілген.
6. аралық шығу файлдарына қолжеткізілімнің болмауы. „(Http://www.aashtoware.org/жаяужолдық/Беттер/Оқу-License.aspx).

11 тарау
11- Тарау Жол жабынының аз тонналы конструкциясы

Бетонды жабындар аэропорттардағы магистральдер үшін кең қолданылады. Дегенмен де, олар қала көшелерінде жеңіл жерлерде, жергілікті мақсаттағы жолдар, автокөліктер тұрақтары үшін орны бар. Ондай салымдар үшін қызмет көрсетудің ұзақ мерзімі және бетон жабындарының пайдалану шығындары төмендеуі, сондай ақ, жарық өткізуі, жылы климатта жылу жинақталуының төмендеуі тым тартымды болуы мүмкін. Тестуралы, ажарлы, түрлі түсті бетонмен бетон жабындары эстетиканы жақсарту үшін айнала сәулетіне және ландшафтісіне кіріктіріледі.

Автокөлік жолдары мен аэродромдар үшін қолданылатын күрделі әдістердің жеңіл кезекші жол жабындары қажет емес. Одан өзге, AASHTO 1993 әдістемесін осы жол жабындары үшін қолдануына қарамастан, әдісті әзірлеу үшін қолданылатын жол сынақтарының AASHO деректерінде жақсылап ұсынылмады. Одан өзге, Хуан (2004: 582-583) AASHTO 1993 жылғы әдісін пайдалану жеңіл жол жабындары үшін қауіпті нәтижелерге келтіреді деген.

Жол жабдығы конструкциясын пайдаланудың тиісті онай жағдайларын әзірлеу үшін, 325, 330 ACI комитеттер дизайнның қарапайым кестелерін өндеу үшін PCA 1984 әдісін қолданды. Одан өзге, жол жабындарының осы типтерін әзірлеу үшін ACPA StreetPave бағдарламалық қамтамасыз ету нұсқасы әзірленді.

Осы тарауда StreetPave арқылы берілген автокөліктер тұрақтары, көшелер мен жергілікті жолдар үшін дизайнның жаяужол кестесі бар. Олар дизайнның ACI 325.12R-02 және ACI 330R-08 кестелеріне ұқсас.

Нақты қиылыстар да талқыланады. Олар жиі жолтабан жасау мен басқа ақаулықтарды жариялайтын асфальтты ауыстыру үшін қолданылады. Жолтабанның жасалуы көбінесе тоқтаған, баяу жүріп келе жатқан ауыр жүкті көліктер ағынына байданысты. Нақты автобус аялдамалары сол себеп бойынша пайдаланылмауы мүмкін. Жоба сапасын бақылау және қозғалыс үшін жабын ашылуы - жабын иілу кезінде беріктілік шегі негізінде өнделуіне қарамастан, сығылу кезінде беріктілікке негізделуі мүмкін. Иілу және компрестік беріктілік арасында әртүрлі корреляциялар ACI Комитетімен 325 (2002), ACI Комитетімен 330 (2008), және ACPA (1997 ж.) арқылы ұсынылды. Қиылыстар үшін жаяужолдар бетонның иілу жерінде беріктілігі 3 МПа (шаршы дюймге 450 фунт) немесе сығылу кезінде 17 МПа (шаршы дюймге 2500 фунт) беріктілік

шегіне жеткеннен кейін қозғалыс үшін ашылады (ACPA 1997: 23).

ACI 325.12R және ACI 330 жобалау бойынша басшылық

ACI Комитеті 325 қала көшелері жне 2002 ж. жергілікті мақсаттағы жолдар үшін мүшеленген бетонды жабындарды нұсқалау нұсқаулығы және ACI Комитеті 330 бетонды тұрақтарды жобалау және құрылысы жөнінде жаңартылған нұсқаулықты 2008 ж. жариялады. Екі бағытта ең көп орта күндізгі трафик (ADTT) автокөлік тұрақтары үшін 700 жүк көлігі және көшелер мен жергілікті жолдар үшін 1500 құрайды. Одан өзге ACI 330.1-03 арматураланбаған бетонды тұрақтар үшін ерекшелікті жариялады (ACI Комитеті 330 2003). Оған «жер үсті көлігі қозғалысының орналасуы, текстурасы, ашылуы, материалдарына қойылатын талап кіреді» (ACI Комитеті 330 2003: 1).

Трафиктің жеңіл жүктемелерінен JPCP жалған баған жабынжар қолданылады. Жалған баған арматураланбаған жабындарда мұзға қарсы тұздардан және басқа материалдардан болат коррозиясын болдырмау үшін артықшылығы бар.

Армирование, арматуралау әдітте 1,7:1 және одан артық жақтар қатынасымен панельдердің дұрыс емес формасы үшін қажет. Бұрын бекіту ұзын бірлескен интервалмен қолданылса, бұл бірлескен қашықтықты кемітудің жақсы тәжірибесі «таралған арматураны пайдалану жаяу жол жүк көтерілуіне қоспайды және құрылыстың нашар тәжірибесі күтілуіне қолданылмауы тиіс“(ACI Комитет 330 2008: 9).

Жабынның ең аз қалыңдығы 100 мм (4 дюйм) құрайды. Қала көшелері және жергілікті жолдар үшін жол жабыны қалыңдығы 200 немесе 225 мм (8 немесе 9 дюйм) құрайды. Дюбель жиі қалыңдығы 200 мм (8 дюйм) артық жол жабындары үшін қолданылады. Диаметрі кілтектердің 32 мм (1,25 дюйм) 8.1 кестесінде көрсетілген 250 мм (10 дюйм), дейін жол жабындары үшін қолданылады.

Көше қалаларында борлюралар мен су ағатын жерлер жол жабынына жалғанғаны немесе жабындармен біртұтас ретінде орналасқандығын көруге болады. Бұл шеткі күш түсуін кемітіп, жұқа жабындар салуға мүмкіндік береді. Бордюралар мен су ағатын жерлер бірінші салынады және автокөлік жабындарының тұрақтары үшін қала көшелерін жасауға бүйір формалары ретінде қолданылады.

«Біліктер немесе тұрақтандырылған табандарды пайдалану төмен деңгейдегі қатты дауыс құрастырмасында қолдануға ұсынылмайды. Байланыспаған табандар, қалың шеттер жолақтан тыс кеңейтілген қозғалыс немесе байланған бордюралармен ағулар сияқты орындалу нұсқалары өте үнемді, тиімді болады“(ACI Комитет 325 2002: 7

Трафик салмағы, көлемі және жылдамдығымен жол жабындарының төмен көлемінде жүргізіледі, айдау дренаж дәл болса проблема болып табылмайды. 2% немесе 2,5% оң беткі су бұру ылғал пайда болуын болдыртпайды (ACI Комитеті 325 2002: 7). Қала аудандарында және тұрақтар үшін дренаж канализация жүйелерімен қамтамасыз етіледі.

Қозғалыс сипаттамасы

Барлық бетон жабдықтарында сияқты оське ең ауыр жүктемелер дизайнмен өнімділікті бақылайды. Сондықтан жабын бойында кез келген ауыр жүктемеде қозғалатын ауыр жүк көліктерінің санын бағалау аса маңызды (ACI Комитеті 325 2002: 01). Бұл жүк көліктері өнеркәсіп объектілері жанындағы жабындар үшін аса маңызды. ACI Комитеті 325 (2002: 11) және ACI Комитеті 330 (2008: 7) объектінің келесі жіктелуін қамтамасыз етеді (кесте 11.1).

11.1-кесте Street and parking lot traffic classification from ACI 325 12R-11 және ACI330R-7 - көше және автотұрақ жол қозғалысының классификациясы

Street/parking lot classification	*VPD or ADT, two-way*[a]	*Heavy commercial vehicles (2 axle, 6 tire, and heavier)*		*Category for streetpave, Tables 9.3 through 9.5*
		Percent	*Trucks per day*	
Car parking only		0	0	Residential
Truck access lanes			1–10	Residential
Light residential	200	1–2	2–4	Residential
Residential	200–1000	1–2	2–4	Residential
Shopping center entrance and service lanes, bus, truck parking			25–300	Collector
Collector	1000–8000	3–5	50–500	Collector
Bus, truck parking			100–700	Minor arterial
Minor arterial	4000–15,000	10	300–600	Minor arterial
Major arterial	4000–30,000	15–20	700–1500	Major arterial
Business	11,000–17,000	4–7	400–700	Major arterial
Industrial	2000–4000	15–20	300–800	Major arterial
Heavy truck parking			700	Major arterial

Street and parking lot traffic classification - көше және автотұрақ жол қозғалысының классификациясы
VPD or ADT two way - VPD немесе ADT екі жолы
Heavy commercial vehicles - Ауыр коммерциялық көліктер
(2 axle, 6 tire and heavier) - (2 ось, 6 шина және ауыр)
Category for streetpave - көше жолдары үшін санат
Tables 9.3 through 9.5 9.3-кесте по 9.5-кесте
Car parking only - автомобиль ғана тұрағы
Truck access lanes - Жүк өтетін белгі жолақтар

Light residential - Жарық тұрақ
Residential –тұрақжай (жилой)
Minor arterial
collector
Shopping center – сауда орталығы
Entrance and service lanes ,bus 6 truck parking- кіреберіс және қызмет көрсету жолдары автобус 6 жүк тасымалдаушы көлік тұрағы
Collector - коллектор
Minor arterial – кіші магистральдар
Business - бизнес
Industrial - өндірістік
Heavy truck parking – ауыр жүк көліктері үшін тұрақ

Қосылу сызбасы

Тұрақтар қала көшелері мен жолдары үшін тұтастыру маңызды фактор болады. Көп қашықтықта жайылатын магистральді шоссеге қарағанда жеңіл объектілердің кіре беріс жолдары орналасуы, дренаж болады. Көптеген отырғызу және құрастырма тігістері жақын инфрақұрылымды қорғау үшін компенсаторлар қажет. Осы жабындар үшін бірлескен модельдердің белгіленуі жиі жоспарлау бойынша аса күш түсіруді қажет етеді. С ACI 325.12R-02 (ACI Комитеті 325 2002: 30-32) С Қосымшасы және ACI 330R-08 (ACI Комитеті 330 2008: 31-33) С Қосымшасы объектілердің әртүрлі типтері үшін бірлескен макеттер мысалдарын келтіреді. Ғимараттардың ағу жерлері тікелей тігістерге келмеуін қадағалау қажет, себебі су бірге ашылып кету арқылы тірек қабаттарды бұзуы мүмкін.

Осы диапазонда жабындар үшін тігістер арасындағы типтік қашықтық қалыңдығы 3-5 м (12- 15 фут) құрайды. 8.3 шектері асырылмауы тиіс. Қала көшелері мен тұрақтар үшін бетон жабындарының артықшылықтарының бірі – олар бірлескен дизайнға кіргізіледі, бұл осы функцияларды жүргізуші үшін жеңіл етеді. Тұрақтар сияқты төмен жылдамдықтағы қызметтер үшін тігістер паздар таңдауға фрездер арқылы жасалады, бұл ретте бетондағы тігістер кескіндеуі жабындарда сияқты жүреді. Бұл әдіс оңай ұсталынатын түйісу жерінде қатты дөңгеленген шетін жасайды және тігістегі кез келген соққы төмен жылдамдықтарда білінеді. Тігістер жоғары жылдамдықтағы магистральда сияқты кесілуі мүмкін.

ACPA бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу

StreetPave жобалау бағдарламасы инженерлерге әдеттегі бірліктердің U.S немесе S.I пайдалануымен жол бетонды жабындарын жобалауға мүмкіндік береді. Ол , StreetPave 12 жаңа нұсқасында жаңар-

тылды. Бағдарлама ACPA қол жеткізілімді (www.pavement.com), АҚШ үшін$ 300, ACPA мүшелері үшін жеңілдіктері бар.

Есептеуді кейбір ерекшеліктермен 1984 процедуралар PCA арқылы жүргізу қажет. Осында аса мәнді ерекшелігі ретінде жарылған плиталардың рұқсат ету пайызы және қажетті сенімділік негізінде ауыспалы қисық қажуды пайдалану болып табылады. Қажу қатынастары 7.4 теңдеуінде және 7.1 суретінде берілген.

Бағдарламалық қамтамасыз етудің бірінші басылымы үшін екі маңызды өзгерістер асфальт жабынының салыстырмалы конструкциясын және кезең құны модулін қосу болды, StreetPave 12 екінші басылымында бетонды асфальтті және композитті жабындарға бетон қабаттары үшін (байланысқан немесе байланыспаған) опциялар қосылды.

Ғаламдық реттеулер

Бағдарламаның ғаламдық реттеулері өте сирек өзгертуге арналған. Ғаламдық реттеудің біреуі SI немесе әдеттегі U.S. қолданылатын бірліктер жүйесі болып табылады. Басқа мысал ретінде ауаның орташа жылдық температурасы болып табылады (MAAT), ол жоба орналасу жеріне негізделген және асфальт институты жобалауы әдісін қолданып, асфальт жабынын жобалау үшін ғана қолданылады (MA). MA есептеу әдісі ретімен тасымалдау оқулықтарында талқыланады, мысалы Гарбер және Хоэл (2002) 20 тарауында және Хуанг (2004) 11-тарауында. Қосымша ғаламдық тармақ өзіне AASHTO жобалау әдісінен жөндеуге жарамдылықты кіргізеді, ол жасанды интеллектіні өңдеу үшін ESALs мөлшерін бағалауға қолданылады. Бұл кіру әдеттегідей 2.0 құрайды және жол жабдығы конструкциясына аз ықпал етеді.

Маңызды ғаламдық тармақтарының бірі қызмет ету мерзімі соңында жарылу пайызы болып табылады. Бұл көрсеткіш мемлекет аралық жол жабындары үшін 5% мемлекеттік жолдар үшін 15% магистральдар және айналадағы жолдар үшін, тұрғын көшелер үшін 25% дейін ауытқиды. Әдепкі бойынша мәні15% құрайды.

Рұқсат етілетін жарылған плиталар пайызы сенімділіктен жекеленген. 25% жарылған плиталар мен және 85% сенімділікте, бірақ 15% ықтималдықпен жоба қызмет ету мерзімі соңында 25% артық жарылу плиталары болады. Жарылған плиталарды орнату немесе төмен пайызы, не болмаса жоғары сенімділігі конструкцияны консервативтік және одан да қымбат етеді. Ол асфальт дизайнын реттемейді, егер жарылған плиталардың жоғары немесе төмен мәндері, не болмаса сенімділік таңдалмаса бетон және асфальт құрастырмалары салыстырылмайды.

Жобаның бастапқы дамуы

Жоба деңгейінде кірулер осы жоба үшін ерекше болып табылады. Оларға ақпараттық жоба, сипаттамасы, бағыты, агенттігі орналасуы және инженер конструктордың атауы кіреді. Жобаның екі типі таңдалады, не болмаса жаңа жол жабыны немесе ертеден келе жатқан жабын талдауы таңдалады. Қажетті бетон қалыңдығын анықтауға қосымша ретінде жаңа дизайн үшін жобалаушы асфальт жабынының эквивалентті қалыңдығын таңдап, қызмет ету кезең құнын салыстыра алады.

Екі қосымша шешуші кіру – дизайн және қажетті сенімділік. Қызмет ету мерзімінің есеп жылы 10-40 жылға дейін құрайды, әдепкі бойынша 20 жыл

StreetPave сенімділігіне нұсқаулықтар AASHTO есептеу әдістемесінен тікелей алынған, 9.1 кестесінде келтірілген.

Жол кірулері

Трафиктің маңызды салымы ретінде әртүрлі санаттарда өзгеретін трафик санаты болып табылады. Әр санатта оське дара және тандем жүктемелерінің мәні ажыратылады. 11.2 кестесі орташа күндізгі трафикті (ADT) орташа күнделікті жүк көлігінің трафигін (ADTT) көрсетеді, ал ең көп бір жолғы және тандем осі әр санатта көзделеді.

11.1 суретінде және 11.3 кестесінде 1000 машинадағы әртүрлі салмақтағы (кН) дара немесе тандем осьтерінің саны көрсетілген. Әзірлеушілер үш еселі осьті киргізетін трафиктік өзіндік спектрлерін анықтай алады. Трафиктің егер қандай да бір себеппен болса, жүк көліктерінің қозғалысы басқасына қарағанда бір бағытта ауыр болады.

Дизайн жолақтың таратылуы сыртқы жолақта жүретін жүк көліктерінің пайызын ұсынады. Төрт жолақты шоссе үшін бір болжам сыртқы жолақта ауыр жүк көліктерінің 90% және ішкі немесе өтетін жолақта 10% болуы мүмкін.

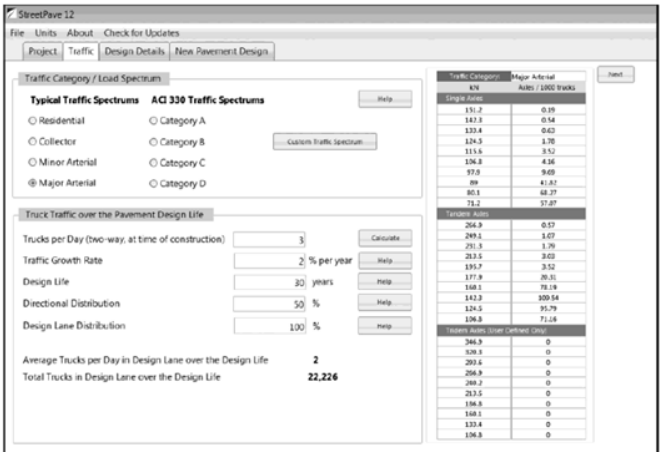
ADTT немесе ADT және жүк көліктерінің пайыздары мен өсу бағаларын дизайнер береді. Әдепкі бойынша диапазондар ADTT немесе ADT және трафик санаты негізінде жүк көліктерінің пайыздары үшін көзделген. Әдепкі бойынша ADTT 1000 негізгі артериялар үшін 11.1 суретінде көрсетілген. Әдепкі бойынша мәнінің өсу қарқынында трафик жүк көлігі үшін 2% құрайды, әдеттегі интервалы 1-3%.

Table 11.2 Streetpave traffic categories from help file

	Traffic			*Maximum axle loads—kN (kips)*	
	ADT	*ADTT*			
Category		*Percent*	*Per day*	*Single axles*	*Tandem axles*
Residential	200–800	1–3	Up to 25	98 (22)	160 (36)
Collector	700–5000	5–18	40–1000	116 (26)	196 (44)
Minor arterial	3000–12,000 2 lane, 3000–50,000 4 + lane	8–30	500–5000 +	133 (30)	231 (52)
Major arterial	3000–20,000 2 lane, 3000–150,000 4 + lane	8–30	1500–8000 +	151 (34)	267 (60)

11.2-сурет Streetpave traffic categories help file –көше жолдары қозғалысы категорияларының анықтамасы файылы

Traffic- ол қозғалысы
Maxsimum axle loads – оське түсетін көп күш
Residential – тұрақ жай
Collector - коллектор
Minor аз
Arterial-магистрал
Major көп
Arterial – магистрал
Category-категория
Percent- пайыз
per day - әр күнге
single axles – жалғыз ості
tandem axles – тандем остері



Сурет 11.1 StreetPave 12 трафиктің санатындағы негізгі артериялар трафигі

Traffic category / load spectrum -қозғ лыс категориясы/жүктеме диапазоны
Typical traffic spectrums - рафиктің типикалық құрылымы
ACI 330 Traffic spectrums- ACI 330 құрылым трафикасы
Truck traffic over the Pavement Design Life -эксплуатация мерзіміне жолдық киімнің конструкциясы арқылы жүк автокөліктерімен жүк тасымалдауы
Traffic category -қозғ лыс категориясы
Major arterial -үлкен магистраль
Single axles -бір осьті
Tardem axles -екіленген көпірлер
Tridem axles -тұрақталған ось

Жол жабынының қасиеттері

Жол жабынының қасиеттері бетонды жабдық үшін және егер құрастырма жабындарын салыстыруға болса, асфальтті жабын үшін де енгізіледі. Суб-модуль төсеу қабатының реакция модулін есептеуге қолданылады. Отельдің жаяужолының басқа кірулеріне келесі кіреді:

• 28-күндік қатудың иілу кезінде бетонның орташа беріктілігі (үзілу модулі) ол сығылуға 28-күндік беріктілік бойынша бағаланады.

• Үзіліс модулінен автоматты есептелетін серпінділіктің нақты модулі.

• макро талшықтар қолданыла ма (иә/жоқ). Кей жағдайда талшықтар пайдалануы аса жұқа конструкцияға келтіреді.

• Дөңес бордюр және су ағатын науа немесе қозғалыстың кеңейтілген жолағы арқылы шетінің ұстап тұрылуы ұсынылма ма (иә/жоқ).

Жаяу жол бойынша грунт табанының реакция модулі (К-құны) тікелей енгізіледі. Балама ретінде жер төсемінің серпінділік модулі қолданылып немесе California (CBR) мойынтірегі немесе R-мәні қатынасынан бағаланады.

Үш базалық қабаттарға дейін төсеу қабаттары плита және жер төсемесі арасында орналастырылады. Серпінділік модулі және әр қабаттың қалыңдығы серпінділік модулі диапазонымен ұсынылған кіру деректері ретінде болуы тиіс. К-мәні осы қабаттар үшін реттеледі.

Егер асфальт жабынының дизайны қажет болса, керек кірулер енгізіледі

Table 11.3 Traffic categories: axles per 1000 trucks

Single axles axle load, kN	*Axle load, kips*	*Residential*	*Collector*	*Minor arterial*	*Major arterial*
151	34				0.19
142	32				0.54
133	30			0.45	0.63
125	28			0.85	1.78
116	26		0.07	1.78	3.52
107	24		1.6	5.21	4.16
98	22	0.96	2.6	7.85	9.69
89	20	4.23	6.63	16.33	41.82
80	18	15.81	16.61	25.15	68.27
71	16	38.02	23.88	31.82	57.07
62	14	56.11	47.76	47.73	
53	12	124	116.76	182.02	
44	10	204.96	142.7		
36	8	483.1	233.6		
27	6	732.28			
18	4	1693.31			
Tandem axles					
Axle load, kN	Axle load, kips				
267	60				0.57
249	56				1.07
231	52			1.19	1.79
214	48			2.91	3.03
196	44		1.16	8.01	3.52
178	40		7.76	21.31	20.31
160	36	4.19	38.79	56.25	78.19
142	32	69.59	54.76	103.63	109.54
125	28	68.48	44.43	121.22	95.79
107	24	39.18	30.74	72.54	71.16
89	20	57.1	45	85.94	
71	16	75.02	59.25	99.34	
53	12	139.3	91.15		
36	8	85.59	47.01		
18	4	31.9			

11.3-кесте Traffic categories: per axles 1000 trucks – жол қозғалыстары 1000жүк тасымалдаушы көлік осіне

Single axles – жалғыз ості
Axle load Kn – Kn осіне күш түсіру
Axle load kips – ось жүктеме
Residential – тұрақ жай
Collector - коллектор
Maino arterial – аз магистральды
Major arterial – көп магистральді
Tandem axles – тандем остері

• Жер төсемесі серпінділігінің модулі, ол автоматты түрде төсеу субмодулімен құрамды модулінен есептеледі

• біртекті топырақтар мен жобалар үшін 0,28-038 дейін шектерде болатын, тексерусіз муниципальді және өнеркәсіптік жолдар ретінде топырақтар сапасын үлкен емес бақылау мен жобалар үшін 0,59-0,70 жақсы сапада бақылау вариациясының коэффициенті. Әдепкі бойынша мәні 0,38 тең, ол AASHTO жол сынақтарынан алынған.

Қолданыстағы және жаңа талдау

Барлық кіру деректері аяқталғаннан кейін жаяу жолдың талдауы немесе жол жабынының жаңа талдауы жүргізіледі.

Жол жабыны талдауы үшін бетон қалыңдығы жалпя эрозиясы және қажу зақымдары есептеледі. Жол жабынының жаңа талдауы бетон жабынының ең аз қажетті қалыңдығын есептеп жуық 13 мм (1/2 дюйм) дейін қалыңдықты ұсынады. Одан өзге метрмен (футтармен) қашықтықтың ең көп көлденең буыны есептеледі. Егер асфальт жабынын салыстыру қажет болса, асфальт жабыны қалыңдығы да есептеледі.

Жол жабыны талдауының жаңа модулі К-құнына нәтижелер сезімталдығын, бетон сенімділігі беріктілігін, жарылған немесе жол жабынының қажет қалыңдығында қызмет көрсету мерзімін есептеуді қамтамасыз етеді.

Барлық қызмет мерзімі барысындағы салу және пайдалану бағасы

Қызмет мерзімі құнын талдау модулі техникалық қызметке болашақ шығындардың ағымды құнын, құрастырмадағы бетон және асфальт арасында құрылыстың бастапқы құнын салыстыруға мүмкіндік береді.

Қызмет ету кезеңінің құн модулі бірқатар нақты кірулерді талап етеді:

• ақпараттық-жоба ұзындығы, жолақ ені, талдау кезеңі, инфляция пайыздары мен қарқындары, дисконттау мөлшерлемелері.

• асфальт табананың, және жиынтық базаның, асфальттың беткі жақ тығыздықтары,

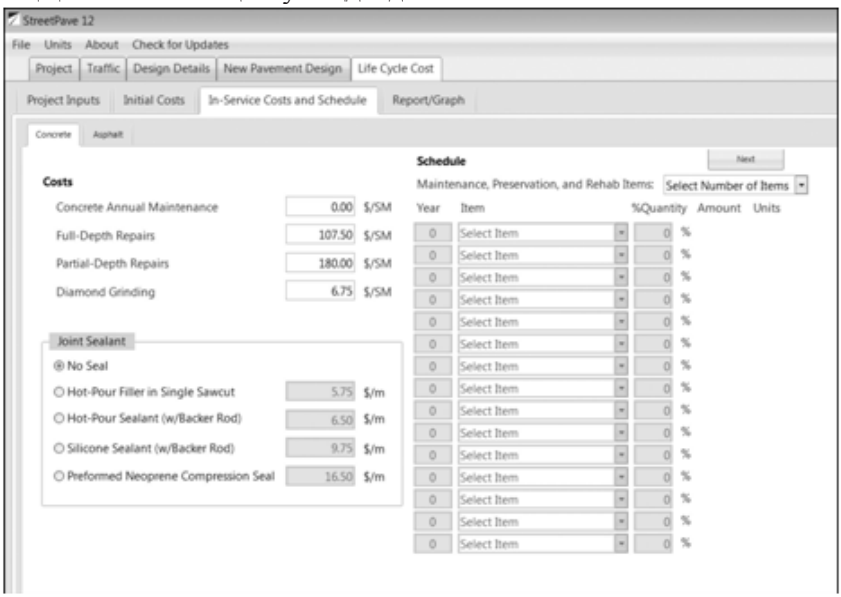
• бетон үшін, агрегатты табандар, қабаттардың асфальттық бетон жабындары үшін материалдың бастапқы шығындары мен орналасуы

. • Бетондық пайдалану және жол жабынын қалпына келтіру шығындары – тігістер үшін герметтеу, жылдық қызмет көрсету, толық терең жөндеу, ішінара жөндеу және алмазбен ажарлау шығындары.

• асфаль жабынның техникалық қызмет және оңалтуы шығындары – жылдық қызмет көрсету, сызат, фрезерлеу, жоңқа және оқшаулау қа-

батының тығыздалуы.

• Техникалық қызмет көрсету, сақтау және оңалтудың әр тармағы кестесінің сұрақтары бойынша жылы және мөлшері бойынша техникалық қызмет және оңалту таңдалды.



Сурет 11.2 StreetPave кещең құны

Costs -шығындар

Schedule -тізім

Joint sealant -прокладканың фасондық серпімділігі

Жоба кірулері шығындары 11.2 суретінде көрсетілген. Олар спектрометрде көрсетілген кезде график әзірленді. Сосын бағдарлама қызмет көрсету кезең құнының графиктерін жасайды.

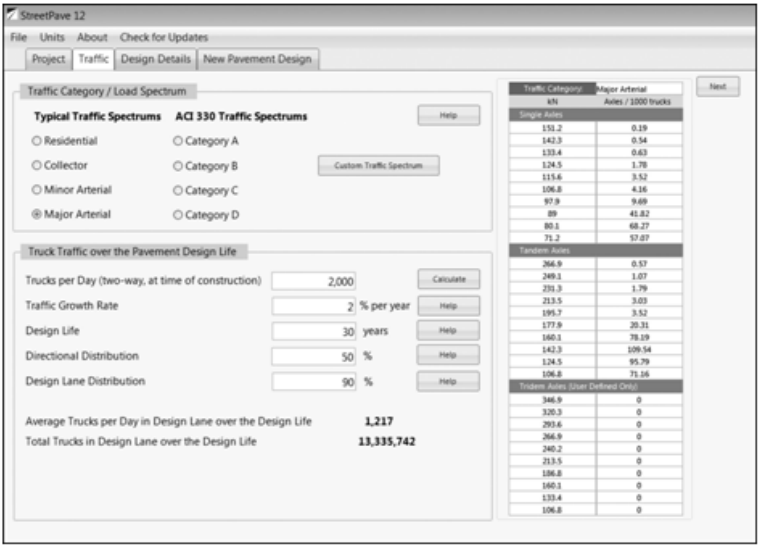
Жобалау үлгілері

StreetPave бағдарламалық қамтамасыз етуді пайдаланумен дизайн мысалы әдетте PCA 1984 жобалау нұсқаулығында берілген. Қызмет көрсетудің есептік мерзімі 20 жыл, ал жарылған плиталар 15%, сенімділігі 85% құрайды.

Қозғалыстың кіру деректері 11.3 суретінде көрсетілген. Жаяу жол 4 жолақтан тұрады, 50% бағытталған бөліну және 90% құрастырма жолағындағы жүк көліктері ADTT 2000. Оське ең көп бір жолғы жүктеме

151,2 кН (34 KIP) құрайды, ал тандем осінің ең көп жүктемесі 266,9 кН (60 KIP) құрайды. Бұл зауыт (LSF), қауіпсіздігінің жүктемесінсіз PCA 84 жүктемесіне қарағанда жоғары, бірақ 1.2 LSF, қарағанда төмен, сондықтан олар шамамен салыстырылады.

Жабындар қасиеттері 11.4 суретінде келтірілген. 1984 PCA жер төсемін жобалау мысалына және К-мәндегі төсеу қабатына сәйкес келу үшін 35,1 МПа/м тең (130 шаршы дюймге/дюйм). Бетонның иілу кезінде беріктілігі 4,5 МПа (шаршы дюймге 650 фунт) және серпінділік модулі 30,4 ГПа (4,4 млн шаршы дюймге). Конструкция байланысқан дөңестерді пайдаланбайды.



Сурет 11.3 Кіру деректерін жобалау

Percent of stabs cracked at end of design life -эксплуатация мерзіміндегі сызба соңындағы өндіретін ұру пайызы

Composite modulus of subgrade reaction (static k-value)-грунттық негіздеудің реакциядағы составты модулі

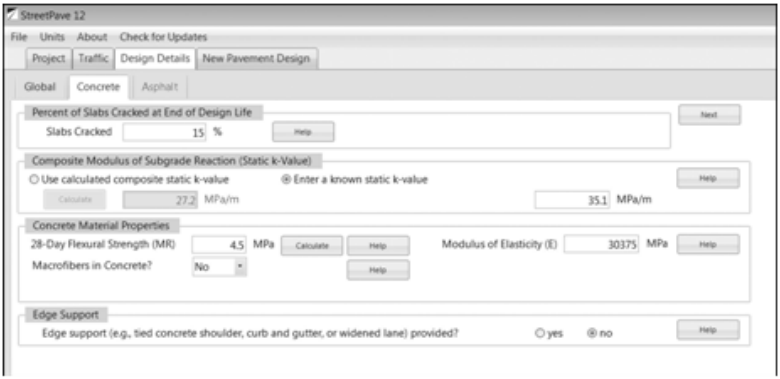
Concrete material preperties -бетонды қоспаның компонент сипаттамасы

Edge support -түсірудің бүйірлі механизмі

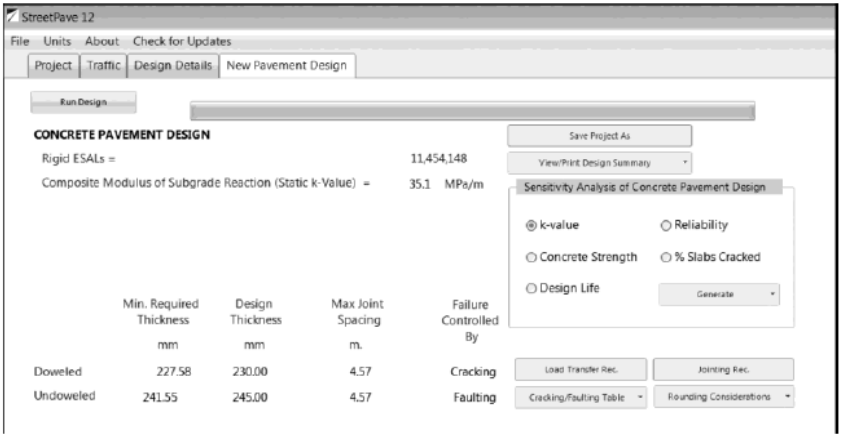
Жол жабдығының конструкциясы 11.5 суретінде көрсетілген. Екі конструкция көзделген, дюбельмен біреуі және дюбельсіз. Білігі бар бетон конструкциясының қалыңдығы 228 мм (9 дюйм) құрайды, ол 230 мм (9 дюйм) дейін жуықталады. Бұл қалыңдығы 241 мм (9,5 дюйм)

1984 PCA келіседі. Тігістер арасында ұсынылған ең көп көлденең қашықтығы 4.6 м (15 фут) және 32 мм (1 1/4 дюйм) құрайды, тығындар диаметрін қолдану қажет. Дюбельдерсіз жол жабыны қалыңдығы 241 мм (9,5 дюйм) дейін артуы тиіс және 245 мм (9,5 дюйм) дейін жуықталады.

11.6 суретінде жол жабынының жалғанған штифтілері үшін қажу/эрозия кестесі көрсетілген. Жол жабынының 99,2% қажу зақымдылығы бар, 14,7%.



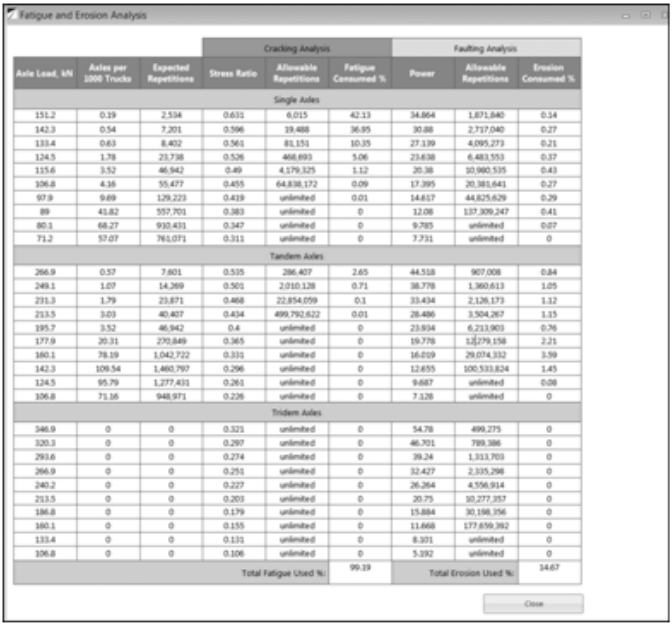
11.4 суреті. Жол жабдығының бетон конструкциялары.



11.5- сурет
Concrete pavement design -бетонды үстіртін жабылудың сызбасы
Sensitivity analysis of concrete pavement design -бетонды үстіртін жабылудың әсерлілік сызбасының талдауы

Қажу тұтынудың көпшілігі ауыр дара осьтер жүктемесінен болады. Жол жабындарының жалғанған штифтілері үшін сосын оське бір ең жоғары біржолғы жүктеме аса маңызды. Дара осьтер 97,9 кН (20 KIP) және тандем осьтер195,7 кН (44 KIP) үшін шексіз рұқсат ету қайталанулары бар, әрі жеңіл. барлық көпірлер тандем осьтерімен байланысты көп эрозияда, эрозияның көп емес мөлшерде зақымдануын жасайды. StreetPave к-мәніне, бетон сенімділігі беріктілігіне, сызаттары бар плиталар пайызына немесе қызмет көрсетудің есептік мерзіміне конструкция сезімталдығын есептей алады.

Қала көшелерінің бордюрлары және суағарлары үшін шетін ұстап тұрады. Осы шетін ұстап тұрумен дизайнды қайталау жол жабыны қалыңдығының 230 мм (9 дюйм) - 205 мм (8 дюйм) дейін кемуіне келтіреді. Одан өзге талшықтар өсуі конструкция қалыңдығын 215 мм (8 1/2) азайтады. Бірлескен қашықтық пен дюбель диаметрі бірдей. Егер төрт жолақтармен жаяу жол 7,3 м (24 фут) - 7,9 м (26 фут) дейін кеңейтілсе, 0,6 м (2 фут) жүк көлігі жолағын кеңейту үшін шетіне кең ұсталуын қамтамасыз етеді, жол жабдығы қалыңдығының өсуі және кемуі ешқандай қосымша бетонды қажет етпейтіндей әрекет етеді.


Fatigue and Erosion Analysis

			Cracking Analysis			Faulting Analysis		
Axle Load, kN	Axles per 1000 Trucks	Expected Repetitions	Stress Ratio	Allowable Repetitions	Fatigue Consumed %	Power	Allowable Repetitions	Erosion Consumed %
Single Axles								
151.2	0.19	2,534	0.631	6,015	42.13	34.864	1,871,840	0.14
142.3	0.54	7,201	0.596	19,488	36.95	30.88	2,717,040	0.27
133.4	0.63	8,402	0.561	81,151	10.35	27.139	4,095,273	0.21
124.5	1.78	23,738	0.526	468,693	5.06	23.638	6,483,553	0.37
115.6	3.52	46,942	0.49	4,179,325	1.12	20.38	10,980,535	0.43
106.8	4.16	55,477	0.455	64,838,172	0.09	17.395	20,381,641	0.27
97.9	9.69	129,223	0.419	unlimited	0.01	14.617	44,825,629	0.29
89	41.82	557,701	0.383	unlimited	0	12.08	137,309,247	0.41
80.1	68.27	910,431	0.347	unlimited	0	9.785	unlimited	0.07
71.2	57.07	761,071	0.311	unlimited	0	7.731	unlimited	0
Tandem Axles								
266.9	0.57	7,601	0.535	286,407	2.65	44.518	907,008	0.84
249.1	1.07	14,269	0.501	2,010,128	0.71	38.778	1,360,613	1.05
231.3	1.79	23,871	0.468	22,854,059	0.1	33.434	2,126,173	1.12
213.5	3.03	40,407	0.434	499,792,622	0.01	28.486	3,504,267	1.15
195.7	3.52	46,942	0.4	unlimited	0	23.934	6,213,901	0.76
177.9	20.31	270,849	0.365	unlimited	0	19.778	12,279,158	2.21
160.1	78.19	1,042,722	0.331	unlimited	0	16.019	29,074,332	3.59
142.3	109.54	1,460,797	0.296	unlimited	0	12.655	100,533,824	1.45
124.5	95.79	1,277,431	0.261	unlimited	0	9.687	unlimited	0.08
106.8	71.16	948,971	0.226	unlimited	0	7.128	unlimited	0
Tridem Axles								
346.9	0	0	0.321	unlimited	0	54.78	499,275	0
320.3	0	0	0.297	unlimited	0	46.701	789,386	0
293.6	0	0	0.274	unlimited	0	39.24	1,313,703	0
266.9	0	0	0.251	unlimited	0	32.427	2,335,298	0
240.2	0	0	0.227	unlimited	0	26.264	4,556,914	0
213.5	0	0	0.203	unlimited	0	20.75	10,277,357	0
186.8	0	0	0.179	unlimited	0	15.884	30,198,356	0
160.1	0	0	0.155	unlimited	0	11.668	177,659,392	0
133.4	0	0	0.131	unlimited	0	8.101	unlimited	0
106.8	0	0	0.106	unlimited	0	5.192	unlimited	0
				Total Fatigue Used %:	99.19		Total Erosion Used %:	14.67

Close

11.6 суреті, қажу және эрозия жобалауына мысал

Қарқынсыз қозғалысқа арналған жол жабынының кестесі

Төменде көрсетілген жобалау кестелері StreetPave бағдарламалық қамтамасыз етудің бірінші басылымын қолданылуымен дайындалған, ол ACI 330R-08 және ACI 325.12R-02 форматына сілтейді. Олар жарылған плиталардың 85 % және 15 % сенімділігіне негізделген. Бұл кестелер ACI 330R-08 және ACI 325.12R-02 жақын конструктивті қалыңдықта жүргізілуі тиіс.

Кесте 11.4 тігістер мен жол жабындары үшін құрастырма қалыңдығын қамтамасыз етеді және бетонның 3.45- 4,5 МПа (шаршы дюймге 500-650 фунт) қуаттылығын және 13.5-135 МПа/м (шаршы дюймге 50-500 фунт) к-мәнді ескеріп шетінің ешқандай ұстануын болдырмайды. Жергілікті жолдарда жиі шетін ұстап тұру жетіспейді.

11.5 кестесі 11.4 кестесіне ұқсас. Бірақ жол жабындары үшін шетін ұстап тұруымен. Бұл автокөлік тұрақтары, бетон және жыра жағынан қала көшелерінде, кең жиектері бар жабындар үшін арналған орын. Мұнда жиек кернеулері төмен, сондықтан қалыңдығы кемиді.

CBR=2	Бетонның иілу беріктігі								
13,5 мПа/м		кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт
50 фунт/ дюйм		4500	650	4150	600	3800	550	3450	500
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм
Тұрғын үй	1	152	6	152	6	165	6,5	178	7
	10	165	6,5	178	7	191	7,5	191	7,5
Коллектор	25	191	7,5	191	7,5	203	8	216	8,5
	300	203	8	216	8,5	229	9	241	9,5
	100	216	8,5	229	9	241	9,5	254	10
Қосалқы магистраль	300	229	9	241	9,5	254	10	267	10,5
	700	241	9,5	254	10	267	10,5	280	11
	700	254	10	267	10,5	280	11	292	11,5
Негізгі магистраль	1500	267	10,5	280	11	292	11,5	305	12
CBR=3	Бетонның иілу беріктігі								
27 МПа/м		кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт
100 фунт/ дюйм		4500	650	4150	600	3800	550	3450	500

		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм
Тұрғын үй	1	140	5,5	140	5,5	152	6	165	6,5
	10	152	6	165	6,5	165	6,5	178	7
Коллектор	25	165	6,5	178	7	191	7,5	203	8
	300	191	7,5	203	8	203	8	216	8,5
	100	203	8	216	8,5	216	8,5	229	9
Қосалқы магистраль	300	216	8,5	216	8,5	229	9	241	9,5
	700	216	8,5	229	9	241	9,5	254	10
	700	229	9	241	9,5	254	10	267	10,5
Негізгі магистраль	1500	241	9,5	254	10	267	10,5	280	11
CBR=10		Бетонның иілу беріктігі							
54 МПа/м		кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт
200 фунт/ дюйм		4500	650	4150	600	3800	550	3450	500
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм
Тұрғын үй	1	127	5	127	5	140	5,5	152	6
	10	140	5,5	152	6	152	6	165	6,5
	25	152	6	165	6,5	178	7	178	7
Коллектор	300	178	7	178	7	191	7,5	203	8

11.4-кесте жабын қалыңдығының жобалану кестесі, қондырғының өзара жалғасуы, нығайтылған ернеулер

11.4-кесте (жалғасы) Жабын қалыңдығының жобалану кестесі, қондырғының өзара жалғасуы, нығайтылған ернеулер

	Жабынның қажетті қалыңдығы								
Қосалқы магистраль	100	191	7,5	191	7,5	203	8	216	8,5
	300	191	7,5	203	8	216	8,5	229	9
	700	203	8	203	8	216	8,5	229	9
	700	216	8,5	216	8,5	229	9	241	9,5
Негізгі магистраль	1500	216	8,5	229	9	241	9,5	254	10
CBR=26		Бетонның иілу беріктігі							
81 МПа		кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт
300 фунт/дюйм		4500	650	4150	600	3800	550	3450	500
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм
Тұрғын үй	1	114	4,5	127	5	127	5	140	5,5
	10	140	5,5	140	5,5	152	6	152	6
Коллектор	25	152	6	152	6	165	6,5	178	7
	300	165	6,5	178	7	178	7	191	7,5
	100	178	7	178	7	191	7,5	203	8
Қосалқы магистраль	300	178	7	191	7,5	203	8	216	8,5
	700	191	7,5	203	8	203	8	216	8,5
	700	203	8	216	8,5	216	8,5	229	9
Негізгі магистраль	1500	203	8	216	8,5	229	9	241	9,5
CBR=38		Бетонның иілу беріктігі							
108 Мпа/м		кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт
400 фунт/дюйм		4500	650	4150	600	3800	550	3450	500
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм
Тұрғын үй	1	114	4,5	114	4,5	127	5	127	5
	10	127	5	140	5,5	140	5,5	152	6
Коллектор	25	140	5,5	152	6	152	6	165	6,5
	300	165	6,5	165	6,5	178	7	191	7,5
	100	165	6,5	178	7	191	7,5	191	7,5
Қосалқы магистраль	300	178	7	191	7,5	191	7,5	203	8
	700	178	7	191	7,5	203	8	216	8,5
	700	191	7,5	203	8	216	8,5	229	9
Негізгі магистраль	1500	203	8	203	8	216	8,5	229	9
CBR=50		Бетонның иілу беріктігі							
135 Мпа/м		кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт
500 фунт/дюйм		4500	650	4150	600	3800	550	3450	500

11.4-кесте (жалғасы) Жабын қалыңдығының жобалану кестесі, қондырғының өзара жалғасуы, нығайтылған ернеулер

		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм
Тұрғын үй	1	114	465	114	4,5	127	5	127	5
	10	127	5	127	5	140	5,5	140	5,5
Коллектор	25	140	5,5	140	5,5	152	6	165	6,5
	300	152	6	165	6,5	165	6,5	178	7
	100	165	6,5	178	7	178	7	191	7,5
Қосалқы магистраль	300	165	6,5	178	7	191	7,5	203	8
	700	178	7	191	7,5	191	7,5	203	8
	700	191	7,5	191	7,5	203	8	216	8,5
Негізгі магистраль	1500	191	7,5	203	8	216	8,5	229	9

11.5-кесте Жабын қалыңдығының жобалану кестесі, қондырғының өзара жалғасуы, нығайтылған ернеулер

CBR=2		Бетонның иілу беріктігі							
13,5 Мпа/м		кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт
50 фунт/дюйм		4500	650	4150	600	3800	550	3450	500
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм
Тұрғын үй	1	127	5	140	5.5	140	5.5	152	6
	10	140	5.5	152	6	165	6.5	165	6.5
Коллектор	25	165	6.5	165	6,5	178	7	191	7,5
	300	178	7	191	7,5	191	7,5	203	8
	100	191	7,5	203	8	203	8	216	8,5
Қосалқы магистраль	300	203	8	203	8	216	8,5	229	9
	700	203	8	216	8,5	229	9	241	9,5
	700	216	8,5	229	9	241	9,5	254	10
Негізгі магистраль	1500	241a	9,5*	241*	9,5*	241	9,5	267	10,5
CBR=3		Бетонның иілу беріктігі							
27 МПа/м		кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт
100 фунт/дюйм		4500	650	4150	600	3800	550	3450	500

11.5-кесте (жалғасы) Жабын қалыңдығының жобалану кестесі, қондырғының өзара жалғасуы, нығайтылған ернеулер

		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм
Тұрғын үй	1	114	4,5	127	5	127	5	140	5,5
	10	127	5	140	5,5	140	5,5	152	6
Коллектор	25	152	6	152	6	165	6,5	165	6,5
	300	165	6,5	165	6,5	178	7	191	7,5
	100	178	7	178	7	191	7,5	203	8
Қосалқы магистраль	300	178	7	191	7,5	203	8	216	8,5
	700	191	7,5	191	7,5	203	8	216	8,5
	700	203	8	203	8	216	8,5	229	9
Негізгі магистраль	1500	203	8	216	8,5	229	9	241	9,5
CBR=10		Бетонның иілу беріктігі							
54 МПа/м		кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт
200 фунт/дюйм		4500	650	4150	600	3800	550	3450	500
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм
Тұрғын үй	1	102	4	114	4,5	114	4,5	127	5
	10	114	4,5	127	5	127	5	140	5,5
Коллектор	25	140	5,5	140	5,5	152	6	152	6
	300	152	6	152	6	165	6,5	178	7
	100	152	6	165	6,5	178	7	191	7,5
Қосалқы магистраль	300	165	6,5	178	7	178	7	191	7,5
	700	178	7	178	7	191	7,5	203	8
	700	178	7	191	7,5	203	8	216	8,5
Негізгі магистраль	1500	191	7,5	191	7,5	203	8	216	8,5
CBR=26		Бетонның иілу беріктігі							
81 МПа/м		кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт
300 фунт/дюйм		4500	650	4150	600	3800	550	3450	500
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм
Тұрғын үй	1	102	4	102	4	114	4,5	114	4,5
	10	114	4,5	114	4,5	127	5	127	5
Коллектор	25	127	5	127	5	140	5,5	152	6
	300	140	5,5	152	6	152	6	165	6,5

11.5-кесте (жалғасы) 11.5-кесте Жабын қалыңдығының жобалану кестесі, қондырғының өзара жалғасуы, нығайтылған ернеулер

		Жабынның қажетті қалыңдығы							
Қосалқы магистраль	100	152	6	152	6	165	6,5	178	7
	300	152	6	165	6,5	178	7	178	7
	700	165	6,5	165	6,5	178	7	191	7,5
	700	178	7	178	7	191	7,5	203	8
Негізгі магистраль	1500	178	7	191	7,5	191	7,5	203	8
CBR=38		Бетонның иілу беріктігі							
108 МПа/м		кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт
400 фунт/дюйм		4500	650	4150	600	3800	550	3450	500
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм
Тұрғын үй	1	102	4	102	4	102	4	114	4,5
	10	114	4,5	114	4,5	114	4,5	127	5
Коллектор	25	127	5	127	5	140	5,5	140	5,5
	300	140	5,5	140	5,5	152	6	152	6
	100	140	5,5	152	6	165	6,5	165	6,5
Қосалқы магистраль	300	152	6	165	6,5	165	6,5	178	7
	700	152	6	165	6,5	178	7	178	7
	700	178	7	178	7	191	7,5	191	7,5
Негізгі магистраль	1500	178	7	178	7	191	7,5	203	8
CBR=26		Бетонның иілу беріктігі							
81 МПа/м		кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт	кПа	фунт
300 фунт/дюйм		4500	650	4150	600	3800	550	3450	500
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм
Тұрғын үй	1	102	4	102	4	102	4	114	4,5
	10	102	4	114	4,5	114	4,5	127	5
Коллектор	25	114	4,5	127	5	127	5	140	5,5
	300	127	5	140	5,5	140	5,5	152	6
	100	140	5,5	152	6	152	6	165	6,5
Қосалқы магистраль	300	152	6	152	6	165	6,5	178	7
	700	152	6	165	6,5	165	6,5	178	7
	700	165	6,5	165	6,5	178	7	191	7,5
Негізгі магистраль	1500	178	7	178	7	191	7,5	191	7,5

Егер беккітілген болса жабынның қалыңдығын 12,5мм –ге (1/2 дюймге) төмендету

Барлық жабындар үшін шыбықты қолдану осы кестелерде зерттелді. Тек 11.5 кестеде көрсетілген екі жағдайда жер жабынын жоғары беріктігі, көліктің қарқынды қозғалысымен қалыңдығын азайтуға болады. Барлық басқа жағдайларда, қажетті жабын қалыңдығы өзгерген жоқ.

Төмен жылдамдықта, жүк көліктерінің жабындарының салыстырмалы төмен көлемі, бірлескен ығысу, айдау конструкцияны бақыламайды. Сондықтан, дюбельдер қажет емес. Олар жиі ығысу потенциалын кеміту үшін 203 мм (8 дюйм) артық қалыңдықта жабындар үшін кіргізіледі. Коррозиялық материалдар қолданылатын қатаң климаттық жағдайларда -, тұрақтандырылған табан арқылы ығысуды кемітуге тырысу орнына шпунттерді жоюдың мағынасы бар.

Конструкция мысалы үшін алдында осы тарауда талқыланған, ADTT 2000 жоғары, жобалық кестелерде және К-мәні 35,1 МПа/м (шаршы дюймге 130 фунт) ұсынылған трафикпен салыстырғанда. Дегенмен де, ADTT 1500 және К салыстыруды орындауға болады, 27 МПа/м (шаршы дюймге 130 фунт). Бетон беріктілігі үшін 4,5 МПа (шаршы дюймге 650 фунт), 11.4 кестесі ұсталынбайтын шеттер үшін 241 мм (9,5 дюйм) жобалық қалыңдыққа көрсетеді, 11.5 кестесі 203 мм (8 дюйм) жобалық қалыңдыққа көрсетеді. Олар алдында табылған мәндерге жақын е.

Қысқа жұқа тақталар

Қала көшелері, қиылыстарында асфальт бойында ауыр көлік құралдарының іске қосылуы, тоқтауы мен бұрылуынан елеулі жолтабандар жасалуын көрсетеді. „Көліктер көп жүретін қиылыстарда, ауыр көліктерден қосылған күш пен стресс жабынның беткі жағының алдын ала зақымдануына келтіреді. Асфальттік беткі жақтар әдетте тоқтау және бұрылу жерінде автобустар мен жүк көліктерінің ауырлығынан жолтабандар жасайды. Осы деформацияланған беткі жақтары жүргізушілер үшін қауіпсіздік проблемаларын туындатып, агенттіктің жол төсемесі үшін техникалық қызмет көрсетуінің қымбат тұратын проблемасы бола бастайды „(ACPA 1997: 1). Асфальт тұтқырлық серпінді материалболып табылады, сондықтан зақымдану тез қозғалып келе жатқан күш түсулерге қарағанда баяу қозғалып келе жатқан немесе тоқтаған ауыр көлік құралдары қозғалысынды қарқындай бастайды.

Автобус тұрақтары жиі ретімен зақымдануды көрсетеді. Одан өзге, қиылыстара қозғалыс төрт бағыттан тұрады, олар жалғайтын, қала көшелеріне қарағанда, қозғалыс екі есе артық. Бетонмен нашарлаған учаскесін ауыстыру техникалық қызметке шығындарды елеулі төмендетеді.

Жалпы жағдайда, өзіне функциональды саланы қосу қажет, онда

көлік құралдары баяу қозғалып, тоқтап, жеделдейді. Бағаға қиылыстан екі жақта 30-60 м (100-200 фут) кіргізіледі немесе кіре берісте 60-120 м (200-400 фут), бірақ қиылыс айналасында тек 15 м (50 фут) қамтамасыз ету үшін жақындайтын көлік құралдары жағына ығыстырылу мүмкін. Трафиктің баяу көлемдерінде және ауыр көлік құралдарының қиылыстан екі жақта төмен пайыздарда 15-30 м (50-100 фут) жеткілікті болады (ACPA 1997: 2).

Қиылыстарда жол жабынының есептік қалыңдығы 100 ден 125 мм (4-5 дюйм) дейін, до 150-225 мм (6-9 дюйм) және 175-275 мм (7-11 дюйм) дейін басты қала көшелері үшін құрайды. Қиылысқа кіретін жан жақтағы трафик қиылысудың фнукциялық облысында 13-25 мм (1/2-1 дюйм) жол жабдығы артуын талап етеді (ACPA 1997: 3-4). Жабын қалыңдығы жоғарыда айтылған құрастырма кестелерін қолданумен немесе StreetPave арқылы анықталады.

Фуговальдік ойлар маңызды, бірнеше қосымша ойлармен қала жабындары үшін пайдалануымен ұқсас. Оқшаулау тігістері қиғаш қиылыстар мен Т-тәріздес перпендикулярлы көшеде қажет. Олар қарау құдықтары, дренаж темір арқауы, жабындар, перрондар мен құрылымдар үшін қажет. Сызаттылық болуына жақсы жопарды алдын ала әзірлеп, қажетіне қарай түзетулер енгізу. Бұл жоспарларда көрсетілгеннен біршама ажыратылу үшін байқау құдықтары сияқты, кей функциялардың нақты физикалық орналасуы үшін бірдей емес ПН әзірлеу (ACPA 1996b, 1997: 4-9). Оқшаулау жалғамасы 2.4.сур.көрсетілген.

Жиі салыну бойынша қиылыстар арқылы трафик ұстау қажет болады, сондықтан фазирлеу жобасы маңызды болуы мүмкін. Егер мүмкін болса, онда қарапайым және жеделдету құрастырмасынан трафикті айналып өту үшін болғаны жөн. Бұл қозғалысты өндеу үшін қолжеткізілім альтернативтік бағыттар болуына байланысты. Қиылыс арқылы қозғалыстың қажет көлемін қамтамасыз ету үшін құрылысты жол бойында төрт фазаға, немесе квадрант бойынша төрт фазаға бөлуге болады (ACPA 1997: 9-11). 11.7 суретте Кливленд қаласы, штат Огайода орталықтағы қала қиылысында квадрант құрастымасы берілген.

11.7 суреті. Кливленді қаласының қиылысындағы құрылыс, Огайо штаты. (автор фотосы.)

shorT, Thin sIaB PavemenTs

Коваррубиас (2007) ауыр күшке төзетін қысқа әрі жұқа жаяужол плиткаларының патенттелген жүйесін әзірледі. Бұл жүйеде еніне жолақ жартысынан артық емес көп емес шаршы плиталар қолданылады. Плиталар өлшемдері жұқа жабындар үшін қолданылатынға ұқсас.

Коваррубиас жүйесінің негізгі ерекшеліктеріне кіреді:

• қысқарақ плиталар, 1,8 м (6 фут) жуық ауданда.

• плитаның үлкен емес өлшемі арқасында, кернеулер қиғаштануы мен шалысуы өте төмен болып табылады. Сондықтан плиталардың табанға қатысты толық қатынасы болады және бұрыштық үзілістердің жоғары қатеріне ұшырамайды.

• плитаның үлкен емес өлшемі арқасында, дөңгелектердің көп реттік жүктемелерінен иілген жерге ешқандай теріс кернеулері болмау кезінде тек дөңгелегіндегі жүктеме. Плиткалар алдыңғы жүк көліктері мен артқы осьтері арасындағы қашықтыққа қарағанда қысқа болуы тиіс.

• тігістерді 2 мм (0,08 дюйм) жүзі бар көлемде жұқа арамен кеседі.

• тығыз тігістердің және плитаның үлкен емес өлшемі арқасында, дюбельдер мен тұтастырғыштар пайдаланылады.

• көлденең тігістерді бірге тығыз ұстау үшін жабын шетінің бойында пайдаланылады.

• құрғатылатын табан тар тігістер арқылы су түсуден апатты болдырмау үшін қолданылады. 6% кем цементті немесе асфальтті табандар не түйіршіктелнен материалдар пайдаланылады.

Осы жүйе көмегімен, жаяужолдың қысқа плитасы барлығы қалыңдығы 150 мм (6 дюйм) құрайды және сол сияқты зақымданулары болады, сөйтіп, әдеттегі жаяужол сияқты 230 мм (9 дюйм) қажуы болады. Осы технология бы Пуэрто-Монт және Чилидегі Темукода 2005 және 2006 жылдары тәжірибелі учаскелерде көрсетілген. Бұл учаскелерде плиталар жұқа, 80 мм (3,1 дюйм), түйіршіктелген базада бүгінгі күні әкетілетін 70000 стандартты осьтік жүктемелері бар. Иілуге бетон беріктілігі 4,8 МПа болған (шаршы дюймге 700 фунт).

12 тарау
12 Жол жабындарына арналған өткізу бетоны

Өткізгіш бетон „болған жағдайда, ауа мен суға беткі жақтан төмен жатқан қабатқа оңай өтуге мүмкіндік беретін бос жерлер болуына келтіретін ұсақ әрі аз толықтырғышы бар бетон“ (ACI бетон Терминологиясы 2012: 18). Өткізгіш бетон бойынша ретті есеп 2010 жылы ACI Комитеті 522 (2010) жарияланды, ол портландцементті өткізгіш бетон және тез өзгеретін технология болып табылатын 2006 жылғы Комитеттің алдыңғы баяндамасын ауыстырады (PCPC) және бұл баяндама қайта қарастырылады. Сондықтан, жаңа өткізгіш бетон жабынын жобалау немесе құрылысы кезінде ACI Комитеті 522 ен сонғы жаңа құжаттарын алу үшін жөн.

Өткізгіш бетон нөлге түсу болып табылады немесе тңп нөл болып келеді. Ірі толықтырғыш портландцементтен тұратын сортты ашық болуының түсуі, ұсақ толықтырғыштардың, қоспалар мен судың ішінара немесе толық болмауынан тұрады. Өзінің қатқан күйінде, ол суға одан еркін өту үшін 2-8 мм (0.08-0.32 дюйм) шегінде өлшемдегі жеткілікті өзара байланысты саңылаулары болады. Бос жерлер болуы 15% дан 35% дейін диапазонда болады. Осы жоғары саңылаулықтан, әдеттегі бетонға қарағанда күші аса аз (ACI Комитеті 522 2010), сығылу кезінде диапазоны 2.8-28 МПа (шаршы дюймге 400-4000 фунт). Су өткізгіш бетон арқылы еркін өтеді, егер бос жерлер коэффициенті<15% аспаса, және бұл жағдайда ол ол тіптен мардымсыз ағады (Делэйтт және т.б., 2007).

Аз тоннажды жабындар үшін ең таралған өткізгіш бетон қолдануы ретінде, ен алдымен, автотұрақтар үшін арналады. Бетон жабындары үшін өткізгіш ретінде ағынды канализацияға дамыған меншікте ағып шығатын ағындылар кемуі есебінен дамыту ықпалын кеміту үшін пайдаланылды. Бетон арқылы өтетін су сулы осьтерді қайта зарядтай алады.

2.11 суреті Кливленді қаласында, штат Огайода, 2005 ж. тамызда салынған көрсетпе жобасының өткізгіш бетон жабынының өткізгіштігін көрсетеді.

Өткізгіш бетонның әдеттегі бетонға қарағанда, иілу жерінде беріктілігі төмен болуынан, ол автокөлік тұрақтары және жол-көлік көшелері үшін кеңінен пайдаланылады. Бұл қолданулар үшін ені 150 мм (6 дюйм) жаяужол дәл келетін болып табылады.

Өткізу бетонына арналған компоненттер мен қоспалар

Өткізгіш бетон типтік цементтер пайдаланылады және әдеттегі бетон сияқты су сапасына талаптары сол сияқты. Ұшқыш күл, шлак цементі шағын кремнезь сияқты қосымша цемент материалдары қолданылды. Өткізгіш бетон мен әдеттегі бетон арасындағы негізгі айырмашылықтар жиынтық құрылым және қоспаларды пайдалану болып табылады. 12.1 кестесі Құрама Штаттарда қолданылатын қоспаның типтік өткізгіш нақты құрастырмаларын көрсетеді.

Толықтырғыштар

Ұсақталған ізбестастар немесе дөнгеленген өзен қиыршықтастары өрескел толықтырғыштар ретінде қолданылады. Ірі толықтырғыштар өлшемі мен формасының беріктілікке аса ықпалы және инфильтрациялық РСРС қабілеті бар. Жиынтық жіктеу, әдетте, бір өлшемді ірі толықтырғыш немесе 9,5 және 19 мм (3/8 және 3/4 дюйм) (ACI Комитеті 522 2010) арасындағы градация.

Ұсақ толықтырғыш 12.1 кестесінде көрсетілгендей, қолданылады. Ұсақ толықтырғышты қосу әжетте, бетон саңылаулығы төмендейді, сол кезде беріктілігі артады. Саңылаулық коэффициенті тек қоспадан ғана емес, ол қаншалықты тығыздалуына тәуелді.

Судың салыстырмалы мазмұны және су/цемент материалдар

Өткізгіш бетон су және сулы/цементтеуге (салмақ/КМВ) қатысты жалпы болуына аса сезімтал. Судың артық болуы саңылаулар жүйесін бітеуі мүмкін паста құрғауына келтіруі мүмкін. Өткізгіш бетон үшін қатынасы, әдетте, 0.26-0.40 диапазонында болады, бұл типтік әдеттегі бетонға қарағанда кем (ACI Комитеті 522 2010).

12.1-кесте алдыңғы бетондағы материалдың пропорцияларының әдеттегі тізілімі

Құрамы немесе сипаты	Пропорция (кг/м3) (фунт/ярд3)
цемент	270-415 (450-700)
Ірі толықтырғыш	1190-1480 (2000-2500)
Құрамы:Ірі толықтырғыштың салмақтық ара-қатынасы	0-1:1
Қосынды: цементтің салмақтық ара-қатынасы	4:1-4.5:1
Су-цементтің салмақтық ара-қатынасы	0,27-0,34

Дереккөз: Америка бетон институтының (АБИ) комитетінен 522 2010. Алыдңғы бетон бойынша есебі , АБИ 522Р-10. Фармингтон Хилз, МИ: Америка бетон институты

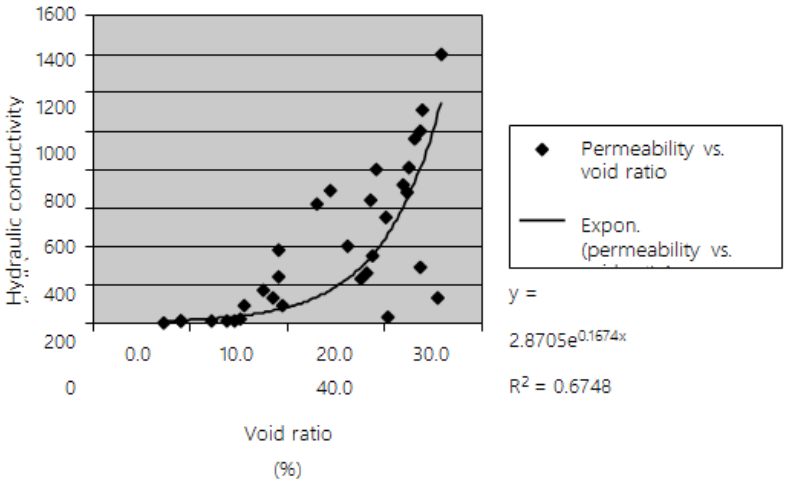
Қосындылар

Көптеген жағдайларда қоспалар бетонның өткізгіш қасиеттерін жақсарту үшін қолданылады. Жоғары жиіліктер немесе орта алшақтылық аясында, ондай төмен қатынастарда, су редуциялау қоспалары өте қажет. Тежеуші қоспалар жиі, әсіресе ыстық күндерде қолданылады. Өткізгіш бетон қоспаларында жиі цементтің гидратация стабилизаторлары немесе технологиялық және орналасуда жәрдем көрсету үшін пайдаланылатын тұтқырлық қоспалары болады (ACI Комитет 522 2010).

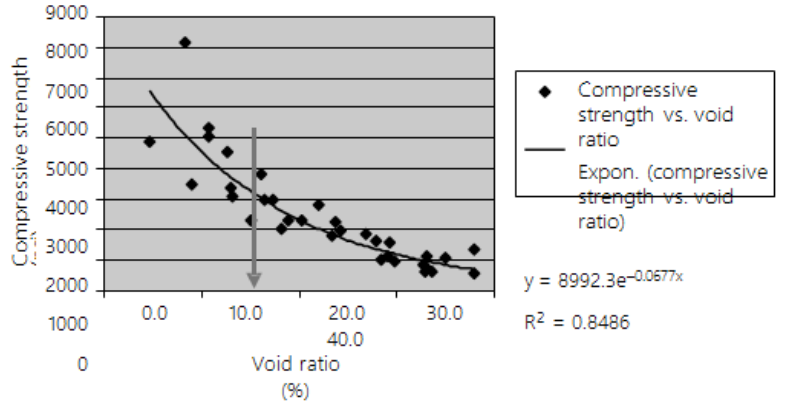
Ауа тартқыш қоспалар қатыру-еріту кезінде қорғанышты қамтамасыз ету үшін қолданылады, бірақ қысым манометрі сияқты, әдеттегі бетонда ауа болуын өлшеу үшін қолданылатын сынақтар әдістері пайдаланылады, өткізгіш бетоны үшін жұмыс жасамайды. Нәтижесінде, көбінесе қатудан және еруден қорғау өткізілетін бетон мұздану кезінде қанықпаған деген негізден тұрады (Делэйтт және др. 2007, NRMCA 2004).

Өткізу бетонының қасиеттері

Қатып кеткен бетон қасиетіне ықпал ететін негізгі фактор ретінде өткізгіщ болып саңылаулы болуы немесе бос жерлер болуы себеп, ол тұтқырлануға, салмақ/см қатынастары, тығыздануы және жиынтық градациясы мен қасиетіне тәуелді (ACI Комитеті 522 2010). Өткізгіш бетонның сығылу беріктілігі мен иілу беріктілігі жоғарыда көрсетілген, төменірек бос жерлер коэффициенттерімен, саңылаулық коэффициентіне тәуелді.



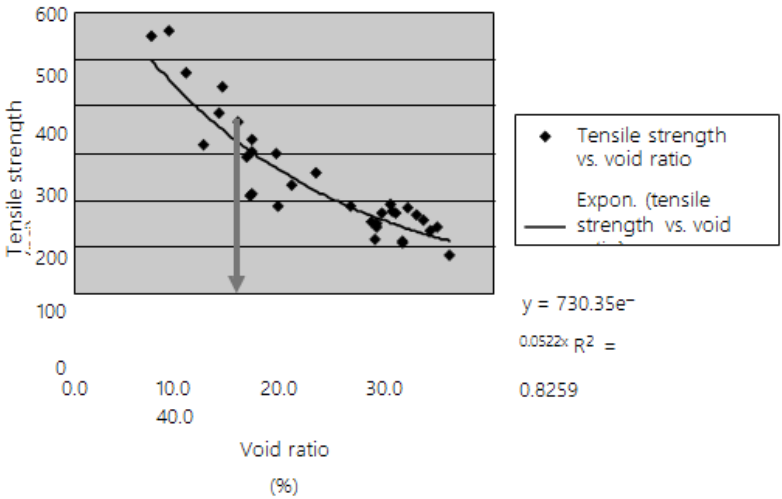
12.1 суреті. Огайо пайдаланудағы жол төсемдерінің негізінен алынған жылғы ядролардың гидравликалық өткізгіштігін кеуектілік коэффициентімен салыстырмасын көрсетеді (Делэйтт және т. б., 2007).



Сурет 12.2 қуыссыз қатынасымен қысқанда беріктілігін салыстырғанда, 1000 фунт шаршы дюйм = 6,9 МПа. (Delatte, H., Миллер, Д. Mrkajic, өнімділігін тергеу A. 2007.Field тұрақта және жаяу жүргінші жүру бөлігін жолдарда: қорытынды баяндамасы, RMC Research & Білімі Foundation, 1 желтоқсан 2007 ж.)

Compressive strength -қысылу кезіндегі қаттылығы

Compressive strength vs. void ratio -бос коэффициентке қарсы қысу



12.3 сурет жарықтану үзілуге беріктігі қуыссыз қатынасымен салыстырғанда, 100 фунт шаршы дюйм = 690 кПа. (Delatte, H., Миллер, Д. Mrkajic, өнімділігін тергеу A. 2007.Field тұрақта және жаяу жүргінші жүру бөлігін жолдарда: қорытынды баяндамасы, RMC Research & Білімі Foundation, 1 желтоқсан 2007 ж.)

Tensile strength -бөлінгендегі уақытша қарсыласу

Tensile strength vs. void ratio -бос коэффициентінің қарсы уақытша қарсыласуы

Бос қатынастар ядролары 7% - ға дейін 36% түрленді. 15% бос қуыстық төмен коэффициентіндег идравликалық өткізгіштігі шамалы.

12.2 және 12.3 суреттерде авторлар қысу және созылуға беріктігін суреттейді, сәйкесінше, бір және сол ядроларында.

Коолекторлық қабат

Көптеген ерте өткізгіш бетон жамылғылары Флоридада бос құмайтта салынған. Флориданың жиі күшті нөсерлері, көп жауын-шашын қалдық суларының тез жинақтауын тудыруы мүмкін, бірақ жер асты суларын жоятын топырақты өзі құрғату мүмкіндігі бар. Анықталғандай, дегенмен өткізетін бетон жабындылары, әдетте, жай жабудан қымбат, ал үнемдеу нөсерлік кәрізді жою немесе азайту жолы мүмкіндігімен табылған (ACI Комитеті 522 2010). Топырақ өзі құрғатылатын аудандарда жалған базасын немесе астында өткізетін бетон жабыны бар қабатты қамтамасыз ету қажет емес.

Топырақтың инфильтрация жылдамдығы төмен жерлерде, суды сақтап ол топыраққа құйылмайынша қабат астында резервуар жабуын қамтамасыз ету қажет. 5-тарауында сипатталғандай ол тұрақталынбаған дренаждық қабатқа ұқсас. Резервуар материалы, әдетте, 30-40% қуыссыз қатынасымен қиыршық тастн тұрады. Резервуар жаңбыр құлау тереңдігін қуыстық коэффициенті қабатының қалыңдығы теңдігіндей сақтай алады. Мысалы, резервуар қабаты қалыңдығы 200 мм (8 дюйм) 40% - дейін бос қуыссыз 80 мм (3,2 дюйм) жаңбыр сақтай алады. Сақтау, сондай-ақ өзі өткізгіш бетонмен қамтамасыз етілуі мүмкін. Бұл жағдайларға, ауа тарту немесе одан жоғары беріктігі сияқты мұздату, еру кезінде бетін бүлдіру мәселе болып табыламағанда немесе қоспалары конструкциясы арқасында жеңілдетілгенде. Өткізгіш бетон типтік кеуектілік 15-25% коэффициенті бар. Осылайша, 150 мм (6 дюйм) өткізгіш бетон жабыны 15% - бос қуыссыз 22,5 мм (0,9 дюйм) жаңбыр сақтай алады. Сақтау үшін қосымша кеңістік, сондай-ақ жиек айналасында тротуар құру және суды бетінде қалдыру арқылы қамтамасыз етілуі мүмкін. Қатыру және еру өңірлерде, бетте қалдық су мұздату-еру кезінде өткізгіш бетон зақымдану қаупіе жүргізе алады.

Жауын суларын ұстап қалатын жабық жүйелер немесе шағын жүйелер

Өткізгіш қабаттар төселетін топыраққа байланысты ашық немесе жабық түрі бар болуы мүмкін. Ашық жүйе жер асты су қорларын толықтыру үшін құпталады, төмен жатқан топырақ қабаттар арқылы су өтуіне мүмкіндін береді. Тұйық жүйе, суды құбырларға жетекші төселетін қабаты астында өткізбейтін мембранасы болғанда, кейбір жағдайларда қолайлы болуы мүмкін. Егер топырақтағы су сапасына қатысты қауіп бар немесе көрші жабындыларын ылғалдылық деңгейін жоғарылату туралы, немесе егер негіз балшықтан тұрса, бұл әсіресе консервативті тәсілді білдіреді. Жабық жүйе, сондай-ақ нөсерді ұстау шағын жүйесі деп аталады, әсіресе, егер ол жаңа немесе бұрыннан бар нөсерлі кәрізді жіберу тесік айналасында құрылса. Оның мақсаты, су тасқынын алдын алу үшін, нөсерлік кәрізге су ағынының жылдамдығын бәсеңдету.

Суық ауа райы

Ұлттық Тауарлық Бетон Ассоциациясы (NRMCA) климаттың ылғал негізінде төрт санатын анықтады (дымқыл немесе құрғақ (мұздату немесе қатты мұздату). Санат ұсынылатын сақтық шаралары төменде сипатталған (NRMCA 2004: 2-3).

Қабаттың барлық қалыңдығы бойынша құрғақ қатыру және жабынның кебуі

Қатыру құрғақ бөліктері бұл бірнеше мұздату-еріту (15+) кезеңдерден жыл сайын өтіп жатқан бөліктер, бірақ, қыс кезеңінде жауын-шашын саны құрамында аз. Егер топырақ ұзақ уақыт үздіксіз кезеңнің орташа тәуліктік температура мұздатылған нәтижесінде қату нүктесінен төмен болып қаласа, онда облысы қатаң құрғақ мұздату аймағы деп аталады. Өйткені өткізгіш бетон кез келген осы орталарда толық құрамдануы екіталай, өткізгіш бетон табысты орындау үшін ешқандай арнайы сақтық шараларын қабылдауға қажеті жоқ. Дегенмен, 100-200 мм (4-ден 8-ге дейін) қалың қабатының таза жиынтық базасы өткізгіш бетоннан төмен су үшін қосымша қоймалары ретінде ұсынылады. Батыс АҚШ-тың көптеген бөліктерінде жоғары белгілерде учаскелері осы санат аясына жатады.

Ылғалды қату

Ол, бір жылда бірқатар мұздату-еріту (15+) циклдерді жағдайын және қыс кезеңінде жауын-шашын аудандарын қамтиды. Өйткені топырақ ұзақ уақыт бойы мұздатылмаған болып қалса, онда өткізгіш бетон толықтай қанығуы екіталай. Өткізгіш бетон табысты орындау үшін ешқандай да ерекше сақтық шаралары талап етілмейді, бірақ 100-200 мм (4-ден 8-ге дейін) қалың қабатының таза жиынтық базасының төмен өткізгіш бетонға ұсынылады. Көптеген АҚШ ортаңғы, шығыс бөліктері осы санат аясына жатады.

Кебуге дейінгі ылғалды қату

Кейбір ылғалды мұздату облысында, онда топырақ мұздатылған нәтижесінде ұзақ уақыт үздіксіз кезеңнің орташа тәуліктік температурада төмен қату нүктесінде қаласа, ылғалды мұздату учаскелері ретінде атанады. Бұл аудандарға бетон толықтай қанық айналауына учаскелері болуы мүмкін. Келесі сақтық шараларын бетонның аязға төзімділігні арттыру үшін қолдануғк ұсынылады:

1. 200-600 мм (8-ден 24-ке дейін) қалың қабатының таза жиынтық базасын өткізгіш бетон астына пайдаланыңыз, 2. Қоспаны ауатартқыш қоспаны өткізгіш қоспасына қосу арқылы қорғауға тырысыңыз және 3. Барлық суды түсіру үшін ойықталған ПВХ құбырын толтырғышқа қойыңыз, және оған құйылуын беріңіз. Кепілдік артықшылық тәртіппен ұйымдастырылды. Әрбір жағдай барлық үш кепілдікті талап етпейді.

Құрама конструкция

Өңдеуде баламалы нұсқалардың бірі, өткізгіш бетон жабындыларын артықшылықтарын сақтай отырып, өткізгіш бетонның әдеттегі жабынымен үйлестірілуі болып табылады, не бетонмен немесе асфальтпен. Тұрақ, дүңгіршектер үшін жабын өткізгіш бетоннан орындалуы мүмкін, ал қалған жабу бөлігі асфальт немесе бетон қамтиды, ал ол жұқартылады. Тағы бір нұсқа, ол төрт қатарлы қала көшелерін пайдаланылуы үшін, бұл нұсқа ішкі қозғалыс жолағы кәдімгі бетонмен төсеу, сыртқы белдеулерде жұқартылады, олар өткізгіш бетоннан жасалған. Бұл жағдайларда өткізгіш бетон жауын суларын өңдеуге ғана емес, аралас су ағу үшін өткізбейтін беттерге арналған болуы мүмкін. Бұл сондай-ақ өткізгіш бетон қоқыстану қаупін арттырады.

ACPA PerviousPave Бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу

PerviousPave бағдарлама дизайны инженерге өткізетін қақпақ жобалау S. I немесе U. S пайдалана отырып мүмкіндік береді. ACPA бағдарламасы (www.pavement.com) $ 300 қолжетімді. АҚШта бағдарлама StreetPave бағдарламалық қамтамасыз етуде негізделген, 11-тарауда қаралды. Бағдарламалық қамтамасыз ету гидрологиялық конструкциялары үшін пайдаланылуы мүмкін, сондай-ақ өткізгіш бетон жабындарын құрылымдық жобалауда. Бағдарламасы бойынша құжаттаманы сайтынан табуға болады: http://acpa.org/PerviousPave/About%20 PerviousPave.pdf (ACPA 2012a).

Өткізгіш бетон жабындарын үшін, мысалы, қарапайым жабындары, ең алдымен құрылымдық жобалау жүзеге асырылады, содан кейін дренаж немесе гидрологиялық жүйе. Негізгі айырмашылығы бұл өткізгіш бетон жол жабындарын үшін, гидрологиялық функциялары осындай жиі маңызды ретінде, немесе құрылымдық функциялары болып табылады.

Ғаламдық реттеу және жоба туралы ақпарат

PerviousPave үшін, жалғыз ғаламдық баптау жүйесі бірліктерінің белгіленуі ағылшынша болуы мүмкін. Жоба туралы ақпарат: жобаның атауы, орналасқан жері, жобаның сипаттамасы, иесінің аты/агенттіктің және инженер-конструктор атауы.

Өткізгіш бетон жабындысының құрылымдық дизайны

Өткізгіш бетон жол жабындарын шаршау негізінде жобалау шағын проблема білдіреді. Бұл уақытта, стандартталған өткізгіш бетон шаршауын тестілеуі бар емес және шаршаған материал сипаттамаларын тексеру үшін аз зерттеулер жүргізілді. Нәтижесінде, бұл тәсілді әлдеқандай уақытқа дейін сақтықпен қолдану керек. Бұл алдын ала ескерту PerviousPave бағдарламалық қамтамасыз етуде және құжаттамада пACPA (ACPA 2012a) бар. Өткізгіш бетон жабындары шаршау туралы неғұрлым толық ақпаратқа қол жетімді болаған кезде, рәсімдер жаңартылуы мүмкін.

Жоба бойынша шешімдер

Кіру деректері қызмет мерзімін қамтиды, ол әдепкі қалпы бойынша 20 жыл, және сенімділігі ол әдепкі қалпы бойынша 80%. Ұсынылатын қызмет көрсету есептік мерзімі 10-30 жылға дейін құрайды. Ұсынылатын сенімділік деңгейлері болып тұрғын жабындар немесе тұрақтар үшін 50-80% - ы және 75-95% табылады. StreetPave сияқты бұл кіріс мәліметтер талдауда әсер етеді. Неғұрлым ұзақ мерзімі немесе одан да жоғары және сенімділігі үшін неғұрлым қалың тротуар қажет.

Қозғалыс бойынша шешімдер

Санат PerviousPave бағдарламалық қамтамасыз ету осындай StreetPave ерекшеленеді, бұл аса ауыр санаттағы трафик пайдалануға болмайды. PerviousPave трафик санаттары тұрғын үйлер/тұрақ, коллекторлар, шығыңқы жерлері үшін шағын артериялар және ірі артериялар болып табылады. Бұл санаттар 11.2-кестеде белгіленген StreetPave санаттары сияқты болып табылады, және бағдарлама трафик тек 10% - ға шығыңқы жерлерін көтереді, ол магистральдық тротуарға ауыстырылады. Ұсақ және ірі магистральдар үшін бәлкім, негізгі қозғалыс жолағының өткізгіш бетон ретінде әзірлеуге мағынасы жоқ. Оның орнына, қозғалыс жолағы, қарапайым бетон және 11-тарауда сипатталған рәсімдерді пайдалана отырып әзірленетін болады. Шығыңқы жерлері PerviousPave пайдалана отырып әзірленуі мүмкін. ADT, ADTT және максималды бір реттік және тандемді өсі әрбір және де StreetPave санаты үшін болжанады, 11.1.-кестесінде көрсетілген.

Жабынның құрылымдық қасиеттері

Жабынныңқұрылымдық қасиеттері StreetPave-ке бірнеше ұқсас. Кіріс мәліметтер:

- Композиттік қолдау модулі (K-мәні)
- Өткізгіш бетонның қасиеттері: алшақтықты модуль (MR) және серпімділік модулі (E). Олар бетонда пайдалана отырып 28-күндізгі сығылу мықтылығы бағалануы мүмкін, сол қарым-қатынасты пайдалана, StreetPave бағдарламасында пайдаланылады. Бүгінгі күні, қысу беріктігі кезіндегі өзара байланысы туралы, иілу беріктігі және өткізгіш бетон үшін серпімділік модуль зерттеулерді аз.
- Өлкелік қолдау бетон жиектермен және астаушамен қамтамасыз етілуі тиіс болады ма

Нақты сығылуға арналған беріктілік 13,8, 20,7 және 27,6 МПа (2000, 3000, немесе 4000 фунт шаршы дюйм) көздейді, жылғы иілу беріктігі 2.1-3.1, 2.8-3.8, 3.5-4.5 және МПа (300-450, 400-550 және 500 - 650 фунт шаршы дюйм) тиісінше сәйкес келеді. Қазіргі уақытта өткізгіш бетон беріктігін сынауға жалпы қабылданған әдістері жоқ.

K-мәні тікелей енгізілуі мүмкін немесе жер төсемінің серпімділік модулі (MRSG) МПа енгізілуі мүмкін немесе шаршы дюйм фунты, сондай-ақ қабат немесе қабаттар қасиеттері. Бір немесе екі қабат кіріс деректермен пайдалануы мүмкін, олар миллиметрмен келтірілген. Қабат әдетте тұрақтандырылмаған (байланыссыз) тығыздалған түйіршіктелген материалды білдіреді, қиыршық тас немесе құм және ірі құм сияқты.

Егер өткізетін жабу өзі кебетін топырақта орналастырылмаса, әрдайым дерлік резервуарлық қабаттар пайдаланылады. Сондықтан, ол басқа жол төсемдері үшін, K-мәні топырақ негіздері аз маңызды болып табылады. Топырақ негіз үш санаттың бірі ретінде жатқызылуы мүмкін, топырақ типтері A, B, немесе C сәйкес төмен, орташа немесе жоғары қолдауға келеді, 12.2. кестеде көрсетілгендей.

Table 12.2 Soil type and subgrade resilient modulus, from PerviousPave help file

Soil type	Support	Resilient modulus (MRSG) (MPa)	Resilient modulus (MRSG) (psi)
a. Fine grained with amounts of silt/clay	Low	9.9–16.7	1455–2325
b. Sand and sand–gravel with moderate silt/clay	Medium	17.2–24.1	2500–3.300
c. Sand and sand–gravel with little or no silt/clay	High	24.6–29.6	3500–4275

12.2-кесте soil type and subgrade resilient modulus, from pervious Pave help file Бұрынғы анықтама файлдан, топырақ түрі және астынғы қабат төсемдердің серпімді беріктігі модельдері.

Soil type –топырақ (почва)түрі support – қолдау көсету resilient modulus –серпімді модуль

a. Fine grained with amounts of slit/clay- саңылау/ балшық көп мөлшердегі майда дәнді дақыл

b. Sand and sand- gravel with moderate silt/clay – ила / балшықтан құм мен гравий

c. Sand and sand-gravel with little or no silt/clay - аз немесе тұнбасы / балшық жоқ құм-қиыршық тас және құм

Low - төмен

Medium – орта

High -жоғары

Өткізгіш бетон жабындының гидрологиялық дизайны

Бұл қарапайым жол жамылғылары сияқты, гидрологиялық конструкциясы құрылымдық конструкцияларынан кейін жүзеге асырылады. Қазіргі уақытта екі процедуралар өткізгіш жабын үшін гидрологиялық құрылымдары қол жетімді. PerviousPave қолданылатын Рәсімі, Лос-Анджелес округінің әдісі негізделген, ол, төсеніштік база/резервуарға барлық сарқынды сулар көлемін сақтау үшін арналуын көздейді.

Өзге де тәртібі компьютерлік бағдарлама компакт-дискіде көзделген, портландцемент қауымдастық қолда бар, өткізгіш бетонмен аталған:

Гидрологиялық жобалау және ресурстар CD (PCA CD063 2006a). Бағдарламаны $ 85 АҚШ РПЖ " cement.org. сатып алуға болады. Бағдарлама электрондық кестелер негізінде.

Өткізгіш жабынның гидрологиялық дизайны

PerviousPave бағдарламасы, Лос-Анджелес округінің гидравликалық жобалау әдісін қолданады (Родден және т. б. 2010, ACPA 2012a).

Жалпы V-судың көлемі (метрмен немесе текше фут) өткізгіш бетон жабынының есептелуі ретінде

$$V = (A_p + A_b) \times I \qquad (12.1)$$

мұнда

Ap = өткізгіш бетон алаңы шаршы метрмен немесе фут,

Ab = аймақ, ол сарғытылуы тиіс, мысалы, шатыры немесе шаршы метрмен немесе фут, және

I = жауын-шашын қарқындылығы, метрмен немесе фут, онда, мүмкін, тиіс айналдырылған бірі мм немесе в.

Өткізгіш бетон талап етілетін алаңын анықтау үшін теңдеу

$$A_p = r_s \frac{V}{\times h_s} \qquad (12.2)$$

мұнда

Rs = төсеніштік қабаты немесе резервуар қабатының қатынасы, пайызбен,

HS = төсеніштік қабатн немесе қыртыстық қабаты қалыңдығы, метр немесе фут.

Бұл консервативті тәсіл, ол барлық жауын-шашын мөлшері қабатында өтетінін көздейді. Егер кейбір су өткізгіш бетон арқылы өтсе, не өткізгіш бетонның жиегінің үстінен, теңдеуді мынадай өзгерту керек:

$$A_p = \frac{V}{h_{curb} + r_c \times h_c + r_s \times h_s} \qquad (12.3)$$

мұнда

hcurb = тротуар биіктігі, сумен жабылған, метрмен немесе фут,

RC = жылғы өткізгіш бетон қабатының кеуектілік коэффициенті, пайызбен,

Hc = өткізгіш бетон қабатының қалыңдығы, метрмен немесе фут.

Өйткені өткізгіш бетон алаңы, әдетте, учаскесінің дизайнымен анықталады, ал өткізгіш бетон қалыңдығы құрылымдық конструкциясынан анықталады, негізгі параметрі төсеніштік қабатының немесе резервуардың қалыңдығын гипер құрылымын таңдау болып табылады. 12.3 теңдеуінің шешімі осы қабатының қалыңдығы:

$$t_d = \frac{V}{A_p \times E} \quad (12.4)$$

Сондай-ақ, бұл уақытта ұсталған, ол, әдетте, 24 сағатты құрайды, арттық мөлшерде болмауын, тексеру қажет. Есепті уақытта ұстау, сағатпен болып табылады

$$t_d = \frac{V}{A_p \times E} \quad (12.5)$$

мұндағы E = өтімділік немесе жылдамдығы топырақтың инфильтрация немесе мм/сағ. немесе/сағ. PCA ұсынады E маңызы бар 13-25 мм (1/2-1 дюйм)/сағ үшін құмды топырақ, 2,5 мм-ден (0,1 дюйм)/сағ. қоймалжың топырақтың және 0,25 мм-ден (0,01 дюйм)/сағ. Сазды топырақ (PCA 2006a). Егер жүйе инфильтрацияға өте сезімтал болуы, мүмкін топырақты жазықтықта тексеру қажет. Жақсы өнімділігі үшін, топырақ қабаты кемінде 1,2 м (4 фут) тереңдікте бастап инфильтрация, кем дегенде, 13 мм/сағ (1/2 ин.h) ұсынылады (ACI Комитеті 522 2010).

Бұл рәсім консервативтік болып табылады, өйткені ол резервуар барлық көлемі жауын-шашын ұстауы тиістігін көздейді, тек сонда ғана олар сорғылай бастайды. Шын мәнінде, әрине, су топыраққа сарқылады сол уақытта, жаңбыр сияқты, және, осылайша, резервуардың қабат қалыңдығына нақты талаптар аз болады.

PerviousPave сәйкес кіріс деректерінің гидрологиялық қасиеттері факторларға топтастырылған, өткізгіш бетон жол төсемесі конструкциясы гидрологиялық бөлшектері, сондай-ақ гидрологиялық өлшемдерін жобалау. Факторлар учаскесі өткізгіш бетон алаңын және өткізгіштігі жоқ жабу алаңын қамтиды, шаршы метрмен немесе шаршы фут сорғытылуға тиіс, өткізгіштік/инфильтрация топырақ жылдамдығы мм/с немесе в/с. Гидрологиялық бөлшектер жиегінің биіктігі бөлігінің немесе кептеліс конструкциясында бөлшектер үшін керектігін, өткізгіш беті бетон конструкцияларына керектігін, өткізгіш бетон бос қуыс пайызы. Гидрологиялық жобалау критерийлері жобалау дауыл мм болып табылады , немесе максималды ұсталған, ол, әдетте, 24 сағат немесе одан кем.

Егер тротуар биіктігі гидрологиялық дизайнға қосылса, бұл дауыл кезінде асфальтта су құрылуын білдіреді . Бұл қолайлы емес.

Климаттық мұздату екіталай жағдайларда, өткізгіш бетон бетін гидрологиялық конструкциясына қосу ешқандай зиян жоқ және суға қалып

сақтық көшірмесін жасау үшін үстіндегі қабатта мүмкіндігі беріледі. Бұл жағдайда үстіңгі қабаты, әдетте, бос қуыс коэффициенті шамамен 15% көзделіп отыр. Бұл кеуектілігі коэффициенттің көмегімен, жабу, ол қалыңдығы 150 мм (6 дюйм) 22,5 мм (0,9 дюйм) жаңбыр өткізу мүмкін. Дегенмен, егер жабу мұздатылса, өткізгіш бетон ішіндегі су қату зақымдауы немесе құртуы мүмкін. Осылайша, мұздату жағдайында, резервуар жеткілікті қалың болуы тиіс, өткізгіш жабудан төмен барлық суды ағызу үшін. Алу қатуына қарсы қосымша қауіпсіздік шаралары үшін, су ағызатын құбыр резервуардың жоғарғы қабат бөлігінде көзделуі, толып кетуіне сорғылауы үшін.

PCA CD гидрологиялық дизайн

CD063 (PCA 2006a) цемент қауымдастығы электрондық кестелер бағдарламасы бар, өткізетін жабын гидрологиялық құрылымдары үшін пайдаланылуы мүмкін. Нұсқаулар компакт-дискіде беріледі. StreetPave бағдарламаға қарағанда, бұл процедура әдеттен кем. Ол U. S. кәдімгі бірлігінде ғана қол жетімді. Негізгі бөлімдеріне кіріс деректер нәтижелері, осьтердің саны болып табылады. Шөгу туралы ақпарат және нөмірі қисық ақпаратты қамтамасыз етеді және дауыл дизайнын және басқа да параметрлерінің конструкциясын таңдау үшін пайдалануға болады.

Еңіс жаяужол бойынша ұсынымдар

Жай жабу, әдетте, дренаж үшін қисайып тұр. Бұған қарағанда, өткізетін бетон жабындарына, көлденең еңістері мен қаптамалар қажет емес, себебі су асфальтқа кетеді, жоғарғы бөлігі үстінен қалмайды. PerviousPave бағдарламасын толықтыру үшін ACPA көлбеу ойларын талқылауды көздейді. Өткізгіш жаяужол 16% - ға дейін еңістерінде сәтті орналастырылды. Кейбір жағдайларда, көлденең траншеялар су жинағыштармен көлденең жотасымен орналастырылуы мүмкін (ACPA 2012b).

Шын мәнінде, өткізгіш тротуар арқылы су жылдам ағыны, жабуды су төмен жағынан көлбеу су астында қалуы мүмкін. Осылайша, еңкіштігі қол жетімді өткізгіш бетон сақтау көлемін азайтады. Тиімді сақтау көлемі 12.6 теңдеуді пайдалана отырып есептеледі (ACPA 2012b):

$$\text{Effective volume (\%)} = \frac{d}{2 \times s \times L} \times 100 \qquad (12.6)$$

Effective volume – тиімді көлем

мұндағы d = өткізетін бетон және резервуардың қалыңдығы Hc + HS, м немесе фут, S = еңкіштігі, ондық бөлшек түрінде және L = ұзындығы тақталар, м немесе фут. Мысалы, 30 м (100 фут) жаяужол, оның мөлшері 300 мм-ден (12 дюйм) қалыңдығы тұратын 150 мм (6 дюйм) беткі қабатын және 150 мм (6 дюйм) қабаты резервуардың тиімді көлемі 1% еңіс.

Сондықтан өткізетін бетон жабынының барынша түзу болуы тиіс, осылайша, барынша сақтау көлемін кеңейтуге. Олай болмаған жағдайда, тақталар қалыңдығы қабатының ұлғайту қажеттілігі туындауы мүмкін. Басқа нұсқасы жер асты суларының немесе ұңғыма бөктерінен басып алу үшін жастықтар беру болып табылады. Сонымен қатар, жолақты құрылыс немесе қорғаныш бөгеттер құруға болады (ACPA 2012b).

$$\text{Effective volume (\%)} = \frac{h_c}{2 \times s \times L} = \frac{0.3}{2 \times 0.01 \times 30} \times 100 = 50\% \qquad (12.7)$$

Жобалар үлгілері

Бұл дизайн-мысал, PerviousPave бағдарламалық қамтамасыз ету көмегімен ADT жолдың коллекторы үшін тәсілдерінің бірі, 1000 көлік құралдарын 5% - жүк автокөліктері қамтиды. Осылайша, жол жабыны күніне50 жүк көлігіне есептелген, қолданылу мерзімі 20 жыл. Сенімділік мәні әдепкі бойынша 80%. Трафик кіру деректер 11.3 суретке ұқсас. Коллектордың санаты үшін максималды жүктеме білігіне 107 кН (26 мың фунт) құрайды, ал ең жоғары жүктеме тандемді осі 196 кН (44 мың фунт) құрайды.

Топырақ түрі (B) құм және құм-ірі құм қабаты отырып, біркелкі қабатпен тұнба/саз бастап CBR шамамен 2 сәйкес келетін модуль серпімділік 21,5 МПа (3100 фунт шаршы дюйм) немесе орта демеуге. Резервуар 200 мм (8 дюйм) қиыршық тас, серпімділік модулімен 150 МПа (21800 фунт шаршы дюйм). Бұл есептік композиция шамасын береді K 53,9 МПа/м (200 фунт шаршы дюйм/дюйм), 12.4. суретте көрсетілгендей.

Қабат қалыңдығы гидрологиялық емес, құрылымдық есебімен реттеледі. Осылайша, егер бастапқы қалыңдығы жеткіліксіз болып табылса, онда композициялық K-мәнін көбейтуге болады. Резервуарды ұлғайту 100-ден 200 мм (4-8 дюйм) құрама коэффициентінің мәні - шамамен 15% арттырады.

Өткізгіш бетон 28-күндік кезең қату және иілу беріктігі 2,8 МПа (400 фунт шаршы дюйм) бар, сондай-ақ серпімділік модулі 18,9 ГПа (2,7 млн фунт шаршы дюйм). Өлкелік қолдау бетон жиектермен және ағынмен орындалады. Жол жабу құрылымдық қасиеттері 12.5 суретте көрсетілген.

Гидрологиялық қасиеттері 12.6 суретте көрсетілген. Өткізгіш жабу жалпы аумағы 1486 м2 (16 000 ft2) бар және 2972 м2 (32 000 ft2) өткізбеушілік жабу алаңын құрғатады, шатырлардан тұратын, шағын сәулет нысандарын және басқа да құрғатылмайтын беттері. Осылайша, құрғатылған өткізбеушілік қасиеті аймағы қарым-қатынасы өткізгіш аймағына-2: 1. Топырақтың инфильтрация жылдамдығы 12,7 мм (1/2 дюйм)/с құрайды, бұл деңгейі құмды топырақ үшін төмен.

Қорыстар және балшықтар, әдетте, әлдеқайда топырақтың инфильтрациясы төмен көрсеткіштері бар.

Суға жол жабыны бетіне жол берілмейді, ал өткізгіш бетон беті гидрологиялық конструкциялары құрамына кірмейді. Ол типтік климат үшін, мұздату және жібіту болып табылуы ықтимал еді. Болжам бойынша, бұл резервуардың қабаты 40% - ы бос қуысы бар.

Нөсерлі жауын-шашын дизайны тротуар жерде негізделген болуы тиіс, және жауын-шашын мөлшері 24-сағат немесе 2 немесе 10-жылғы кезеңде қайтаруын қамтуы тиіс. Америка Құрама Штаттарында, олар Ұлттық мұхит және атмосфералық зерттеулер көмегімен алынуы мүмкін. PerviousPave бағдарламасы 2 - және 10-жылдық дауыл бағдарламасына енгізілген Америка Құрама Штаттарында көптеген қалалары үшін файлда анықтамада қамтамасыз етеді. Огайо штаты Кливленд үшін 2-жылдық саны 59 мм (2,34 дюйм). Ең ұзақ ұстау уақыты әдетте 24 сағат дейін белгіленеді.

Жол киімінің құрылымы 12.7 кестеде көрсетілген. Конструкция қалыңдығы 178 мм (7 дюйм). Өңдеуге жататын су көлемі 265 м3 (9360 фут3) құрайды ал ең төменгі резервуар қабаты 446 мм (17.6) талап етеді, ол 200 мм (8 дюйм) болған жағдайда.

Бірнеше нұсқалары бар. Резервуар қалыңдығы ұзартылуы мүмкін, бұл, көп жағдайда, бәлкім, ең үнемді тәсіл болуы мүмкін. Өткізгіш тротуар мөлшері ұлғайтылуы немесе өткізбеушілік беті мөлшері азайтылуы мүмкін. Балама ретінде, басқа да шаралар кейбір жауын-шашын қалдық суларын өңдеу үшін қолданылуы мүмкін. Немесе, жиектері бөлігінің ұстау көмегімен қосымша толып кеткенді өңдеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Бағдарлама шаршау есептеу кестені 11.6. суретте көрсетілгендей дайындайды. Өткізгіш жабу дизайны эрозияны ескермейді, тек шаршау,

өйткені осы жабындары үшін айдауы өте екіталай. Бетон жабындары үшін өткізгіш қабаты, әдетте, қосымшаларында көрсетілген пайдаланылады, жылдам орын ауыстыру ауыр жүктерді, ал астыңғы қабат немесе резервуардың төменгі бөлігі, әдетте, эрозиялық емес материалдан тұрады. Өткізгіш жол жабынының жүйесінде судың таралуы үшін көп жолы бар. Нәтижесінде, бұл ұсақ бөлшектер бірі өткізгіш жүйесінде айдамалауы болауы екіталай (Родден және т. б. 2010). Тек 28,9% шаршаңқы ұзақ жол жабыны, негізінен 107 кН (24 Бөа) жекелеген жүйелерінде пайдаланылады.

Мысалды жалғастыра отырып, гидрологиялық дизайн CD PCA әдісін пайдалана отырып қарастырылады. Деректер парағының кірісі 12.8. суретте көрсетілген. Жол жабыны мен негіздер қалыңдығы мен қасиеттері сияқты, алдыңғы мысал топырақтың инфильтрация жылдамдығы сияқты. Өткізгіш бетон және су өткізбейтін учаскелері беті сондай-ақ бірдей. Сол жауын-шашын мөлшері және қайтару кезеңі Огайо штаты Кливленд деректері негізінде таңдалады.

Кіру аяқталғаннан кейін нәтижелерді өңдейді. Нәтижелер қойындысындағы көзделген төрт нысан бар. Бұл нәтижелер парағы, кестелер тізімі, кестелер тізімі есептері үшін қамтамасыз ететін симуляциялар тізімі және дауыл сілтемелер тізімі.

12.9 суретте көрсетілгендей нәтижелері тізімі, бұл шалшық максималды тереңдігі құрайды -200 мм (-8 дюйм) бетінен төмендігін көрсетеді. Басқа сөздермен айтқанда, жауын-шашын кемінде 25 мм (1 дюйм) төмен бола отырып, ешқашан өткізгіш бетон қабатында қалмайды. Осылайша, өткізгіш бетон сақтау үшін пайдаланылмайды.

12.10 суреттегі көрсетілген графиктер тізімі, модельдеу парағанына есептелген судың дауыл кезінде деңгейін көрсетеді. Модельдеу 5 күн ішінде сағат сайынғы өсімін пайдаланады. Сағаттық жауын құздар 25 мм (1 дюйм) 12 сағ кейін басталған дауыл. Шарықтау шегіне дейін, барлық жауын-шашын толықтай төсемелі жол және резервуар арқылы сорғылайды. 12 сағаттан бастап, су резервтік қабатына жинала бастайды , шегіне 178 мм (7 дюйм), су қоймасының түбінің ішінде 14 сағ кейін жауын-шашынның басталғаннан кейін ол сорғылайды.

Бұл нәтиже PerviousPave алынған нәтижесімен қарама қарсы, ол, конструкциясы барабар жоғын ұсынды. Дегенмен, графиктер тізімі көп мағынасы бар. Жауын-шашынның бірінші бөлігі тікелей топыраққа төмен жүрелі және резервтік қабатында сақталмайды. Сондықтан,оған қарамастан, жаяу жол жалпы саны жауын-59 мм (2,3 дюйм) өңдеуі тиіс, инфильтрациядан резервуар шарықтау шегіне 25 мм (1 дюйм) дейін толтырылмайды. Бұл, резервуардың қабаты жалпы жауын-шашынның

қалдық суларына емес, шарықтау шегі негізінде есептелген болуы тиіс.

Өткізу жабыны жобаларының кестелері

Дизайн кестелері ACI A330R-08 және ACI 325.12 R-02 бетонмен бірге иілу күш қысқарту 3,4 МПа (500 фунт шаршы дюйм) кем емес шектелген. Төменде келтірілген кестені жобалау PerviousPave форматы бойынша ACI 330R-08 және ACI 325.12 R-02 бағдарламалық қамтамасыз етуді пайдалана отырып дайындалды.

Алдыңғы кестелер ретінде қозғалыс өсу қарқыны жылына 2% - болжайды. Нақты серпімділік модулі E 6750 рет иілу кезіндегі беріктілік шегі немесе MP көздейді. Өткізгіш бетон жабынның тығыны жоқ. Олар 80% сенімділігі мен ұзақ уақытқа конструкциялары мерзімі 20 жыл жарамдылығымен негізделген. Көлік учаскелері санаты ғимараттар/тұрақ, коллекторлар, шағын және үлкен артериялар болып табылады. Айта кету керек, шығыңқы жерлері 10% жүк көлігін ғана тасымалдау үшін арналады. Сонымен қатар, шығыңқы жерлері, бетон жол жиектері мен су қоймаларынан бастап өлкелік қолдау жылғы салынады.

Кестелер (кесте 12.3) және (12.4-кесте) өлкелік қолдаусыз жабдықталған. Егер бетонның иілу кезіндегі беріктігі 3,45 МПа (500 фунт шаршы дюйм) құраса 11-тарауы ішінен есеп айырысу кестені пайдалануы мүмкін. Осы кестелер дизайны үшін иілу кезіндегі беріктігі 2,1 және 2,4, 2,8 және 3,1 МПа (300, 350, 400, 450 фунт шаршы дюйм) құрайды.

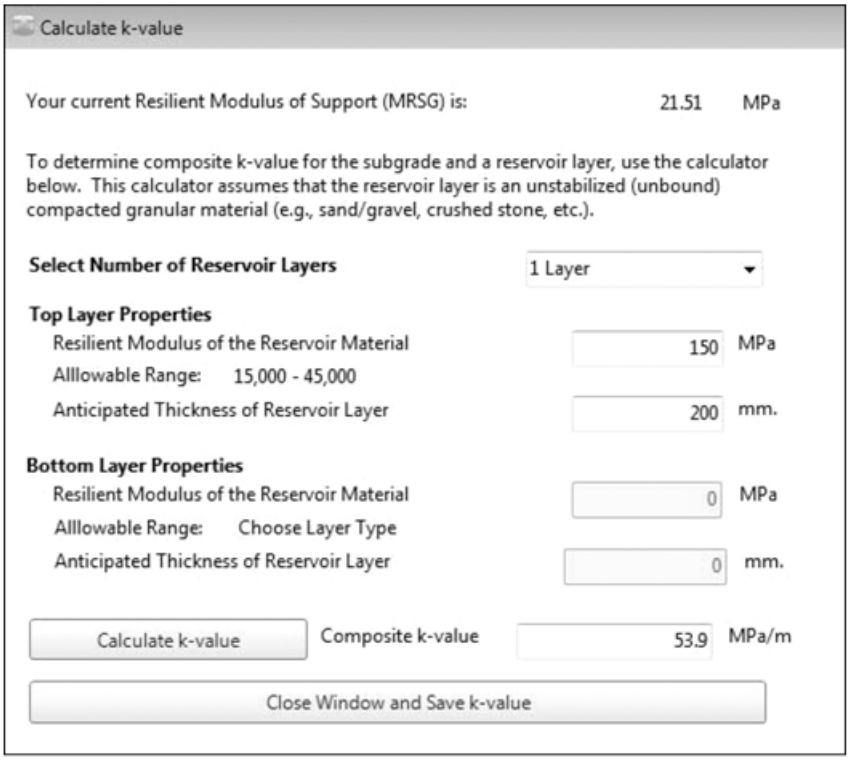
Ең төменгі құрама K-мәні дренаждалатын топырақ негізінде резервуарлық қабатынсыз негізделген, K-мәні 13,5 МПа/м немесе 50 фунт шаршы дюйм/дюйм. Жол төсемінің басқа түрлерінен айырмашылығы, өткізгіш бетон қатты, өткізгіш негізге орналастырылмайды. Нәтижесінде, ең жоғарғы K мәні 81 МПа/м немесе 300 фунт шаршы дюйм/дюйм, төсеніштік қабатының мәніне 200 мм (8 дюйм) сәйкес келетін, резервуардың қатаң қабатына салыстырмалы. Осылайша, кестелер құрамдас K-мәндері 13,5, 27, 40,5, 54, 81 МПа/м (50, 100, 150, 200 және 300 фунт шаршы дюйм/дюйм) негізделген.

K-мәні 13,5 МПа/м (50 фунт шаршы дюйм/дюйм), бәлкім, ақиқат емес төмен болады. Егер қандай да бір резервуар қабаты барлық жабындары үшін пайдаланылса, құрама K-мәні, бәлкім, едәуір жоғары болады. Резервуарға 100 мм-ден (4 дюйм) қосса құрамдас коэффициенті 43,7 МПа/м (162 фунт шаршы дюйм/дюйм) дейін ұлғаюына әкеледі.

Кестелерде деректер тек құрылымдық дизайн үшін келтіріледі, гидрологиялық дизайнға емес. Гидрологиялық құрылымы жеке-жеке есептелуі тиіс, әсіресе, егер өткізгіш бетон жақын орналасқан су өткіз-

бейтін беттер ағынын өңдейді деп күтілуде.

Алайда, құрылымдық дизайн айырмашылығы, гидрологиялық дизайнды қол есебімен жүргізу оңай, егер Los Angeles әдісі қолданылса. Біріншіден, су көлемін есептеу үшін 12.1 теңдеуін пайдалану, олар жабындымен өңделуі тиіс:



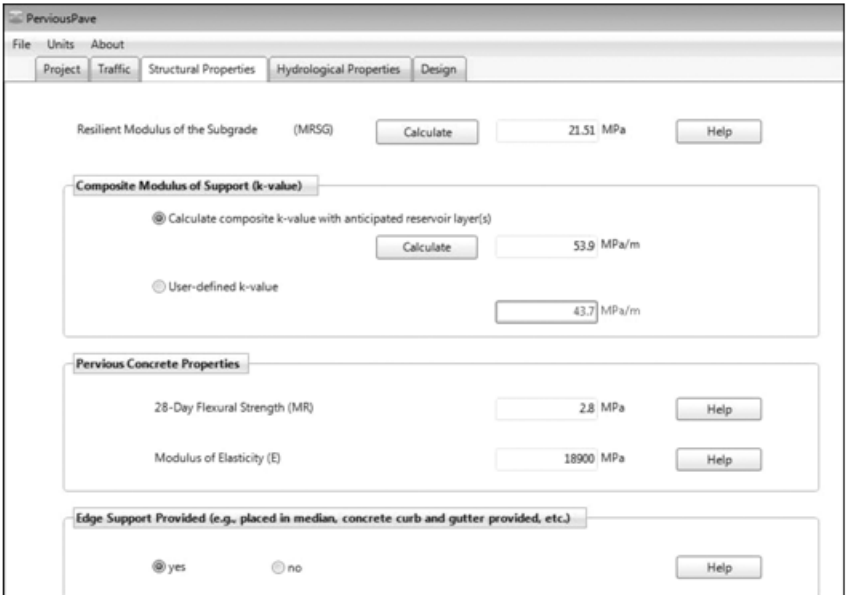
Сурет 12.4 құрама К-мәні есептеуі

Осылайша, көлемі 263 м3 немесе 9360 футов3 құрауы тиіс. Келесі қадам резервуардың талап етілетін қалыңдығы үшін 12.3 теңдеуінің шешімі болып табылады. Бұл жағдайда, шеті мен өткізгіш бетон гидрологиялық дизайн үшін пайдаланылмайды:

Осылайша, резервуар қабатының талап етілетін қалыңдығы 443 мм немесе 17,4 деп, StreetPave жобалау бағдарламасына сәйкес келеді.

Сондай-ақ, ұсталу кезін тексеру, ол, әдетте, 24 сағатты құрайды, және ол артық мөлшерде болмауы тиіс. Есепті ұстау уақыты, сағатпен,

инфильтрация Е 0,127 м/сағ. назарға ала отырып құрайды

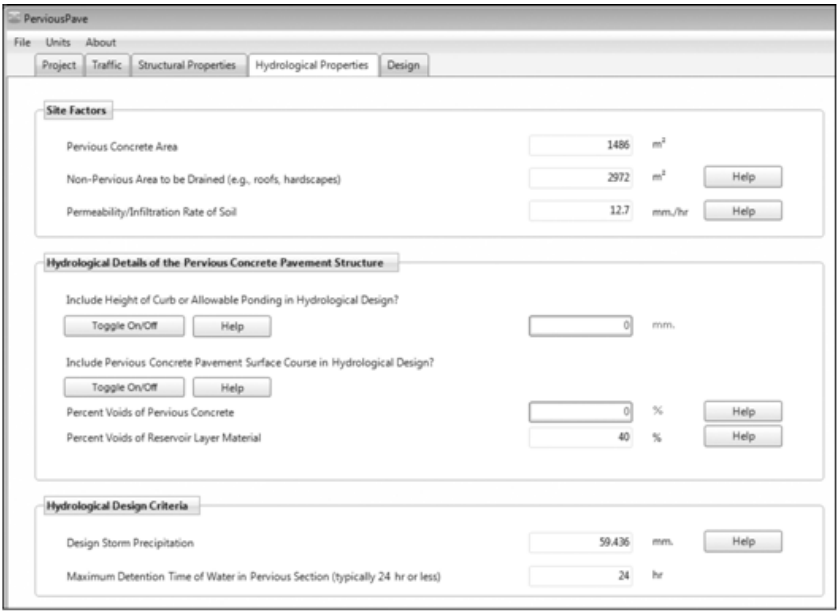


Сурет 12.5 Өткізгіш бетон құрылымдық қасиеттері

Өйткені 13.9 құрайды <24 сағ, құрылымы қанағаттанарлық деп саналады.

Бетон жабынын салуға арналған өткізу жабындары

PCPC сапасы, үлкен дәрежеде, орналастырушы даярлау және жұмыс тәжірибесіне байланысты. Осылайша, мердігердің сертификаты өнімділігі үшін маңызды салдары бар. Өткізгіш бетон дұрыс тығыздалған және қорғалған болуы тиіс. ACI Комитеті 522 өткізетін бетон жабындарын үшін ерекшеліктер әзірледі (ACI Комитеті 522 2008).

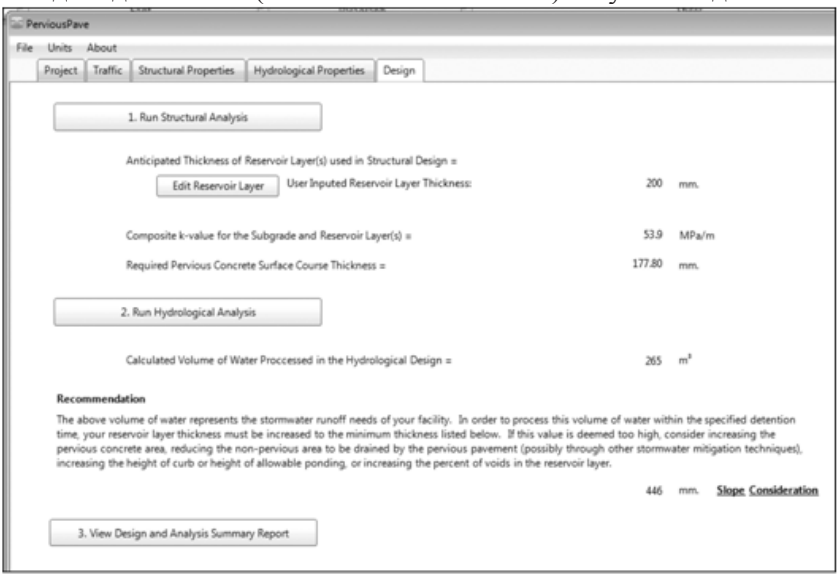


Сурет 12.6 Өткізгіш бетон гидрологиялық қасиеттері

Бетон үлгілік сапасын сынау үшін, әдеттегі жауын-шашын мен ауаның мазмұны дәрежесі сияқты, өткізгіш бетон үшін пайдаланылуы мүмкін емес. Қазіргі уақытта ASTM International өткізгіш бетон сынау үшін әдістерін әзірлеу процесінде тұр, олар, бәлкім, болашақ шығарылымдары бойынша баяндама ACI Комитетінің 522 мен ерекшелігінде көрініс табатын болады. Көзбен бақылау сондай-ақ индикатор үшін қабықша қоспасы консистенциясы бетінде толтырғыштар ретінде пайдалы.

Статикалық және вибрациялық домалатқыштар және тұтастырғыш өткізгіш бетонды тығыздау үшін пайдаланылуы мүмкін. Егер бетон жақсы тығыздалмаған немесе тым құрғақ болса, толтырғыштар жаман жақсы жабысады және жаяужол тегіссіздік пайда болуына қабылдағыш болады. Егер, екінші жағынан, бетон тым ылғалды немесе тым қатты тығыздалған болып табылса, беті жапсырылған және жаяужол өткізгіш болмайды. Жабу орналастырылған және тығыздалғаннан кейін, өсіру құралымен тігістер орнатуға болады. Балама ретінде, қосылыстар кесілуі кейінірек болуы мүмкін.

Өткізгіш бетон ашық сипатына байланысты, ол кебуден қорғалуы тиіс. Пластиктер бетінде қоюлы және бекітілуі тиіс, мүмкіндігінше орналастырғаннан кейін тезірек, және жерде 7 күн ішінде сақталуы тиіс. Егер өткізгіш бетон ерте кеуіп кетсе, бәлкім бұл тегіссіздік пайда болуына ықпал болады. Қазіргі уақытта, салу туралы ең үздік ақпаратты, сапасын бақылау және тестілеу инспекциясын 8 тарауларында және 9 баяндамада ACI 522 (ACI Комитеті 522 2010) табуға болады.



12.7 суреті. Өткізгіш жол төсемі конструкциясының түпкілікті нұсқасы.

Бетон жабынының өнімділігі

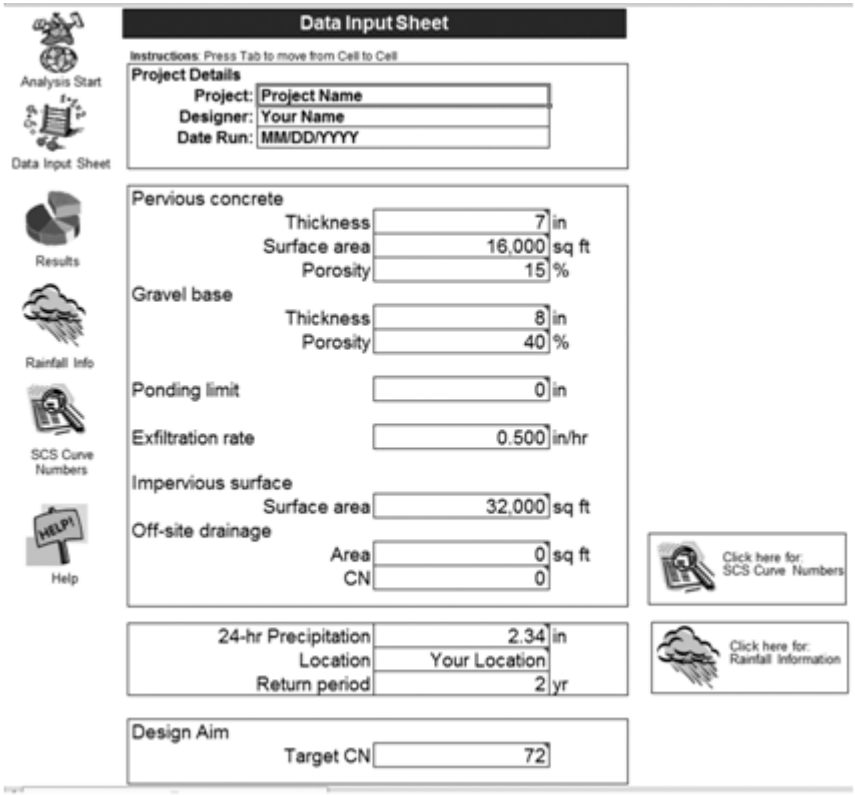
ACI Комитеті 522 деді: « Өткізетін тротуар жүйелер табысы бір қатарлы емес болды. Кейбір аудандарда, өткізетін бетон жүйесінің жол жабыны табысты қолданылды, ал басқа елдерде олар қысқа уақыт ішінде бітеледі. Көптеген сәтсіздіктерді мердігердің тәжірибесіздігіне жатқызуға болады, топырақты жоғары дәрежелі тығыздау және дұрыс емес жол дизайны»учаскесін ACI Комитеті 522 2010, стр. 5).

Қоршаған ортада қатал қыс жағдайында ұшырағанда, PCPC жабындарына қызығушылық және пайдалану климаттық жағдайында өсуде. Осы қабаттармен тәжірибе басым бөлігі неғұрлым жылы климатпен байланысты, кейбір мәселелер материал беріктігі мұздату-еріту кезінде көтерілді. Дегенмен кейбір зертханалық зерттеулер PCPC толтыру

кезінде мұздату еріту кезінде әсеріне ұшырамауын болжауға мүмкіндік береді, бұл өзіндік құрылымы бетон қанық дала жағдайында болып табылмауына кепілдік бере алады. Үздік болашақ орындауы - бұл өткен нәтижелері.

Суық климат жағдайында өткізгіш бетон жабындарын ұзақ бағалау кезінде, екі аспектілері қаралуы мүмкін. Олардың бірі өткізгіш бетон тығыздалған беріктігі жай-күйі болып табылады, ASTM C666 бойынша. Әдістемесі А (ASTM C666 2008), немесе өзгеріссіз. Бұл тестілеуді қатал жағдайында жүргізеді. Кейбір өткізетін бетон түрлері немесе тығыздалған домалатқыш бетон қоспасының ASTM C666 нашар жұмыс істейді деп біраз уақыт танылған, бірдей қоспалар өнімділігі қанағаттанарлық дәрежесі болуы мүмкініне қарамастан. Алайда, бұл ASTM C666 мықтылығы анық. Бұл, әдетте, ауатартқыш қоспаларды пайдалануды талап етеді.

Екінші аспект – жүйе ұзақ мерзімділігі. Егер жол жабынының су қоймалары жүйесі өткізгіш бетонды жылғы қанықтырудан ұстап қалу үшін біршама жақсы болса,онда ASTM C666 сынақта ұсынылған қатаң шарттары қолданылмайды. Бұл, демек, жобалау жүйесінің мақсаты болып табылады.



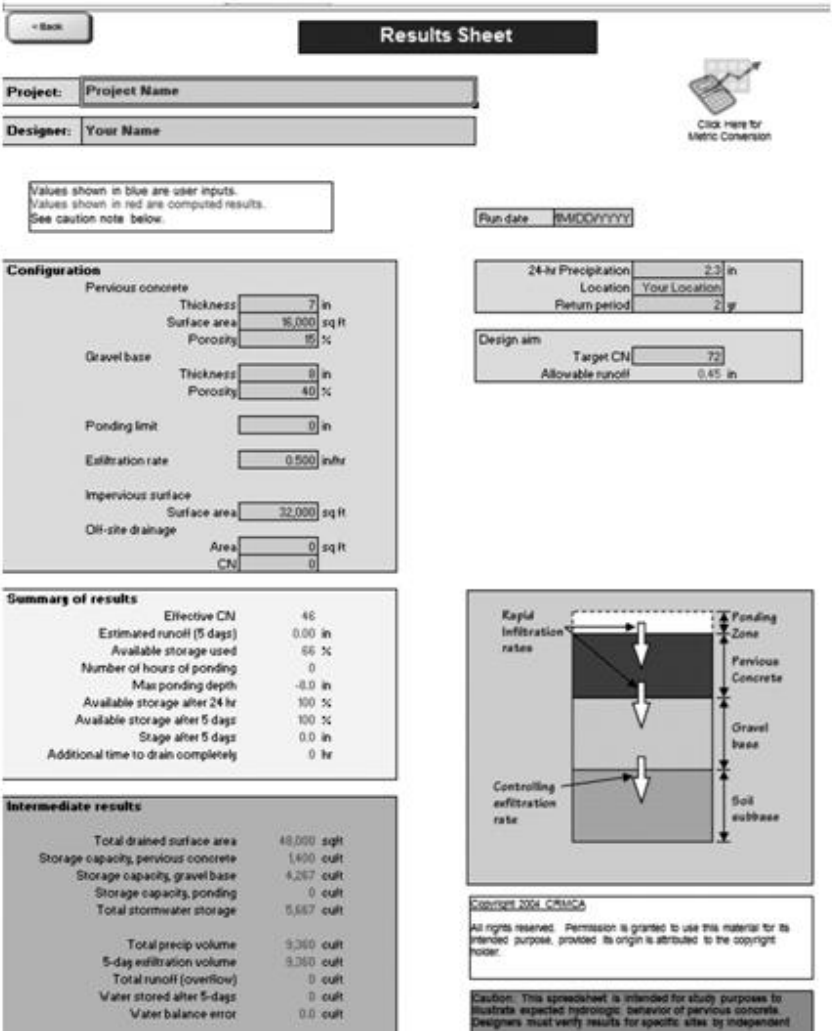
12.8 уреті. Жобалау мысалы үшін бастапқы деректер

Дренаждалатын негізге бетіне сынықтар (базасында), ұсақ бөлшектердің енуі тығындау мүмкін. Тек қана бірінші жағдайды бетінде оңай байқауға болады. Жерасты ластау сүзгіш маталар арқылы өтеді, және олардың жай-күйін жаяужолды талғамай тексерілуінсіз мүмкін емес. Техникалық қызмет көрсету, жылдық вакуумдық өңдеу немесе қысыммен сумен шаю сияқты беткі қоқысын жою үшін және инфильтрация қалпына келтіру мүмкіндігіне ұсынылады.

Су өткізгіш жабынның жобалау кестесі

ACI A330R-08 және ACI 325L12R-02 дизайн кестесі иілуінде кем дегенде 3.4 МПа (500 фунт / кв. дюйм) берік бетонмен шектелген. Келесі дизайн кестелері PerviousPave бағдарламалық қамтамасыз етумен, ACI

330R-08 және ACI 32Sil2R-02 форматы көмегімен жасалған. Алдыңғы кестеде көрсетілгендей, жүк тасушы трафигі шамамен жылына 2% өседі. Бетон модулінің *Е қаттылығы* 6750 болып қабылданады.

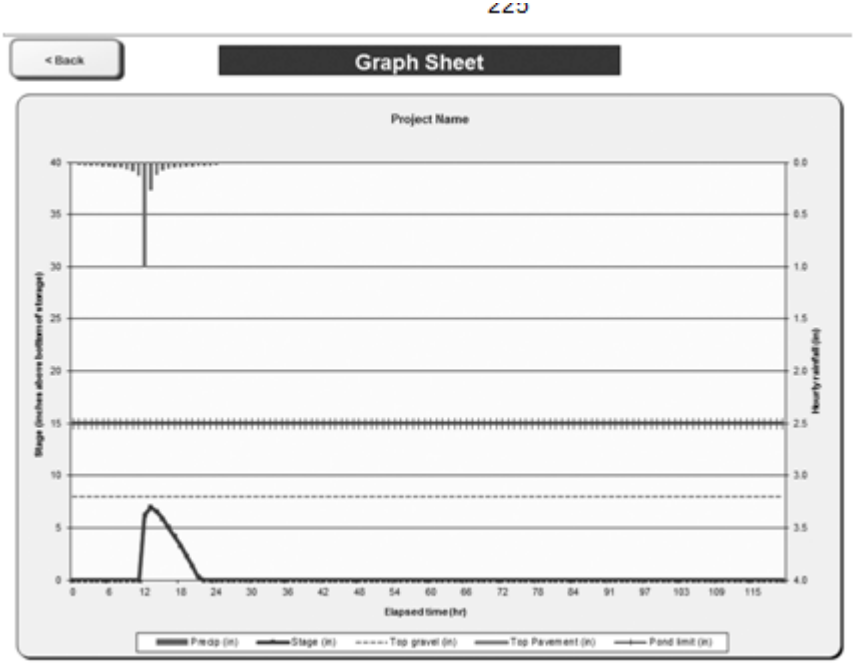


12.9 суреті. Парақ нәтижелері.

Figure 12.9 Results sheet.

times the flexural strength or *MR*. The pervious concrete pavement has no dowels.

These are based on 80% reliability and a 20-year design life. The traffic categories are residential/parking lot, collector, minor arterial shoulder, and major arterial shoulder. It is important to note that the shoulders are only designed to carry 10% of the truck traffic. Also, shoulders would be likely to be built with edge support from concrete curbs and gutters.



2.10 суреті. графика

Сурет 12.10 Кесте парағы.

Кестелер кеңейтуді қолдаумен (кесте 123) және қолдаусыз (кесте 12.4) жағдайда болады. Егер, иілудегі бетон қаттылығы 3,45 МПа (500 фунт / кв. дюйм) құраса немесе одан жоғары болса, 11 бөлімнің дизайн кестесі қолданыла алады. Сонымен, бұл ди-

зайн кестелері үшін, иілу беріктігінің дизайны 21, 24, 2.8 және 3.1 МПа (300, 350,400 және 450 psf).

Резервуарсыз дренаждаушы жер жабындысы негізіндегі минималды құрамдас мәні 13.5 МПа/м немесе 50 фунт / шаршы. дюйм/ ішінде. Жабындының басқа түрлеріне қарағанда, ұсақ тесікті бетон қатты, өткізгішсіз негізде орналаспайды. Нәтижесінде, ең жоғарғы мәні 81 МПа/м немесе F 300 фунт квадрат дюймға/ болып қабылданады, 200 мм (8 дюйм) жер жабындысы көмегімен үлкен мәніне тиісті, қатты кенді жер қабатына қатысты. Сондықтан, 13.5, 27. 40.5. 54 және 81 МПа/м (50,100, 150, 200, және 300 фунт шаршы дюймға/дюйм) композитті мәні негізіндегі дизайн кестесі болып келеді.

13.5 МПа/м (50 фунт / шаршы. дюймға/дюйм) мәні мүмкін едәір төмен болар. Егер, барлығына су қоймасының барлық қабатын пайдаланса, композитті мәні едәуір жоғары болуы мүмкін. Резервуарға 100 мм (4 в) қосу кезінде, 43,7 МПа/м (162 фунт/ дюйм) дейін композициялық мәнін жоғарылатуға әкеледі.

Кестелерде гидрологиялық дизайн үшін емес, құрылысты жобалау үшін ғана келтірілген. Гидрологиялық жобалау жеке берілуі керек, әсіресе, егер ұсақ тесікті бетон жақын жердегі су өткізгіш жабынды ағымымен өңделсе.

12.3-кесте Жабын қалыңдығының жобалану кестесі, нығайтылған ернеулерсіз

CBR=2		Алдыңғы бетонның иілу беріктігі							
13,5 Мпа/м		(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)
50 фунт/ дюйм		3,1	450	2,8	400	2,4	350	2,1	300
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)
Тұрғын үй/паркинг	1	178	7	191	7,5	216	8,5	229	9
	10	203	8	216	8,5	229	9	254	10
Коллектор	25	229	9	241	9,5	254	10	280	11
	300	241	9,5	276	10,5	292	11,5	318	12,5
Қосалқы магистраль жиегі	100	241	9,5	254	10	280	11	305	12
	300	254	10	276	10,5	292	11,5	318	12,5
	700	276	10,5	280	11	305	12	330	13

Негізгі маги-страль жиегі	700	280	11	305	12	330	13	356	14
	1500	292	11,5	305	12	330	13	368	14,5
CBR=3		Алдыңғы бетонның иілу беріктігі							
27 МПа/м		(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)
100 фунт/дюйм		3,1	450	2,8	400	2,4	350	2,1	300
қозғалыс	ADTT	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)
Тұрғын үй/пар-кинг	1	165	6,5	178	7	191	7,5	203	8
	10	191	7,5	203	8	216	8,5	229	9
Коллектор	25	203	8	216	8,5	241	9,5	254	10
	300	229	9	241	9,5	276	10,5	280	11
Қосалқы маги-страль жиегі	100	216	8,5	229	9	254	10	280	11
	300	229	9	241	9,5	276	10,5	292	11,5
	700	241	9,5	254	10	280	11	305	12
Негізгі маги-страль жиегі	700	254	10	276	10,5	292	11,5	318	12,5
	1500	276	10,5	280	11	305	12	330	13
CBR=3		Алдыңғы бетонның иілу беріктігі							
27 МПа/м		(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)
100 фунт/дюйм		3,1	450	2,8	400	2,4	350	2,1	300
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)
Тұрғын үй/пар-кинг	1	152	6	165	6,5	178	7	203	8
	10	178	7	191	7,5	203	8	229	9
Коллектор	25	191	7,5	203	8	229	9	241	9,5
	300	216	8,5	229	9	241	9,5	276	10,5
Қосалқы маги-страль жиегі	100	203	8	216	8,5	241	9,5	276	10,5
	300	216	8,5	229	9	254	10	280	11
	700	229	9	241	9,5	276	10,5	280	11
Негізгі маги-страль жиегі	700	241	9,5	254	10	280	11	305	12
	1500	241	9,5	276	10,5	280	11	318	12,5
CBR=10		Алдыңғы бетонның иілу беріктігі							
54 Мпа/м		(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)

200 фунт/дюйм		3,1	450	2,8	400	2,4	350	2,1	300
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)
Тұрғын үй/парк-инг	1	152	6	165	6,5	178	7	191	7,5
	10	165	6,5	178	7	191	7,5	216	8,5
Коллектор	25	191	7,5	203	8	216	8,5	241	9,5
	300	203	8	216	8,5	241	9,5	276	10,5
Қосалқы маги-страль жиегі	100	203	8	216	8,5	229	9	254	10
	300	216	8,5	229	9	241	9,5	276	10,5
	700	216	8,5	229	9	254	10	280	11
Негізгі маги-страль жиегі	700	229	9	241	9,5	276	10,5	292	11,5
	1500	241	9,5	254	10	280	11	305	12
CBR=26		Алдыңғы бетонның иілу беріктігі							
81 МПа/м		(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)
300 фунт/дюйм		3,1	450	2,8	400	2,4	350	2,1	300
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)
Тұрғын үй/парк-инг	1	140	5,5	152	6	165	6,5	178	7
	10	165	6,5	178	7	191	7,5	203	8
Коллектор	25	178	7	191	7,5	203	8	229	9
	300	191	7,5	216	8,5	229	9	254	10
Қосалқы маги-страль жиегі	100	191	7,5	203	8	216	8,5	241	9,5
	300	203	8	216	8,5	229	9	254	10
	700	203	8	216	8,5	241	9,5	276	10,5
Негізгі маги-страль жиегі	700	216	8,5	229	9	254	10	280	11
	1500	229	9	241	9,5	276	10,5	280	11

12.4-кесте Жабын қалыңдығының жобалану кестесі, нығайтылған ернеулер

CBR=2		Алдыңғы бетонның иілу беріктігі							
13,5 Мпа/м		(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)
50 фунт/дюйм		3,1	450	2,8	400	2,4	350	2,1	300
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)
Тұрғын үй/паркинг	1	152	6	165	6,5	178	7	191	7,5
	10	178	7	191	7,5	203	8	216	8,5
Коллектор	25	191	7,5	203	8	216	8,5	241	9,5
	300	216	8,5	229	9	241	9,5	276	10,5
Қосалқы магистраль жиегі	100	203	8	216	8,5	241	9,5	254	10
	300	216	8,5	229	9	254	10	276	10,5
	700	229	9	241	9,5	254	10	280	11
Негізгі магистраль жиегі	700	241	9,5	254	10	280	11	305	12
	1500	241	9,5	276	10,5	280	11	305	12
CBR=3		Алдыңғы бетонның иілу беріктігі							
27 МПа/м		(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)
100 фунт/дюйм		3,1	450	2,8	400	2,4	350	2,1	300
қозғалыс	ADTT	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)
Тұрғын үй/паркинг	1	152	6	165	6,5	178	7	191	7,5
	10	178	7	191	7,5	203	8	216	8,5
Коллектор	25	191	7,5	203	8	216	8,5	241	9,5
	300	216	8,5	229	9	241	9,5	276	10,5
Қосалқы магистраль жиегі	100	203	8	216	8,5	241	9,5	254	10

	300	216	8,5	229	9	254	10	276	10,5
	700	229	9	241	9,5	254	10	280	11
Негізгі маги-страль жиегі	700	241	9,5	254	10	280	11	305	12
	1500	241	9,5	276	10,5	280	11	305	12
CBR=3		Алдыңғы бетонның иілу беріктігі							
27 МПа/м		(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)
100 фунт/ дюйм		3,1	450	2,8	400	2,4	350	2,1	300
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)
Тұрғын үй/пар-кинг	1	140	5,5	152	6	165	6,5	178	7
	10	152	6	165	6,5	178	7	203	8
Коллек-тор	25	178	7	191	7,5	203	8	216	8,5
	300	191	7,5	203	8	229	9	241	9,5
Қосалқы маги-страль жиегі	100	191	7,5	203	8	216	8,5	229	9
	300	203	8	216	8,5	229	9	241	9,5
	700	203	8	216	8,5	241	9,5	254	10
Негізгі маги-страль жиегі	700	216	8,5	229	9	254	10	276	10,5
	1500	229	9	241	9,5	254	10	280	11
CBR=6		Алдыңғы бетонның иілу беріктігі							
40,5 Мпа/м		(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)
150 фунт/ дюйм		3,1	450	2,8	400	2,4	350	2,1	300
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)
Тұрғын үй/пар-кинг	1	127	5	140	5,5	152	6	165	6,5

	10	152	6	165	6,5	178	7	191	7,5
Коллек-тор	25	165	6,5	178	7	191	7,5	203	8
	300	178	7	191	7,5	216	8,5	229	9
Қосалқы маги-страль жиегі	100	178	7	191	7,5	203	8	229	9
	300	191	7,5	203	8	216	8,5	241	9,5
	700	191	7,5	203	8	229	9	241	9,5
Негізгі маги-страль жиегі	700	203	8	216	8,5	241	9,5	254	10
	1500	216	8,5	229	9	241	9,5	276	10,5
CBR=10		Алдыңғы бетонның иілу беріктігі							
54 МПа/м		(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)
200 фунт/ дюйм		3,1	450	2,8	400	2,4	350	2,1	300
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)
Тұрғын үй/пар-кинг	1	127	5	140	5,5	152	6	65	6,5
	10	140	5,5	152	6	165	6,5	178	7
Коллек-тор	25	165	6,5	165	6,5	191	7,5	203	8
	300	178	7	191	7,5	203	8	229	9
Қосалқы маги-страль жиегі	100	165	6,5	178	7	203	8	216	8,5
	300	178	7	191	7,5	203	8	229	9
	700	191	7,5	203	8	216	8,5	241	9,5
Негізгі маги-страль жиегі	700	203	8	216	8,5	229	9	254	10
	1500	203	8	216	8,5	241	9,5	254	10
CBR=26		Алдыңғы бетонның иілу беріктігі							
81 МПа/м		(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)	(Мпа)	(фунт)

300 фунт/ дюйм		3,1	450	2,8	400	2,4	350	2,1	300
		Жабынның қажетті қалыңдығы							
қозғалыс	ADTT	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)	(мм)	(дюйм)
Тұрғын үй/парқинг	1	127	5	127	5	140	5,5	152	6
Коллектор	25	152	6	165	6,5	178	7	191	7,5
	300	165	6,5	178	7	191	7,5	216	8,5
Қосалқы магистраль жиегі	100	165	6,5	178	7	191	7,5	203	8
	300	165	6,5	178	7	203	8	216	8,5
	700	178	7	191	7,5	203	8	229	9
Негізгі магистраль жиегі	700	191	7,5	203	8	216	8,5	241	9,5
	1500	191	7,5	203	8	229	9	241	9,5

Алайда, конструкцияға қарағанда, қолмен есептеумен Лос Анджелес округы Әдісін пайдаланса, гидрологиялық жобалауды жеңіл жүргізуге мүмкіндік береді. Біріншіден, асфальтта өңделетін су көлемін есептеп шығару үшін 12,1 теңдеуін пайдалану:

$$V = (A_p + A_b) \times I = (1486 + 2972) \times 0.059 = 263 \ \text{m}^3 \qquad (12.8)$$

Сонымен, көлем 263 метр куб немесе 9360 фут куб болады. Келесі қадам – талап етілетін су қоймасы қабаты қалыңдығы үшін 12,3 теңдеуін шешу керек. Осы жағдайда, бордюр мен h_{curb} ұсақ тесікті бетон гидрологиялық жоба үшін қолданылмайды:

$$h_s = \frac{1}{r_s}\left(\frac{V}{A_p} - h_{curb} - r_c \times h_c\right) = \frac{1}{0.40}\left(\frac{263}{1486} - 0 - 0\right) = 0.443\,\text{m} \qquad (12.9)$$

Сонымен, StreetPave жобалау бағдарламасы өндіретін қажетті су қоймасы қабаты 443 мм немесе 174 ішінде құрайды.

Ұстау ұзақтығы, әдетте, 24 сағаттан аспағандығын да тексеру қажет. Оның есептік уақыты, сағатпен алғандағы, инфильтрацияны Е 0.127 м/сек. Есепке қоса алғанда, ол

$$t_d = \frac{V}{A_p \times E} = \frac{263}{1486 \times 0.0127} = 13.9\ \text{h} \qquad (12.10)$$

Яғни, 13,9 <24 сағатты құрағандықтан, конструкция қанағаттанарлық болып есептеледі.

Жол жабындысы құрылысындағы ұсақ тесікті бетон

РСРС сапасы, көбіне дайындық пен салушы тәжірибесіне байланысты.

Качество РСРС зависит, во многом, на подготовку и опыт установщика. Осылай, мердігердің сертификатталуы өнімділік үшін маңызды зардаптары болады. Өтімді бетон дұрыс тығыз орналастырылуы және тез қорғалуы керек. 522 Американ бетон институты ұсақ тесікті бетонды жабынды үшін арнайы детальдар дайындады (АБИ Комитеті 522 2008)

Бәсеңсу және ауаның болуы тәрізді, бетондардың қарапайым түрлерін сынақтан өткізу сапасын бақылаудың типтік аймағы, ұсақ тесікті бетондар үшін пайдалы емес. Бүгінгі күнде, Халықаралық ASTM стандарты ұсақ тесікті бетондар үшін тәжірибе әдістерін жасау үстінде,

Олар АБИ Комитеті 522 баяндамасы басылымдарында көрініс табуы мүмкін. Визуалды бақылау агрегат беті қабаты консистенциясы үшін индикатор ретінде пайдалы.

Статикалық және вибрациялық домалатқыш пен тұтастырғыштар кешенді ұсақ тесікті бетондар үшін пайдалануы мүмкін. Егер бетон жеткілікті дәрежеде қысылмаса немесе тым құрғақ болса, агрегаттар байланыспай, жайылуға тым сезімтал болады. Егер, екінші жағынан, бетон тым ылғал болса және бетінде тым тығыздалса, буөткішізгіш бола алмай қалады. Асфальт орнатылғаннан кейін, тығыздалып, байланыстар сөгілістермен қоса орналастырылуы мүмкін. Балама ретінде, байланыстар кейін бөлінуі мүмкін.

Ұсақ тесікті бетонның ашық сипатына қарай, ол кеуіп кетуден сақтану керек. Пластик тездетіп бетінде орналастырылып, 7 күн ішінде сақталуы керек. Егер, ұсақ тесікті бетон мерзімінен бұрын кеуіп кетсе, ол жайылып кетуі мүмкін. Бүгінгі күнде, құрылыс, сапаны бақылау мен сынақтан өткізу бойынша сұрақтар АБИ 522 (АБИ Комитеті 522 2008) баяндамасының 8-інші және 9-ыншы бөлімдерінен табуға болады.

Ұсақ тесікті жабындының нақты сипаттамасы

АБИ 522 Комитеті атап өткендей, "ұсақ тесікті бетондар жүйесінің жетістігі бір мағыналы емес еді. Кейбір жерлерде, жол жабындысында ұсақ тесікті бетондар пайдаланылған болатын, сондай ақ кейбір жерлерде олар қысқа уақыт ішінде кедергі болды. Көптеген сәтсіздіктерді тәжірибесіз мердігерлерге, топырақтың тым тығыздалуына, жобалаудық жеткіліксіздігіне жатқызуға болады (АБИ Комитеті 522 2010, 5 бет).

РСРС тротуарларына деген қызығушылық пен қоршаған ортаның қатал қыс мерзімін есепке ала отырып өсу үстінде. Едәуір жылы климатта осындай тротуарларды пайдалану тәжірибесі көп еді, енді өату мен еруде оның төзімділігі бойынша кейбір сұрақтар туындады. Кейбір лабороториялық тестілер РСРС қатпайтындығын, ерігіштігі бар екендігін көрсетті, дұрыс жобалау далалық жағдайда бетонда пайдалануға болады. Болашақ пайдалану көрсеткіштері ең жақсы болжамы артта қалды.

Суық климаттағы ұсақ тесікті бетонның беріктігін бағалау барысында қарастырылатын екі аспекті туындайды. Оның бірі оның өзінің ASTM C666 a (ASTM C666 2008 бойынша) сынақтау кезіндегі ұзаққа шыдамдығы, модификациямен және модификациясыз. Бұл тест қатал тест болып келеді, ол ұзақ уақыт бойы ASTM C666 – те кейбір ұсақ тесікті бетондар немесе домалата тығыздалған бетон нашар болып келді, ол қоспалардың қанағаттанарлық көрсеткіштері болса да, ASTM C666 – пен өтетін төзімді болып келеді. Ол, көбіне, ауаны қажет ететін ауа өткізгіш.

Келесі аспектісі – жүйенің ұзақтығында. Егер суағар жүйесі жеткілікті жақсы болса, ұсақ тесікті бетонды сіңіруден сақтау үшін, ASTM C666 ұсынғандар қатаң жағдайларға пайдаланылмайды. Яғни, жобалау жүйесі мақсаты жоғалады деген сөз.

Ластану бетінде қоқыстар себебінен, астында (базада) ұсақ заттардың енуінен болуы мүмкін. Тек, біріншісін оңай бақылауға болады. Жер асты ластануы, көбіне, фильтрлер арқылы болады, бұл жағдайды беткі қабатты алмай ақ тексеруге болады. Жыл сайынғы шаңсорғышпен немесе қысыммен жуу арқылы, жыл сайын үстінен қоқыстан тазартуға болады, инфильтрация мүмкіндігін қалпына келтіруге болады.

13-тарау
13 Әуежайдың ұшып-қону жолағының жабыны 237

Автомагистральдар мен әуежайлардың жабындары арасында маңызды айырмашылықтар бар Иодер және Витсак 1975: 559) назарға алады « жүктемені қайталауға саны айтарлықтай аз, бірақ, екінші жағынан, тас жолына қарағанда әуеайлақта толық жүктемесі көп. Топырақты айдауда магистральдарда елеулі проблема болуы мүмкін, бірақ қатты әуеайлақ жабындылары үшін мәні аз. Сонымен қатар, жүктеме негізгі бөлігі көлік магистралдары қатты жабынды шетінен бірнеше футы ғана қолданылады, ал ол әуеайлақ жамылғысының орталығы негізінен келеді».

ФАУ атап өткендей, « әуежай жабындар дизайны күрделі инженерлік проблема болып табылады, өзара іс-қимыл жасайтын айнымалы үлкен санын қамтиды. Әуеайлақ жамылғысы, оларда жұмыс істейтін ұшақтар, онда өзара іс-қимыл жүйесін білдіреді, жол жабынын жобалау барысында оны ескеру қажет. Конструктивті ойлар, байланысты әуе кемесін және жабынын алу үшін қанағаттанарлық конструкциялары бар деп танылуы тиіс. Өндіріс жабуы, ол қалаған қызметінің есептік мерзіміне қол жеткізуге мүмкіндік береді, құрылыс және кейбір дәрежесін мұқият бақылауын талап етеді. Шектелген қызмет мерзімі ішінде қамтамасыз етуге тағайындалған жабудың шаршау шегі бар. Жаман құрылысы және профилактикалық қызмет көрсету болмауы, әдетте, ең ойластырылған жабындардың қызмет мерзімін қысқартады «(FAA 2009: 13).

Өткенде, ұшу-қону жолақтары үшін кейбір жабу белағаш көмегімен салынды. Айнымалы немесе осындай типті учаскелері енді сирек пайдаланылады. FAA «жабу, әдетте, нысан толық ені учаскелерінде салынған дейді. Ұшу-қону жолақтары көлденең айнымалы қимасында салынуы мүмкін, егер оны қолайлы немесе экономикалық іске асыруға болады. Ұшу-қону жолағы жол жамылғысы қабаттары үшін көшпелі секция қажетті материалдар санын азайту үшін мүмкіндік береді. Дегенмен, күрделі құрылыс жұмыстары айнымалы бөліммен байланысты тұрады және, әдетте, қымбат болып табылады. Құрылыс үшін қосымша шығындар кез келген қысқарту есебінен үнемделген материалдар санын жоқ қылуы мүмкін «(FAA 2009: 20).

Жобалау рәсімдері әуеайлақтық төсемдерді үшін Америка Құрама Штаттарында ФАУ үшін азаматтық әуеайлақтары және USACE әскери әуеайлақтар үшін әзірленді. Кеңестік нұсқаухаттар FAA жобалау және құрылысқа қатысы бар, тегін жүктеуге http://www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars/ болады. Портландцемент қауымдастығы,

сондай-ақ рәсімді әзірлейді қазір ACPA астында.

Америка Құрама Штаттарында әскери әуеайлақтар бірыңғай өлшемдер объектісі 3-250-02 пайдалана отырып жобаланды. Типтік нұсқаулық тиімді тәжірибе бойынша қатты жабындарды үшін (UFC 2001a) және UFC 3-260-02 (UFC 2001b). Бұл құжаттар ғаламторда мына мекен-жай бойынша қол жетімді: ғимараттарды жобалау мен құрылысты жобалау (PCASE) http://www. erdc.usace.army.mil/Media/FactSheets/FactSheetArticleView/tabid/9254/Article/6340/pavement-transportation-computer-assisted-structural-epdin - eegind-rgodgam.aspx.

Азаматтық және әскери әуежайлар үшін жабу жобалау рәсімі ішкі жүктеу жағдайын көздейтінін түсіну өте маңызды. Сирек жағдайларда, авиациялық дөңгелегінің ұсталмайтын өлкеде жақын қозғалса, бұл рәсім жарамды болып табылады. Мысалы, 30 м (100 фут) айналмалы қондырма қуатты тексеру үшін әскери әуеайлақта құрылды. Бұл төсеу жолдары өнімділігі жоғары реактивті ұшақтарға арналған қозғалтқыштарды сынау үшін бекітілген. Аталған ұшақ алаңын тастап, негізгі тетігі сыртқы жиектері кесіп; сонымен қатар, ішкі конструкциядағы жүктеудің жай-күйі бұзылған болады. Сыртқы кеңінен таралған сызаттар байқаған плиталар тез сәтсіздікке ұшырады (Роллингс 2005: 167-168).

Әуежайдың ұшып-қону жолақтарының жабынына арналған негіздер және төселетін топырақ

Негізгі және негізгі топтары, оның ішінде дренаж қабаттар азаматтық және әскери әуежайларда кеңінен пайдаланылады. Холл және т. б. (2005: 1-2) көрсетеді, ол: «кезінде дұрыс әзірлеу және құру тұрақтандырғыш және өткізетін негіздері, жол жабынының өнімділігіне оң әсерін тигізеді., Олардың табысын, таңдау және нақтылау топтарын қамтамасыз ету үшін жалпы контексінде қатаң жол төсемесі конструкциясын және құрылыс үдерісінде қарастыру керек. Жол жабынының кез келген жағдайда өнімділігіне кепілдік беру үшін жай ғана типтік база учаскесіне қосу жеткілікті емес. Керісінше, егер, қабаттар ерте жасы өзгертуіне және ұзақ мерзімді жабу жұмысына ерекше назар бөлмесе, олар тіпті күткендегідей соншалықты пайдалы болуы мүмкін емес. Бөлшектің конструкциясында қабаттары PCC (қалыңдығы, бірлескен тіреуіштерді және т. б.), PCC қоспалар қасиеттері, жол жамылғысы кезінде қоршаған орта жағдайлары және қатайту және құрастыру қабаттар өзара іс-қимыл жасайды базалық қабаты ретінде құрылған қаттылық қалыңдығы мен үйкеліс қасиеттері, әрбір жоба үшін бірегей жинақ жағдай жасау үшін, олар табысты түпкілікті өнім қамтамасыз ету үшін мұқият

ескерілуі тиіс «.

Холл және т. б. (2005) жоғары тәуекелдер бақылаусыз ерте жарылу белгілі бір базалық типі негіздерін және бұл тәуекелдерді қалай азайтуға болатыны талқылауда. Кейбір осы факторларды әзірлеу барысында қарауға жөн, кейбірі құрылыс үдерісінде шешілуі тиіс. Холл және т. б. (2005: 13) тұрақтандырғыш ортаңғы қабаттар қалыңдығы 152 - 203 мм (6-8 дюйм) болуы тиіс деп болжауға мүмкіндік береді, әуеайлақ жабындары үшін өткізетін негіздері 102-152 мм (4-6 дюйм) тиіс. Бұл қалыңдығы диапазонында, негіздері қабаттанусыз орналастырылуы мүмкін және өткізетін негіз жеткілікті өтімділікте болады.

Конструктивті түсінік

Жобалау стандартты рәсімдері FAA 3 ФАУ -тарауында талқыланады. Консультативтік циркуляры AC 150/5320-6E (FAA 2009). Бұл рәсімдер әуежайлардың қызмет көрсететін ұшақтар толық салмағы 13000 кг (30000 фунт) немесе одан көп жабын үшін шешуге арналған. Сол ең жалпы рәсімдері мен түсініктер екеуіне де иілгіш және қатқыл жол төсемдері қолданылады, дегенмен жобалау әдістері әр түрлі болып табылады. Аса жеңіл авиация әуежайлары үшін жобалау қарапайым әдісі әзірленді, олар келесі бөлімде талқыланады.

FAA стандартты дизайн рәсімдері жол жабындарын мерзімі-20 жыл пайдалануды қамтамасыз ету үшін тағайындалған, дегенмен осы уақыт ішінде, кейбір оңалту қажеттілігі туындауы мүмкін және қайта қалпына келтіру кедергі болмауына назар аудару қажет (FAA 2009: 17). «жол киімінің» FAA пайдалана отырып есептеу әдістемесі, ФАУ бағдарламалар үшін қатты және жұмсақ икемді топтары (FAARFIELD) компьютер бағдарламасы жүзеге асырылады. Бұл компьютерлік бағдарлама тегін жүктелу мүмкін HTTP://www.fa.gov/аэропортов/инженерия/design_ software/.

Әуе хабарламасының жүктемесі

Жол жабыны конструкциясына, маңызды сипаттамалары ұшақ жүктемесін қамтиды, шасси типі және геометриясы, қысымы, сондай-ақ трафик көлемі. Сондай-ақ қаңғыма күш-ауа қатынасын өту аймағына жабу және жыл сайынғы жіберу маңызды мәселе. FAARFIELD кітапханаға жобалау ұшақтар тіркелуі бар (FAA 2009: 14-20).

Топырақты қатыру мен көп жылдық қату үшін жобалау

Жол төсемінің конструкциясында әуеайлақтар үшін климаттық жағдайлар ескеруге тиіс, әсіресе қолайсыз салдары маусымдық мұзда-

ту немесе мәңгілік мұздату жағдайларда болуы мүмкін. Маусымдық мұздату үшін жобалауда екі көзқарас болуы мүмкін. Бірінші көзқарас жаяу жол жиынтық қалыңдығын қамтамасыз ету болып табылады. Аяссыз қабылдағыш материал жою үшін жеткілікті көрсетіледі немесе топырақ негіз қатып ену шегі. Екінші тәсіл жеткілікті қамтамасыз етілген, жабынның беріктігін үшін жеткілікті жүктемені төтеп беру. Үш рәсімдері жобалауда қолжетімді:

• Қатудан толық қорғау - қату тереңдігі рәсімдер FAA AC 150/5320-6E 2-Тарау пайдалана отырып әзірленді, және жол жабынының қалыңдығы дизайны осы тереңдігі салыстырылады. Егер, төселетін материалдар жабу қалыңдығы қарағанда аяз тереңірек енетін болса. Олардың орнына қатып қалуды қабылдамайтын материал пайдалану керек. Бұл қатудан қорғау ең жағымды және қымбат әдіс. Кез келген жағдайда, экономика үшін, қатудан қабатының қалыңдығы әдетте 1,8 м-ден (6 фут) артық емес шектеледі.

• Қатудан қорғау - бұл шектелген әдісі, жоғарыда көрсетілген әдісіне ұқсас, бірақ қатудан қорғау 65% - ына ғана дейін топырақтың қату тереңдігінен қамтамасыз етеді. Бұл әдіс аязды жоймайды бірақ, әдетте, оны қолайлы деңгейге дейін ұстап қалады.

• Төсеніштік қабатының қуатын төмендеуі топырақ аяз топтарының негізінде анықталған FAA AC 150/5320-6E 2-Тарау, топырақ негіздері модулі 6.8-13.5 МПа/м (25-50 фунт шаршы дюйм/дюйм) дейін төмендейді. Бұл төмендетілген мәнін жабу қалыңдығын анықтау үшін пайдаланылады. Мұндай тәсіл мамықтау әсерлерін елемейді (FAA 2009: 21).

Модуль негіздерін анықтау (k-мәні)

К-мәні жер төсемі үшін белгіленеді, содан кейін базасының неғұрлым жоғары мәні үшін түзетіледі. Көтергіш қабілетін топырақ көмегімен жүктелген қосылыс тетігінің тақталар жақсырақ анықтау К-маңызы бар жер төсемі пайдалану үшін, бірақ корреляция сияқты, олар 5.1 -кестеде келтірілген оның орнына пайдаланылуы мүмкін. Екі түйірлі және тұрақталған базасы астында, диаграммалар мен кестелер, түрлі көздерден құрамдас К-маңызы анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін, негізделген топырақ К– маңызы мен қалыңдығына және база алды түріне. 5.2 кестесі және 5.3-дан 5-тараудың ақылға қонымды маңызын қамтамасыз етеді. FAARFIELD серпімділік модулі маңызы бар Е енгізу үшін, орнына К-маңызын пайдалануға мүмкіндік береді.

Бетон плиталар қалыңдығын анықтау

FAARFIELD конструкция қалыңдығы негізінде өлкенің жүктемесін азайта отырып негіздейді, 25% - ға жүктеме есепке алу үшін тарату. Құрама K-мәні астында бетон плитасы анықталатыннан кейін, бетонның иілу беріктігін анықтау үшін пайдаланылады, бетон қалыңдығы плиталар үшін осы әуе кемесінің үлгідегі ең жоғары салмақ әуе кемелерінің конструкциясына, ал жыл сайынғы жөнелтімдері санының. Бетонның иілу беріктігін негізделген күшін талап етілетін бетонға ол ашылып, көлік қозғалысы және тексеруден өтті ASTM C78 (2002). Басқа сөзбен айтқанда, егер жол жабыны 3 айдан кейін ашылса, негізінде бетонның иілу беріктігі және 28 күндізгі кезеңде, онда дизайн тиіс негізделген мағынада, 5% - ға асатын бұл мәндер (FAA 2009: 34 - 35).

Критикалық және критикалық емес аумақтар

FAA ұшу-қону жолағы үшін критикалық және критикалық емес аумақтарды анықтайды. Критикалықоблысын жерде жүру жолын және орталық аумақтары ұшу-қону жолақтарын қамтиды, бұл 13.3 және 13.4 FAA AC 150/5320-6E суреттерде көрсетілген. Критикалық емес аумақтар сыртқы шетінен ұшу-қону жолақтарын қамтиды. Критикалық емес аумақтарда жабын қалыңдығы азайтылуы мүмкін (FAA 2009: 20-23).

Біріктіру

Бірлескен қашықтық және реттеу рәсімдерін жобалау FAA маңызды элементі болып табылады. Жіктер кеңейтетін, сығымдаушы және құрылыс жіктер 2-тарауда сипатталғандай ретінде жіктеледі. Егер тұрақталмаған база алды ретінде жабыны бар пайдаланылса, максималды қашықтық арасындағы тігістер пайдаланылуы мүмкін, 13.1 кестеде келтірілген. Жабынның төтенше температура түсуі кезінде орналастыру немесе пайдаланудағы қысқа уақыт аралығы пайдалануға тиіс(FAA 2009: 38-42).

Егер тұрақталғаан база алды пайдаланылса, онда жоғары k-маңызы бар төселетін қабат шалыстану кернеуін арттырады. Осылайша, қашықтық арасындағы тігістер шектелуі тиіс мәндері 13.2 кестеде келтірілген (FAA 2009: 41). FAA диаметрі ұсыныстары бойынша керу, ұзындығы және қашықтыққа тігістерінің арасындағы тақталар қалыңдығына негізделген. Бұл ұсыныстар13.3 кестеде келтірілген. Бұл өзектер диаметрі аз, бұл 8.1-кестеде келтірілген.

13.1-кесте тұрақсыз тіректердегі саңылаулар арасындағы максималды кеңістік

Плитаның жуандығы		Траверсті және бойлық білеудегі саңылаулар арасындағы кеңістік	
(мм)	(дюйм)	(м)	(фут)
150	6	3,8	12,5
175-230	7-9	4,6	15
>230	>9	6,1	20

Дереккөз: Федералды авиация әкімшілігі (ФАӘ) 2009. Аэропорттың жабын жобасы, ақпараттық хат (АС) ISO15320-6E, Вашингтон ДиСи: Федералды авиация әкімшілігі. http://www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars/:41 веб сайтында

Кесте 13.2 Базаны тұрақтандыру үшін максималды бірлескен аралық *Көлденең және бойлық*

Тақталар қалыңдығы *Бірлескен аралық*

(мм)	(ішінде)	(м)	(фунт)
203–254	8–10	3.8	12.5
267–330	10.5–13	4.6	15
343–406	13.5–16	5.3	17.5
>406	>16	6.1	20

Ақпарат көзі: Федералдық авиация әкімшілігі (ФАӘ) 2009 әуежай жабындысын жобалау, консультативтік дөңгелек (КД) 150 / 5320-6E, Вашингтон, DC: Федералдық авиация әкімшілігі. // интернетте www.faa: HTTP. / мемл/ әуежайлар / ресурстары / консультативтік циркуляр: 41.

Кесте 13.3 ФАӘ шпунт жолағы ұсынымдары

Тақталар қалыңдығы шпунт диаметрі шпунт ұзындығы шпунт аралығы

(мм)	(ішінде)	(мм)	(іші)	(мм)	(ішінде)		(мм)	(ішінде)
152–178	6–7	20	¾		460	18	305	12
191–305	7.5–12	25	1		480	19	305	12
318–406	12.5–16	30	1¼		510	20	380	15
419–508	16.5–20	40	1½		510	20	460	18
521–610	20.5–24	50	2		610	24	460	18

Ақпарат көзі: Федералдық авиация әкімшілігі (ФАӘ) 2009 әуежай жабындысын жобалау, консультативтік дөңгелек (КД) 150 / 5320-6E, Вашингтон, DC: Федералдық авиация әкімшілігі. http:// интернетте www.faa.gov/

Өзектер, әдетте, қатты өзектер болып табылады, бірақ олар аса мықты құбырлар болуы мүмкін, әрбір соңына, тығыз жабылатын қақпақпен немесе битуминозды немесе құрылыс қоспасымен жабдықталған. Тұтастырғыш өзгерген тұтастырғыш 16 мм (5/8 дюйм) диаметрі қашықтықта орналасқан 760 мм (30 дюйм), ортасында (FAA 2009: 43) тиіс.

Арқауланған және CRC жабын

FAA AC 150/5320-6E JRC және CRC әуеайлақ жамылғысы қосымша JPC пайдалануға мүмкіндік береді. Арқаулау кең қашықтық арасындағы тігістерден 23 м-ге (75 фут) пайдалануға мүмкіндік береді. Әрине, бұл жіктер тесіктері үшін көп болады және жапсыру және қолдау үшін дұрыс жай-күйі(FAA 2009: 48) артық жұмыс талап етеді. Әуежайдың жол жабындары үшін CRC болат конструкциясы 16-тарауында қаралады.

Әуежай жабынына арналған бағдарламалық жасақтама

FAA FAARFIELD бағдарламалық қамтамасыз ету R805FAA.xls парақтар рәсімдер мен LEDFAA ауыстырды. FAARFIELD әр түрлі типтегі әуе кемелері жабу пайдаланады, қате туралы хабар ұсынады деп болжайды, тек егер ұшақтың бір түрі апатқа көрсетілсе. Бетон жабыны қалыңдығы кем дегенде 152 мм (6 дюйм) болуы тиіс. Төселгіш қабаты иілгішті көзделеді және шексіз қалыңдығы серпімділік модулімен немесе K-маңызымен сипатталады. Бағдарлама кіріс K-мәні серпімділік модулі түрлендіреді. Кәдімгі бірліктерде U. S., топырақ мәні E = 26 k1.284 (FAA 2009: 34-36).

ACPA сондай-ақ ACPA AirPave компьютерлік бағдарламасын есептеу әдістемесі негізделген PCA (PCA 1966) әзірледі. AirPave кернеу анықтау мүмкін және рұқсат етілген қайталау үшін бір конфигурация ұшақ бір мезгілде. Дегенмен, қайталау үшін әрбір әуе кемесінің толқынында трафик рұқсат етілген саны AirPave пайдалана отырып анықталуы мүмкін. Содан кейін 7.3 теңдеу кумулятивтік зиян есептеу үшін жол жабынының пайдаланылуы мүмкін. Қажет болған жағдайда, конструкциясы реттелуі болуы мүмкін. Сондықтан AirPave жобалау кезінде әуеайлақ жабу үшін бір әуе кемесінің үлгісіне ыңғайлы, бірақ FAA рәсімі аралас тасымалдауды астам жүзеге асыру үшін пайдалы. AirPave пайдалану RCCPave бағдарламаға өте ұқсас, ол 15-тарауында талқыланады.

13.4

Ұшақтың атауы	Физикалық салмағы	Жылдық ж	Жылдық өсім
B727-200 қосымша	95 200 (210 000)	1200	0,0
B747-400	398 000 (877000)	800	0,0
Б777-200 ER	298000 (657000)	1200	0,0

Дереккөз: Федералды авиация әкімшілігі (ФАӘ) 2009. Аэропорттың жабын жобасы, ақпараттық хат (AC) ISO15320-6E, Вашингтон ДиСи: Федералды авиация әкімшілігі. http://www.faa.gov/airports/resources/ advisory circulars/:41 веб сайтында

Table 13.5 Pavement layer input data

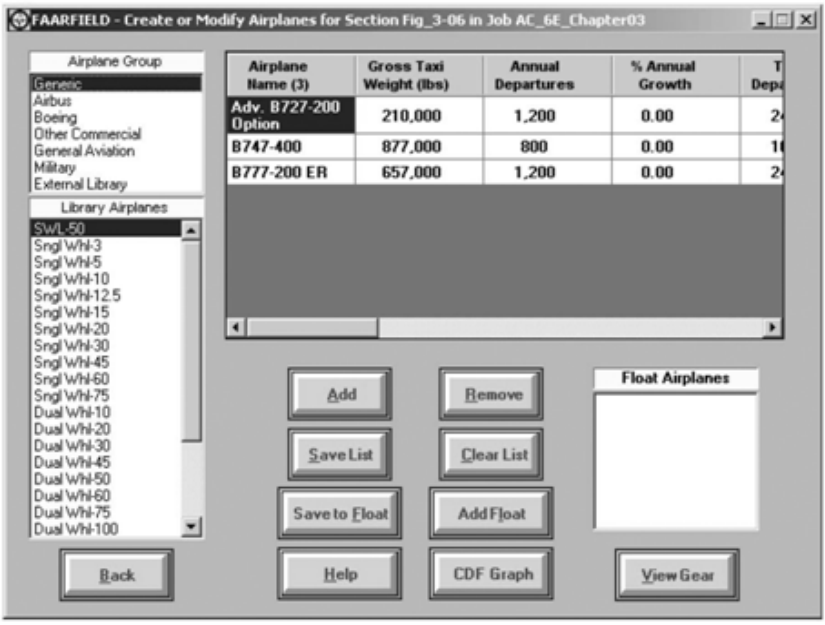
Layer material	*Thickness (mm) (in)*	*Flexural strength (mpa) (psi)*	*Modulus (mpa) (psi)*
PCC surface	Calculate	4.8 (700)	Fixed 27,600 (4,000,000) in FAARFIELD
P-306 econocrete	150 (6)	N/A	Fixed 4800 (700,000)
P-209 crushed aggregate	150 (6)	N/A	Variable
Subgrade	Infinite	N/A	103, k = 43.4 MPa/m (15,000, k = 141.4 pci)

13.5-кесте pavement layer input data - тротуар қабаты енгізілген деректер

Layer material – материал катпары thickness-қалыңдығы
Flexural strength- иілу кезіндегі беріктік шегі
Modulus-модульдер
PCC surface – PCC беті calculate- есептеп шығару fixed- тұрақты
Econocrete
Crushed aggregate- үгітілген агрегат
Subgrade -грунтталған
infinite - ше сіз

Әуежайдың ұшып-қону жолақтарының жабыны және қайта құру

4-тарау FAA AC 150/5320-6E жол жабындары үшін рәсімдерін қамтамасыз етеді, оның ішінде асфальтты бетонның және бетон жабу қабаттардың. Бетон шымыр бетон жабындылары, не байланысты не байланыссыз болуы мүмкін. Олар барлығыFAARFIELD бағдарламалық қамтамасыз етуді пайдалана отырып әзірленген.



Сурет 13.1 FAARFIELD мысалдан ұшақтың терезесі, қатаң жол киім конструкциясы. (Федералдық азаматтық авиация басқармасы (FAA) 2009. Әуежай жаяу жол дизайны, кеңестік циркуляры (AC) 150/5320-6E, Вашингтон, Колумбия округі: Федералдық азаматтық авиация басқармасы Интернеттегі мекен-жайы http://www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars/: 37.)

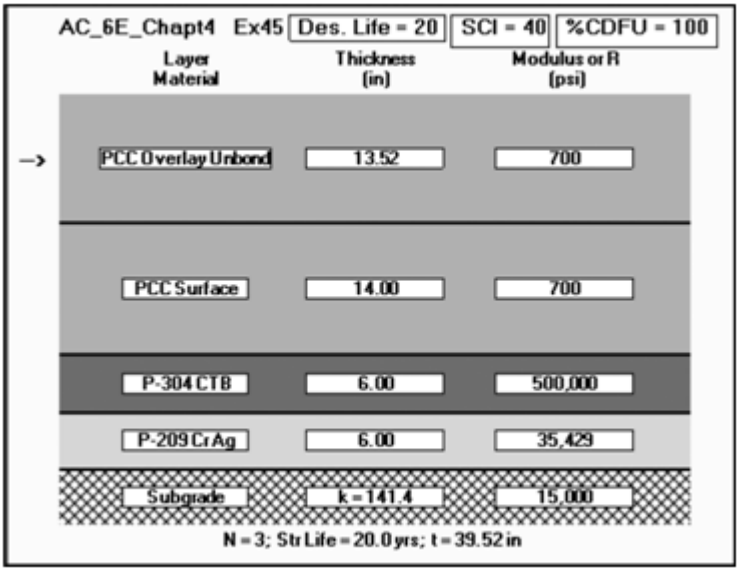
Modify and design section fig.3-06 in Job AC-6E Chapter 03 -тараудың дизайны және өзгерісі.(3-06 in Job AC-6E Chapter 03)
Airplane name -ұшақтың атауы
Gross taxi weight -брутто таксидің аслмағы
Annual departures -жылдық ұшырулар
% annual growth -жылдық пайызды
Option -опциялар
Airplane group -ұшақтардың тобы
Generic -жалпы
Airbus -аэробус
Boeing -боинг
Other commercial -басқа коммерциялық
General aviation -азаматтық авиация
Military -әскери
External library -сыртқы кітіапхана
Library airplanes -ұшақтар кітапханасы
Float airplanes -гидроұшақтар
Add -қосу

Жобалар үлгілері

FAA AC 150/5320-6E FAARFIELD мысал бағдарламасын пайдалануға әкеледі. Пайдаланушы нұсқаулығы файл анықтамада кірістіріледі. Кіріс деректер 13.4 кестеде келтірілген, сондай-ақ кіріс мәліметтер тас төсеуге арналған қабат 13.5 кестесінде көрсетілген.

Қарқынсыз қозғалысқа арналған әуежайдың ұшып-қону жолақтарының жабыны

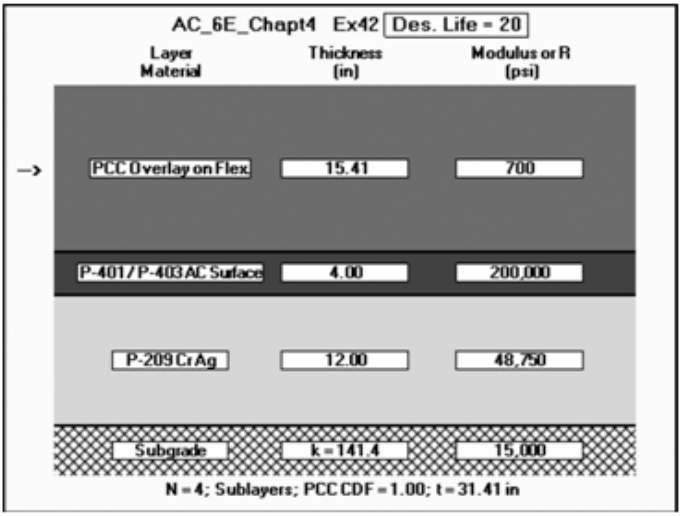
Трафик жүктемені көрсететін ұшақтың терезесі 13.1 суретте көрсетілген және құрылымы 13.2кестеде көрсетілген. Алынған конструкциясы 410 мм (16,15 дюйм) бетон жамылғысын құрайды.



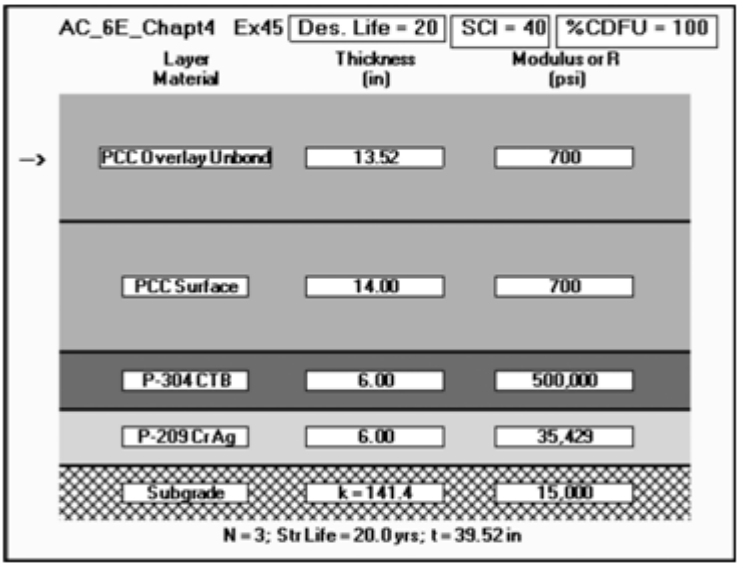
Сурет 13.2 FAARFIELD мысалдан ұшақтың терезесі, қатаң жол киім конструкциясы. (Федералдық азаматтық авиация басқармасы (FAA) 2009. Әуежай тротуар дизайн, кеңестік циркуляры (AC) 150/5320-6E, Вашингтон, Колумбия округі: Федералдық азаматтық авиация басқармасы Интернеттегі мекен-жайы: http://www.faa.gov/airports/resources/advi- sory_circulars/: 37.)

Section names -тараулардың атауы
Design stopped -дизайн тоқтатылды
Layer material -материалдың қабаты
Des.life -қызметтің мерзім есептілігі
Thickness (in) қалыңдық (ішінде)
Modulus or R (psi))-серпімділіктің немесе R (psi)-модулі

Concrete -бетон
PCC surface -PCC жоғарғы жағының беті
Subgrade -грунттық негізделу
Airplane -ұшақ
Back -кейін
Help -көмек
Life -қызмет мерзімі
Modify structure -құрылымды өзгерту
Design structure -құрылым дизайны
Save structure -құрылымды сақтау



Сурет 13.3 Жаяужолға төселетін қатты төсем. (Федеральдық азаматтық авиация басқармасы (FAA) 2009. Әуежайдағы ұшу-қону жолақтарына арналған жабынды дизайны, кеңестік айналма (AC) 150/5320-6E, Вашингтон, Колумбия округі: ғаламторда федеральдық азаматтық авияцияның басқармасы мына мекенжай бойынша: http://Www.faa.gov/airports/resources/ advisory_circulars/ 61.) берілген.
Chapt4-4 бөлім
Ex42-42 жаттығу
Des.life -қызметтік мерзім есептілігі
Layer material -материал қабаты
Thickness (in) қалыңдық (ішінде)
Modulus or R (psi) серпімділіктің немесе R (psi)-модулі
PCC Overlay on Flex -икемді PCC жамауы
AC surface -AC жоғарғы жағының беті
Subgrade -грунттық негізделу
Sublayers -қабаттың асты



Сурет 13.4 Қатты жабындыға арналған қатты төсем. (Федеральдық азаматтық авиация басқармасы (FAA) 2009. Жабынды дизайны, кеңестік айналма (AC) 150/5320-6E, Вашингтон, Колумбия округі: ғаламторда федеральдық азаматтық авияцияның басқармасы мына мекенжай бойынша http://www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars/: 67) берілген.

Chapt4-4 бөлім
Ex45-42 жаттығу
Des.life -қызметтік мерзім есептілігі
Layer material -материал қабаты
Thickness (in) қалыңдық (ішінде)
Modulus or R (psi) серпімділіктің немесе R (psi)-модулі
PCC Overlay unbound - байланыспаған PCC жамауы
PCC surface -PCC жоғарғы жағы
Subgrade -грунттық негіздеу

Ұшақ терезелері траффик жүктемелерін көрсетуде, ол 13.1 суретте көрсетілген, ал алынған конструкция 13.2 суретте көрсетілген. Алынған конструкция бетон жабындысының 410 мм (16.15 ішінде) құрайды.

Басқа мысалдарда қатты жолдың бетіне төсем икемді жабындыға қою үшін пайдаға асуы мүмкін. Бетонды қою жобасындағы ережелерді мысал ретінде алсақ, жабынды келесідей қабаттардан тұрады: топырақ төсемі CBR = 10 (E = 15000 фунтқа, шаршы дюймге (103,4 МПа) немесе

к = 141 (ПКИ 38,4 МН/м3) баламасы, 326 тармағында формуларды қолдану қайта жасайды), НМА курсының сыртқы қабаты 4 дюйм (102 мм), ал бастапқы курс12 дюймнен (305 мм) тұрады. Қату болмашы нәрсе. Жабынды қатты болды делік, келесідей қоспаны ыңғайлау үшін: DC10-10 салмағы 458,000 фунт (207 745 кг) жылдық ұшу деңгейінде 2,263, B747-200B Combi Mixed салмағымен 873,000 фунт (395 986 кг) жыл сайынғы деңгейде 832 және B777-200 ER салмағымен 634,500 фунт (207 804 кг) жылдық ұшу деңгейде 425»(FAA 2009: 60) болады. Төсеуге алынған бетон 392 мм (15,41 дюймді) құрайды.

Қатты жабындыға төселген FAARFIELD қатты жабынды ретінде қолданылуы мүмкін. Асфальттық бетонды жобалау процедурасын мысал ретінде РД жаяужолы бірнеше бөліктерден тұрады деген тұжырымдама жасайық: SCI 40 PCC беткі қабатында тұрса, топырақ негізі 141 PCI (38,4 МН/м3) мәніне ие болады, ал ол 15000 фунт шаршы дюйм (103,42 МПа) Е-модуліне сәйкес келеді. PCC сыртқы қабаты 14 дюйм (102мм) құраса, бастапқы курс 6 дюймді (305 мм), сондай-ақ суб бастапқы курс 6 дюймді (152 мм) құрайды. Қату болмашы нәрсе. Келесі жаяжол қатты болуы керек деген болжам жасайық, ол келесідей әуе - DC10-10 салмақта 458,000 фунт (207 745 кг) жылдық ұшу деңгейінде 2,263, B747-200B Combi Mixed салмағымен 873,000 фунт (395 986 кг) жылдық ұшып кету деңгейі 832 және B777-200 ER салмағымен 634,500 фунт (207 804 кг) жылдық ұшу деңгейінде 425 болады. PCC күші шаршы дюйм мен бетонды төсеуге 700 фунт құрайды деген болжам жасайық (FAA 2009: 67). Төсеу кезіндегі алынған қалыңдық 343 мм (13,52 дюйм) құрайды. FAARFIELD қалыңдығын жасау кезінде сепаратор қабатын немесе қопсыту мақсатында қоспайды.

Жеңіл ұшақтарға арналған әуежай ұшу қону жолағын жабу

Осы 5 FAA AC 150/5320-6E тарауда аэдромдардың процедурасын қамтамасыз етеді, олар жеңіл ұшақтарда жүкті шектеп отырады. FAA жеңіл ұшақтарға жабынды түрін анықтап береді, олар салмағы 30000 фунттан (13000кг) кем емес әуе кемелеріне арналған.

Мұндай көлемдегі ұшақтар әдетте регламентсіз қызметті атқарады, мысалы, ауыл шаруашылығы, инструктивті немесе рекреационды ұшу қызметтерін қамтиды (FAA 2009: 71).

Бастапқы база әуе кемесінің жалпы салмағын есептеуді талап етеді. Қатты жабынды салмағы 12500 фунттен (5,700 кг) және 30000 фунтке (13,000 кг) дейінгі жүкке арналған, бастапқы база 4 дюймді (100мм) шағын-қалыңдықтың болуын ғана талап етеді. Конструкцияға ешбір база алды қызметтер керек емес, салмағы 12500 фунт (5700кг) немесе

одан аз әуе кемелеріне арналған. Егер топырақ түрлері ПР, МН, СН немесе ОН кездесетін болса, онда кемелердің салмағына қатысты өзгерістер енгізуге болады. Жоғарыда көрсетілгендей топырақтар кездескен жағдайда кем дегенде 4 дюймді (100мм) беткі қабатымен қамтамасыз етілуі керек (FAA 2009: 75-76).

Құрылым қалыңдығы қарапайым. Қатты жабынды 12500 фунт (5,700 кг) немесе 5 дюймнен (127 мм) аз емес салмақтағы әуе кемелеріне қызмет ету үшін арналған. 12,501 фунттен (5,700 кг) және 30000 фунтты (13,000 кг) салмақтағы әуе кемелеріне қызмет етуге арналған жабынды 6 дюймді (150 мм) құрауы керек (FAA 2009: 76). Дегенмен алғашқы кезде топырақ реакциясының модулін есептемегенде бұл қарапайым болуы мүмкін, жер жабындысы мен құрылысқа қойылатын талап жол жабындысы кезінде қанағаттанарлық нәтижені қамтамасыз етеді.

Қатты жол жабындысының тұтасуы да қарапайым. Жапсарлар арасындағы арақашықтық қатты жол жабындысы үшін 12,5 фут (3,8 м) ұзына бойлы жапсарларға және 15 фут (4,6 м) болуы мүмкін. Айырмашылықтарға назар аударыңыздар, жеңіл және ауыр жүкті қатты жол төсемі бар. Мысалы, жапсарлармен құрастырылған құрылым мен жапсардың кеңейтуді асфальт немесе цемент бастапқы кезде тұрақтанғаннан кейін ғана рұқсат етеді. Одан бөлек жартылай дөңгелекті кілтекпен біріктіруге рұқсат бар, тіптен тақтаның қалыңдығы 9 дюймнен (233 мм) кем емес болса да рұқсат бар. Дұрыс емес қалыптағы тақталар 0,02 пайыздық болатпен екі жағынан бекітлуі керек. Ондай тақталар тік бұрышты қалыпты емес немесе ені мен ұзындығы 1.25-тен жоғары болатын тік бұрышты тақтамен анықталады (FAA 2009: 76).

FAA арнайы конструкцияны сақинамен аз тонналы ені бойынша18,3 м (60 фут) кем емес жабындыға қолдануға мүмкіндік береді. Ішкі байланысқа жүктеуге арналған кілтек қолданылуы мүмкін. Шаблондарды «созылған сақинаны» барлық жаяужол бойына байланыстыру ішкі қабатты жабық күйде сақтап қалу үшін жапсарларды ұстап тұратынын көрсетеді. Жабынды жабық болатын болса, ашық жапсарларға қарағанда жақсы жұмыс жасайтын болады. Соңғы үш төселген жапсарлар мен созылған жапсарлар жаяужолға [13 мм] # 4 созу кезіндегі деформалау жақын, 20 дюймді (510 мм) ұзындықта, бір-бірінен қашықтығы 36 дюймді (1 м) орталықтан екінші орталыққа дейінгі арақашықтығы біріне бірі байланысты болады. Белдіктің орнындағы жерде әуе кемесі немесе транспорт құралының қозғалысы ауысып отырады немесе жиегін қалыңдату керек болады. Қалың жиектері қарапайым қалыңдықтан 1,25 есе қалың болуы керек, өйткені тақта мен тақта арасына дейін арақашықтық 3 футтен (1 м) кеми беретін болады (FAA 2009: 76).

14 тарау
14 Өнеркәсіптік мақсатты жолдарына арналған төсемді есептеу

Өндірістік нысандар теміржол және көлік терминалдарын, өндірістік нысандарды сақтау, интермодальдық нысандар, контрейлер нысандары, материалдар мен порттар жол жабындыларын қамтиды. Өндірістік жабындыларын жобалау басқа жол жабындыларына ұқсас болып келеді, дегенмен айтарлықтай айырмашылықтар да бар. Мысалы, контейнерлік дөңгелекті жүктеу мен транспорт құралдарының жүктеу-тіркемесі тас жолы жүк көліктерінің, тіптен қазіргі ауыр заманауи әуе кемелерін де жүктеу мөлшерінен асуы мүмкін; әуежай мен тас жолға арналған жол жабындысының қызмет көрсету мерзімі қысқа болуы мүмкін; әуежай мен тас жолы жабындыларына жасалған талап тым қатал болмайды; жылдамдық қозғалысқа салмақ түсіреді (PCA 1987: 1). Жүктеме 60000 кг-ға (130000 фунт) жетуі мүмкін. Жұмысты тоқтату мен уақытша тұралап қалу қымбатқа түсуі мүмкін, сол себепті техникалық қызметті минималды түрге жеткізіп, одан бөлек жабындыны қалыпты күйде сақтап тұру шығынның аз болуына мүмкіндік береді.

Өндірістік нысандар қарапайым бетон жабындысынан жасалуы мүмкін, дегенмен жүк көтергіші қиын жағдайларда эксплуатацияда және PCC түріндегі жабындыны жабу кезіндегі эконом қолдану кезінде жол жабындыларының сапасын жақсы етеді. PCC түріндегі жабынды 15 тарауда қарастырылатын болады, дегенмен де көптеген қожайындар эстетикалық тұрғыда PCC жабындысына қарағанда қарапайым бетон жабындысын таңдауы мүмкін. Транспорт құралдарының қозғалыс жылдамдығы әдетте төмен болады, сол себепті ұшу-қону жол жолақтарына немесе жолдарға қарағанда жолдың тегіс болуы айтарлықтай маңызды емес. Тағы да бір айта кететіні асфальттың астына төселетін қарапайым бетон немесе өндірістік, автотранспорттық жабынды жанармай (ACPA 1995b) ағуы кезінде еш бүлінбейтіндей маңызды қасиетке ие.

Портландцемент қауымдастығы ауыр өндірістік бетон жабындыны IS234.01P жобалау бойынша құжатты жариялады (PCA 1988). Бұл кейбір арнайы өндірістік дизайндағы тротуардың аспектілерін шешеді. Кейбір әуежайда бетон жабындыларын жасауда арнайы жағдайлар қарастырылған. IS234.01P кейін PCA-дан ACPA-ға ауысып кетті. Сондай-ақ ACPA автотранспорт құралдарына арналған бетон жабындылары бойынша құжатты жариялады Is416.01P (ACPA 1995b). Өкінішке орай қазіргі таңда ол жариялымдардың бірде-біреуіне қол жеткізу мүмкін емес.

Осы тарауды 2013 жылы жазда дайындау барысында кейбір маңызды ой тасталды, олар өндірістік жабындыны жасау аясын қамтыды. Автотұрақ пен құрылыс аудандары жөніндегі ACI 330 комитеті ACI 330.1R-08 (ACI 330 комитеті 2008) жариялады, қазіргі кезде өндірістік жабынды туралы есеп беру ісі жүргізіліп жатыр, онда жобалау мен сыртқы қабатын жасау бойынша толық ақпаратты қамтитын болады. ACI 330.1R-08 жүкшілер дизайнды бақылап отырған кезде ғана өндірістік нысандарда құрылыс бөлімдері мен жобалауға сәйкес келетін болады. Бұл нысандар үшін есептеу кестелері қолданылуы мүмкін, 11 тарауда жүктің жоғары категориясы көрсетілетін болады. ACI 330 комитетімен бірге ACPA серіктестік қызмет атқаратын болады, сондай-ақ IndustrialPave бағдарламамен қамту өндірілетін болады. 2013 жылдың соңына қарай бұл бағдарлама бета-тестілеу үшін қол жетімді болады деп күтіледі.

Өндірістік жолдарға және 250 жүкті көтеруге арналған жабынды

Әуежай жолдарына арналған жабынды секілді өндірістік жабынды ауыр жүк көлік құралдарының жүкті тасымалдауына арналған. Көлік құралдардың құрылымына нысан тұрағында тұратын ауыр жүк көліктері немесе жүк контейнерлігінде қозғалатын материалдарды өндеу немесе көлемді құралдарының беріктігі жоғары құралдар болуы мүмкін. Жүк 578 кН-ке (130 KIPS) дейінгі жүкте көлемді, үлкен көлемдегі, порт мен бөрене тасымалдауға арналған жүкті дөңгалақтарымен қоса алады. Әдетте жүк ерекше жағдайларды көрсететінің ескеретін болса, қарапайым бетон үшін арналған басқа аспектілер, мысалы, бірлескен жер жабындысы мен сапасына қарай бетонды және төселетін қабатын дайындау бойынша жобалау әлі де болса қолданылады (PCA 1988: 1).

Күтетін трафик бағасы маңызды мәнге ие. Маңызды ақпардың бірі осьтегі және доңғалаққа салынатын күшке байланысты, доңғалақтың саны мен ара қашықтығы, қайталама саны бір-біріне тікелей байланысты (PCA 1988: 5). Одан бөлек көлік құралының қатты канализирленген немесе жабындыға тепе-теңдігі бірдей болуын анықтау өте маңызды.

Әдетте ең үлкен көлемдегі жүгі бар транспорт құралдарын доңғалақ конструкциясымен бақылап отырады, бірақ конструкция жабындыға қаншалықты әсер ететініне де байланысты бола түседі, өйткені доңғалақтағы жүк басқа көліктің жүгіне бірдей деңгейде жабындыға өз әсерін береді. Максималды доңғалақтың жүгі көлік жүгінің максималды жүгіне ауыр жүк осінің жартысына тең болады. Бұл ақпаратты көлік құралдарының конструкциясын жасаушылар біледі (PCA 1987: 3). 7.3 тепе-теңдікке қатысты айтылып кеткендей, қысымға сәйкес (SR) болса, көлік құралының жүгі 0,45-тен кем емес болады, бұл көлік құралдары

санына қарай ескіргендік, зақымдануға еш байланысы бомайды.

РСА жол жабындысын жүргізетін басшылық (РСА 1988) арнайы ауыр жүк көлігі көліктеріне назар аударды, олардың пайымдауынша жүк көліктері транспорт құралдарын құруға қарағанда әлдеқайда жеңіл, осылайша ол құрылымдық бақылауды талап етпейді. Бұған қарама-қарсы АСРА басшылығы жүк көліктерінің санына қарай негіздейді, осы тұрғыда олар бір бүтін немесе ауыр жүк көліктері бірнеше автокөліктерді көрсетеді. Одан бөлек тұрақ орындарына төмен трафик қойылады, сондай-ақ ол қатты тас жолдардағы қозғалысқа арналған (АСРА 1995b).

Кейбір жағдайда жүктелген контейнер салмағын есептеу қажет болуы мүмкін. Бөлек контейнерлердің толық жүктелген қалыпта салмағы 289 кН-дан (65 000 фунттен) көп болуы мүмкін және биіктігі төрт метрге дейін қабат қойылуы мүмкін. Теорияда жабындының қалыңдығы 457-610 мм-ден (18-24 дюймнен) көп болуын талап етер еді. Дегенмен де Галифакста, Виннипенде және Вандо Терминал-Чарльстондағы жабынды контейнерден биіктігі төрт метрге дейін, қалыңдығы 275-400 мм (11-16) қалың жабындыда жүкті тең сақтауға жағдай жасау мүмкіндігі бар болатын. Сол төрт контейнерде максималды түрде бірдей ауыр салмаққа ие болуы мүмкін емес. Сондай-ақ жиі контейнер жүктерінде әрекет ету жағдайларында ішкі кернеудің салдарынан сырғыштық пайда болады (РСА 1988: 11-12). Осылайша құрылымның қалыңдығы жүктеуге арналған контейнер жүгіне тікелей тәуелді, ол өз кезегінде жеткілікті түрде орындалады. Егер тұрақта тұрған кезде тіркеме арбаға жалғанған болса, онда шоғырланған жүктеме маңызды болуы мүмкін. Сондай-ақ тіркемелер алдыңғы құммен жалғаса түседі. Өндірістік нысанда аз жүк құрылымына бақылау болуы ықтимал. Кейбір жағдайда шоғырланған жүктеу жағдайында жолға жабынды төсеудің кішкене аумағына қалың төсеудің болуын қамтамасыз ету немесе арматуралау өте дұрыс. ACI 330 өңдеудегі ресім кезеңі жаяужолды ажырату модулі мен жүктін шамасына қарай шоғырланған жүктемеге арналған құрылым бойынша басшылықты қамтамасыз етеді. Егер жабынды қалыңдығы 191 мм-ден (7,5 дюймнен) аз болса, онда шоғырланған жүктеменің құрылымын бақылаудың қажеті болмайды.

Бетон және топырақпен жабылған жабын

РСА (1988) беріктік пен ұзақ мерзімге қызмет етуін, құм негізін қамтамасыз ету, сызатты болдырмаудағы бірлескен жоба мен жүкті дұрыс ауыстыруды қамтамасыз етудегі, тілгінің жеткілікті түрде қалыңдығы рұқсат етілген мөлшерде жүкті ұстап тұруы үшін өндірістік жабындыға арналған жол жабындысын жобалаудың төрт қағидасын

талқыға салады. Бетон беріктік пен ұзақ мерзімділікке арналуы керек, сондай-ақ ұзақ мерзімге жарамды болуы техникалық қызмет пен тұралап қалуы кезінде шығынның аз болуы өте маңызды. 90 күндік бетон үшін беріктікті бақылау жобалау үшін қолданылуы мүмкін. ACP (1995b) бетонның қысқандағы 30 МПа (шаршы дюймге 4000 фунт) аздаған беріктікті ұсынады.

Аз тонналы жол жабындысына қарағанда өндірістік жабынды суббазаны конструкцияны қарапайым ету үшін және жаяужолдың тегіс болуын қамтамасыз ету үшін қолдану талап етілуі мүмкін, дегенмен PCA (1988) мен ACPA (1995b) бекіткендей алдыңғы базаның қажеті жоқ. Егер топырақ қалыбы тегіс бола алмаса немесе жол жолағына жабындысы базаны қажет ететітін жағдайда күніне 100 ауыр жүкті көтере алады (ACPA 1995b).

Байланыстыру түрлерін есептеу

Жапсарлар шамамен шаршы жаяужолына ұқсас жасалуы керек. Тік бұрышты жаяужолдар қысқа шеттерімен есептегенде ұзын жақтары 1,5-тен аз болмауы керек. Жапсарлардың арақашықтығы жаяужолда 24 есе қалың етіп 6 м (20 футтан біріктіру керек.

Өндірістік жабынға арналған бірлескен пішініне мынадай ережелер кіреді

• тұрақ аумағы мен қозғалыс жолағын шектеу үшін жапсарларды қолдану.

• интегралды жиектердің көмегімен жапсарларды кеңейту: жапсарларды бөлшектеу жолдарымен жапсарларды жылжытуды тоқтату.

• жапсарлардың орналастыруды бақылау немесе люктердің, нөсерді тұндырғыштарды, кішкене фондтарды немесе орналастыру, орнатылған құрылымнан бөлек реттеу арқылы жапсарларды құрылымдық бұрыштарды теңестіру.

• ыңғайға келетін жапсарларды жылжыту, ондағы бұрыштардың үшкір болуынан немесе қисық тақталардың кішкене бөлшектерін бір-біріне қосу. Қосылғандар ең құрығанда [450 мм] 1½ft болуы керек.

• жол жабындысының иілуі 1% немесе 1/8 дюйм болуы шарт. Футтен дренажға дейін болу керек.

• жеткізушінің процедура мен құрылғысының орналасқанын анықтау (PCA 1988: 4) керек.

ACPA (1995b: 4) өзіне қосады: «интегралды жиектерді қолдану, егер мүмкін болса, дегенмен бұл мүмкін болуы керек. Олар жиектерін қа-

тайтады және бөлек жиектерге қарағанда аз тұрады».

Өндірістік жабындыға арналған бірлескен жобаны құру басқа да ауыр жабындыларға пайдаға асады. Нәтижесінде ауыр жүктеу транспорт құралдарына кейбір жүк түрі әрқашан дерлік қажет болады.

Көлікді жолға арналған бүркеншіксіз шегемен бекітілген жапсарлар айтарлықтай жақсы болып келеді. Өйткені ол отырудың және температураның өзгерісі салдарынан кеңею мен қысуы қозғалыс бағытында орындалады, сондай-ақ бүйірлік қозғалыс айтарлықтай үлкен емес. Дегенмен де өндірістік нысан жері секілді кең жол жабындысы үшін екі бағыттағы ауысымның болуын қамтамасыз ету керек.

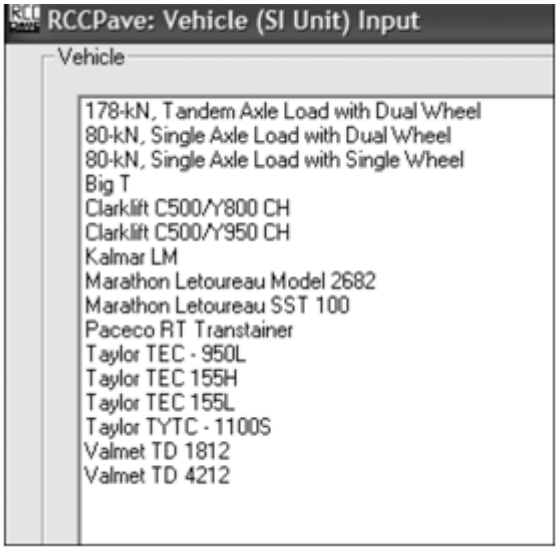
Дөңгелек дюбельді әдетте жабындылардағы шаршы тақталар арасындағы қозғалысты қамтамасыз ету үшін қолданады. Дегенмен де орталықтағы өзекшелер дюбель бағытының еркін қозғалуына мүмкіндік береді, олар тежегішті қамтамасыз етеді, сол арқылы дюбельге перпендикуляр болуға мүмкіндік бар. Әсіресе, қатая түскен бетонның қасына құйылған кезде абай болуы керек, өйткені жаңа бетон орталықтағы өзекшенің отыруын қамтамасыз етеді және ол сызаттың пайда болуына әсер етуі мүмкін.

Нәтижесінде бірнеше ұқсас «дюбельдер» өндіріліп шықты. Шаршы дюбельдер кішкене бүйірлік қозғалысты шаршылы төлкенің құрылымына ыңғайланып жасалады, бірақ тігінен жылжытып қоюға болмайды. Үлкен категория орталық тілгі жүйесін қамтиды. Олар үшін «дюбель» сөзі дұрыс емес, өйткені тілгілер тегіс болып келеді және олар бетонның жақтауына қарай ыңғайланып жасалады, бірақ «дюбель» сөзі қызмет жасау барысында қолданыла береді. Олар тірек негізінде қолданылуы мүмкін. Олардың кейбіреуі паттентелген және жеке меншік болып табылады.

Алмаздан жасалған дюбельдер жүйесі болып ® Construction Technologies өндірілген дюбельді айтуға болады, бетонды тақта 93 млн шаршы метрден (1 миллиард шаршы фут) артық аумаққа арнайы қолданылады. Бұл тілгілер дөңгелек, шаршы, тік бұрышты болуы мүмкін және үш түрлі қалыңдықта 6.4, 9.5 және 19 мм (1/4, 3/8, және 3/4 дюйм) кездеседі. Өлшемдері 110 × 110 мм (4½ × 4½ дюйм) болады. Оларды салмаққа қарсы қозғалатын пластикалық қорапшаға салады, ал олар пластинаға арнайы ұяшық жасап, қалыпқа бірігеді. Бұл жүйелер 9,5 мм-ге (3/8 дюйма) бүйірлік қозғалысты оның құрамы 3,2 мм (1/8 дюйм) болған кезде пайдалануға мүмкіндік береді. PNA құрылыс технологиясы екі басшылықтың S.I. және U.S. қарапайым бірліктермен (http://www.pna-инс.com/products/diamond_dowel/2013) жобалауын қамтамасыз етеді. Әрине басқа да тығындарды өндіретін өндірушілер

бар. Жаңа ACI комитеті 330 өндірістік жаяужол басшылығы пластина жүйесі көмегімен құрылысқа және өндіріске арнаған жапсарларды дайындау жобасы бойынша басшылық қамтамасыз етеді.

Өндірістік белдік ғимараттарға жақын маңда, люктерге, дренажды сырқы бетінде, жолдарда, жарықтандыру бағаналары қиысатын жерлерде және басқа да құрастырылыған құрылымдарда да бөлінген жапсарларды қолданады. Бөлінген жапсарлар үшін алғашқы термин өндірістік жабынды кезінде қолданумен байланысты, өйткені жол жабындысын төсеу кезінде бұл жапсарлар болмаса, онда арасындағы кеңістіктен жабындыға немесе құрылыстың құрылымына зақым тигізуі мүмкін. Бөлінген жапсарлар алдын ала 20-25 мм-ге дейін (3/4-1 дюйм) қысылған материалдармен бірге қолданбау керек. Дюбельді қолдану кезінде қалыңдығы бөлінген жапсарларды пайдаланбау керек, жол жабындысы 20%-ға дейін қалың, арақашықтығы тақтадан 6-10 есе қалың болуы керек, бұл жүктің тепе-тең болуын қадағалап отырады. Бөлінген немесе деформацияланған жапсарларға құрылыс нысандарында жабынды дизайны үшін қосудың қажеті жоқ, өйткені ішкі жапсарлар уақыт өте келе нашарлай беруі мүмкін (ACPA 1995b: 3).



14.1 суреті. RCCPave көлік құралының кітапханасы

Өндірістік жаяужолдың стандартты құрылымы

Әуежайда жол төсемдерінің құрылымға ұқсас болу салдарынан ACPA AirPave компьютерлік бағдарламасы өндірістік жабындысын өндіру үшін қолдануы мүмкін. Бұл бағдарламада өндірістік көлік құралдарының кітапханасы жоқ, сол себепті көлік құралды пайдалану белгілі етіп құрылуы керек. Тісті доңғалақ/доңғалақтың кескіндемесі, байланыс ауданы, шинадағы қысым, доңғалақтың саны мен көлік құралының жалпы салмағын қамтамасыз ету керек. Көлік құралына тән қасиетті RCCPave бағдарламасынан алуға болады, ал ол 15 тарауда талқыланатын болады.

Сондай-ақ жүк автотранспортына StreetPave бағдарламамен қамтамасыз ету қолданылуы мүмкін. 11 тараудағы 11.5 кестелері бірлескен шектеулі жапсарлары жол жабындыларына қолданылуы мүмкін, 190 мм (7½ в) қалыңдықтағы жабындыны төсеу үшін қалың дюбельдерді пайдаланған жөн. Көлік құралдарын қолдану анықталғандай екі немесе үш остік аппроксимирлену жағдайына жеткенше өндірістік транспорт құралдары үшін де қолданылуы мүмкін. ACPA (1995b) 100-220 мм (4-9 дюйм) диапазонындағы қалыңдықтың болуын талап етеді.

Егер бірдей дизайн көлік құралдарында қолданылатын болса, онда бұл соған сәйкес оңай процедура болады. Бұдан да жеңіл көлік құралдарына кепілдік берілуі мүмкін, оларда зақымдану, ескіру байқалмауы не болмаса аз байқалуы мүмкін. Пакард пен Таябиж (1985) ескіру 7.2 теңдеуінде мысал етіп келтірілуіне сәйкес көлік құралында SR <0,45 мәніне ие, жаяужолға қатысты бұзылу болмайды.

Өндірістік жабындыны жасау үшін ACPA компьютерлік бағдарламаны ойлап тапты. Бұл бағдарлама AirPave ұқсас, бірақ ескіруге қатысты түрліше болады, оларды арнайы ойлап табылды. Сондай-ақ ол өндірістік көлік құралының кітапханасын, оның ішінде 80 кН (18-кип) біржақты ось бір және екі шинамен 178 кН (40-Кип) тандемді ось, қосарланған доңғалақтармен, сондай-ақ өндірушілердің түрлі материалдарымен 14.1 суретінде көрсетілгендей құруға мүмкіндік жасайды. Көлік құралдарын қолдануды анықтауда жасалуы мүмкін. Бұл кітапхана көлік құралдарын анықтауда қарапайым бетонды жабындыны көрсету үшін де қолданылуы мүмкін.

RCCPave бағдарламасы жаңа жол жабындысының қалыңдығын өндіру үшін немесе жол жабындысын бағалауда қолданылуы мүмкін. Маңызды пунктердің бірі жиектегі жүкке қатысты болуы, өйткені қозғалыстың көп жағдайда жол жабындысы жиегінен әлдеқайда алыс қашықтықта болады, соған сәйкес жиектеріне дизайн қолдану аз талап етіледі. Бұл жай ғана болжам, әдетте жабындысының дизайны әуежай-

ларға арналып жасалады. Егер транспорт құралдары жол жиегімен немес жол жабындысы жиегі қасында жүретін болса, PCA жол жабындысын 20% ұлғайтуға кеңес береді (PCA 1987: 2). Жол жабындысының қалыңдығын ұлғайтқаннан гөрі оның жаяжолдағы енін 1,6 м (2 фута) кеңейту керек. Интегралды жаяужол мен су өткізгіш ішкі жаяужолдың жиектерін сақтап тұруы үшін қолданылуы мүмкін.

Дизайнер жол жабындысының қызметінің мерзімін көрсетуі керек, оған жүктелетін міндет саны бойынша РКС беріктік модулі мен топырақ негізіндегі реакция модулін жол жабындысы кезінде мерзімді көрсетуі керек. MOR бетоны және/немесе беріктік модулі белгісіз болса, онда оларды қаттылық пен беріктік арқылы бағалайды. Негізгі топырақ реакция модулі біржақты болуы немесе кішкентай не ірі топырақ негізінде, я болмаса негізсіз орындалуы мүмкін. PCA алғашқы 3 ай жол жабындысы төселген сәттен 90-күндік күшті қолдануға кеңес береді, онда қандай да бір жеңіл жүкті өңдеу үшін жол жабындысы бір ескіруден сақтанудың әдістері бар, ауыр жүктерге арналған жол жабындылары берілген қалыңдыққа дейін дөңгеленген төмен болады. 7.3 теңдігі CDF анықтау үшін қолдана отырып көлік құралының әрқайсысының ескіргендігі пайыздық көрсеткішпен және әр түр үшін жол жабындысының модульмен бағалау арқылы жеңіл жүкті және ауыр жүктің салдарынан пайдалану жарамдығы ескіргенін толығымен тексеруге болады. Бұл туралы анықтамалар RCCPave файлында және PCA басшылығында айтылады (PCA 1988: 10-11)

Өндірістік жаяужолақ дизайнның мысалдары (RCCPave және AirPave)

Мұндай дизайнның мысалдары PCA ауыр өндірістік бетонды жабындылары бойынша жобалауды жариялағаннан кейін өзгерді (PCA 1988: 8-9) және RCCPave бағдарламамен қамтамасыз ету арқылы қолдану үшін қол қойылған. Қарапайым бетон жабындысы мен PCC жабындысы екеуіне қолданылатын дизайн мысалдары (15 тарау) бар.

Мысал 1: контейнерлерді тасымалдауға арналған жүк

Өндірушілер төрт доңғалақты бір максималды доңғалақ жүгі 125 кН (28 000 фунт) түседі. Күніне 40 рет қайталау барысында контейнер өндірушілері жалпы алғанда 20 жылдық қызметтегі жабындының жалпы күрделілігі 292000 рет қайталанады деп есептейді. Жол жабындысының беріктігі ию кезінде 4,6 МПа (660 фунтқа шаршы дюйм), топырақ модулінің негізгі реакциясы 27 МПа/м (100 фунтқа шаршы дюйм/дюйм) құрайды. Конструкция беріктік модулінің 27,6 ГПа тең (4 млн

фунтқа шаршы дюйм) болуын талап етеді. Беріктік модулі дизайнға айтарлықтай әсер етпейді, сол себепті оны талап бойынша қолдану дұрыс болады.

Бұл транспорт құралдарын белгілі бір қолдану аясында шиналардағы ауа қысымы 758 кПа (110 фунтқа шаршы дюйм) және шиналар арасындағы арақашықтық 300 және 1200 мм (12 и 48 дюйм) болуын талап етеді. Ішкі жүк негізге ала отырып, талап етілетін қалыңдық салыстырмалы түрде 250 мм (9,9 дюйм) процедурасымен қолдану 200 мм-ді (8 дюйм) РСА 1988 құрайды. 14.2 суретінде жобалау нәтижесі көрсетілген

RCCPave

(Есепті жабу үшін және бастытерезеге қайтып келу үшін оң жақтағы жоғарғы жақтағы бұрышта «х» түймесін басыңыз)

Жобалық қалыңдық бойынша есеп

ЖОБА БОЙЫНША ЖАЛПЫ АҚПАРАТ

Dжобасы: 1 жоба

Оператор:

Басталу күні: 8/17/2006

Жалпы жобаланып берілгендері

Жоба мерзімі: 20 жыл

Бірлік. өлшемі: АҚШ

Жол қозғалысының жалпы жобасы: 292000 Жүктемелер

ҚОЛДАНУШЫНЫҢ КІРІСПЕ БЕРІЛГЕНДЕРІ

Автокөліктің /ұшақтың дизайны:	Сынақталатын автокөлік	
Дөңгелектердің конфигурациясы/ось-тері:	Бірде-бір	Жабдықталу типі: бетон, айдынмен қалыңдатылған (RCC)
Серпімділік модулі (E):	4	млн фунтов / кв. дюйм
Жарылудың модулі (MR):	660	фунтов / кв. дюйм
Модуль упругости земляного полотна Жер қабатының модуль серпімділігі (к):	100	фунтов / кв. дюйм
Есептеу әдісі:	С аксиалды айналу-мен вращением	Жүктеме шарты: ішкі бөлікке жүктеме
Дөңгелектер саны:	4	Байланысты аймақ : 64 кв. дюймдермен
Байланыс қысымы:	110 фунтпен / кв. дюйм	
Жалпы жүктеме:	28160 фунт	

Есептеу нәтижелері

X_макс:	-2	дюймдерді
Y_макс:	0,5	дюймдерді
Максималды бұрыш:	27,2	Градустарды
Максималды қысымдар:	265	фунттарды / кв. Дюйм
Коэффициент қысыдары:	0,402	
Шығарылатын берілгендері	577270	
Қайталаудың жіберткіздірілетін жалпы саны:		Допустимое количество повторений в суткиТәуліне жіберткізілетін сандардың қайталануы: 79
Плитаның соңғы қалыңдығы:	8,0	дюймдерді

Дөңгелектердің координаттары	дюймдер
x: 0 12 0	12
y: 0 0 48	48

Ескертілім

Коэффициент қысымы (коэффициент қысым жобалық төзімділігіне бөлінеді) 0.75-тен көп, онда ол конструкция талабының қанағаттануы үшін аса жоғары болуы мүмкін (қалыңдығы дұрыс таңдалмаған), бірақ баға үшін қарапайым жол жабдықталуының көре алмайтын ауыр жүктемелерінің әсерінің бағасы үшін қолданылуы мүмкін. Егер есептеу қалыңдығы каток машинасымен тығыздалған бетоннан жабылуы, көп дегенде 4» немесе

200 мм (20 см) құратын болса, 4" белгісі немесе 200 мм жобалу кезінде қолданылуы керек.

1 мысалға арналған 14.2 RCCPave жобалау қорытындысының суреті.

Жиектегі жүк 300мм (12 дюйм) қалыңдықпен бірге таңдап алынады. Сол себепті PCA 1988 қорытындысы екі шарттың арасында жарты жолда тұр (PCA 1988: 8-9).

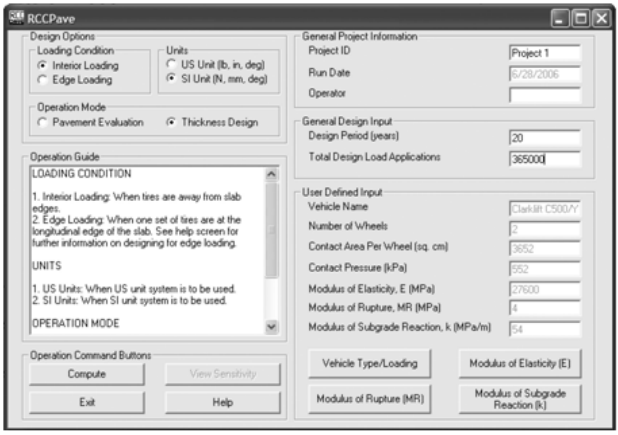
Бұл мысал үшін AirPave консервативті дизайнды жасайды. Бағдарламада жаяужолдың қалыңдығы есептелмейді. Оның орнына қолданушы қалыңдықтың бірнеше түрлерін ғана тексереді. Әрбір қалыңдыққа бірнеше қайталама түрлері өндіріледі және қайталанғандардың түрлерімен салыстырулар жүргізіледі. AirPave 178 мм (7 дюйм) қалыңдықтың болуын талап етеді, бұл ішкі жүктеуді қолдануда жобалау мысалы берілген .

Мысал 2: жылжымалы портальдық жүк көтергіш

2 мысалдағы дизайнда 40 тонналы жүкті көтеретін жылжымалы портальдық жүк көтергіші берілген. Транспорт құралында сегіз доңғалақ бар (төртеу DUALS) және максималды жүкті екі доңғалақ 400 кН (90 000 фунт) көтереді. Бұл RCCPave кітапханасындағы кездесетін автокөліктердің біреуімен сәйкес келеді, сол себепті біздер Clarklift C500/ Y800 CH таңдаймыз.

Контейнер өндірушісіне бір күнде 50 рет қайталау қарапайым, бар күрделілігімен 20 жылдық мерзімде жол жабындысында 365,000 рет қайталанады. Ию кезіндегі жабындының беріктігі - 4,4 МПа (640 фунтқа шаршы дюйм) тең, топырақ модулінің негізгі реакциясы 54 МПа/м (200 фунтқа шаршы дюйм/дюйм) құрайды. Конструкция беріктік модулінің 27,6 ГПа (4 миллион фунтқа шаршы дюйм) болуын талап етеді. 14.3 суретінде дизайнға кіру көрсетілген.

.



14.3-сурет. 2 мысалға арналған RCCPave бағдарламалық дизайнға кіру.
RCCPave

Жобалау нұсқалары

—
;

Шартты жүктемелер Ішкі бөлікке жүктемелер Шет жақтарына жүктемелер	Өлшеу бірліктері бірл. АҚШ (фунттар, дюймдер, градустар) СИ бірліктері (Н, мм, градустары)

Жұмыс режимі
Жабудың бағасы • Жобаланатын қалыңдық

Эксплуатация бойынша басшылығы

Loading condition - ЖҮКТЕМЕ ЖАҒДАЙЫ
Ішкі бөлікке жүктемесі: плита шеттерінен шиналар алыста жатқанда.
Шеттегілік бойынша жүктемесі: плитадан басқа бір комлект шина бойлық болғанда. Жүктемелерді шеттілік жобалауы бойынша қосымша ақпаратты алу үшін экрандағы анықтамаларды қараңыз.

Units - Бірліктер
СИ бірліктері: АҚШ өлшем бірліктері қолданылатыны болатын жағдайда.
СИ бірліктері: СИ өлшем бірліктерінің қолданылатыны болатын жағдайда.
Operation mode - ЖҰМЫС РЕЖИМІ

Шығарылу (вычисление) Әсерлілік

Шығу Көмек

Ішкі жүктің негізгі жабынды қалыңдығына арналған талап 457 мм (18 дюйма) құрайды, ол 431 мм (17 дюйма) PCA 1988 Басшылығының жобалауы бойынша есептеудегі (PCA 1988: 9) талап етілетін қалыңдыққа жақын. Егер бұл жабындыны AirPave өндіріп шығаратын болса, онда қолдану кезінде Clarklift C500/Y800 CH үлгісіне арналған арнайы көлікті пайдалану керек. Өйткені әуе кемелері AirPave кітапханасында ғана қарастырылған. Ішкі жүкке арналған жабындыға 406 мм-ден (16 дюйм) RCCPave нәтижесіне қарағанда AirPave нәтижелері консервативті екенін көреміз. 14.3 суретіндегідей AirPave экранына кіру ұқсас болады, бірақ конструкция қалыңдығы емес, жол жабындысының түрлерін ғана бағалау мүмкіндік бар.

Өндірістік жабынды жағдайын сараптау

Кит және басқалары (2006) бетонды компенсерлеген отыруымен орындалғандығы, жапсарлар арасындағы ұзын қашықтықта және ромбалық дюбельдерде қолданылуы жабындыны өндірістік зерттеу кезінде орналастыру туралы айтты. Компенсерленген бетонның отыруы алғашқы 1-7 күн ішінде созылады, сол арқылы келесі отыруы толықтыруға мүмкіндік береді. Бұл арнайы К түріндегі цементпен немесе арнайы қарапайым түрдегіI, II немесе V цементімен жасалуы мүмкін, экспансивті қоспалардың әсері бірдей болады.

Бірінші фазада құрылыс отыруы бетонды қамтиды, ол Джорджия штатында Кеннесода Атлант кабальды қоймасы орталығымен анықталады, он екі жыл құрылыс орындалғаннан кейін 1993 жылы басталған жол жабындысы әлі күнге шейін жарамды. 32 м-ге дейінгі (105 футов) ортақ қашықтыққа қарамастан, бірнеше сызаттар пайда болған, бірақ жиектерінен жемірілу байқалмайды. Жаяужол қарапайым бетон жабындысына қарағанда ұзақ уақыт тұрса да техникалық қызметке жұмсалатын ұзақ мерзімдегі шығындар төмен болады.

Осылайша екінші кезеңде 1 жыл өткеннен кейін, шамамен 27 000 м2 (300 000 ft2) жаңа жол жабындысы құрастырылған болатын. Бір жабындымен әлемдік рекорд орнатты, онда 3900 м2 (42 000 ft2) ішкі жапсарлар байқалмады. Жаңа ғимаратты құрастыру үшін жапсарлар арасындағы интервал 26-дан104 м-ге (85-тен 340 футқа дейін) тұрақсыз болып отырды.

Басқа да айрықша конструктивті ерекшеліктер болды:

• шаршы тақталар 115 × 115 × 6 мм (в 4½ × 4½ × ¼), жүкті тасымалдау кезінде қолданылды. Дюбелдер пластмассалы төлкелерге салынды, олар өз кезегінде бетонға жабысып, дәл ауысымның болуын қамтама-

сыз етеді. Осындай жолдармен барлық конструкцияланған жапсарлар полиэтиленген компенсаторлар ретінде құрылып толықтырылды. Кон күшінің көмегімен жапсарлар біріктірілді.

• тақта бұрыштарының реентерабельден алдын алу үшін жапсарлар орналастырылған. Қозғалысқа қатысты минимум тұрақты болу үшін тұндырғы, құдықтар тақта орталығынан алыс емес қашықтықта орналастырылған, бұл мүмкін болған кезде немесе қашық орнатылғанда толтыруды қосады.

• компенсерленген бетон өте сезімтал болып келеді, тақтайшаны қолдану кезінде инновациялық пластик қолданылған.

• жаяужол жүктерді тасымалдауға ғана арналған, ал ондағы тақта қалыңдығы 150 мм-ді (6 дюйм) құрайды.

• пластикалық пленканың жоғары тегістігі тақта мен негіз арасында жыру жағдайы аз болуы үшін қолданылады.

• толық толтырушы отыруын азайту үшін қолданылады.

15 тарау
15 бетон катогымен тығыздалған жабынды

Бетонды доңғалақшамен тығыздау (RCC) «білікше арқылы тығыздайтын; қатпаған күйдегі бетон тығыздалуы үшін катокпен қайта өңделетін болады» (ACI бетон терминологиясы 2012). Гравитационды бөгеттер мен ауыр құрылыс жол жабындыларына арналған екі маңызды әдіс бар. Материалдар, қоспалар және басқа түрліше келген әдістер сәйкесіне олардың арасындағы өзгешеліктер маңызды мәнге ие болады. Бөгеттер жер валдары секілді жер қазылатын техникамен және жерге нығыздалып салынатын құралдардың көмегімен құрылатын болады. Портландцемент қауымдастығының айтуынша (PCA 2013), «нығыздалған бетон немесе RCC мағынасы құрылыста қолданылатын әдістерді білдіреді. Ол қарапайым бетонда немесе бетонда жоғары тығыздықпен орналасады, кейін катогымен нығыздалады». RCC белдік конструкциясы көп жағдайда асфальт төсегішті елестеді. Аумаққа материалдар қойылады және жүкті өзі түсіретіндер асфальт төсеушімен жүктеледі. Негіздемеге қатысты жабын анықталатын болады, одан кейін тығыздалады, қажет болған жағдайда асфальтты жол жабындысына арналған катоктармен қолданылады. Дегенмен олар бір жабындыға салыну мүмкін, сол арқылы асфальтті жол жабындысынан екі-үш есе қалың бола түседі, төсеушінің жабындыны төсеуіне байланысты 250 немесе 300 мм (10-12 дюйм) болуы мүмкін.

Қарапайым асфальт құрылғысымен жабынды төсеуші кейбір тығыздықты қамти алады, бірақ көп жағдайда тығыз болуды жол катогы қамтамасыз етеді. Асфальттау құрылғысының жоғары жабындысы кезінде жабынды төсеуші тығыздықты қадағалайды, ол кезде катокпен қолданудың еш қажеті болмайды.

Қалаушының көмегімен тығыздану қажеті және оған доңғалақша қажет болмайды, «РСС» терминінің қолданылуы арнайы мақсатқа негізделмейді. PCA «тығыз бетонды қалайтын асфальткалаушы» терминін, немесе оның орнына (РСС) қолдануды ұсынады. Әрине РСС жақсы қысқартылған сөз болып табылмайды, өйткені портландцементтегі бетон мағынасын беру үшін кеңінен.

Харрингтон және басқалары (2010) бойынша бетон жабындылары тығыздауға арналған басшылық, PCA-тен рұқсат алады, РСС жабынды аспектілерінің барлық ақпараты қамтамасыз етеді, сондай-ақ дизайн мысалдарын қамтиды. Оның айтуынша негізгі мүмкіндік болып қарапайым бетон жабындысына қарағанда RCC жол жабындысы тез әрі үнемді құрылуы мүмкін.экономикада қалып, дюбель мен арматуралау

қажет емес. Одан бөлек қарапайым бетонға қарағанда РСА құрамында су мен паста төмен болады, сол арқылы цемент аз мөлшерде қолданылатын болады. Цемент түрлері немесе цементтер материалы 240-360 кг/м3 (400-600 фунт/CY) құрайды. Ондағы 90-120 кг/м3-да су құрамы (150-200 фунт/CY) (РСА 2006c) болады. РСС қарапайым бетон жабындыларына қарағанда қозғалыс үшін ашық болуы мүмкін. RCC тығыз болуының арқасында 2 күн ауа райы жылы болғанда немесе 3-4 күн ауа райы суық болған кезде беріктігі 17-20 МПа-ға дейін жетуі мүмкін (2500-3000 фунтқа шаршы дюйм) (Харрингтон және басқалары 2010: 83).

Бекіту кезінде қолданылатын дюбельдер РСС жапсарларына қолданылмайды. Пиломатериалдарды қолдану кезінде жапсарлардың арақашықтығы бір-бірінен 9.1-21.3 м (30-70 фут) болады. Әдетте жаяужолдардағы сызаттар табиғи жолмен өсе береді. Жапсарлар мен сызаттар қысымда қала береді. RCC жабындыларына техникалық қызмет көрсету кезіндегі шығыны әдетте төмен болады.

Айтып өткендей РСС жаяужолын алғаш рет қолдану Вашингтон штатындағы Якимада ұшу-қону жолағында 1942 жылы құжатпен көрсетілген. Дегенмен РСС формасындағы жол жабындысы 1930 жылдың өзінде Швецияда қолданылған болуы мүмкін. Одан кейінгі өнімді жасау кездері топырақ цементі қосылуымен 6%-дан 12%-ға дейінгі салмақпен басталған болатын, сол арқылы асфальттің қорғаныс жабындысын жасауға мүмкіндік берді. 1980 жылдың ортасында АҚШ инженерлік корпус армиясы RCC-ті ауыр әскери транспорт құралының тұрағы ретінде пайдалана бастады (Пиготт 1999).

2 тарауда RCC әдістерін қолдану аясы Басшылқта талқыланады. RCC экономды материал болғандықтан үлкен, ашық алаңдарда аз ғана кедергілермен, порттармен, интермодальды нысандармен, сондай-ақ ауыр өндірістік нысандарда қолданылады, сол арқылы ол қолданудың маңызды екендігін көрсетеді (РСА 2006b). RCC жеңіл өндірістік аумақтарда және әуежайларда қызмет көрсету аумағында, тұрақ орындарында және ұшу-қону жолағынан тазартылып отыратын қарды сақтау орындарында, жермен жүру жолдары және перронды жолдарда да нәтижелі қолданылып келеді. алғашқы тапсырыс Канададағы нысандармен, сондай-ақ орман жасау нысандары мен сақтау аумақтарымен байланысты болды (Харрингтон және басқалары 2010).

RCC жол жабындысын порт пен интермодальды контейнерлі терминалдар секілді өндірістік аумақта қолдану, әсіресе қымбат емес бетонды жабынды үлкен аумақтарда құрастыру мүмкін, уақыт ішінде терминалдарда икемділіктің болуын қамтамасыз етеді. Екі негізгі жол жабын-

дысының конструкциясы RCC қолданылады, олар: 1) топырақ негізі, мұнда жоғары берік бетон беткі қабаты ретінде қолданылады және 2) асфальтті сыртқы беті, беріктігі төмен бетон жол жабындысы ретінде қолданылады, ал асфальт қабаты сыртқы бетін жабу үшін қолданылады. RCC Бостон портында, Лос-Анджелес портында сәтті жүзеге асты, сондай-ақ Денвердегі, Колорадо штаты мен Калгари Аьберт провинциясындағы күшті контейнерлерге арналған теміржол жүктерді тасымалдау интермодальды нысанында қолданылды (PCA 2006b).

RCC жабындысы шамамен 200-250 мм (8-10 дюйм) қалыңдықпен шектеледі. PCC қалың жабындылары екі құрылыс көтерілісін қамтиды, бірінші көтергіші екінші көтергішпен сәйкес болады деп қарастырады. Ядроның тест үлгісіндегі RCC жол жабынды жобасы құрылатын болады, олар шектердің арасында біршама байланысты орнатады, олар монолит ретінде қарауды қажет етеді, жиектің ар жағында тығыздау кезінде қолдамаған болып саналады (ACI Комитеті 325 1995: 13-14).

RCC магистралды көшелер мен нысан-аумақ жолдарына да қолданылады. Осы мақсатта 50-75 мм (2-3 дюйма) асфальт төсемі беткі қабатын тегіс ету үшін қолданылуы мүмкін. Мысал ретінде Огайо штаты Колумбус қаласында RCC жол жабындысын асфальтті төсемдермен бірге кеңінен қолданады (Харрингтон және басқалары 2010). PCC жол жабындысының композитті негізі Колумбус құрылысы кезінде 2.10. суретінде көрсетілген.

4 тарауда айтылып кеткендей, жабындыны жабу кезіндегі мәселелер, оның ішінде шұңқырлар, қозғалыс жолағы жол жабындысын өндіруде кері әсерін беруі мүмкін. Егер ол бетон жабындыларынан алшақ қолданса да мәселелер туғызуы мүмкін. 2004 жылы мемлекетаралық жолдарға арналып RCC қашықтық әдісі DOT алғаш рет пайдаланылды. Бұл жоба I-285 тас жолында орналасқан Атланта айналасына PCC ретінде қолданылып, АҚШ тас жолдарының мемлекетаралық жүйесінде алғаш қолдануға ие болды. Ары қарай тараудың тармақшаларында бұл жобаның тематикалық түрде зерттеу жолдары талқыланатын болады (Кім, 2007).

RCC материалдары мен қоспалары

RCC үшін қолданылатын материалдар негізінен қарапайым бетонға қолданылатын материалдар секілді, бірақ оларды түрліше анықтайды.

Материалдар

RCC, қарапайым бетон секілді тұтқыр материалдан, судан, қатты және ұсақ қоспалардан, кейде қосымша қоспалардан тұрады. Ескере

кету керек баяулататын қоспалар RCC үшін көп қолданылмайды. Әдетте RCC ауаны да қамтиды. Ондағы қоспалар тездету мен баяулату үшін қолданылады. RCC-ге арналған материалдар 3 бөлімде Харрингтон және басқа қарастырылады (2010).

Әдетте қарапайым жабынды бетонға қарағанда RCC аз максималды өлшемі бар 16 мен 19 мм (5/8 және 3/4 дюйм) болатын мөлшердегі материал пайдаланылады. Оның бұлай болу себебі аз көлемдегі жабынды сыртқы қабатта тегіс және қатты қабатты жасайды, ал үлкен көлемдегі бетон жабындысы мұндай қасиеті жоқ.

Қосымша цемент материалдары, ұшатын күл немесе цемент қоқыс қарапайым бетон жабындысын төсеуден үшін қолданылады, қосымша цемент материалдары қарапайым бетон үшін ауыстыру мақсатында қолданылады. Ондағы пайыз көрсеткіші жоғары болады. Сол арқылы ол PCC ізіндегі көміртек пен шығынның көлемін азайтады.

Микрокремнезь Қанаданың шығыс бөліктерінде жиі қолданылады, көп жағдайда Квебек қабыршақтануға жол бермейді. Канадада микрокремнезьді цементке жиі қосады (Харрингтон және басқалары 2010: 30).

Қоспалар

RCC қоспалары қарапайым бетоннан айырмашылығы өте көп. Последовательность PCC кейін болатын әрекет өте маңызды болып саналады. Егер қоспа тым құрғақ болса, онда ол жабындыны толығымен тегіс төселмейді. Егер ол тым сулы болса, онда катоктың қысымын ұстап тұруға күші жетпейді. RCC қоспалары 4 бөлімде қарастырылады Харрингтон және басқалары (2010).

Ортақ құрылымы да басты айырмашылық болып табылады. RCC арналған жалпы қоспа қарапайым бетонның қоспасына қарағанда асфальтке төселетін қабаттың қоспасына ұқсас болып келеді. Одан бөлек аз макималды көлемге қосымшаны көп көлемдегі қосымшамен пайдаланады Харрингтон және басқалары (2010: 5-6). Қатты және ұсақ қосымшалармен араластырылған қоспа көлемнің қалыңдығына келетіндей болуы керек немесе 0,45 қисық күшпен 6.1-ге тең етіп көрсетіледі. Кейбір ірі жобаларда қарапайым қоспа үш немесе бірнеше түрлі қосымшалардан тұрады, олар тығыздықтың максималды болуын қамтамасыз етеді.

Бірнеше қатарлы әдіс қоспаларды дозалау кезінде қолданылды, бірақ топырақты тығыз ету әдісі Құрама Штаттарында көп қолданылатын әдістің бірі десе де болады. RCC бағдарламасы журналда Канададағы станцияларды топырақ бетін жақсарту мақсатында қолданылады,

ондағы цемент ең жоғары қоспа деп көрсетілген (PCA 2006c). Кейбір RCC –да қолданылғанқоспа мысалдары 37 беттегі 4.2 кестесінде берілген Харрингтон және басқалары (2010).

А қосымшасында Харрингтон және басқалары (2010) топырақтың тығыз етіп қолданудың бірнеше мысалдарын келтіреді. Ол бірнеше кезеңдерден тұрады:

• ірі және ұсақ толықтыруларға сараптама жасауға негізделген толықтыру көлемін анықтау. Мысалы, ірі 55% және 45% ұсақ қосымша қоспалардан талап етілген көлемдегі қоспаны жасап шығаруға болады.

• орташа жиіліктегі құрамын таңдап, құрғақ салмақ қосымшасын цементке қосып 12% жасауға болады. 2 пайызды пунктің жоғары немесе өменгі құрылымын зерттейді. Мысалы тест партиясының тек қана 10%, 12% және 14% цемент түрі қолданылуы мүмкін.

• әрбір цементтің құрамында модифицирленген әдіс арқылы аумақтың дымқылдығын қамтамасыз етуге болады Proctor (ASTM D1557 2002). Әрбір үш цемент құрамына бес Proctor дымқылдығы 4,5%-дан 8,5%-ға дейінгі ылғалды алады, араларында 1% интервал болады. Далалық жағдайда тығыздықты бақылау үшін құрғақтықтың қалдығын максималды түрде анықтап береді. .

• үш цементті үлгілерді қарастыруды орындау үшін оларды қысу кезінде шегін анықтау керек. Өйткені RCC әдістерінде цилиндр зертханалық жолдармен жасалуы мүмкін емес. Оның орнына діріл балғасы цилиндр дайындау үшін пайдаланылатын болады ASTM C1435 (2008). Бұл әдісте діріл балғасы болат қалыбының ішкі қабаттарына бірнеше үлгі орнату үшін қолданылады.

• дұрыс цемент құрамын таңдау үшін беріктің нәтижесі бойынша график жасалады, содан кейін цементті анықтау үшін аумақ қолданылады, ол қысу кезінде беріктікке сәйкес болады. Ұқсас жағдай 7 МПа (1000 фунтқа шаршы дюйм) (Харрингтон және басқалары 2010: 91-92) болады.

Бұл процедураның бірден-бір мәселесі болып модифицирленген жабынды жақын болуы мүмкін емес, аумақтағы жағдайға келмеуі мүмкін. Амер және басқалары (2004) процедураны жасап шығарды, онда тығыздықтағы негіз айналып отырады, зертханалық үлгілерде асфальттің араласуын жандыру компактілері үшін қолданады. ASTM C1435 процедурасы, операторға тәуелді болатыны белгілі. Бұған қарсы компактор белгілі бір тығыздықтағы үлгілерді орындауға мүмкіндік береді. Дегенмен құрылғы өте қымбат, сол себепті бұл уақытта бірінші кезекте

зерттеу құралы болып қала береді. Дегенмен ірі жобалар үшін қоспаларды дайындау маңызды болуы мүмкін.

RKC инженерлік қасиеттері

RCC инженерлік қасиеттері 3 тарауда талқыланады Харрингтон және басқалары (2010). Көп жағдайда қасиеттері бірдей болып келеді немесе кей жағдайларда қарапайым бетонға тән қасиеттен асып түседі.

Ию кезіндегі беріктіктің шегі

Бұл кітапта талқыға салынатын жобалау процедурасы ию кезіндегі бетон беріктігін анықтауға негізделеді. Дегенмен де жаяужолда жабындыдан бөліп алу немесе арқалық жасауға қарағанда жаяужолда RCC цилиндрін жасау немесе дөңгелек өзекшені бөліп алу әлдеқайда оңай. Осылайша ию кезінде конструкцияның беріктікке байланысты болса да, ол сапаны бақылау мен қоспаларды қосуға емес, керісінше қысымға байланысты берік болады.

АС диапазонына арналған беріктікті қысу арқылы көрсету 28-ден 41 МПа-ға (4000-6000 фунтқа шаршы дюйм) келеді, бірақ ол одан да қатты болуы мүмкін (Харрингтон және басқалары 2010: 22). Қарапайым бетон үшін цилиндр беріктігі қоспаның пропорция болуына тәуелді. Дегенмен де RCC үшін күш қоспаға қосымша пропорцияларды тығыздау деңгейіне тәуелді болады. Осылайша RCC қоспасындағы күшпен оның тығыз бола түсуіне байланысты өзгеріп отыруы мүмкін. Нәтижесінде зертханалық зерттеулердегі цилиндрді діріл балғасының көмегімен тығыз етіп жасау қысымды білдірмейді.

RCC тән қасиеті көп жағдайда ірі жобаларға тест-сызығының көмегімен анықталуы мүмкін. Тест-сызығы шынайы жобада қолданылатын қоспа мен оның құралдары, дәл сол материалдардан құрастырылады, сол арқылы құрылыс тәсілдерінің өндіру мен толтыру кезінде дұрыс болуын қамтамасыз етеді. Одан кейін үлгілерді беріктік пен қысу арқылы тексереді. Бұл әдіс беріктікті июмен тексеруге қарағанда әлдеқайда қиын болып көрінуі мүмкін.

RCC ию кезіндегі беріктіктің шегі RCC 3,5-тен 7 МПа-ға дейін (500-1000 фунтқа шаршы дюйм) айтарлықтай жоғары болып келеді. Ірі жобалар үшін екі әдісті де қолдана беруге болады және оларды ию кезінде беріктікті тексеріс арасында нақты жобалау үшін жасалады (Харрингтон және басқалары 2010: 22). Амер және басқалары (2003) Алабама штатында жол жабындысының өндірістік жобалау үшін оның беріктігі мен қысу арқылы материалдың қаншалықты төзімді екендігін зерттеді.

Ондағы күш сол облыстағы жеткен тығыздыққа байланысты болды. RCC тығыздығы 2340-ден 2510 кг/м3-ке (146-157 ПФУ) дейін құрады. Осыған сәйкес беріктіктің шегі қысу кезінде 20-ден 55 МПа-ға (3000-8000 фунтқа шаршы дюйм) дейінгі диапазонды қамтыды. Бетоннның беріктігі бөлуіде 2-ден 5,5 МПа-ға (300 фунтқа шаршы дюйм және 800) құрады. Созу кезіндегі қысу ию кезіндегі беріктіктің шегінен әлдеқайда төмен болды.

Беріктік модулі мен ескірудің белгілері

Бұл кітапта талқыға салынатын жобалау процедурасында бетонның беріктік модулі мен істен шығудағы ескіру белгілері жиі қолданылатын болады. Өкінішке орай оларға арналған RCC туралы ақпарат өте аз. Нәтижесінде қарапайым бетонға қолданылатын заттар осы түрдегі бетондарға да қолданыла береді (Харрингтон мен бірлескен автор 2010. 23).

Тігінен транспорттарға жабысулық беріктігі

Құрылғы түріне байланысты PCC қалыңдығы В зависимости от типа оборудования, 250-300 мм-ге (10-12 дюйм) дейін шектеулі болады, сол арқылы барлық жабынды қалыңдығына нығыздауды қамтамсыз етеді. Кейбір сыртқы порт секілді, ауыр өндірістік жабындылар үшін қалың жабындылар қажет етіледі. Егер жоғары қабаты төменгі қабаттан 1 с аралығында болса, араларында байланыс жақсы бола түседі деп күтіледі. Шын мәнісінде жапсарлардың арасын шығарылған ядродан ажырату қиын болады. Ыстық ауа райы кезінде қабаттардың арасындағы интервал бірнеше есеге кішірейтілген болуы керек (Харрингтон және басқалары. 2010: 23).

Аязға, еру кезінде және қабыршақтану кезіндегі тұрақтылықты сақтауы

Қарапайым бетон ауаның әрекет етуінен зақымдану мен қабыршақтануға, аязға/еруге қатысты тұрақты болып келеді. RCC-ден де ауаны шығару қиын болады, көптеген алдыңғы жобаларда солтүстіктің климат жағдайларына байланысты ауаны өткізбеу қарастырылған болатын. Рэгэн (1991) RCC-ден ауаны қалай сорып алу туралы зерттеулер жүргізді. Пиготт (1999) Құрама Штаттары мен Канададағы 34 жол жабындыларын зерттеді, жол жабындысының 3-20 жылдық қызмет көрсетуінен кейін аязға қату мен еру кезіндегі бұзылған аумақтардың санын бақылап отырды. Делэйтт пен Стори (2005) PCC қоспаларының бірнеше түрін лабороторияда зерттеді, олардың айтуынша климаты нашар

жерлерде еру мен қату кезінде ASTM C666 цементі (2008) өзінің берік болатынын көрсетті.

Квебекте микрокремнезь көбіне қабыршақтануға қарсы қолданылады. Толығымен алғанда PCC жабындысы қату/еру кезінде, сондай-ақ қабыршақтану кезінде жоғары деңгейде тұрақтылықты сақтап, құрылымның қатты әрі берік екендігін жабындыны толтыру кезінде дәлелдеді. Тағы маңызды нәрсе ол жарықшақ пайда болмауы үшін дыбысты толықтыратын өнімді қосу. Зерттеу көрсеткендей, небары көпіршік ауа 1,5% -дан аязға төзімділікті жақсартуға болады, ал ASTM C1262 аязға қарсы әрекетте бағалауда PCC қолданылуы мүмкін (Service d'сараптама EN MATÉRIAUX Инс. 2004: II).

Отыру

Ашық жабық жапсарлардың суммасы бетонның отыруына тәуелді болады. Өйткені RCC төменгі/цементтелген су тартқыш материалды және судың аз мөлшердегі болуын қамтиды, қарапайым бетонға қарағанда қысылуы аз байқалады. Осылайша RCC-да сызаттар аз, ал қарапайым бетонда сызаттар мен жапсарлар байқалатын болады, олар өзара тығыз әрі беріктікті қамтамасыз етеді (Харрингтон және басқалары 2010: 26). Осы себептермен кейбір RCC белдіктері барлық тақталардағы жапсарларда қолданылмайды, сызаттардың өздігінен жабылуына мүмкіндік береді. Басқа жағынан алып қарайтын болсақ, жапсарларды қиюда қолданылады, сол арқылы сызаттағы сыртқы түрі мен енін бақылауға мүмкіндік береді. Егер жапсарлар сызаттарды бақылау үшін қолданылатын болса, онда жапсарлардың арасы 6-9 м-ді (20-30 фут) құрайды (Харрингтон және басқалары 2010: 56-57).

RCC жабындысын жобалау

Портландцемент қауымдастығы (PCA 1987) мен АҚШ-тың инженерлік армия корпусы RCC жабындысының дизайн картасын жасап шығарды, олар ACI 325.10R-де (ACI Комитеті 325 1995: 12-15) орындалды. Харрингтон және басқаллары. (2010: 44-51) бұл процедураларды дизайн мысалдарымен бірге талқылауды қарастырады.

Өйткені RCC инженерлік қасиеті қарапайым бетонға арналған қасиеті бар, RCC жабындысын 11 және 14 тарауларда суреттегендей бірікпеген, арматураланбаған жабындыларды қолдану әдістерімен жобалауға болады. Жеңіл жүкке арналған жабынды, көшелер мен белгіленген тоқтау орындарындағы жолдарға немесе StreetPave 12 бағдарламамен қамтамасыз ету немесе 11 тараудағы жапсарларды бітеуге арналған жобалау кестесі осыған сәйкес келеді.

Ұқсас кестелерді ACI Комитеті 325 (2002) мен ACI Комитеті 330 (2008), сондай-ақ 5 тарауда Харрингтон және басқалардың әдістерімен ұсынады. (2010). Егер асфальтті қабаты тегістік үшін қолданылатын болса, жол төсемдеріне арналған жобалау кезінде консервативті түрде елемеуге болады. асфальт қабаты композитті жабынды құрылымына көп келе бермейді. PCA (2009) пайымдауынша, кей жағдайда RCC қалыңдығы 13 мм-ге (½ дюйм) кішіреюі мүмкін, асфальтті төсеу үшін 38 мм (1 ½ дюйм) немесе 25 мм (1 дюйм) асфальтті төсем үшін 64 мм-ге (2 ½ дюйма) дейін кішіреюі мүмкін. Кейбір қисық дизайн жер қабатына төселетін сазға арналған. Құжатта олар тек мысал келтіру үшін ғана белгіленеді, өндіру кезінде қолданыла алмайды (PCA 2009). РКС жабындысының қалыңдығын анықтау үшін қабаттағы беріктік теориясын қолдануға болады, онда асфальтке төселетін қабаты ескеріліп, мұқият болуды талап етеді.

RCC жабынды конструкциясы

RCC құрылысының жабындысы бетонды жол жабындысының төсеміне қарағанда асфальт жабындысын еске түсіреді.

Өндіріс материалы

RCC жол жабындысын алудың екі негізгі әдісі бар. RCC қарапайым сериялық зауыттан алынуы мүмкін, ол жобаға транзитті миксермен әкелінуі мүмкін (жүк автокөліктері дайын қоспалармен). Екінші әдісте қоспалар секілді тоқтаусыз ағымдағы материалдырды жасау мақсатында қолданылады. Тоқтаусыз ағымдағы қоспалар өндірушілігі жоғары және ірі жобаларға арналған құрылыста жылдамдықты үдете түседі.

Қоспалар стационарлы немесе портативті болуы мүмкін. Мысалы Огайо штаты, Колумбус қаласындағы жеткізушілер барлық аудандар бойынша RCC жобалауға қолданатын қоспаны орталықта қоспа орны бар. Басқа жеткізушілер портативті қоспаларына ие және нақты бір жоба үшін бір орында орналастыруы мүмкін. Ереже бойынша ірі жоба, оның ішінде порт, интермодальды жобалар немесе ірі жобалар қоспалардың жасалуына көп болуына жағдай жасар еді. Көп жағдайда қоспалар жүкті өзі түсіретінде қолданылады, кейін оларды асфаль төсеуші РКС-ке тастайды.

Қарапайым бетон мен жеткізушілер кішкене жобаларды жасау кезінде қолданылуы мүмкін. Соған сәйкес өнімділік те төмен деңгейде болады. RCC жобасының зауытта байланыстыру атанақты транзитті автобетон аралластырушыға жүктейді, содан кейін ол араластыру үдерісімен тоқтайды. Транзитті араластырушы көліктер тек қана 50-60%-ға

қоспаларды қауқары жетеді, өйткені қатты қоспаның салдарынан жүк көлігінің көлемі аз болады. Транзитті қоспа араластырушылар жобалау кезінде тасымалдауға қолданылуы мүмкін. RCC материалдарын өндіру 6 тарауда қарастырылады Харрингтон және басқалары (2010). Қолданылатын қоспа түріне қарамастан агрегатты дұрыстап өңдеу өте маңызды, сол арқылы қабаттың қайталануын болдырмайды, сондай-ақ дымқылды бақылап отырады, нәтижесінде PCC консистенциясын қамтамасыз етеді.

«Қандай әдіс қолданылмасын RCC-ге белсенді түрде қоспандағы судың аз мөлшерін анықтау мақсатында тең дәрежеде бөлінген. Өзінің нөлдік төмендеуі салдарынан және пастаның төменгі құрамы RCC құрамынан берік материалды алу барлық қоспаларды араластыру арқылы байқалатын болады. Жақсы араластырылған RCC дымқыл болып көрінеді» (PCA 2006c: 6).

Тағы да бір маңызды элемент асфальт төсеушінің бетонды төсеу кезіндегі жұмысының жылдамдығымен сәйкес болуы. «Айта кету керек, RCC өндірудегі қарқындылық аумақтағы құрылыстың жылдамдығымен жаяу жүргіншінің жаяжолда жүретін жыламдығымен бірдей етіп зауытта әзірленеді, PCC басты міндеті жаяужолды мейлінше салалы өнім етіп шығару, егер өндіріс құрылысқа сәйкес болмаса, онда жаяужол техникасы беткі қабаттатың кедір-бұдыр болуына, тығыздықтың дұрыс орын алмауына және қозғалуға мүмкіндіктің аз болуына әкеліп соғады. (PCA 2006c: 7).

Негізгі және топырақ қабатын дайындау

Құрылымдық қолдау тұрғысынан PCC жол жабындысына қойылатын талаптар қарапайым бетон жабындысына қойылатын талаптарға қарағанда қатаң болып келеді. Дегенмен РКС жаяужолдары каток үшін қатты базаның болуын қажет етеді, сол арқылы материалдың тығыз болуына қол жеткізеді. Нәтижесінде жер жабындысы мен PCC жабындысын база астына қатысты талаптар оның тұрақтылығымен анықталатын болады. Түйіршіктелген немесе қайта өңдеуден өткен база асты жабындылары да қолданылуы мүмкін. Нақты талаптар Харрингтон және басқалары (2010: 68) талқыланады.

Белдіктің жабындысы

RCC қарапайым немесе жоғары қабатты құралдармен араласады. Қарапайым асфальт төсеуші RCC жабындысын төсеуі керек, ең құрығанда 80% эталонды жабынды дымқыл күйінде болуы керек. Қарапайым төсеуші тығыздау кезіне дейін және кейін PCC қалыңдығының

10-25% аралығындағы айырмашылығын біледі. Қарапайым көліктер үшін ұсынылатын қалыңдық 150 м (6 дюйм) құрайды және 250 мм (10 дюйм) жабындының жоғары болуы кезінде байқалады. Тест жолағы материалды өндіру кезінде және тығыздықты жасауда пайдалы болуы мүмкін (Харрингтон және басқалары 2010: 68-70).

Жіктер

RCC әдетте орналасқаннан кейін 10 тонналы екі атанақпен діріл катогымен және резиналы шиналармен, доңғалақшамен нығыздалады. Төрттен алтыға дейінгі шығысты қажет етуі мүмкін. Айналымнан кейінгі тығыздығы 98%-ды құрайды (Харрингтона және басқалары 2010: 73-74). Қатты базаны неме жер бетін RCC жабындысымен тығыз ету керек. Тестілеу жолағы тығыздау үшін қанша жолақ қабаттарын жасау керектігі туралы анықтап бере алады. RCC тығыз ету тығыздық тетіктерін пайдалану арқылы бақыланады.

Бетонды қадағалау

PCC жол жабындысы кезінде түрлі типтегі қоспалар бір-бірімен байланысады. Оның ішіне құрылыс жапсарлары, салқын жапсарлар, оқшауланған немесе деформацияланған жапсарларды жатқызуға болады. Жапсарлардың тығыз орналасуы нашар болуы жол жабындысының алдын ала нашарлауын білдіреді (RCC Харрингтона және басқалары 2010, 74-81).

Конструкцияланған жапсарлар көршілес жолдардың арасында орналасады. Жақсы жасалған жапсар бірінші жолақ жасалғаннан кейін екінші жол 60 мин ішінде төселгеннен кейін ғана қалыпқа келеді. Екі жолақты бірдей тығыздайды. Егер екі көршілес жолдардың арасы 60 минутты құраса, ал RCC қатайып кетсе, онда оны тігінен төсеу керек. Содан кейін жаңа жолақ тігіненге қарама-қарсы орындалуы керек. Қажет болған жағдайда орнықтыру мен қалыптастыру арқылы толығымен жол жолағын тығыздауға болады. Жапсарлар айналымның болғанын талап етеді, сол арқылы жол жабындысыны мен тығыздау кезіндегі зақымданудан қорғайды. Қалай дұрыс құру мен байланысты қамтамасыз ету туралы Харрингтон және басқалары (2010: 74-76), сондай-ақ ACI Комитеті 325 (1995) айтылған.

Абайсызда пайда болатын сызаттарды бақылауға арналған жапсарларды құру кезіндегі қажеттілік туралы полемика бар. RCC алғашқы жабындымен жабу кезінде ешқадай жапсарлар мен сызаттар болған емес, ол кейіннен пайда болды. Мұндай әдістерде үлкен сызаттарды бір-біріне 6-18 м (20-60 фут) орналасқан жабындыдағы сызаттардың

үлгісін әкеледі. Кейбір қожайындар жабынды үшін жалпы ортақ үлгінің болғанын қалайды. Жапсарлар қарапайым жол жабындыларына арналып жасалатын процедурасында да қолданылады. Қиылудың қарапайым түрлері де қолданылуы мүмкін. Жапсарлар арасындағы қарапайым арақашықтық 6 м-ді (20 фут) жабынды қалыңдығына 200 мм-ді (8 дюйм) қамтиды, не болмаса бір-бірінен алшақта қалың жабынды үшін алыс қашықтықта қолданылуы мүмкін. Әдетте жапсарлардың қиылуы қайта жасалмайды (Харрингтон және басқалары 2010: 78-81).

Қарапайым жол жабындыларындағыдай оқшауланған жапсарларды РСС жол жабындысына қолдану керек, өйткені ол стационарлы сыртта ғимараттар мен люктерді қамтиды. Оқшауланған жапсарлардың опырылуын алдын алу үшін жапсардан қашықтықтағы жабынды қалыңдығы 2-3 м (6-8 фут) болуы мүмкін (Харрингтон және басқалары 2010: 81). Оқшауланған жапсарлар қарапайым бетон жаындыларына қарағанда RCC жабындысы үшін маңызды фактордың бірі болуы мүмкін. Бұл ауа райына да байланысты болады, RCC жабындылары ыстық кезде оқшауланған жапсарлар қарастырылмаған болса қысылу мен өсу қаупі бар.

Техникалық күтім

RCC түріндені жабындыға техникалық күтім жасау өте маңызды. егер сыртқы беті құрғайтын болса, онда қабыршақтану, тозаңдану, тегіс болмауы мүмкін, RCC-нің арнайы суды жіберетін каналдары жоқ, сол себепті де қарапайым бетонға қарағанда құрғауға икемді болып келеді. Кең таралған әдістің бірі ақ мембранамен қатайту болып саналады. RCC қабыршаққа ұқсас, ашық қабаты бар болғандықтан 1,5-2 есе қалыпты норма шығыны қосу кезінде қолданылу керек (Харрингтон және басқалары 2010: 81-82).

RCC суды шашу арқылы да өңделуі мүмкін. Бірақ бұл мәселе туғызады. Бұл әдіс көп мөлшердегі суды пайдалануды қажет етеді, жаяужолдың беткі қабатын қамтамасыз ету үшін 7 күн бойына ылғалдылықты сақтап отыру керек. Бұл ыссы және құрғақ ауа райы кезінде ең қиын әдістердің бірі. Өйткені бұл жағдайда су тез кеуіп кетеді. Бұл әдісте су бүрккіш ауыр жүк көліктері пайдаланылады (Харрингтон және басқалары 2010: 82). Осылайша қаттылауды қолдану дұрыс шешім.

RCC беткі қабаты

RCC жабындысын қолдану кезіндегі күрестің бірі текстура, тегістік және сыртқы беті болып табылады. Төменгі жылдамдықта қолдану үшін оның төмен бағасы сыртқы бетіне қарағанда маңызды болатыны

сөзсіз. Өйткені осы арқылы қол жетімділікке ие болуға болады. Тұрақ орындарында әскери базадағы танкттерге, сыртқы порт ғимараттарына RCC қолдану мәселенің бірі болуы мүмкін. Бірақ сыртқы түрі қожайынға ұнайтын не ұнамайтының анықтап ескеру керек.

Тегіс беткі қабат үшін жабындыны төсеуде жұқа асфальттеген қабатты қолданып келген. Оның қалыңдығы 50 мм-ден (2 дюйм) кем емес. Басқа балама әдіс жақында өңделіп шыққан, бұл алмазды жағу кезінде тегіс қабатты алу. Оңтүстік Каролинаның транспорт департаменті асфальтті жабындының түбіндегіні алып тастап орнына RCC 250 мм (10 дюйма) жол жабындысын тегістікті алу үшін қолданды. Жоба 23000 м2-ден (27500 дюйм2) тұрды, төрт жолақты тас жолда орташа алғанда 6000 автокөлік қозғалысын көтере алады. RCC жабындысын орналастырғаннан кейін сыртқы қабатын тегіс ету үшін өнделді, сондай-ақ сырғанауға қарсы әдіспен жақсартылып жасалды.

Жабындардың пайдалану сапасы

РССжабындысын қолдану аясы кеңейгендіктен ұзақ уақыт бойына қалай қызмет ететіні туралы сұрақтар туындады. 1999 жылы Пиготт пайымдауынша РСС жабындысы 100 рет құрылса да Солтүстік Америкада 24 жыл ішінде қайта құрылып отырды, олардың қызметі туралы ақпарат өте аз. Пиготт 34 жобамен Құрама Штаттары мен Канадада қарастырып, зерттеген болатын, олардың ішінде 18-іне толық есеп беру баяндамасын дайындаған. Ол 1978 жылы құрылған Британдық Колумбия, Ванкувердегі бөрене таситын аумақтан 1995 жылы құрылған көше жобасына дейінгі зерттеулерде айырмашылықтар түрліше болды. Осылайша 4-тен 21 жылға дейін баяндамада көрсетілген. Сапасына қатысты критерий сыртқы бетіндегі текстураға, оның жағдайына, жапсарларға, жапсарларға түсетін салмаққа, сыртқы қабатының тегістігіне, қатыру/еру және қабыршақтануға қарсы әрекетімен бағаланды Пиготт 1999).

RCC жол жабындысының сапасы құрылыс жұмысымен қарастырсақ сыртқы қабатының тегістігі мен ұзақ мерзімділігі әлдеқалай жақсара түскен, өйткені бірінші жобалау 1970 жылдары құрылған болатын. RCC жабындысын тығыздау мен орналастыруға қатысты асфальт төсеушілерінің жасаған әреекеттері маңызды факторлардың біріне айналды. Бұрынғы кезде зерттелген жабындының конструкциясының бұзылуы туралы мәліметтер аз (Пиготт 1999: 17).

Сыртқы бетінің текстурасы мен жағдайы

«RCC белдігі тығыз бола түскен кезде және қайта өнделіп жатқан кезде сыртқы бетінде жұқа қабат пайда болады» (Пиготт 1999: 5). Қозға-

лыс пен ауа райы жағдайы 2-3 жыл ішіндегі қызметте тамаша материалдың кейбір бөліктерін бұзады, бірақ содан кейін жағдай тұрақтанады, ары қарай кемірілуіне жол бермейді. Тәжірибенің нашар болуы салдарынан сыртқы қабаты әлсіз әоі көп жағдайда атмосферамен әрекеттесіп бұзылуы да ғажап емес.

Кейбір ескі өндірістік жабындылар үшін беткі қабатында эрозияның пайда болғандығын Пиготт байқады, а в некоторых случаях на глубине 8 мм (3/8 дюйм). Сол жобалар үшін ірі агрегаттар диапазоны 20-25 мм (¾-1) қолданылған болатын. Тәжірибеде көрсеткендей ірі жабдықтаулар өте аз. Одан бөлек транспорт құралдарының жүгі сол жол жабындыларына өте ауыр болған (Пиготт 1999: 5). Көп жағдайда тәжірибе көрсеткендей сыртқы қабат үшін сыртқы текстураны жақсарту керек болуы мүмкін.

Жапсарлар мен сызаттар

RCC алғашқы белдік жапсарларсыз орналастырылған, сол себепті сызаттардың отыруы мен жапсарардың конструкциясы есептеу арқылы бағаланды. Жапсарлар арасындағы арақашықтық әр түрлі болды және 20 м-ден (65 фут) ұзын болмады, бірақ кейбір жобаларда сызаттар 4 м-ге (13 фут) дейін жеткен. Сызаттардың ені түрліше болды, шамамен 6 мм-ге (¼ дюйм) дейін байқалды. Сызаттар қатты байқалмағандықтан мәселені туғызбады. Оларға қатысты қайта жасаудың еш қажеті болмады, өйткені олар бір-бірімен тығыз қалпын сақтап қала берді. Жапсарлардың төрт жабындысы да бағаланды. Қиылған тұстарының арақашықтығы бір-бірінен 6-9 м (20-30 фут) болды, толығымен дерлік сызаттармен араласып байқалмай кетті. Дегенмен кейбіреуі байқалды, герметиксіз қиылғандары тамаша орындалған (Пиготт 1999: 8-12).

RCC жабындысы қойылған асфальтте RCC сызаттары қатар-қатар көрініп тұрды. Егер бірнеше аптаға немесе айға қою тәсілі тұралап қалса, онда сызаттардың беткі қабаты жіңішке болады (Пиготт 1999: 9). Егер асфальт төсеуде беткі сызаттар араласып кетсе немесе РСС жол жабындысы ретінде жапсар қиылатын болса, онда сызат байқала түседі, өйткені жаяужол мен бірге сызат арқылы ұстап тұрудың еш әдісі жоқ.

«Пиготт бақылауы бойынша сызаттар жаяужол араларын байланыстыратын жолдардан көруге болады дейді. Ең нашар көрінетін сызаттар жапсарлардың салқын кезде, ал кейбіреулері су басу кезінен пайда болған (Пиготт 1999: 10). Бұл мәселелер біртұтас конструкцияны орындау кезінде назар салуды қажет етеді. Біртұтас конструкцияға қажетті деңгейде тығыз орналастырмаудың салдарынан ауа райы жағдайы мен жол қозғалысы материалдың бұзылуына әкеліп соғады. Сол жерді қай-

та қарау қажет болады» (Пиготт 1999: 17).

Жікке түсетін жүк

Пиготт жапсар мен сызаттардың жоқ болғанына таңғалысын жасырмады. Тек қана 18 жобаның ішінде біреуі ғана аз ғана өзгерістің бар екендігін көрсетті. Ондағы басты дәлел ретінде зерттеліп жатқан жобадағы материалдың сыртқы қабаты жалпы жоба жүгіне сәйкес бола түсті, дегенмен олардың ішіде кейбіреуі бірнеше жыл бойында еш өзгерісссіз қолданыла берді, қазіргі кезде олардан өзгеріс табылмады (Пиготт 1999: 12). Бұған бірден бір себеп RCC жаяужол жапсарлары мен сызаттары тығыз болып қала береді және жүкті көтеруде бірыңғай қалыпты сақтап отырады, бірақ ол қозғалыс жылдамдығының төмен болуына да байланысты, сонымен қатар бастапқы базада сапасы жақсы қоспалар пайдаланудан да болуы мүмкін.

Сыртқы бетінің тегіс болуы

Алдыңғы тарауларда айтып кеткендей PCC жабындыларының сыртқы қабатының тегіс болуы жоғары жылдамдықтағы қозғалысқа қажет болып саналады. Өндірістік төменгі жыдамдықтағы қозғалыс үшін оның еш мәні жоқ. Пиготт зерттеуінде топырақ араласқан RCC-нің үш жол жабындысы бағаланды. Олар жол жабындыларымен бірге жоғары тығыздықта құрастырылған, өндіру трафигіне сәйкес шамамен сағатына 50 км (сағатына 30 миль) (Пиготт 1999: 14) оның үстімен жүру кезінде сапасы жақсы болып шықты.

Қатыру/еріту және RCC-тің антиақшылдану

RCC жабындысы портландцемент жеткілікті түрде қамтылған, жақсы араласқан және тығыздалып қатты бол түскен жабынды қатыру мен еріту, ақшылдануға қарсы тұзы және қолдануда тұрақты болады. Кей жағдайда сыртқы тығыздану немесе асфальт төсемдері қалыпты қозғалыстың арқасында ысылды, RCC беткі қабаты бүлінбеген күйде қалады (Пиготт 1999: 15).

Құрама Штаттары мен Канаданың аймақтарында PCC жол жабындылары қату мен еруден зақымдануы туралы дәлелдер өте аз.

«PCC жол жабындыларының ашық аумақтарында қолданылуы қабыршақ белгісі байқалмайды» (Пиготт 1999: 16).

RCC жабындысының тематикалық зеттеуі

RCC жабындысын өндірісте қолдану аясы өсіп жатыр, өйткені осы жабындылар құрылысқа бастапқы шығыны төмен және техникалық қызмет көрсетуге жұмсалатын шығыны төмен болып келеді (ACI Комитеті 325 1995). Құрама Штаттарының оңтүстік шығыс бөлігінде, қосымшаларға Теннессидегі Сатурн және Алабамадағы Honda және Mercedes қосты (Делэйтт және басқалары 2003). RCC жабындысының 400 мм (16 дюйм) екі қабаты 2006 жылы Вирджиния штатында Норфолк порты үшін салынды, PCA Интернетте жобалардың тізімін қолдайды: (http://www.cement.org/pavements/pv_rcc_projects.asp~~HEAD=dobj).

Georgia I-285 беткі қабатына қашықтығы бар реконструкция жобасы

I-285 Атлант айналасында орташа жылдық күн сайынғы трафикпен 140000 жүк көліктері үлкен көлемдегі жүк көліктерімен өтеді. Беткі қабатындағы қашықтық жабындысы 150 мм (6 дюйм) және 200 мм (8 дюйм) қиысу қалыңдығында құрастырылған болатын. Қашықтықтың ені 3-тен 4,3 м-ге (10-14 фут) дейін түрліше құбылып тұрды. Жалпы ұзындығы жобада 27,8 км (17,3 миль) құрады. Бұл қашықтық трафикке кішкене залал тигіетіндей болып көрінді. Бағасы шамамен 10% жоғары, және бірнеше қайтара қабатты төсеуді талап етті (Кім 2007).

Орташа алғанда демалыс күніне 2,4 км (1,5 миль) құрастырылуы мүмкін. Асфальт төсегіш жобаны пайдалану арқылы жоғары тығыздықты қолданып, дымқыл жағдайда 98% максималды тығыздыққа қол жеткізді. 256 м (840 фут) аумаққа бір қашықтықты жасау керек, ол құрылыстан кейін ауыстырылатын болады. Орташа бастапқы беріктік 4-күндік тексерісте 20,7 МПа (3000 фунтқа шаршы дюйм) құрайды, орташа алғанда 28-күндік беріктікті 28,3 МПа (4100 фунтқа шаршы дюйм) көруге болады. Зерттеу жұмыстары 9 айдан кейін тексерілген болатын, жол жабындысының қызметі тамаша жағдайда, зерттеушілер күткендей жіңішке сызаттары ғана байқалды (Кім 2007). RCC арақашықтығында топырақ қала берді.

Норфолкте RCC халықаралық сыртқы ғимараттарда порт терминалын кеңейту

Вирджиния штаты Норфолкте халықаралық терминалды Вирджиния RCC-ті контейнерде және Норфолк облысында қайта өндіруге арнайы таңдап алынды. Порт көлемі жағынан екінші орынды алады, Құрама Штаттарының шығыс жағалауына сыйымдылығы үлкен порт, әлдеде кеңейтуді талап етеді. Бастапқы кеңейту жұмыстары 10,5 гек-

тарды (26 акр) жол жабындысы 420 мм (16,5 дюйма) қамтыды, жалпы күрделілігі 43,800 м3 (57300) ярд3 бетонды құрады. Бағалауынша, асфальтөсеушінің асфальтқа, қарапайым бетонға немесе бетон жабындыларына қарағанда RCC арзан (PCA 2006b).

Ауыр алмалы-салмалы құрылғыларының дөңгелектік жүк салмағы бір дөңгелекке 133-266 кН (30.000-60.000 фунт. Үнемі дамылсыз дәл сол жолдармен саяхаттайтын ауыр дөңгелектің жүк салмағы асфальтқа үлкен әсер бере отырып бұзады. Жол жүрісінің жүктемесін көтеру мақсатында РКС төзімділік деңгейімен 3,1 МПа бүгілісте (1 шаршы дюймға 450 фунт) және 17,2 МПа сығылыста (1 шаршы дюймға 2500 фунт) төзімділік деңгейімен 7 күнге есептелініп алынды.

Жол жабынының қалыңдығына байланысты, екі қабатпен RCC төсеу қажет болды. Екінші қабат бірінші қатармен бірігуі үшін, бірінші қабат төселгеннен соң бір сағат ішінде орналастырылып болуы қажет еді. 7 күндік зерттеу нәтижесі бөлім шекараларының жақсы біріккендігін көрсетті. Толтырылған жабын судан тазартылады, содан соң, болашақта негізгі жер қыртысын түрліше реттеу мақсатында жөндеуді қамтамасыз ету үшін асфальт төсемесінен бұрын 75 мм (3 дюйм) аралықта битумды байланыстырушы қабатпен герметизацияланады

16 тарау
16 Ауысымдар және CRCP арматуралау

Бетонды жол жабындарының көпшілігіJPCP материалынан жасалған, және де темір арқау қолданысын қажет етпейді. Дюбельдер қозғалысқа мүмкіндік берген кезде, тоқтам салу күшіне төтеп беру үшін, алдағы уақытта жол жабынын күшейтудің еш қажеттілігі болмайды. Тіпті JPCP материалымен бірге де, арнайы конструкциялар мен детализациялау бетон жабындары мен өткелдер және көпірлер мен басқа да құрылыстар үшін қажет.

CRCP нығаюы мен өткелдер, бөлшектер қозғалысқа байланысты. Егер де қозғалысқа рұқсат берілген жағдайда, жіктемелер нақты және олар оңай ашылып, жабылатындай етіп ұстаттырылуы қажет. Егер де қозғалыс тоқтатылған жағдайда, үдемелі күшке төтеп бере алатындай етіп, қажетті түрде арматураландырылып, зәкірлі косылуын қамтамасыз ету қажет. Бұл бөлімде CRCP арматуралары және арнайы бөлшектері үшін жобалау әдістері қарастырылады. Олар екеуінің талаптарының ұқсастықтары болғандықтан бірге қарастылылады.

.

Ауысулар

Ауысулар бетон жабындарының көпірлерге немесе асфальт жабындармен шектесетін жерлердің бәріне қажет. Қажетті оқшаулау қарастырылмаған жағдайда, бетон жол жабындарының кеңейтілімі мен сығылысуы біраз күшті талап етуі мүмкін.

Топсалы жабындар (JPCP и JRCP) сәйкесінше ауысудың қарапайым бөлшектерін талап етеді. Сызаттардың бой алмауы үшін жаяужолды бекіту қажет болғанда CRCPарнайы бөлшектерді қолдануды талап етеді. Кейбір ауысу кезеңінің арнайы бөлшектері төсеме үшін дайындалған болатын, алайда ол 22 бөлімде талқыланады.

Берк (2004a, 2004b) көпірлер мен буындасқан бетон жабындарының арасында температуралық жіктемелердің маңыздылығын қамтамасыз етеді. Жол жабынының ұзындығы/қысымы уақыт ұзақтығымен анықталады, сығылмайтын материалдар жайылуы мен сығылуына байланысты жіктемелерге еніп, жіктемелерге толық жабылмауына мүмкін емес етеді. Осылайша, жол жабыны ұзарады. Бұл бетон жабынның үрілуі немесе көпір тіреулерінің зақымдалуына әкеп соқтыруы мүмкін. Бұл зақымдалу жол құрылысы аяқталғанына 10-20 жыл өткеннен соң орын алуы мүмкін.

Үш тематикалық зерттеу нақтылы талқыланады. Әр жағдайда кеңейтіліп жатқан жабын аралық өзгеру жіктемелерін көпір деңгейінде жаба-

ды. 24 фут × 9 в. (8,2 м × 230 мм) аралығында, осындай қысым жалпы бойлау күшіне яғни 1300 тонна (1200 т) және одан да 25 есе артық күшке, яғни әдетте көпір тіреуін жобалау кезінде пайымдалатын күшке әкеп соқтыруы мүмкін (Берк 2004a: 57).

Өкінішке орай, инжерлер де дизайнерлер де бұл құбылыстан арыла алмайды. Зақымданулардың алдын алу мақсатында, Берк AASHTO көпірінің сипаттамасына қосымша: «қысымды түсіру үшін көпірлерге тиімді және ұзақ мерзімге төзімді жіктемелермен қамтамасыз етілуі қажет» енгізуді ұсынды. Басқа жағдайда, қысымды түсіру үшін көпірлерге торапсыз жанасулар құрылады, тұрақты бойлаған күшке яғни осындай жол жабынын ұстатуда туындайтын күшке төтеп беру үшін конструкцияланады» (Burke 2004b: 89). Дегенмен, егер де көпір салынған жағдайда, немесе көпір инженері қажетті жіктемені өңдемеген жағдайда, жол жабынын жобалаушы осы мәселені шешіп, байланысты орнату қажет.

Бетон жабындары мен көпір арасындағы ауысулар

Компенсаторлар қарастырылмаған жағдайда, бетон жабындарының кеңеюі айтарлықтай сығылысу күшіне әкеп соқтыруы мүмкін. Бұл күш көпір құрылысында есепке алынбайды және алып апатқа ұшырау қаупін туғызады.

Тақталар көпірге жанасып жатқан жабын үшін қолданылуы мүмкін. Иодер мен Витсак (1975: 618-619) көпірлер үшін 6,1 метрлік (20 фут) арқауланған тақталарды қолдануды ұсынды. Тақтаның бір шеті көпірге тиіп тұрады да, екінші шеті грунт/жер негізге бекінеді. Бір үлгіде күшею 16 мм (# 5 немесе 0,625 дюйм) өзекше 150 мм (6 дюйм) орталықтан бастап бойлай бағытта және ортадан бастап көлденең бағытта 610 мм (2 фут) құрайды. Тақтаның бетон жабынмен жалғасқан жерінде бір немесе бірнеше бүркеншексіз шегелер болуы керек.

Сұққыш компенсаторлар ширау жігі шегелеріне ұқсас келеді, алайда олар үлкенірек. Бірігу ені 19 ммден (3/4 дюйм) аспауы қажет және толтырғышпен болады. 2.9 суретте кеңейтудің біріккен бөлшегі көрсетілген. Кеңейту қалпақшасы тақтаның ішкі қозғалысын қамтамасыз ету үшін әрбір бүркеншексіз шегенің соңына орналасытырлады. Байырғы уақытта, компенсаторларды бетон кебуін болдырмас үшін қолданған, алайда оларды ұстату аса қиын еді. Бұдан басқа, кеуіп кетушілік нақты бастауларға байланысты және ірі түйіршікті толтырмаларға байланысты, осы материалдарды қолданбай, кеуіп кетуден алдын алу қажеттігі анықталды (Хуанг 2004: 179). .

Бетон және асфальт жабын араларындағы ауысулар

Бетон және асфальт жабындардың қиылысқан жерлерінде туындайтын екі мәселе бар. Бірінші мәселе:бетон жабынының кеңеюі асфальтты зақымдайды, нәтижесінде асфальтта тегістік жоғалады. Екінші мәселе: асфальт бетонның қасында шұқырлардың туындауы, нәтижесінде транспорт құралдары бетон жабын жиектеріне соққы бергендей соққы жүк салмағы туындайды.

Алайда, бұл мәселелер компенсатор комегімен шешілетіндей көрінгенімен, осындай жіктемелермен ұстату қиынға соғады. Осылайша, көлік жолдары үшін, асфальт пен бетон жол жабынының арасындағы жіктемелер өте тығыз құрылған. Жұқа бетон жабыны үшін, тақта асфальтқа енеді, 22.9 суретте көрсетілгендей көлік құралдарының соққы жүк салмағын өңдеу ұсынылады.

Иодер және Витсак (1975: 592-592) белгілеп өткендей, кейбір аэродрамдар ұшыру-қондыру жолағының жол жабынына бетонды, ал ұшыру-қондыру жолағының қалған бөлігіне асфальтты қолданады. Олар бетонды қолдана отырып, тақталарға «себу» және битумды толтырғышы бар конустық детальдарды қолдану ұсынылады. Тақтаның жоғарғы бөлігі асфальтпен бірігуі қажет және оның жылжып кетуіне жол бермеу қажет. Бұл бөлшек сондай ақ жол құрылысында қолданылуы үшін өзгертілуі мүмкін.

Ұқыпты түрде жасалынған бірігу орындары жақсы нәтиже берді. Бұл бірігулер үшін, жер негізінің, және жер асты негізінің, сонымен қатар асфальт жабынының асты негізінің тұрақты және жақсы нығыздалған болуына әбден көз жеткізу қажет (Иодер және Витсак 1975: 592).

Кон жәнеТаябиж 2003: 85-86) қосылыстардың құрылысын талқылайды:

- Асфальт жабындары, негізгі қабаттың айтарлықтай аз көлемде зақымдалуы үшін толық тереңдікке тігінен кесілген болуы қажет.
- Кесілген асфальт жанындағы негіз алдағы уақытта орнынан қозғалып кетпеу үшін полюсті тамперлер мен діріл тақталарды қолдана отырып, өте жақсы нығыздау қажет.
- Бөлімдер шекараларындағы қол жұмысын азайту үшін, жол төсемдерін қыспақтан бастаған жөн және әрі қарай жалғау.
- Егер де кесілген асфальт жабынын параллельды төселінсе, төсеуші адам асфальт жиектерін тікелей карап отырады және көне мен жаңа нұсқа жабын арасы сәйкестігін қадағалайды.

CRCP конструкциясына қатысты түсініктер

CRCP сәтті жобаларын қамтамасыз етуге көмектесетін негізгі әдістерінің қысқаша тізімі төменде келтіріледі:

• Жобалау, микшер және құрылыс шешімдері мен тәжірибелері бүгілу қысымдарын азайтып, салмақ берілуінің тиімділігін арттыру қажет.

• Бір біріне жақын орналасқан сызаттар [1 м] (3-4 фут. Максимальды оңтайлы) және тығыз 0,5 мм] (0,02 дюйм. темір арқау тереңдігінде) бүгілу қысымдарын азайтып, салмақ берілуінің тиімділігін арттыруға көмектеседі, сонымен қатар зақымдануларды шамадан тыс ағып кетуден қорғайды.

• Жобада өте жақын орналасқан, қуыс сызаттар кездеседі.

• Адекватты бойлық болат құрамы (0,6дан 0,8 пайызы тақтаның көлденең қиылысу алаңынан).

• оңтайлы темір арқаудың диаметрі.

• Дәлме дәл темір арқау саны .

• Арқаулаудың сәйкесінше орналасу тереңдігі.

• Бетонның темір арқау айналасында ұқыпты нығыздалуы

• Арқаулаудың дизайны болжамды сыну және/немесе шамадан тыс пластикалық деформацияны ескеру қажет. Ереже бойынша, пластикалық деформация санын шектеп, бұзылудын алдын алу мақсатында темір арқаудағы қысым қажетті пайызбен яғни созылу төзімділік шегімен шектеледі

• Үлкен төзімді агрегаттар, жақсы бұғаттауға көмектеседі және де салмақ түсудің берілуінің тиімділігін арттырады.

• Ауыр машиналардың қозғалысынан пайда болған көлденең созылмалы кернеуді басқару және бұралу мен шалыстану үшін тақтаның тиісті қалыңдығы талап етіледі.

• Бойлық конструктивті жіктемелер көршілес жабынға орташа сызықпен немесе дөңеспен бекітілуі қажет.

• Дөңестердегі бойлық шөккен жіктемелер көлденең арматура үстінен сәйкесінше кесіліп тастауы қажет.

• CRCP әрбір қолданысына сай, ауа райы жағдайына сай және т.б. сай қатқылдану үдерісі жүруі тиіс. (Расмуссен 2011: 4).

CRCP үшін конструкция қалыңдығы

Магистраль және аэропорттар үшін де, CRCP қалыңдық дизайны, JPCPдегідей дәстүрлі болып келеді. Бұлай болу себебі арматураға еш күш түспейді, ол тек сызаттарды бірге ұстап тұрады. Осылайша, болат арматура бүгілуді төмендетпейді, тек бетондағы қысымды, негізгі есеп қалыңдығына сай болады.

„1970 жылдарымен 1980 жылдардың басында, есептелген CRCP қалыңдығы бөлшектелген қарапайым бетон жабыны қалыңдығынан шамамен 80 пайызды құрайды. Жұқа жабындардың мағыналы саны, күткендегіден гөрі көбірек зақымдану алып келді. CRCP құрылысын өңдеу және бақылау сапасына көңіл бөлудің шешімді маңызы бар. Жобалаудағы және бөлшектермен қамтамасыздандыруға дұрыс көңіл аудармау кейбір CRCPs ертерек істен шығуына әкеп соқтырды. Зақымданулардың ертерек пайда болу себебі, мыналар (1) жоба талаптарына сай емес тәжірибелер; (2) жоғары күш салуда аса көп майысуларға әкеп соқтырған конструкциялар; (3) RIOR сапа негіздері; немесе (4)осы немесе басқа факторлардың жиынтығы (FHWA 1990b).

AAS HTO 1993 жобалауда, CRCP қалыңдығы, JPCP қарағанда J күшін берудің төмен коэффицентіне сай, кіші болмақ, 9.3 кестесінде көрсетіледі. Сондай ақ, бұл 20% қысқару емес, өнімділікке кері әсерін тигізу болып саналады.

Негіз дизайны немесе негізалды мен үйкелісу де үлкен рөл атқарады. „Негіз конструкциясы CRCP құрылысына маңызды нақты фундаментті қалау қажет, және жабын асты су жиналу орнына айналмауы керек. Жақсы құрғату ұсынылады. Негіздегі немесе жердегі бос ылғал шіруге әкеп соқтырады, яғни зақымдалудың, жолдың тез тозуының бірден бір себебі. Жол-көліктік күш салулардан ықпалды майысқан жоғары су қысымына төзімді негіз шірудің алдын алады. Тұрақтандырылған су өтпес негіздерді күшті өткізілген маршруттарға қарастыру керек. Жол жабындарын тұрақтандырылған және ұсақ тастардан негізделген жабындар тұрақтандырылмаған гравийден негізделген жабындардан әлдеқайда төзімді болып келеді„

CRCP құрылысында сызаттардың пайда болуында көпірлік және негіз арасындағы үйкеліс маңызды рөл атқарады. CRCP үшін көптеген жобалау әдісінің маңызы үйкелістің белгілі деңгейін болжайды. Полиэтиленді пленка жол жабыны мен негіз арасында құрал ретінде қарастырылмауы тиіс, немесе дизайындағы бөлек пункт ретінде алынбайды. Бұдан басқа, CRCP құрылысында полиэтиленді пленкаларды қолданған мемлекеттер туындаған мәселелер жөнін айтып кеткен еді.

„Темірбетонды жабындарды грунт бұрмалануы, белгілі экспансивті жер қасиеттері байқалған аймақтарда қолдану ұсынылмайды. Акцент жер қыртысы нығыздалуы мен біртекті болуына қойылады. Нашар жер жағдайы жерді өңдетумен айқындалады„ (FHWA 1990b).

Автокөлік жолдары үшін CRCP дизайн: AASHTO 1993

„Дала зерттеулерінің тиімділік баға нәтижелері 0,6%дан 0,85% диапазондағы болаттың қажетті мөлшері өмір бойына сызаттарды тығыз сақтап тұратындығын анықтады“ (Расмуссен и др 2011: 15).

Темір арқаулы болат CRCP үшін AASHTO процедуралары 1993 жылы төрт түрлі белгісі негіздеді:

• Сынып қалу қаупін азайту үшін 1,1 ден 2,4 м (3,5 және 8 фут) сызат қашықтығын шектеу.

• Су кіру және түсі кету қаупін азайту үшін сызат енін 1 мм (0,04 дюймға) шектеу. Сондай ақ, MEPDG сызат енін 0,5 ммге (0,02 дюймға) дейін шектеуді ұсынады (Расмуссен және басқалары 2011: 19).

• Болатты сынудан қорғау үшін болаттың 75% зақымдалуына шек қою. Сондай ақ, тәжірибе көрсеткендей, CRCP шектеулер асып кеткенімен, барлық зерттеу талаптарын орындады.

Есептеу әдісі Маккалоу мен Элкинс (1979) и Маккалоу мен Коли (1981) жасап шығарды. Конструктивті теңдеулер мен номограммалар 3.4.2 бөлімде келтірілген. AASHTO жоба нұсқаулығы. Барлық үш белгілері де тексеріліп, қажетті болат пайызы үшін қолданылуы тиіс (AASHTO 1993: II-51-II-62). Алдымен жабын қалыңдығы, содан соң темір арқаудың ұзындығы.

Толықтай алғанда, арқаулау нәтижесін арттыруда сызаттар ара қашықтығы қысқарып, сызат ені де қысқарып, қысым да азайды (Рамуссен және басқалары 2011: 30). Олардың барлығы да CRCP өнімділігін арттырады.

Сызаттар арасындағы қашықтық негізіндегі арқаулау коэффициенті

Хуан (2004: 587) P болаттың пайызын есептеп шығару үшін, АҚШ патентінде қарапайым бірліктермен, әрі сызат арасындағы қашықтыққа байланысты AASHTO (AASHTO 1993: II-57) теңдеуді шешудің бір нұсқасын ұсынады:

$$P = \frac{1.062\left(1 + \frac{f_t}{1000}\right)^{1.457}\left(1 + \frac{\alpha_s}{2\alpha_c}\right)^{0.25}(1+\varphi)^{0.476}}{(Ж)\left(1 + \frac{\sigma_w}{1000}\right)^{1.13}(1+1000Z)^{0.389}} - 1 \qquad (16.1)$$

мұнда p = айырылу төзімділігі, шаршы дюймға фунт есесбінде,& alpha; S/асф = бетон мен болаттың арасындағы жылу коэффицентінің қатынасы, сәйкесінше, φ = тұтастырғыш диаметрінің күшейттіргіші, X = сызат қашықтығы, фут, σw = дөңгелек күш салмағының тартылыс кернеуі, шаршы дюймға фунт есебінде, және Z = 28 күн бетон отыруы (в/в).

Бұл параметрлер дөңгелектің жүктеме салдарынан созылу күшін қоспағанда, анықтау үшін салыстырмалы түрде оңай. Нұсқаулықты AASHTO Дизайн (AASHTO 1993: II-55) номограмма қамтамасыз етеді, бірақ теңдеулер кездеспейді. Дизайн нұсқаулығында берілген мысалда кернеу қатынасы 3800 кПа (550 PSI) нақты созылуға беріктігі 1600 кПа (230 фунт шаршы дюйм) кернеу дөңгелекті көрсетеді.

Жабын құрылымы қалыңдығы, әдетте, кернеу коэффициенті жуықтап ауқымында сақталып, бетон бөлшектемесі, доңғалақтың созу күшінің 28 күнде 0,42 есе артық доңғалақ кернеуін бағалау үшін қанағаттанарлық болуы мүмкін.

Теңдеу СИ бірлігінде айқындалуы мүмкін:

$$r = \frac{1.062\left(1+\frac{f_t}{6894}\right)^{1.457}\left(1+\frac{\alpha_s}{2\alpha_c}\right)^{0.25}(1+0.04\varphi)^{0.476}}{(0.328\bar{X})\left(1+\frac{\sigma_w}{6894}\right)^{1.13}(1+1000Z)^{0.389}} - 1 \qquad (16.2)$$

мұндағы p = бетон жанама созылу беріктігі, PSI, & альфа; Тиісінше болат және бетон жылу коэффициенттерін арасындағы S / ASF = қатынасы, φ = арматура Rod диаметрі, X = қашықтық жарықтар м, σw = созу салдарынан кПа дөңгелегі жүктемеге стресс, және Z = 28 күндік шөгуінің (мм / мм).

Бұл теңдеу болат қажетті жоғарғы және төменгі пайыздық шектерін қамтамасыз ету бір рет төмен м 1.1 сызат аралығы (3,5 фут) және бір рет 2,4 м (8 фут) жоғары сызат қашықтықта, екі рет шешілуі тиіс. Ол орташа қашықтығы жарықшақтар бағаланады, және нақты ауқымы әр түрлі болады. бөлгіш сызат аралығында орташа сызат интервал болат пайызбен жыл санап азая бастайды. Осылайша, ең үлкен қашықтық КРЭК минималды пайызға айналады, және жарықшақтар ең аз қашықтықта максималды пайызды береді.

Сызаттар ені негізінде күшейту коэффициенті

Хуан (2004: 588) Р болаттың пайызын есептеп шығару үшін, АҚШ патентінде қарапайым бірліктермен, әрі сызат еніне байланысты AASHTO (AASHTO 1993: II-58) теңдеуді шешудің бір нұсқасын ұсынады:

$$r = \frac{0.358\left(1 + \frac{f_t}{1000}\right)^{1.435}(1+\varphi)^{0.484}}{(CW)^{0.220}\left(1 + \frac{\sigma_w}{1000}\right)^{1.079}} - 1$$

$$= \frac{0.727\left(1 + \frac{f_t}{1000}\right)^{1.435}(1+\varphi)^{0.484}}{\left(1 + \frac{\sigma_w}{1000}\right)^{1.079}} - 1 \qquad (16.3)$$

мұндағы CW = сызат ені дюйммен, және барлық басқа айнымалылар ретінде бұрын жазылған. Бұл теңдеу, сондай-ақ мм CW бар, SI бірліктерде көрсетілуі мүмкін:

$$r = \frac{0.358\left(1 + \frac{f_t}{6894}\right)^{1.435}(1+0.04\varphi)^{0.484}}{(0.04 \times CW)^{0.220}\left(1 + \frac{\sigma_w}{6894}\right)^{1.079}} - 1$$

$$= \frac{0.727\left(1 + \frac{f_t}{6894}\right)^{1.435}(1+0.04\varphi)^{0.484}}{\left(1 + \frac{\sigma_w}{6894}\right)^{1.079}} - 1 \qquad (16.4)$$

Жоғарыда айтылғандай, сызат ені CW әрбір теңдеудің екінші нысанын ұсынатын 1 мм (0,04 дюйм), құрауы қажет

Темірбетон конструкцияларын жүктеме негізінде күшейту коэффициенті

Хуан (2004: 588) Р болаттың пайызын есептеп шығару үшін, АҚШ патентінде қарапайым бірліктермен, әрі сызат еніне байланысты AASHTO (AASHTO 1993: II-59) теңдеуді шешудің бір нұсқасын ұсынады

$$P = \frac{50.834\left(1 + \frac{DT_D}{100}\right)^{0.155}\left(1 + \frac{f_t}{1000}\right)^{1.493}}{\sigma_s^{0.365}\left(1 + \frac{\sigma_w}{1000}\right)^{0.180}(1 + 1000Z)} - 1 \quad (16.5)$$

Мында ОТД градус F өлшемінде құрылымын температурасының төмендеуі, σs болат фунт шаршы дюймға шаққанда шекті кернеу болып табылады, сондай-ақ жоғарыда анықталған барлық басқа айнымалылар болып табылады. Бұл теңдеу, сондай-ақ DTD және σs градус C, МПа, SI бірліктерінде көрсетілуі мүмкін:

$$P = \frac{50.834\left(1 + \frac{DT_D}{55.6}\right)^{0.155}\left(1 + \frac{f_t}{6894}\right)^{1.493}}{(145\sigma_s)^{0.365}\left(1 + \frac{\sigma_w}{6894}\right)(1 + 1000Z)^{0.180}} - 1 \quad (16.6)$$

Жылдың ең суық айының ішінде төмен орташа тәуліктік температурада бетонның орналастырылғанынан соң қатайтылуының орташа температурасы арасындағы жобалық температура айырмашылықтар (Расмуссен және басқалары 2011: 24).

CRCP темірбетоны үшін көлденең темір арқауы

Жоғарыда келтірілген теңдеулер жабынды бойлай арматуралауды қамтамасыз етеді. Көлденең нығайту, сондай-ақ бойлық арқалықтар бойында бөлшектерді болдырмау үшін берілуі тиіс. Дизайн нұсқаулығы AASHTO көлденең темір арқауды ұсынбайды, бірақ ол дәстүрлі температура теңдеуі жобалау үшін жеткілікті болар еді деген тоқтамға келеді. Көлденең темір арқауы, аязға сезімтал немесе экспансивті топырақпен жұмыс жасау барысында (: 247 Маккалоу және Коли 1981) маңызды болып табылады.

Хуан (2004: 167) 8.15 теңдеудің көмегімен есептелініп алынған қолдану арқылы есептелген, әрі төсемелер үшін қажетті болат мөлшерінің жартысын, болат температурасын есептеу үшін мынадай формула береді:

$$A_s = \frac{\gamma_c DL' f_a}{2f_s} = 0.065DL' \text{ mm}^2/\text{m} = 235 \times 10^{-6} DL' \text{ in}^2/\text{ft} \quad (16.7)$$

Мұнда Гс = нақты бетон салмағы (23,6 & bull ; 10-6 H / мм 3 немесе 0,0868 фунт / 3дюйм), D = қалыңдығы (мм), L '= бойлық жіктемеден бос ернеуге дейінгі қашықтық, фа = тақталар және жер қыртысы арасындағы үйкелістің орташа коэффициенті, әдетте 1,5 және FS қабылданған, = болаттағы рұқсат етілген кернеу (2/3 аққыштық шегі, консервативті 276 МПа немесе арнайы болаттан шаршы дюймға шаққанда 40000 фунт). Болат пластина ұзындығы бірлігіне қажетті бар ауданның қимасы қашықтық штрих бөлуді есептеу үшін қолданылды.

Жоба мысалдары

AASHTO жоба нұсқаулығы 16.1 кесетеде келтірілген кіріс мағыналары мен нәтижелерін қолдана отырып, мысал қарастырды. Заманауи белгілер бойынша болат пайызы аздап төмен.

16.1 кестесі. AASHTO CRCP болат пайызының мысалдары (AASHTO II-56 – II-62)

Кіру дизайны	SI	US қарапайым
Фут бойындағы бетонның төзімділігі ft	3,8 МПа	550 psi
Ширау құбылыстары Z	0.0004	0,0004
Күйзеліс жүктемесінің дөңгелектері σw	1,6 МПа	230 psi
αc болаттың температуралық коффициенті αs	2,1 x 10-6/°C	3,8 x 10-6/°F
п жылулық жобалау коэффициенті, αs темпера-	2,8 x 10-6/°C	5 x 10-6/°F
тураның айырмасы, DTD Сызаттардың рұқсат	30,6°C	55°F
етілген ені	1 мм	0.04 дюйм
Болаттағы рұқсет етілген кернеу σs	427 МПа	62 ksi
Болат діңгегінің саны (диаметрі)	16M (16 мм)	#5 (5/8 in)
нәтижелері		
Сызаттың 1,1 м (3,5 фут) негізіндегі пайызы		0,51 %
Сызаттың 2,4 м (8 фут) негізіндегі пайызы		<0,4 %
Рұқсат етілген еніне тәуелді пайызы		<0,4 %
Рұқсат етілген қысымына тәуелді пайызы		0,43 %
Болат құрылысының соңғы пайызы		0,43 – 0,51 %

MEPDG тәсілі

Реслер және Хиллер дизайн (2013) MEPDG пайдалана отырып, CRCP шолуды ұсынады және негізгі ресурстардың маңыздылығын жобалау және талдауда қосымша мысалдар береді. Жол бетінің қалыңдығы кедір-кемшіліктер үшін ең сезімтал параметр бірі болып табы-

лады. Күшейту және тротуардан төмен 89 мм пайыздық (3,5 дюйм) ең түсіру жақсы нәтиже берді,болаттың 0,8% -ы, сондай-ақ маңызды болып табылады. Өнімділігіне әсер ететін басқа да факторлар - термиялық кеңею коэффициенті, және тұйық ені, базалық түрі мен үйкеліс ай бойына жалғасқан құрылыс және климат қолайлығын қажет етеді (Реслер және Хиллер 2013: 13-22).

CRCP жолдардың көрсеткіштері

Кейбір мәселелер ерте CRCP конструкцияларынан туындаған. «Өкінішке орай, экономикаға сұраныс және жіктемесіз жабын стандарттарға сай салынбаған кейбір күмәнді қосалқы негіздер әсерінен жеткіліксіз қорына әкелді. Бойлық жарықтар, жарықтар және сынықтар CRC жабындарының көбісінде пайда болды. Басқа мемлекеттер, Федералдық жол әкімшілігі және AASHTO ендігі уақытта «дәстүрлі дизайны бірдей қалыңдығын ұсынады (Ray 1981: 7).

Таябиж және басқалар (1995) CRCP сипаттамасы бойынша халықтық зерттеу жүргізді.Кейбір шешімдер былай болды.

• 0.6-0.7% мөлшерінде болат арматура пайызы қалыпты бетон сызаттары үшін ең үздік ауқымын береді, және 0,65% ең аз мөлшері ұсынылады. Болат ұзын жарықтар 0,6% кем бірнеше жақын орналасқан көршілес жарықтар мен сынықтар қаупі орын алады.

• проекциялар өнімділікке өз ықпалын тигізеді, кеңейтілген кесінділер перспективалы болып табылады және қаралуы тиіс.

• Тақта түрі өнімділікке әсер етпейді., бір CRCP CTB барабар енуі интервал жарықтарын өлшеді.

• эпоксидті жабын нығайтатын пайдалану эпоксидті жабыны бар кабель байланыстарын пайдалана отырып, болаттың пайыздық мөлшерінің қажеті жоқ екенін жорамалдады

• Кейбір аймақтар ықтимал қатайтылған температура мен айырмашылықтар басқа ешқандай себепсіз, басқалардың бұзу өте әр түрлі үлгілері бар.

• CRCP сынуына күш салмақтың берілуі, тіпті көптеген жылдардан кейін де, әдетте 90% -дан астам, жоғары болып қала бермек.

•CRCP сызаттардың арасындағы қашықтық толық болаттың дұрыс пайызын шешу мүмкін емес күрделі проблема болып табылады. Бетон төсеу әдісін шығарудың нақты түрі, болат қақпағы және ерте күшейту жылдамдығының тереңдігі - бұл, әдетте, жобалау процесі болып есептелмейді, жарықтар желісіне әсер етуі мүмкін барлық факторлар болып табылады, бірақ. Артер (1994) Иллинойс штатында CRCP қызметін тек-

серді. Чикагода Дэн Райан Экспрессуэй 7% өсу қарқынымен, оңалтудан бұрын 19 жыл бойы, тәулігіне шамамен 66 млн ESALs немесе 8000 бірнеше көлік бірліктері өте қарқынды трафик жүктемесін бақылады. Негізгі тұжырымдамалар болды:

• Иллинойстағы D-жарылу сынуы CRCP жабындағы зақымданудың ең көп таралған түрі еді, одан кейін бойлық болаттан туындаған үзілістер, ауқымды көлденең жарықтар, бойлық және құрылыс буындарының нашарлауы, сондай-ақ сәтсіз оңалту болды

• Тіпті өте ауыр қозғалыста жабын,төсеме төселгенге шейін әдетте 17-22 жылға дейін қызмет етті. D-жарылуы жоқ жабын D-жабын жарылуы барға қарағанда 5 жыл ұзағырақ қызмет етті

• Болатты тақтаның беткі қабатына жақын орналастыру жарықтар мен кемшіліктер енін азайтады.

• Сынықтар азайды, көлденең арматуралы болаттың пайыздық өлшемі 0,6% дан 0,8% дейін өсті.

CRCP әуежайларда болат құрылымы: FAA

Аэродром жабыны үшін, құрылыс қолдауы мен қалыңдық талабы бір екендігі анықталды. Сызаттар және сызаттар ені арасындағы оңтайлы қашықтықта пайыз тұрақтандырылды. Үш талаптар орындалуы қажет яғни болат жерге нық орнауы, болаттың температураға беріктігі, болатпен қатынаста бетонның қажетті мөлшері. Үш талаптың ең жоғарғысы таңдалуы тиіс. Кез келген жағдайда, болат пайызы 0,5% кем емес болуы керек.

Жер төсемдері үшін бетонды құрылыс арматурасы

Тежеуші P болаттың қажетті пайызы

$$P = 100\ (1.3 - 0.2\ F)\ (f_t/f_s) \qquad (16.8)$$

Мұнда F = 1 мен 2 арасындағы үйкеліс коэффициенті, сондай ақ фут және фс, бетонның төзімділік шегі және болат кернеуі болып табылады, сәйкесінше, бірліктерде көрсетілуі тиіс, немесе МПа немесе шаршы дюймға футпен есептегендегідей. Бетонды созған кездегі төзімділік шегі футпен бүгу кезіндегіге қарағанда 67%, болат фс кернеуі аққыштық шегінен 75%(FAA 2009: 48).

Температура әсері үшін бетон құрылыс арматурасы

Температура әсері үшін P болаттың қажетті пайызы, мұнда TC және TF Фаренгейт және Цельсий градусымен өлшегенде максималды маусым аралық температура айырмашылығы. 16.9 теңдеуі үшін екі кернеу де МПа немесе фут шаршы дюймға болуы қажет (FAA 2009: 48-49).

$$P = \frac{50f_t}{f_s - 2.42T_C} = \frac{50f_t}{f_s - 195T_F} \quad (16.9)$$

Армирлеу пайызы

P бетон мен болат төзімділігі арасындағы қатынас негізіндегі қажетті пайыз

$$P = 100\ (f_t/f_y) \quad (16.10)$$

Мұнда p жоғарыда анықталғандай, және FY аққыштық шегі (FAA 2009: 49).

Бүгілетін элементтер темір арқауы

CRCP болаттың көлденең қолданысын қажет етеді. Pt көлденең болаттың қажетті мөлшері

$$P = 2.27\frac{W_s F}{2f_s}(\text{SI}) = 100\frac{W_s F}{2f_s}(\text{U.S.}) \quad (16.11)$$

Жоба мысалдары

CRC типті жабын жалпы салмағы 182.000 кг (400,000 фунт) және 3000 жылдық шығулары бар DC-1010 әуе кемелерін өңдеу үшін әзірленді. Созылу кезіндегі бетонның иілу беріктігі 4,2 МПа (600 фунт шаршы дюйм) және құрылтай модуль 109 МПа / м (400 PSI / дюйм) тұрақтандырылған қосалқы базасы цементпен бірге алғанда. Жобалық әдістің негізі 13-тарауда талқыланды, қажетті жабын қалыңдығы 305 мм (12 дюйм) болып табылады. Келесі қадам болат дамыту болып табылады.

Максимальды белгіленген болаттың аққыштық шегі 414 МПа (60000 фунт шаршы дюйм) және маусымдық температура түрлілігі 56 ° C (100 ° F). Жер негізінің үйкеліс F 1.8. Жолақтың төсемесінің ені 7,6 м (25

фут). Бойлық болаттың пайызы 16.8 арқылы 16.10теңдеулер арқылы анықталады. Болаттағы жұмыс кернеуі 310 МПа (45000 фунт шаршы дюйм), бетонның беріктік шегі 2,8 МПа (400 фунт шаршы дюйм).

Тежеуші Р болаттың қажетті пайызы

$$P = 100\ (1.3 - 0.2\ F)\ (f_t/f_s) = 100\ (1.3 - 0.2 \times 1.8)\ (2.8/310) = 0.85\%$$

Р температура әсеріне қарсы тұруға болаттың қажетті пайызы

$$P = \frac{50 f_t}{f_s - 2.42 T_C} = \frac{50 \times 2.8}{310 - 2.42 \times 56} = 0.80\%$$

Р бетон мен болат төзімділігі арасындағы қатынас негізіндегі қажетті пайыз

$$P = 100\ (f_t/f_y) = 100\ (2.8/414) = 0.68\%$$

Жүйені тежейтін жер төсемесі негізінде болаттың қажетті пайызы. Ең ірі белгі, 0,5%дан артық, яғни Р = 0,85%. Әрі қарай, көлденең болат 16,11 теңдеуді қолдану арқылы анықталады. Көлденең болаттың қажетті саны Pt болып табылады

$$P = 2.27\ \frac{W_s F}{2 f_s} = 2.27\ \frac{7.6 \times 1.8}{2 \times 310} = 0.05\%$$

Мұнда Ws = тақта ені метрмен берілген, SI теңдеуі үшін және АҚШ бірлік теңдеулері. Ережеге сай, тақта ені 23 м (75 фут) дейін шектелген және оған біріктірулер жабынды жолаққа бөлу мақсатында қолданылады. Шалыстану жіктемелері төсеме жіктемелерінің бүркеншексіз шегелері іспеттес, алайда дюбельдер қолданылмай, бірігулер арқылы көлденең болат жүзеге асырылады. (FAA 2009: 49).

CRCP арматура және аяқталу зәкірлері

RCP, әдетте, бойлық арматура және ығысуды нығайту үшін пайдаланылады.

Арматура бөлшектері

Бойлық арматураның тігінен жағдайын таңдауда орындалуы қажет екі негізгі тусінік бар, Бір жағынан ИНГ құрғақ төсемесі және темпе-

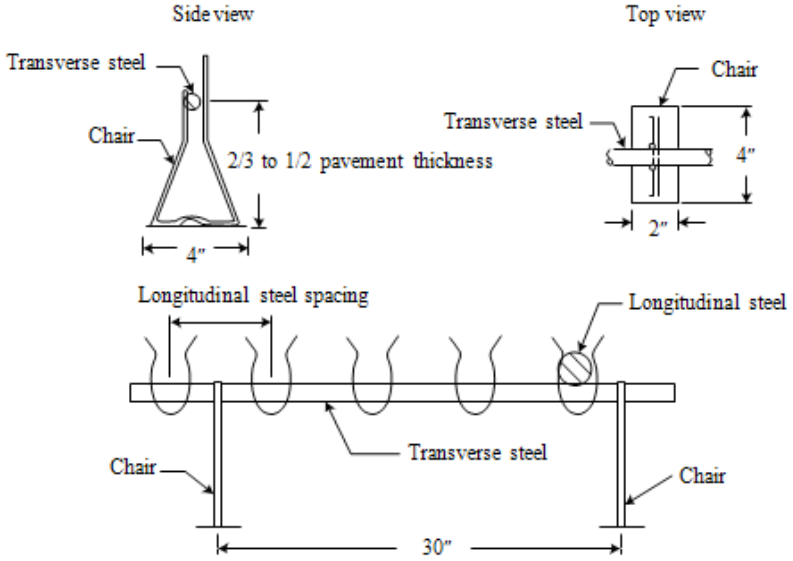
ралық ауытқулар, ережеге сай, жол жабының бетінде айтарлықтай білінеді, және сол жерде одан да үлкен сызаттардың пайда болуына әкеп соғады. Беткі жабынға темір арқаудың жақын орналасуы тар сызаттар мен салынатын күштің азаюына ықпал етеді деп саналады. Екінші жағынан, жабынның беткі жағына арматураның сақталуы коррозияға әкеп соғатын ӘК мұздануға қарсы тұз құрамындағы хлоридтердің әсерін ұлғайтады. Болашақ жол жабынын алмазды қырнау алдағы уақыттағы арматура қашықтығын қысқартады. Осы екі түсінікті ескере отырып, жол жабынының үстінен өлшенген тақтаның ортасына дейінгі үшпен бір арасындағы арматура орналасуы ортақ болып табылады „(Расмуссен және басқалары 2011: 33)

Бар өлшемдері, ережеге сай,16 немесе 19 мм (5/8 дюйм, # 5 немесе 3/4 дюйм, # 6). Бетонның бірігуін қамтамасыз ету үшін, тор ара қашықтығы 100 мм (4 дюйм) болуы керек, және 229 мм (9 дюйм) аспауы тиіс. Бағаналар әдетте тақтаның орташа нүктесіне немесе қасына орнатылады, дегенмен коррозиядан қор.ау үшін жоғарғы қалпақшада 64 мм (2 ½ дюйм) аспауы тиіс.(CrSi 1983: 7). Жоғарғы қалпақша ұсыну бойынша 75 мм (3 дюйм), және кейбір АҚШ мемлекеттік мекемелері жол жабыны үшін бойлық болатты 279 мм (11 дюйм) қалыңдықпен екі қабаттан төсеген екен (FHWA 1990b).

Кең жарықтар дамуы мүмкін, барлар арасындағы қосылыс астасуы жеткілікті болу керектігі маңызды болып табылады. Lap қосылған бөлімдері, кем дегенде 25 бар диаметрі, кем дегенде 406 мм (16 дюйм) болуы тиіс. Сондай-ақ, сплайсинг STAG- локализацияланған кернеу/ штамм концентрациясын болдырмау үшін жамылғы арқылы іске қосылады. Бірнеше модельдер әрбір үшінші бағанды (CrSi, 1983, 7-8) айнымалы, Chevron немесе бұрмаланған, үйірмелер немесе таңғаларлық тізе таңғаларлық үлгі, оның ішінде қолжетімді сплайсинг болып табылады. „Егер де бірігу бөлшектері шахмат ретімен оранластырылса, яғни үштен бір бөлігінен артық емес, жолақ та көлденең жолақта аяқталуы тиіс, және ең аз қашықтық [1,2 м] 4 фут болуы тиіс. Егер де теңгерімсіз сплайсинг қолданылса, қисықтық орта сызыққа перпендикуляр 30 градустан аспауы тиіс. Болатқа эпоксидті жабынды колдануда, қажетті беріктік пен жабысуды қамтамасыз ету үшін шеңбер минимум түрде 15 пайызға ұлғайтылуы тиіс „ (FHWA 1990b).

Көлденең өзектер бойлық арқалықтарды ұстаттыруға және бірге кез келген жоспарланбаған бойлық сызаттар өткізуге көмектеседі және жолдар арасында төсеме ретінде қызмет етеді. Көлденең арматуралық қондырмалардың ортадан 1,2 м (48 дюйм)бір бірінен 13 немесе 16 мм (1/2 дюйма, # 4 или 5/8 дюйма, # 5) қашықтықта тұтастырғышы бар.

Бойлық жіктеме көлденең орындалмаған жағдайда тұтастырғыштар қажететіледі (CRSI 1983: 8-9). Көлденең тұтастырғыш 0,9 м (36 дюйм) жақын емес және 1,5 м (60 дюйм) алыс емес болуы керек. 16.1 суретте көлденең болат пен тұтастырғыш комбинациясы көрсетілген (FHWA 1990b).



16.1сурет.Қиыстырылған орындық пен болаттың көлденең бөлшегі (1 дюйм = 25,4 мм). (Тас жолдардың федеральды басқармасынан алын.ан (FHWA) 1990b үздіксіз армирленген бетон жабыны, техникалық кеңестік, T 5080,14, Вашингтон, Колумбия аймағы: Автокөлік жолдарының федеральды басқармасы, Интернет желісіндегі мекен-жайы www.fhwa.dot.gov/legsregs/директивы/techadvs/t508014.htm)
Side view -бүйірлікке көрінісі
Top view -жоғарыдан көрініс
Chair -тірек
Transverse steel -көлденең арматура
2/3 to 1/2 pavement thickness - 2/3-тен ½ бойынша жабылуы (покрытие)
Longitudinal steel spacing -көлденең арматураның арасындағы арақашықтық
Longitudinal steel -көлденең арматура

Арматуралық өзек екі бағытта орналастырылуы мүмкін. Олар, бойлық және көлденең сырықтармен төсеумен алдына орналастырылуы мүмкін. Алдын ала орнату оңай, бұл дұрыс орнатылғандығына және қауіпсіздік төсеудің алдында жиыстырманы тексеруге мүмкіндік бе-

реді, егер механикалық әдістері пайдаланылғанда көлденең арматуралау түсіріледі және балама ретінде пайдаланылады (crsi трубки. 1983: 9 12) «

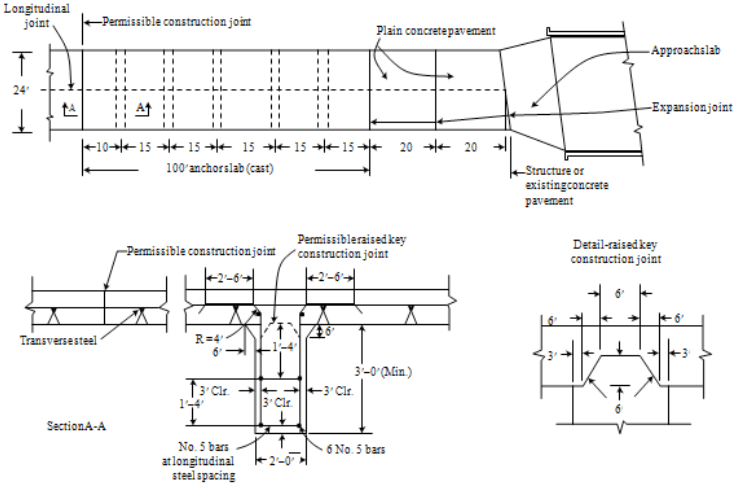
CRCP өнімділігіндегі осыған дейін жасалған ұсынысқа сай келмеген жол құрылыс жөндеушілері киімдеріне байланысты туындаған мәселелер құрылыс әдістерімен бақылауға алынған болатын. CRCP үлкен сақтық жабынын қайта қалпына келтіруге қарағанда қаншалықты қиын болса, құрылыс барысындағы сақтық шаралары соншалықты маңызды болып табылады. Мердігер мен инспектор осы қажеттілік туралы хабардар болуы тиіс және CRCP бақылау салу неғұрлым қатаң болуы тиіс. темір арқауды орналастыру CRCP өнімділігіне тікелей әсері бар. Бірқатар мемлекеттер болаттың анық көрінуі үшін тік жазықтықтан [75 мм-ден] 3 дюйм ауытқулар байқаған. Болат жүргізу үшін керекті жерде құбырларды пайдалану ұсынылады. Түтіктер, болаттар істен шықпауы үшін және ол қалыңдығы 1/2 астам тереңдікте тақталар араласып кетпес үшін осы сипатта орналасуы тиіс» (FHWA 1990b).

Кейбір мердігерлер, егер бар болған жағдайда, болаттарды орналастыру үшін түтікшелерді қондыру әдісін пайдаланады. Асфальтта қажетті тереңдікте болаттарды қондыру барысында бірқатар мәселелер пайда болды. Жабында өте жоғары орналасқан болаттар, қоршаған бетон қалдықтарынын көп жиналуына және қоршаған ортаны коррозияға әкеп соқтырды. Жабында тым төмен орналасқан болаттар жарықтардың пайда болуына әкеп соқтыруы мүмкін. Осы техникаға байланысты, әлеуетті проблемалар пайда алады „(Расмуссен және басқалары 2011: 66).

Түпкілікті зәкірлер және соңғы муфталар

CRCP, JPCPмен қиылыстарда немесе көпірлерде, тротуардың басында немесе соңында арнайы бөлшектерді талап етеді. ФАУ былай деп атап көрсеткен: «CRCP ұзын плиталары қаншалықты тігіссіз салынса, басқа CRCP жабындарға немесе құрылымдарға тірелген жерде олар соңғы қозғалысты ұстап тұруы қажет. Аяғында үлкен жұмыс тәжірибесі бар 2 дюйм (50 мм) дейінгі қозғалыс соңы жылудың таралуы мен таралуы салдарынан едәуір тәжірибеге ие болады. Қозғалыс, әдетте, құрылымы басқа жағдайларды қоспағанда, яғни CRCP басқа тротуарға немесе құрылымға айналмағанда ешқандай да мәселеге айналмайды. CRCP тас жолымен жұмыс істеу тәжірибесі көрсеткендей, қозғалысқа шектеу қою тиімсіз болып табылды. Қозғалыс соңы орналастырылған жағдайда, ұтымды нәтижелерге қол жеткізуге болады. CRCP басқа жабындармен қиысқанда немесе басқа құрылымдармен

орналасқанда үлкен орын ауыстыруға арналған тігістер орналастырылады. Осы ережелерді сақтамау CRCP, басқа жабындылардың, немесе басқа құрылымның зақымдануына әкеп соқтыруы мүмкін. Бөрене типіндегі кең тігістер немесе "саусақ" типіндегі компенсаторлар қозғалыстарды сыйғызы алады. Бөрене типіндегі кең тігістер оның төменгі құнына байланысты ұсынылады „(FAA 2009: 51).



Сурет 16.2 Зәкір (1 дюйм = 25.4 мм, 1 фут = 305 мм) (Федералды жол әкімшілігінен алынды (FHWA) 1990b. Темір бетоннан жасалған тротуар, техникалық, құрақты кеңестік, T5080.14: Вашингтон, Колумбия округі, Федералдық көлік жолдары басқармасы, интернетте http://www.fhwa.dot.gov/legsregs/directives/techadvs/t508014.htm мекенжайы бойынша)

Longitudinal joint -көлденең тігіс
Permissible construction joint -жіберткізілген көлденең тігіс
Plain concrete pavement -қарапайым бетондық жабу (покрытие)
Approach slab -өтпелі плита
Expansion joint -кеңейтілген тігіс
anchor slab (cast) - анкерлы плита (литалық)
Structure or existing concrete pavement -Құрылым немесе бар бетонды жабылу
Permissible construction joint -жіберткізілетін көлденең тігіс
Permissible raised key construction joint -жіберткізілген кілтті көлденең тігіс
Detail-raised key construction joint -кілтті көлденең тігістің детальді сызбасы
Transverse steel -жалпақтығында жатқан арматура
Section A-A – A-A бөлімі
Clr.-түс
No. 5 bars - № 5 штанга
No. 5 bars at longitudinal steel spacing -бойлық арматура арасындағы № штанга

Қозғалыс үшін неғұрлым кең қолданыстағы жүйе болып табылады анкеры болып табылады (crsi1983: 21). Топыраққа отырғызылған бұл нығайтылған арқалықтар орта сызық бойынша асфальтқа перпендикуляр болып келеді. 16.2 суретте көрсетілетін типтік анкерлік шоқы.

Соңғы анкерлердің екі аспектісі бар. Олардың біреуі CRCPда жарықтардың дұрыс желісін құру қажеттілігі болып табылады. Келесісі, CRCP тротуары шын мәнінде бір тақта болғандықтан қозғалыс жабынын толтыру болып табылады және соңындағы қозғалыстарға маңызды болып табылады. Соңғы зәкірлер қозғалысты шамамен 50% азайтуы мүмкін, сондықтан компенсаторлар әлі де қажет. (Маккалоу және Коули 1981: 248).

Дөңес әдетте 3 немесе 5 төрт бұрышты қатты көлденең арматурланған бетон дөңесінен тұрады, ол жабын орналасқанға дейін жер қабатында қату деңгейәне дейін орналасқан. Олар болат арматуралардың жабынымен байланысты. Жол үсті жабынының біршама толқындығы кейде торсиондық күшпен сәйкес келеді. Бұл процедура топырақтың пассивтік қарсылығына тәуелді болғандықтан, ол эффективті болып табылмайды.

CRCP-ң ақтық қозғалысын табуда, қозғалысты жасау үшін арнайы кеңейтілген тігістер қажет. Тәжірибе көрсеркендей, олар арзан тұрады және анкерлерге қарағанда жақсы жүріс қамтамасыз етеді. (CrSi 1983-21)

Ең жиі қолданылатын рәсім қозғалыс және қозғалысты тежейтін дөңестігі бар болат балка.

WF буын сәулесі WF түйінінен тұрады және ол шамамен ұзындығы 3,05 м 10 фут және 254. 10 қалың дюймнан тұратын темір бетон плитада орналасқан.

Ақтық қозғалысқа алып келетін кеңейткіш материал, көпір мен шпал плитасының ортасында балканың бір жағында орналасады. Коррозиялық белсенді аймақтарда коррозия ингибиторларын қолдану қажет. Жоғарғы фланецтің басқадан бөлінгені, WF бумасының істен шығуы туралы бірнеше елдер хабарберген болатын. Бұндай жағдайлар болмас үшін (FHWA 1990 b) ажыратқыштар жоғары фланецке бекітілуі қажет. 16.3 суретте ұсынылған конструктивті ерекшеліктер көрсетілген.

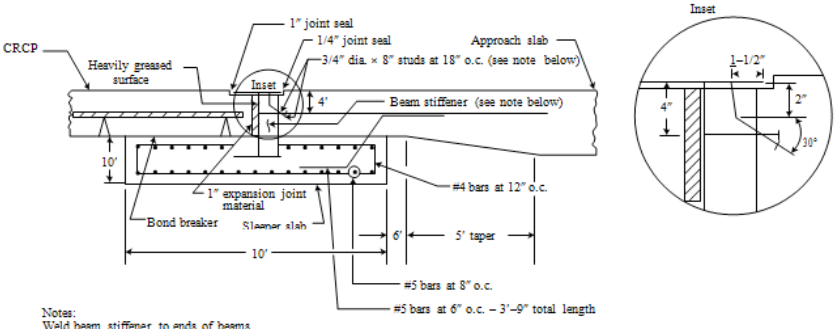
Тротуарлардың ұштарын біріктіретін кең фланец бетон шпалдарымен қосып құйылған. Қозғалыс соңы тротуар CRC іргелес веб жағында орналастырылған және modate материал көмегімен сығылған. Байланыстың бұл түрі жақсы жүктеме береді, сондай-ақ ең төменгі күтімді талап етеді. WF барлық секциялары ауыр жүк көліктеріне төтеп бере алатындай таңдалынуы тиіс (Маккалоу және Коли 1981: 248).

Көлденең құрылымдық тігістер

Бойлық темір арқауы қосынды арқылы өтуі үшін құрылым тротуар арқылы орналасады. Әр жұптың арасындағы бір номиналды мөлшерінің ығысу белдеулерін [0,9 м] 3-футтық ұзындығы орналастыру арқылы кем дегенде үштен бірі бірлескен бойлық арқылы көбейеді. Ешқандай бойлық болаттың астасуы [2,4 м] диапазонынан бастап 8 футтан артық болмауы тиіс. Жоғары диапазонда желім қаласаңыз, әр астасуы [1.8м] 6 фут көлемі бірдей жолағын күшейту қажет. Арнайы күтіммен бетон сапасын және осы жіктерді «(FHWA 1990b) біріктіруді қамтамасыз ету қажет. (FHWA 1990b).

Жіксіз тротуар: мәселелерді зерттеу

Бірі қызықты балама алғашқыда Австралияда қамтылған болатын. Ол CRCPмен бетон көпірлермен байланысты жіксіз тротуар болды. Пилоттық жоба Westlink M7 Сиднейде болды. «Жіксіз қамту CRCP және көпір палубаға арасындағы байланысты қамтамасыз етеді көлденең қаттарды және темірбетонды жояды жетілдіру болып табылады. Бұл жол пайдаланушылардың сапасын жақсарту және техникалық қызмет көрсету шығындарын азайту үшін диск жетегіне әкеледі. Сонымен қатар, сол арқылы жол бетінің құнын төмендетуге, әрбір тірек артта тротуар зәкір пайдалануға және сыни жолында, әдетте, қызмет салу аймағын, азайту үшін қажеті жоқ. CRCP және көпір палубаға арасындағы жіксіз байланыс шөгуінің, сырғыма, жылу деформация, қорғандар және жол жүктеме туындаған шоты кернеулер ескерілуі тиіс. (Гриффитс и др 2005: 48).



Сурет 16.3 терминал (1 дюйм = 25,4 мм 1 фут = 305 мм) ұсынылатын WF болат сәулелік бірлескен жобасы болып табылады. Http://www.fhwa.dot.gov/legsregs/ Интернет бойынша, Федералдық Highway Әкімшілігіне: () FHWA (Федералдық Highway Әкімшілігінің Қабылданған үздіксіз бетон жамылғылары, техникалық кеңестік, Т 5080,14, Вашингтон күшейтілген 1990b директивалар / techadvs / t508014.htm)

CRCP -CRCP тігіссіз темір бетондық жоғарғы бетін жабу (покрытие)
joint seal -тігісітің тығыздалуы
Approach slab -өтпелі плита
Inset -детальді түрі
Heavily greased surface -қатты жағылған жоғарғы жақ
3/4 dia. × 8 studs at 18 o.c. (see note below) - /4” диаметр × 8 шпилка 18 кезінде” орта аралық қашықтықта (төмендегі ескертілімді қар.)
Beam stiffener (see note below)-қаттылықтың балкасы (төмендегі ескертілімді қар.)
expansion joint material -Кеңейтілген тігістің материалы
Bond breaker -палубтық жағылу
Sleeper slab -көлденеді плита
Штанги № 4 при 4» межцентровом расстоянии-штанга № 4 «4» кезіндегі орта аралық қашықтықта
taper -біртінделген қалыңдықтың кішіреюі
Notes:
Weld beam stiffener to ends of beams -балканың соңына қаттылықтың сваркалы балкалары
Weld shear connectors to flange and web of beam -фланцтарға және балка сөрелеріне сваркалық қаттылықтың тіреуіші
total length -жалпы ұзындығы
Штанги № 5 при 8” межцентровом расстоянии-5-пен 8» орта аралық қашықтықтағы № 5 штанга

Австралияда пилоттық жобаның ұзындығы 40 км (25 миль) және ені 10,5 м (34 фут), және ұзындығы бойынша 68 көпірді кесіп өтеді. Ұзақ мерзімді көп аралықты көпірлерге көшу, сондай-ақ жабулар үшін қиын байланыстар «санын азайту үшін қажетті кешенді қолдау, тротуардың жіксіз түсінігімен, CRCP және көпірлер күшейтілген өтпелі секциялар байланысты болады. Бұл көпірлерді кесіп өту барысындағы асфальттағы барлық бұдырларды жояды. Фундаментті реттеу жағдайындағы өзгерістер трафикті еш негізсіз асыруға арналған. Толық сипаттамасы және құрылыс бақылауы Griffitsпен қам амасыз етіледі. (2005: 48-65).

17 бөлім
17 Тротуар базасын жобалау және қосалқы 295 базасын негіздеу

Бүкіл жүйенің өнімділігі тротуарлар қолдау қабаттарының жобалауына тәуелді. «Арзан дайындалған іргетастан қымбат ештеңе жоқ» деген ғимараттар мен құрылыстардың сапасына қатысты сөз бар екені белгілі. Жақсы құрғатылған, біркелкі тротуар қолдауымен қамтамасыз етеді, сондай-ақ өңдегіші тұрақты жұмыс алаңы бар, өйткені, тегіс тротуар салу жеңілдетілген. Керісінше, әлсіз құрылтай топырақ, әдетте, түзету үшін толық тереңдігі қайта құру үшін уақыт жұмсауды және қымбат ақыны талап етеді. Сондай-ақ, кешенді материалдар мен құрылыс практикасын 7-тарауында (IMCP) Жол жылы Subgrade талқыланды. (Тэйлор және басқалары 2007).

Белгілерді дайындау

Құрылыс жерді дайындаудан басталады. Жерді дайындау тәсілдеріне мыналар кіреді:

1. Жол бетінің біркелкі және тұрақты болуын қамтамасыз етудегі топырақтың ылғалдылық және тығыздылығын нығыздап басу.
2. Мүмкіндігінше, сызықтарды орнатуда жеткілікті жоғары болуы тиіс, және арықтан бүйір жер асты суларының деңгейі мен жолаяқтардың арасындағы қашықтықты арттыру үшін жеткілікті терең орналастырылуы тиіс
3. Топырақтары әр түрлі аудандардан бірдей топырақ алу үшін топырақты араластыру
4. Бөлімінде селективті калибрлеуді пайдалану және жер қорытынды биіктігі жоғарғы жақын үздік топырақты орналастыру бағыттары толтыру
5. Өте нашар топырақты әк пен цемент ерітіндісімен өңдеу арқылы жақсарту, немесе одан да көп үнемді ету үшін ең жақсы топырақты импорттау (PCA/ACPA 1991: 1).

Кон және Таябиж (2003: 32): «Топырақ дайындаудың маңызды бағыттарына мыналар кіреді, деп атап өтті

1. Жер жабынының жарамдылығы бағалау
2. Тұрақтылықты жақсартудағы жолдың модификациялары
3. Беттік төзімділікті бағалау

Олар, егер топырақ өзгермелі, органикалық, сапасы төмен болған жағдайда, аэропорттар секілді ірі обьектілерге қолдану үшін геотехни-

ка мамандарымен кеңесуді ұсынады.

Геодезия бұл барлық жол жабыны түрлері үшін жер жұмыстары мен құрылыс процедуралары үшін өте маңызды. Бұл жер жабынының жоғары болуы үшін биік нүктелер мен төменгі нүктелердің толуын іске асырады.

Жыралар және жер астын нығыздауды негіздеудің жобалық белгілерін градустандыру

Жағалаулар жоғары деңгейде тығыздалған бір қабаттан тұруы тиіс. Тығыз топырақтың мықтылығы нығыздау барсындағы құрғақ топыраққа байланысты. Ылғалдылықтың оітайлы құрамы мен құрғақ топырақтың максималды тығыздылығы стандартты сынақпен (ASTM D698 2000, AASHTO T99 2005) немесе Проктор сынағымен (ASTM D1557 2002, AASHTO T180 2005) анықталады. Стандартты және түрлендірілген Проктор топырақ үлгісіндегі тығыздылықтың қуатымен ерекшеленеді. Стандартты Проктор балғамен ұрғанда еркін құлауда 300 мм /12 дюйм/ ара қашықтықта 2,5 кг /5,5 фунт/ қолданса, түрлендірілген Проктор 450 мм /18 дюйм/ 4,5 кг қолданады. Гарбер мен Хоелдың (2002: 858-859) айтуы бойынша ОМС және құрғақ топырақтың тығыздылығы нығыз күшке байланысты. Түрлендірілген Проктор сынағы ОМС 15% және тығыздықтың максималдылығын стандартты Проктор сынағымен салыстырғанда ОМС 16% және құрғақтықтың жоғары тығыздығы 1900 кг/м^3 екендігін көрсетеді, сондықтан ылғалдылық азайып, күш пен тығыздылық арта бастайды.

Кон мен Таябиж (2003, 14) аэропорт жол құрылысы жабындарының тығыздылығының міндеттерін атап көрсетеді.

- Толтыру секциясындағы топырақ үшін барлық толтырушылар 90% дейін жоғары тығыздылықта болуы керек.
- Секциядағы біріктірілмеген топырақ үшін, жоғарғы қабат 150 мм (6 дюйм) 100% тығыздалуы тиіс, және келесі қабаттар 450 мм (18 дюйм) яғни жоғарғы тығыздылықтың

95 % дейін болуы тиіс.

- Алдыңғы талаптар конструктивтік сипатта негізделген. Ауыр құрылыс техникасын тұрақты жұмыс платформасымен қамтамасыз ету үшін, жер құрылыс материалын Проктор сынағымен 95% дейін сынау тиімді болып табылады.

Кон мен Таябиж (2003, 34-35) нығыздауға дейінгі жер қабаттарының тұрақтылығына ие болу үшін ылғалдылықтағы қажеттілікті растайды.

- Ылғалдылық байланысы әдетте ±2% болу үшін ерекшелікті талап етеді

- Экспансивті топырақтың ылғалдылығы 1-3 ОМСтен жоғары болуы шарт
- Ұсақ қиыршық топырақта ылғалдылық 1-2% болуы тиіс
- Топырақ жабысқақ ылғалды нығыздаушы болса, онда олар нысанаға тығыздығы жетті, тіпті егер құрылыс трафик астында тұрақсыз бола алады.
- Саздақты құмды топырақ әлдеқайда сезімтал, сондай ақ ылғал алевритово сазды топыраққа қарағанда, ылғалы шағын өзгерістер болуы мүмкін

Бақылау үшін маңызды мәнге ие ылғалдылықты тығыздау мен жабдықтарды таңдау. (Кон және Таябиж 2003: 35):

- Топырақ тығыздалады әдетте, кішкене жастықты қалыңдығының сырғанақтармен (70%) дейін орнына тұрды.
- Дискілеу ылғалдылығы жаңа жабысқақ топырақты бақылау үшін қажет.
- Статикалық болат аунақтарын тығыздауын кейін пайдаланылуы мүмкін
- Болат дірілді тиеуіштер байланысты емес жер үшін пайдаланылады. Егер жақын орналасқан беті немесе жер астындағы суларды сақтықпен пайдаланыңыз.

Тестілеуде әдетте ядролық тығыздығы датчиктер тығыздауышымен жүргізіледі. Жабдық және кадрлық тығыздығы сапасын бақылауды қамтамасыз ету және тиісті рәсімдер ретінде далалық тығыздау уақтылы түзету мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін жер құрылысы аумағында қол жетімді болуы тиіс.

Сынақ дайындау сыныбын тексеру барысында пайдалы жылжымалы дәлел өте маңызды. Ауыр әуе мұз айдыны немесе толық тиелген жүк деформациясын бақылау арқылы дайындалған бетіне арқылы басқарылуы мүмкін. Бағдар мынадай әуежай және басқа да жол беттерді жылжымалы дәлелдеуге ұсынылады:

- Rut 6 мм (1/4 дюйм) рейтингі кем болса, қолайлы болып табылады.
- Rut 40 мм (1½ дюйм) жоғары болса,
- Шығару және ауыстыру ұсынылады.
- Бетіне жақын жұмсақ қабаты жабылады, ал одан әрі тергеу қажет (және Tayabizh Con 2003: 39) деформациясы 25 мм артық (1 дюйм) екенін көрсетеді

Қабылдау класының жобалау бөлігі болса, бетінен ауытқулар 5 м (16 фут), әдетте, 13 немесе 25mm (1/2 немесе 1 дюйм) шектеледі, ол

стрейтедж болып табылады және бетінің биіктігі диапазонында 15-30 мм болуы тиіс (0,05 0,10 фут). Қозғалысын басқару жоспары ауыр жабдықтарды сақтау үшін жүзеге асырылуы тиіс. Беттік дренажды лужи және қанығу бастап жолды сақтау үшін қажет. Егер жаңбыр күтілетін болса, резеңке немесе болат барабан роликтің бетін бекіту үшін пайдаланылуы тиіс. Жер қататын болса, беті 150 мм (6 дюйм) және recoMPacted (: 39-40 Кон және Tayabizh 2003) тереңдікте сыналуы тиіс.

Ісініп келе жатқан топырақты бақылау

Кейбір басымдықпен топырақ салу әдістері (ӘЫК / ACPA 1991: 4-6) subgrade PCA / ACPA және нақты тротуарларға арналған қосалқы негіздер сипатталған. Топырақ қорғанындағы ісіну төменгі топырақ орналастыру арқылы, қосымша құн бойынша көлікті пайдаланып басқаруға болады. Топырақты селективті сұрыптау және араластыру пайдалы. Бөлімдер терең кесілген, жобалау қосымша ақыға жүктемені азайтады және мүмкіндік береді, сондықтан оның орын алуына кеңею және тұрақтандыруына мүмкіндік береді, басқа жіктеу жұмысы үшін алдын ала терең кесулерді қазып алған жөн.

Салу кезінде барабар ылғал мен тығыздықты бақылау, сондай-ақ топырақтың түзетулер көлемін басқарудағы маңызды рөл атқарады. Стандартты Проктор айқындалған жоғары басымдықпен топырақ OMC жоғарыда 1-3% деңгейінде мөрмен бекітілуі тиіс. OMC пайдалану Proctor тым құрғақ және болашақ кеңейту көбірек бейім топырақты қалдыру өзгертілген. Топырақ бетонды жабынмен қапталған орнатпас бұрын тым кеуіп кетуі тиіс емес. Ұзақ құрғақ кезеңдерде аудандарда, ол топырақтың толық ені nonstretching өте кең орналастыру топыраққа жабуға қажет болуы мүмкін. Бұл қабат топырақ болуы тиіс . Егер басымдықпен топырақ оңай қол жетімді емес болса, ол цементтен немесе әк қолда-ныстағы топырақты өзгерту көп үнемді болуы мүмкін. Зертханалық те-сттер әдетте 3% немесе салмағы бойынша 5% аралығында, әк немесе цемент мазмұнын анықтау үшін пайдаланылуы тиіс. damming кеңейту бақылау үшін пайдаланылған басқа да әдістері топырақты preswelling немесе кеңейту бұған залалды бұрын жол бетіне орын мүмкіндік беру үшін, сондай-ақ әр түрлі мембраналар және су кедергілері құрайды. Сондай-ақ химиялық тұрақтандыру процестерін пайдаланылады.

Аяз қопсуын бақылау

Бүгінгі тасымалда аязда зардап шеккен аудандарда ескі бетон жабыны Performance ауқымды, қымбат басқару элементтерінің қатуын бол-

дырмау үшін қажет емес екендігін көрсетеді. Осы жабындарды мониторингтік зерттеу және, ең бастысы, жеткілікті бірыңғай жер ортаны қол жеткізу арқылы желдету дифференциалды шектеу қажет екенін көрсетті. Басымдықпен топырақтың жағдайындағыдай, аязға деформациясын бақылау үлкен дәрежесі (ӘЫК / ACPA 1991: 8-9) «subgrade тығыздау және ылғал жіктеу және бақылау ең үнемді өзекті операцияларын жүзеге асырылады.

Ісінген топырақты және экономикалық лады алып тастау мүмкін емес болса, дренаж, ылғалдылығы бақылау, және мөр ықтимал зиянды салдарын жұмсартуы мүмкін. Салу және рса / ACPA жариялау катиондар және топырақ негіздерін нақты тротуарларды арналған қосалқы негіздері сипатталған аяз ауыртпалығы бақылау әдістерінде болады (ӘЫК / ACPA 1991: 7-10). Бір жолы жоғары жеткілікті арттыруда класс тежеу және айтарлықтай төсемі төменде жер асты суларының деңгейін ұстау үшін жеткілікті терең шұңқырлар болып табылады. Егер мүмкін болса, бағалау 1,2-1,5 м (4-5 фут) төменгі жағына жақын арықтан жоғары болуы тиіс. Балама ретінде, дренажды Edge жер асты суларының деңгейін төмендету үшін пайдалануға болады. Жағалаулар құрылысына, одан аязға сезімтал топырақ төменгі жағына жақын орналастырылуы тиіс және кем жоғарғы жақын сезімтал топырақты аяз. топырақты араластыруға дифференциалды аязғатөзімсіз болдырмауға көмектеседі. Топыраққа аз бейім арасында бөлінген ила локализацияланған қалта exca- star.kon.p болуы және үздік материалдармен жаблуы мүмкін. Дипломдық ақылға қонымды бірізділігін және тиісті ылғалдылық көп бірізділігін қамтамасыз кезінде тиісті мөрі белгілейді. Өткізгіштігінің топырақты тығыздау арқылы Стандартты Proctor OMC сәл wetter төмендеді.

Топырақ іргетасының тұрақтандыру жобалары

Топырақты тұрақтандыру қажеттілігі болса, трафик жүктемесі асфальтта асырылады және топырақ түріне тәуелді болып табылады. Паркингтер және көшелер мен жергілікті маңызы бар жолдарды тұрақтандыру талабы екіталай. Екінші жағынан, әуежайлар және өнеркәсіптік қаптамалар ауыр топырақ тұрақтандыру талап етуі мүмкін. Subgrade тұрақтандыру себептері құрылыс шарттарына (: 36 Кон және Tayabizh 2003) әлеуетін ісіну және жақсарту азайту, төмен топырақ беріктігінің өстуін қамтиды. Топырақты тұрақтандыру жұмыс алаңын қамтамасыз етеді.

Төмендегі жағдайлардың бірі немесе бірнешеуі әуежайларда болса , «жер Тұрақтандыру қарастырылуы керек: дренаж, жер үсті дренажы

аязға қолайсыз болса, немесе тұрақты жұмыс платформасына топырақты тұрақтандыру химиялық агенттер қосу арқылы немесе механикалық арқылы қол жеткізуге болады. Кейбір жағдайларда жер негіздері барабар химиялық қоспаларды пайдалану арқылы тұрақтандыру мүмкін емес. Негізінде жатқан топырақ тұрақтанды материалдық жұмсақ топырақты бұзбай аралас және тығыздалған болуы мүмкін емес болса , сондықтан жұмсақ болуы мүмкін. Аса жұмсақ топырақ тротуар бөлімін құру үшін қажет болуы мүмкін. Коммутация рок немесе төселген атуға қалың қабаттарының пайдалана отырып қол жеткізуге болады. Қалың қабаттар кеуек бетон, сондай-ақ өте жұмсақ топырақты жеңу үшін қолданылған. Геотекстильді жұмсақ, майда тартылған топырақтың механикалық тұрақтандыруы ретінде қарастырылуы тиіс. Геотекстильді жұмсақ жерге сайттарына кіруге ықпал етуі мүмкін және салдарынан құрылыс трафикті бұзу жер топырақты азайтуға көмектеседі. Geotextақтайша, сондай-ақ бірге негізінде жатқан майда тартылған топырақ «(: 10 FAA 2009) бар ластануына байланысты бірліктің төсемді ұзақ мерзімде әлсіреуді шектеу үшін материал ретінде жұмыс істейтін болады.

Ең көп таралған subgrade тұрақтандыру материалдар әк тастары мен цемент болып табылады. Лайм жоғары ылғалдығы жабысқақ немесе балшықты топырақ subgrade үшін пайдаланылады. 10% астам топырақ пластика индексін тұрақтандыру үшін әк 3-5% талап етеді. Лайм құрғақ немесе тоқтата тұрып орналастыруға болады. Цемент әдетте тұнба жоғары мазмұнмен топырақты немесе ірі түйірлі топырақты тұрақтандыру үшін пайдаланылады. Пайдаланылуы тиіс цемент сомасы қоспасын жобалау процесі зертхана арқылы анықталады. Әк тастары мен цемент топырақты тұрақтандырылғанын Кон және Таябиж егжей-тегжейлі (2003: 36-38) талқылады.

Топырақ іргетасы транш жобалауындағы басқа да пікірлер

Кейде жарамсыз топырақ қазба жұмыстары кезінде орын алуы мүмкін, және ол локализацияланған қалтасына айналысуға дайын күтпеген мән-жайлар болған жағдайда жоспары пайдалы болуы мүмкін.

- Жұмсақ немесе бұзылған материалды алып тастау және жер үсті қалтасына негізінен оның орнына қоршаған ортадағы материал жұмыс істейді
- Қажет болған жағдайда, қиыршық жұмсақ топырақ және ауыстыруды жою, топырақ материалмен тас қабатының ластануын болдырмау үшін, гео-тоқыма пайдаланылады
- Көтергіш қиыршық геосетка және жұмсақ саласындағы жоға-

рыда 250 мм (10 дюйм) орналастыру.

Жер қойнауын жобалау және құрылтай

Кон және Таябиж (2003) Әуежай портландцемент бетонды жабынды (қатаң жабындының әуежайы) бойынша 5-тарау озық тәжірибелер базасы мен subbase құрылысын талқылайды. Осы нұсқаулықта әуежайларда тротуарларда ұсынымдар, сондай-ақ көптеген көлік жолдары мен басқа да бетон жабын қолданылады.

Шикізат базасы

Материалдар мен алуан түрлі өңделмеген subbases түрлі мекемелер үшін қолданылады. Бұлар қиыршықтас, топырақ, тұрақтандырылған және осындай шахтада құм қабыршақтар мен шлак «(: 12 / ACPA 1991 ӘЫК) қиыршық материалдарды қамтиды.

Маңызды элементтер

- Көптеген әр түрлі сыныптар қанағаттанарлық болды, ол бір жоба үшін салыстырмалы тұрақты градациясын сақтау үшін маңызды болып табылады.
- 200 тор (0,075 мм) ұсақ бөлшектердің санын шектейді.
- Тығыздау кезінде жұмсақ агрегаттардың сынуын болдырмау.
- Шоғырландыру болдырмау үшін стандартты Проктор кем дегенде 100% тығыздығы өте жоғары болуын қадағалау.
- Тек қалыңдығы 75 мм (3 дюйм) сорғыны (ӘЫК / ACPA 1991: 12-14) алдын алу үшін қажет.

Шикізат құрылыс элементтері аэродромдары қамтиды

- Дренажды қамтамасыз ету үшін тротуардың орталық немесе жоғарғы нүктесінде құрылыстың басталуы
- Бульдозерге автоматтандырылған жабдық немесе тас терезесін пайдаланып орнатыңыз.
- ОМС ылғалдылықтың 1% шегінде екенін бақылау.
- 3-4 артық көлемде қабаттың ең төменгі қалыңдығын сақтау
- Орналастыру алдында жердің барлық жұмсақ немесе тұрақсыз аймақтарын алып тастаңыз
- 5 м (16 фут) көмегімен өлшенеді, себебі 12 мм (1/2 дюйм) шеңбер негізінде жатқан сөздер дайын биіктігін ұстайды. Ірі жобаларға немесе лазер үшін қорытынды бағалау үшін пайдалануға болады.
- Ол орналастырылғаннан кейін базалық қабатының дайын бетін қорғайды. Бетіндегі суды болдырмау үшін дренажбен қамтамасыз етеді. Ауа райы тым құрғақ болса, суарылуы қажет болуы мүмкін.

- Діріл роликтер бар. Жапсырма резеңке роликтері операция кезінде бетін илеу үшін пайдалануға болады (Кон и Таябиж 2003: 41-42).

Механикалық өңделмеген ұқсас базалық курсын тұрақтандырады, бірақ олар материалдық және градациясын зақымдайтын қиыршық жиынтығы тұрғысынан жоғары сапа талаптарына сәйкес болуы тиіс. Кейбір қосымша көзқарасқа базалық қабатының өңделмегеніне байланысты келесідей пікірлер келтірілген:

- Базалық курсын орнатпас бұрын, негізгі топырақ тексерілуі тиіс және жұмсақ немесе ымырашыл аумақтар бекітілген болуы тиіс.
- Егер негізгі қабаты дымқыл, лай немесе мұздатылған болса, негізгі базасы орнатылмауы тиіс
- Жұмыс нөлден төмен температурада тоқтатылуы тиіс
- База діріл, каучук немесе статикалық дөңгелегі бар роликпен тығыздалған болуы тиіс
- Төзімділік бағалау әдетте 10 мм (3/8) өлшемнен тұрады, 5 м (16 фут) стрейдж автоматты орналастыру жабдығын талап етуі мүмкін (Кон және Таябиж 2003: 42).

Өңделген цемент базасы және базалық қабаттар

Түйіршікті материалдар AAS ТҰК топырақ жіктелуі А-1, А-2-4, А-2-5, және А-3 топтары цемент-өңделген негіз үшін пайдаланылады. Алайда, бұл топырақ аязды аудандарда немесе ауыр трафик көлемі үлкен каудандарда пайдалану ұсынылмайды. А-6 және 7-А топырақты пайдалану ұсынылмайды. Дәл бағалау негізін қамтамасыз ету үшін, материалды ең жоғары мөлшері әдетте 1 [25 мм], және мүмкіндігінше [19 мм] 3/4 «(: 14-15 / АСРА 1991 ӘЫК) шектейді

Маңызды элементтер:

- Лас түйіршікті материалдар базалық қабатының ерекшеліктеріне сай келмейтін және қолданылған материалдар пайдаланылуы мүмкін және шын мәнінде таза цемент агрегаттарды кем талап етуі мүмкін.
- Эрозияға төзімді өңделген цемент базасы қолдануға өте қолайлы болып табылады
- Бұл қабаттар жол немесе орталық зауыттық әдістерін қоспасы пайдалана отырып салынған болуы мүмкін. Жол араластыру, материалдық негіз бойынша өңделуі мүмкін.
- Соңғы қадам цемент өңделген базасы нақты дәрежеде аяқтау және содан кейін жұқа тұман ретінде жеңілдеп су бүрку керек (РСА/ АСРА 1991: 15-16).

Цемент өңделген қосалқы базасы және құрылыс аэродромдар үшін негізгі элементтеріне мыналар кіреді:

- Орталық араластыру зауытында пайдаланған кезде, су және қолайлы пропорцияда бір Pug диірмен цемент араластырғышқа енгізіп, цемент араластырғыштың дұрыс жұмыс жасауына екеніне көз жеткізіңіз.
- Толықтай орналастырумен жеткізуді алғашқы араластырудан 60 минут ішінде аяқтаңыз.
- Араластыруға 2 сағат ішінде қорытынды сұрыптауды және тығыздауды іске қосыңыз.

Жұқа және бетон негізінде жатқан қабаттарға негізделген негіздері

- Мониторлың ядролық тығыздықтың көмегімен тығыз болуы. Қабат 97% немесе максимум 98% -ға дейін сығымдалған болуы тиіс.
- ылғалдығы оптикалық ыстық ауа райында салыстырғанда оңтайлы 2% және 2% шегінде болуы тиіс
- Бойлық және көлденең жіктер санын барынша азайту.
- Күннің соңында кросс-тақырыбын орналастырыңыз, немесе жобалау-ден астам 60 минут үзілген болса, толық тереңдігі үшін пайдаланылады.
- Орналастыру кезінде 4 ° C (40 ° F) температурадан кем емес екендігіне көз жеткізіңіз және 2 ° C (35 ° F) төмен түссе орналастыруды тоқтатыңыз
- Әдетте қабат қалыңдығын нығыздау үшін 200 мм шектейді, дегенмен кейбір нығыздаушы техниканың түрлері 300 мм нығыздайды
- Діріл және резеңке пневмо дөңгелек роликтер тіркесімін пайдалану
- Егер бірнеше лифт қажет болған жағдайда, ең төменгң жер астын ылғал қалпында ұстамау керек
- 5 м алаңға (16 фут) пайдалана отырып өлшенген, 10 мм (3/8 дюйм) шеңберінде базалық қабатының дайын биіктігін ұстау. Триммер төзімділік сыныбын сақтау үшін пайдаланылуы тиіс. СТВ қатты материал болып табылады және тығыздау кейін бағалануы мүмкін емес (Кон және Таябиж 2003: 43-44)

Үлкен жобалар үшін, СТВ бірыңғай сапасын қамтамасыз ету үшін орталық зауыт миксердің үздіксіз қозғалыс жүзеге асырылуы керек. Сынамаларды іріктеу барысында, ол ауа райының СТВ қорғау үшін қақпағын пайдалану үшін қажет болуы мүмкін (Халл және басқалары 2005: 55-56).

Ауа температурасы 40 ° F (4 ° C) төмен түссе немесе температура 24

сағат ішінде , F (2 ° C) 35 ° төмендесе, СТВ материалын араластырудың қажеті жоқ. СТВ материалын мұздатылған жерге қоюға болмайды. Сонымен қатар, жауын-шашын орын алған кезде СТВ материалын орнатудың қажеттілігі жоқ. Күтпеген жерден жауын шашын болған жағдайда, қабатқа су өтпегендігіг қадағалау керек, су өткен жағдайда, құрамының бұзылуына әкеліп соқтырады (Халл и др 2005: 57).

Цементпен өңделген негізгі қабаттар

Өңделген цемент негізіне қарағанда бетон қоспалары көп мөлшерлегі цемент пен судан жасалған, олардың құрамында қарапайым бетонға қарағанда цемент аз. Олардың сыртқы көріністері ұқсас және жұқа бетонда діріл білінеді. (PCA/ACPA 1991: 16). Қоспаны қол жетімді бағадағы материалдан жасағандықтан оны жиі жұқа бетон деп атайды.

Маңызды элементтер:

- Агрегаттар, бетон спецификациясына сәйкес келмейді, ол цементтен аз пайдаланылуы мүмкін
- Қайта өңделген тротуар материалы толтырушы ретінде пайдаланылуы мүмкін.
- Типтік цемент факторлары 118-208 кг/м3 (200-350 фунт/ярда3), типтік құлдырау 25-75 мм (1-3 дюйм) (PCA/ACPA 1991: 16)

LCB өндірістік жағынан жәй бетон өндірісімен салыстырмалы ұқсас болып келеді. Бұл стационарлық миксерде немесе орталық пакеттік орнатуда, немесе жүк көтергіште араластыруға болады. (Халл және т.б. 2005: 59).

Аэродромдар үшін жіңішке бетонды төсем ретінде және базалық құрылыс элементтері ретінде қолданады, ол мынаны қамтиды:

• жіңішке бетонды жай бетон секілді орнату.

• 7 күндік төзімдік 5200 кПа (750 фунт әрбір шаршы тық дюймға) төмен және 28 күн күш төмендігі 8300 кПа (1200 фунт шаршы тық дюймға), жарылуларды болдырмау үшін.

• Алмастырушы элемент ретінде, жіңішке бетондардағы тігістерді азайту қажет, бетондық жабынға болашақ тігістер сай келуі үшін.

• Жіңішке бетонмен жанартаудың балауызымен екі реттік қолданумен емдеу байланыстар негізінде жүргізіледі. Бұл процедура жіңішке бетонды емдейді және байланыстарды жояды және бетон мен бетондық жабын арасындағы жарылулардың алдын алады (Кон және Таябиж 2003: 44-45).

Температурасы мен жауындар СТВ қасиеттеріне сай. LCB ағып кетуін болдырмау қажетсырғанайтын қалыпта немесе бекітілген формада орнату үшін LCB қолданылуы мүмкін. Өңдеу кезінде қажет

нәрсе, дегенмен LCB сұйық мембранамен емделуі тиіс, бас тарту байланыстарын шығара отырып. Егерде 7 күн ішінде күш 5,5 МПа төмен болса (800 фунт шаршы тық дюймға), екінші күш компаундтан бас тартады, байланысты автоматты түрде сөндіру үшін қолданылуы мүмкін. Егерде күш жоғары болса, тас дросселі келесінің орнына қолданылған болуы тиіс (Халл және т.б. 2005: 60-62).

Өткізгіш база

АТВ өндірісі, орналасуы, бақылауы және қабылдануы жоғары сапалы асфальттайтын қабатқа ұқсас „(Халл және т.б. 2005: 62). Кон және Таябиж (2003: 45-46) асфальттік өңделген негіздердің құрылысын сөйлесуде:

• қабат қалыңдығы әдетте шектелген 100-125 мм (4-5 дюйм) дегенмен олардың кейбіреуі сәйкес жағдайда компактілі болуы мүмкін 150 мм (6) қабат.

• Қалың қабаттың тығыздығын тексеріңіз, ол үшін ядерлық тығыздық құралы қолданылады.

• қабат қалыңдығын анықтау және ауалық бостарды ядро арқылы жасалады.

• орналасуды тоқтату, егерде ауа температурасы 4 ° C (40 ° F) төмен болса.

• Жазғы жайдайда, асфальттік өңделген негіздің беті 60 ° C (140 ° F) асуы мүмкін потенциалды, алдыңғы кері қайту жарылуларына қол жеткізу үшін және жоғары отыруды бетондық жабын үшін осыны жасайды. Бұл қабаттар әкталған болуы тиіс әкті-су сұйықтығымен, ол температураны төмендетуге мүмкіндің береді, бетонды құяр алдында.

• бетін фрезерлік құралмен кесіп алмаңыз, себебі бетон ол бетпен байланысады және соғырлым көп жарылулар болуы мүмкін.

„өткізгіш негіздер кішігірім ұсақталған толтырушылардан құралады. Материалдар екі категоряиға бөлінеді: өңделген және өңделмеген. Өңделген база асты, олар тұрақты құрылыс алаңын қамтамасыз етеді, олар не цементпен [118-177 кг/м3] (200 ден 300 фунт куб ярд дейін) немесе асфальт (2 ден 2,5 процент салмағы бойынша) „(PCA/ACPA 1991: 18). Маңызды элементтер болып табылады:

• өткізгіш материал асфальт салғышқа енгізеді, бункер немесе жүк тасымалдаушы

• қабат кішігірім ауысады, әдетте, бірден үшке дейін 4-10 тонн статикалық жағдайдағы болат дөңгелегі аунағышта.

• цементтік өңделген өткізгіш негізді емдеу сумен терлеу немесе полиэтилен беттерімен 3-5 күн ішінде жүреді.

5 тарауда айтылғандай, дренаждық қабаттар тұрақталған немесе тұрақталмаған болуы мүмкін. Дренаждық қабаттар, цементпен немесе асфальтпен тұрақтандырылған, ең жақсы тұрақтылықты қамтамасыз етеді құрылыс кезінде. Бұл қабаттар, әдетте, 100-150 мм (4-6 дюймде) болады.Тұрақтандырылмаған дренаждық қабаттар аэропорттар үшін ұсынылмайды, кеңфюзеляжды ұшақтарға қызмет көрсететін. Дренаждық қабаттардың орналасуы терең түрде жол киімінде қабатқа деген қысымды азайтады (Кон және Таябиж 2003: 46).

Өткізгіш базасы бар өңделген бетонды (СТРВ) орталық пакеттік зауытта араластырады немесе стационарлық аралстырғышта, соған ұқсас жай бетонды да. Айыппұлдардың болмауынан, қайта өңдеуді минимизациялау арқылы қабаттануды жоюға болады және құлау биіктігін шектеу арылы. Материал белгілі бір жерге орнатылуы мүмкін, оны механикалық шпательді немесе асфальт салушыны екі тығыздауыш торлар арқылы жүргізеді (егерде салушы агрегатты бөлшектеп тастамаса). Тығыздықты қатамасыз ету үшін қабаттар 100-150 мм (4-6 дюйм) шамасында болуы қажет. СТРВ әдетте тығыздалған статикалық ERS жағдарламалық ашылулармен, 30 мин ішінде материалды араластыруға бағытталған және 60 мин шегінде аяқталуы қажет. Тас сөндіруші ретінде екі жол арқылы вибрациялық айдағышқа салынады. Сынақтар бөлімдері екі СТРВ қажет және асфальттік өңделген өткізгіш негіздер (АТРВ) қабаттардың материалды тексеру үшін, әдістердә жіне қасиеттерін тексеру үшін жасалады. Материалды салып және оны жай асфальт секілді етіп, ал ремикстер жүйесі кейін ұсынылады, сеграцияны болдырмау үшін. Пневматикалық дөңгелектер АТРВ тығыздау үшін қолданылады, емдеуді талап етпейді немесе сөндіруші байланысын. Жазда АТРВ ақ болуы тиіс- бетондық жабуды жуу керек орнатар алдында (Халл және т.б. 2005: 63-66). АТРВ мезгілдік немесе үзіксіз өсімдіктерді араластыру арқылы байланыстырады (Халл және т.б. 2005: 66-69).

Өткізгіш базалар мәселелері

Тұрақтандыратын негіздер қатты бекітпені қамтамасыз етеді, ол бетон жабынымен қапталады және түскен салмақтан иілу қысымдарын төмендетеді. Осыған қарамастан, олар қысымды ұлғайтады, бұрау және шалыстану кесірінен, егер де өзара аралық қашықтық азаймаса. Өзара кесу терезесі қысқартылған болуы мүмкін, ол кездейсоқ жарылуларға әкеледі (Кон және Таябиж 2003: 46-47).

18 Тарау
18 Тақталардан қаптау

Конструкцияның жол жабыны сапасы маңызды роль атқарады. Жақсы салынған, бірақ жаман жасалып шығарылған жабын, әдетте, бұрыс өңделгеннен жақсы, бірақ жақсы ойластырылған жаяужол.Осылайша, кәсіби дайындалған мердігер және тәжірибелі проработардың әсері жақсы өнімділікке қол жеткізу үшін қатты бағалана алмайды „(Роллингс 2001: 292).

Бетонды араластырудың екі негізгі типі бар – кеспе және сырғанайтын қалып. Екі факторда өзінің басмыдықтарына ие және кемшіліктері де бар, және олардың әрбіреуі кейбір жобаларға сай келеді басқасына қарағанда. Көптеген сырғанамалы қалыптарда жобаларда қолданылады, дегенмен біршама мөлшердегі араластыру немесе қолмен жұмыс сол секілді қажет.

Араластырудың нақты операцияларының тегжейлі талқылануы, суретымен, AASHTO/FHWA/(ACPA 1996a) көрсетілген, ол келесі мекен жай бойынша Интернетте көрсетілген http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf. зауыттың бетондық жұмыстары V-1- V-74 беттерде қарастырылған. Сырғанамалы қалыппен араластыру келесі беттерде көрсетілген VI-1-VI-64, ал бекітілген үлгісі VI-65-VI-105) беттерде.

8 ден 10 Тарауға дейін интеграцияланған материалдардан және құрылыс тәжірибесінен (IMCP) мекен жайы қолмен конструкцияда көрсетіледі,сапасы және тестілеу, сонымен қатар кемшіліктерді жою және алдын алу (Тэйлор және т.б., 2007).

Бетон өнімдерін өндіру

Бетон өндірісі және өсімдіктер операциясы жол киімі үшін маңызды табылады. Мүмкін, негізгі нәрсе болып материал қажет сапада жеткізілуі тиіс және жылдамдықта орнатылуы. Бұл ең алдымен қалыптық әдіспен қаптау үшін қажет, себебі үздіксіз қозғалыс асфальт салушының маңызды рөл атқарады, ең негізгі тегіс жабынды қаптау кезінде. Егерде асфальт салушы жай немесе үзіп үзіп салатын болса, онда оның сапасы бұзылады, егерде көлік фургондары резервтелсе жоба сайтында, себебі материал тез жеткізіледі. Онда тегіс, берік жабынның құрылысы бетондық заутта басталады деп айтуға болады. Тэйлоржәне т.б. (2007: 106-111) сапа үшін біркелкілік қағидасының қаншалықты маңызды екендігін талқылауда, материалдарға деген ерекше назармен, өңдеуге және араластыруға.

Бетон өндірісіндегі бір ең маңызды сілтеме Американдық бетон институты табылады (ACI) Комитеті 304 өлшеу, араластыру, тасымалдау және бетонды қаптау бойынша басшылық, ACI 304R-00 (ACI Комитеті 304 2000). Жиі түрде дайын аралстырылған бетон зауыттары агенттіктердің талаптарына қатысты тексеріледі немесе куәландырады немесе Тауарлық бетонның ұлттық ассоциациясының куәліктерін қанағаттандыру үшін (NRMCA) (Құрама штаттарында) (ACPA 1996a: V-22).

Көптеген жағдайда, араластырылған немесе тауарлық бетонжоба үшін қолданылады. Бетонды толық талқылайды ACPA (APCA басшылығы 1996a: V-5-V-45). Ірі жобаларға орталық араластырылған бетондық зауыт орнатылған болуы мүмкін. Орталық зауыт 3000 м3 (3900 ярд3) 10-күндік жұмыс ішінде шығаруы мүмкін. Сонымен қатар, орталық зауыттар араластырғышқа ие, қозғалмайтын қоспалағышқа. Орталық араласқан зауыттардың операциялары келесі басшылықта көрсетілген ACPA, зауыттың орналасуына қатысты (ACPA 1996a: V-47-V-74).

Өндірістің әдістері мен құрылғыларына байланыссыз коммуникациялықтар қолданылады және агенттіктер арасындағы дайындықтар (куәліктер), мердігердің жолаяқтары (сатып алушының), дайын өнім зауыттары (бетон шығарушы), сонымен қатар қызметкерлерді тестілеу қажет. Техникалық сипаттамалар бетонның сапасын нақты көрсетуі қажет, және жұмысқа қолайлы болуы керек. Мердігер нақты санын және бетон үшін жеткізу жылдамдығын ұйымдастыруы қажет. Өндіруші кепіл беруі тиіс, сапасы мен жылдамдығы одан қанағаттандырылуы керек. Бұл пункттер сол партиялардың жиналыстары арқылы ұйымдастырылуы қажет құрылыс жұмыстары басталмас бұрын (ACPA 1996a: V-10-V-11).

Ірі жобалар үшін, бірнеше ай бойы өтетін маусымдық талаптарды ескерген жөн және бетонды араластырудың түрлі конструкцияларын. Жылы климаттағы жұмыс үшін сұйықтық ұшқыш күлмен ауыстырылады және/немесе GGBFS жылу гидратациясының шығуларын төмендетуге көмек береді.Себебі конструкция күзгі мезгілде сүртіліп қалады,сол материалдардың құрамын азайту үшін және цементтің құрамын көбейту үшін қажет беріктікті алу үшін және күшті артық шығындарды болдырмау үшін жүргізіледі.

Ең бір маңызды элемент болып толтырушыны өңдеу кезінде қабаттанып кетудің алдын алу қажет және бетонды араластыру операцияларын. Қабаттану араласқан бетонның компоненттерінің дифференциалды концентрациясымен анықталады, толықтырушыға, немесе оған ұқсас материалдар массадағы тегіс емес пропорциялар нәтижесінде (ACI бетондық терминология 2012). Қабаттануды жинақ қорларды қа-

жет жағдайда басқару арқылы қол жеткізуге болады, сонымен қатар тасымалдау және материалдарды қажет жағдайда орналастыру кезінде (ACPA 1996a: V-24-V-25, V-33).

Басқа маңызды фактор болып бетоннан шығатын суды басқару табылады. Сұйықтықтың нақты пропорциялары SSD талаптарына негізделген және судың нақты құрамы үшін реттелген болуы тиіс.

Егерде судың жалпы құрамының өзгерістері өндіріс кезінде, ауа райы жағдайынан болса, суды араластыру кезінде оның мөлшері қарастырылуы қажет, оны компенсациялау үшін немесе бетонның тез құлауына қатысты оның тым төмен немесе тым биік болуын. Судың өлшеу құралдары нақты соммалық құрам үшін бункерлерде бақыланады. Кішігірім толтырушының ішіндегі судың мөлшері әдетте тым аз, ірі толтырушыға қарағанда (ACPA 1996a: V-15, V-35, V-38, V-68).

Сырғанағыш қалыпты қаптау

Сырғанайтын қалыпта конструкция дегеніміз үлгіні геометриялық үлгіге жинақтау дегеніміз. Бетондық массаның бетін өңдеу (тік немесе көлденең), сырғанауға немесе сорып алуға үлгі тұрақты арасынан және бетонның массасының пластикалық қоршауы табылады. Өтетін жолдардағы қабырғалық сырғанайтын асфальттау массаны құрау үшін, жинау құралдарын, сонымен қатар бетін тегістеуге арналған құралдар үлгісі өздігінен жүретін машинада жақсы бекітілген. (ACPA 1996a: VI-6, VI-38). Сырғанайтын қалыпты қаптау төмен бетон конусын қолданады, ол қаптаудың жоғары өнімділігін қамтамасыз етеді, және өте тегіс асфальт шығарады. Сырғанайтын үлгілермен төсем экструзия үдерісі деп аталады. (ACPA 1996a: VI-6, VI-38). Сырғанайтын қалыптың жолаяқ өндірісі шамамен 1,6 км (1 милі) бір күнде. Сурет 18.1 сырғанайтын қалыптың төсем жолын көрсеткен, ал 18.2 суретте slipformed жаяужолы. 1.2 және 1.3 суретте қаптаудың сырғанайтын қалыпы көрсетілген.

Сурет 18.1 сырғанаушы қалыппен қаптау. (бетондық жабынның американдық ассоциациясынан алынған (ACPA) 1996a Constructionof портландцемент бетонндық жабыны, қатысушы басшылығы, FHWA HI-96-027, AASHTO FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY, Вашингтон, Колумбия аймағы: көлікжолдары басқармасының федералды басшылығы, АҚШ көлік Министрлігі интернетте келесі мекен жай бойынша қол жетімдіhttp://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf:VI-6)

Сурет 18.2 Сырғанайтын қалыппен өндірілген бетондық төсем. (бетондық жабынның американдық ассоциациясынан алынған (ACPA) 1996a Constructionof портландцементбетонндық жабыны, қатысушы басшылығы, FHWA HI-96-027, AASHTO FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY, Вашингтон, Колумбия аймағы: көлік жолдары басқармасының федералды басшылығы, АҚШ көлік Министрлігі интернетте келесі мекен жай бойынша қол жетімді: http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf~~pobj.-VI-6)

Кон және Таябиж (2003: 68) жолаяқтың сырғанайтын үлгілерінің жалпы элементтерін ескере отырып

• Өзі жүретін екі немесе төрт жолы бар

• Салмағы, әдетте, 3000 кг/м (2000 фунт/фут) диапазонында қозғалыстың жолаяқтарының жалпақтығы

• асфальт салушының типтік жалпақтығы 8-11 м (25-37.5 фут), дегенмен кейбірі 14-15 м (45-50 фут)

• Айналымның реттеуіш жылдамдығы бар гидравликалық басқару массиві вибраторлар жол төсемін тығыздату үшін қолданылады

• Тегістеуіш төсем алдында бетон басын ұстауы мүмкін

•Тұрақты үздіксіз шнектерді қолданыңыз немесе ұқсас құралды, бетонды төсем алдында тегіс қаптау үшін

• Өңдеу салымдары

Тегіс жабын сырғанаушы қалыптан тұрады, жерлік тығыздалған жабыннан. Жерлік профиль рұқсат етілген жерлерде орналасуы қажет. Жерлік тұрақтандыру салынған жолаяқтарды қолдауға қажет болмаған жағдайда да, тұрақтандыратын жабын салмақтық агрегаттарды жақсы ұстап тұруға және кез келген базалық тығындауыштарды және жабындарды қолдап отырады. Кейбір төсемдер соңғы рұқсаттарға арналады. Қолайлы дренаж сайты барлық құрылыс үдерісі кезінде жүргізілуі қажет. Түбі және төсем қабаты материалдары тығыз орналасуы қажет және нақты белгіленген. Өңделген база және материалдар төсем қабаты үшін асфальт салушы көмегімен төселуі мүмкін (ACPA 1996a: VI-8-VI-9, VI-17-VI-18).

Соңғы жол жабынының бетін көтеру stringлинты қолдану арқылы жасалуы мүмкін. Асфальт салушыда жүру үшін өлшем құралдары жол төсемінің соңғы биіктігін орнату үшін. S сым, кабель, нейлоннан жасалған, полиэтиленнен жіп, немесе басқа ұқсас материал. Олар қатты элементтермен бекітіледі және қажет мөлшерде тартылған болуы тиіс, қателіктерді жою үшін. Әдетте, мөлшерлемелер 8-м (25- футтан) аспауы қажет уақыт аралығында, ал көлденең және тік қисықтарда жақын. Бірдей жағдайларда, рұқсат етілгені интервалдың үлесін 16 м (50 фут) дейін ұлғайту үшін. Немесе бір бір жағынан қаптаушты немесе екі жағынан да қолданылуы мүмкін. Жолдарды толық зерттеу қажет және төсем алдында тексеру, оның ауысып кетпеуін алдын алу үшін. Температура мен ылғалдылықтың өзгеруі ағуларға әкеліп соғады (ACPA 1996a: VI-14-VI-16). 18.3 Суретте асфальт салушының таяқшалары көрсетілген.

Талшықты жіптер асфальтсалушылармен жасалып шығарылған. Олар тиісті геометриялық параметрлері төселген сақтау үшін ғаламдық позициялау жүйесіне (GPS) сүйенеді. Қаптаушы дайын тротуардың ұсынылған ені шетіне тыс жолдарында мінген. Бұл жол әдетте алаңы

желісі, трек желісі немесе нысаны желілері деп аталады. Қаптау желісі 18.4 суретте көрсетілген.

Сурет 18.3 Stringline және асфальтсалушы таяқшаларды зондтау. (бетондық жабынның американдық ассоциациясынан алынған (ACPA) 1996a Constructionof портландцемент бетонндық жабыны, қатысушы басшылығы, FHWA HI-96-027, AASHTO FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY, Вашингтон, Колумбия аймағы: көлік жолдары басқармасының федералды басшылығы, АҚШ көлік Министрлігі интернетте келесі мекен жай бойынша қол жетімді: http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf~~pobj. VI-15)

Сурет 18.4 Жолды салу. (бетондық жабынның американдық ассоциациясынан алынған (ACPA) 1996a Constructionof портландцемент бетонндық жабыны, қатысушы басшылығы, FHWA HI-96-027, AASHTO FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY, Вашингтон, Колумбия аймағы: көлік жолдары басқармасының федералды басшылығы, АҚШ көлік Министрлігі интернетте келесі мекен жай бойынша қол жетімді http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf: VI-20)

Қолдау үшін асфальт қаптауш, жақсы тығыздалған материалды қолданады оның негізі ұзартылған 1 м (3,3 футай) болады және жолаяқтың сыртқы бетінде орналасды. Ол тұрақты болуы қажет, барлық төсем поездының кедергісіз өтуіне мүкіндік беріп, сонымен қатар кез келген текстурирлеуді және құрылғының қаттылығ үшін. Егерде шеткі суқоймалары қолданылса төсем салынып болған соң жасалуы қажет себеі оларды машина тапап кетпеуі үшін. Төсем жолағы неғұрлым қолдау табуы қажет және қоқыстан тазартылған (ACPA 1996a: VI-19).

Өңдеу алдында мұқият, жолаяқ жабдықты реттеу және компоненттерін теңестіруді тексерумаңызды. Қазіргі заманғы лақтырушының әдетте белдеуі, бұрандасы, соқа жүйесі бар. Ол сенсорлар дұрыс жұмыс және гидравликалық сұйықтық еш жерінен су ақпай екенін көз жеткізу үшін маңызды болып табылады. Машинаны төселген төрт трек алға еңкейту болдырмау мақсатында алаңда орнатылған болуы керек. Асфальт қаптаушының лақтыруының қатынасы немесе бұрышы болуы тиіс, ол жол төсемінің тегістігіне тікелей әсер етеді. (ACPA 1996a: VI-21-VI-22).

Сырғанаушы қалыпты кеспеде ішкі вибраторларды қолданады ол бетонды бекіту үшін қажет, ол туралы келесі суретте көрсетілген 18.5. Вибраторлар бетондық массаны бекітеді, қажет емес бос жерлерді алып тастау үшін, дайын төсем үлгілерін қалыптастыру үшін.

Дұрыс орналасуы және вибрация жиілігі маңызды роль атқарады. Әдетте, вибраторлар минутына 7000-9000 құбылуларға дейін байқайды. Вибраторлар көлденең орналасуы қажет, көршілес вибраторлардың әсері 50-75 мм (2-3 дюймда) бір бірін жабатындай етіп. Вибрацияның көп болуы бетонды айырықшалап алуы мүмкін және тартылған ауаны итеріп, оның нәтижесінде вибратордың іздері қаптауыш артынан көреді (ACPA 1996a: VI-22-VI-30).

Сурет 18.5 Вибраторлар. (бетондық жабынның американдық ассоциациясынан алынған (ACPA) 1996a Constructionof портландцемент бетондық жабыны, қатысушы басшылығы, FHWA HI-96-027, AASHTO FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY, Вашингтон, Колумбия аймағы: көлік жолдары басқармасының федералды басшылығы, АҚШ көлік Министрлігі интернетте келесі мекен жай бойынша қол жетімдіhttp:///isddc.dot.gov/OLPFiles/ FHWA/014737.pdf: VI-26)

JPCP штифтік төсем үшін, орталықтандырушы өзек жинақ тіректерімен орнатылады.Орнататын тіректер сымдардың желісіне ие, олар жер негіздеріне жасалған немесе төсем негіздері бар. Олар қатты бекітіліп орнатылуы қажет, төсем кезінде ауысып кетуін алдын алу үшін. 18.6 Сурет тіректі көрсетеді. Дюбелдер жіңішке қабатты маймен майланған болуы тиіс, себебі қозғалыс бетондық жабындары кеңееді және тартылады (ACPA 1996a: VI-31).

Дюбельдік кәрзеңкені қолдану барысында, кәрзеңкелер plac- ИНГ дейін бетоннан босатылған болуы керек, ол кепілдік беру үшін қажет, дюбельдер дұрыс реттелгендігін және негізге нақты бекітілгендігін байқау үшін. Ұсынылады, кәрзеңкенің дюбелі негізге болат қосындысы арқылы бекітілген болуы тиіс диаметрі минималды 7,5 [мм] 0,3 дюймге дейін. Бұл мөлшерлем тереңдікке қарай негізде салынуы тиіс [100 мм] 4 дюйм тұрақталған қатты негіздер үшін, [150 мм] 6 дюйм өткізгіш негіздермен өңделген үшін, және [250 мм] 10 дюйм өткізгіш негізді өңделмегендер үшін, агрегаттық негіздер, немесе жер бетілік табиғи. Дюбель бетонда еркін жүруі тиіс, себебі екі жолаяқ төсембір бірінен тәуелсіз қозғалуы тиіс, осылайша, жолаяқ қысымын алдын алады „(FHWA 1990a).

Дюбель бар Inserters дюбельдегі қажет кәрзеңке жинақтарын жояды. Шпунттарорналасқаннан кейін жаңа бетонға енгізіледі, ол суретте көрсетілген 18.7. кәрзеңкелер қолданыла ма әлде жоқпа оған қарамастан келесі кесу үшін тігістерді анық білу қажет(ACPA 1996a: VI-32-V-33).

18.6 суреті. Себеттің біріктіруші білігі. (Бетон төсемдерінің американдық ассоциациясынан алынды (ACPA) 1996a Портландцементтік бетонды төсемдерінің құрылысы, Құрылысшыға арналған нұсқаулығы, FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY Бірлескен оқыту, Вашингтон, Колумбия өңірі. Автокөлік жолдарының федералдық басқармасы, Құрама Штаттары көлік департаментінің интернеттегі мекенжайы http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf. VI-88)

18.7 суреті. Біріктіруші біліктерді орнату. (Бетон төсемдерінің американдық ассоциациясынан алынды (ACPA) 1996a Портландцементтік бетонды төсемдерінің құрылысы, Құрылысшыға арналған нұсқаулығы, FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY Бірлескен оқыту, Вашингтон, Колумбия өңірі. Автокөлік жолдарының федералдық басқармасы, АҚШ көлік министрлігі. Интернетте келесі мекенжайы бойынша қол жетімді: http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf. VI-32)

Дюбельді орналастыру тексерілуі тиіс, төсем жасар алдында. Егер де ұсынылған рұқсаттарға қол жеткізілмесе, шпунттың орнатуды бағалай, бетондық сұйықтық ты бағалау, сонымен қатар роналастыру техникасын бағалау жасалуы қажет. Сәкес түзетулер қаптау кезінде енгізілуі қажет, ол қысымды беру құрылғысының қажет түзетуін қамтамасыз етеді,,(FHWA 1990a).

Тұтастырғыш аралық тігістер арқылы жасалады. Олар қаптауыштың алдында орнатылады немесе жаңа бетонда болуы мүмкін. (ACPA 1996a: VI-34-VI-35).

CRCP үшін болат тұтастырғышта орнатылуы мүмкін. Ол арматураның дұрыс орналасуына септігін тигізеді және көлденең арматура болып есептеледі. Құбырлардың қоректері келесі суретте көрсетілген 18.8. Қаптауы ш вибраторларының болатқа кедергі болмайтынын тексеру қажет (ACPA 1996a: VI-36-VI-37).

Тегіс бетон жабынын салудың ең негізгі элементі болып жолаяқ құрылғысын әрдайым итеріп отыру табылады. Сонымен қатар, бірлік бөлік (агрегаттық) құрам, судың құрамы, және тұрақты қысыммен мен вибрация маңызды роль атқарады. Тегіс сырғанайтын қалыпты құрастырудың ең негізгі мүмкіндігі жеткізуің көпірлік жеткізілуі, мөлшерінің, сапасының және қозғалысының. Төсемнің қалыпты жылдамдығы шамамен 1-2,5 м (3.3-8.2 фут) минутына. НСД барлары кейбір кеспелерде қолданылады, ол бетонды қатайту үшін қажет (ACPA 1996a: V-21, ВИ-39-VI-41, VI-47).

Конструкциялық тігістер жұмыс күні аяғында бастарының рәсімделуін талап етеді, немесе соңғы түсу қыртысында қысқа қашықтықты салып. CRCP дағы бастар күтімді қажет етеді, ол болат арматураның тұрақтылығын қамтамасыз етеді (ACPA 1996a: VI-48-VI-49).

18.8 суреті. Бір бағыттаушы құбыры бар шыбықты жеткізгішісімен болатты CRCP қондырғысы. (Бетон төсемдерінің американдық ассоциациясынан алынды (ACPA) 1996а Портландцементтік бетонды төсемдерінің құрылысы, Құрылысшыға арналған нұсқаулығы, FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY Бірлескен оқыту, Вашингтон, Колумбия өңірі. Автокөлік жолдарының федералдық басқармасы, Құрама Штаттары көлік департаментінің интернеттегі мекенжайы http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737 PDF.. VI-37)

Төсеудің белгіленген нысаны

Төсемнің бекітілген үлгісі жер беткейіне бекіту арқылы жасалады немесе орнында бетонды сақтап қалу үшін. Үлгінің жоғарғы шеті сортты орнатады және төсем құрылғысының жолы ретінде әрекет етеді. Бекітілген үлгі келсі суретте көрсетілген 18.9. бекітілген үлгі төсемнің көшелерде қолданылады, жергілікті жолдарда, аэропорттарда және қиын геометриялы төсемдерде қысқа қашықтықтағы немесе ауыспалы жалпақтықта (ACPA 1996a: VI-68-VI-69).

Сурет 18.9 кәрзеңкенің дюбелін көрсетеді және бардың жиынтық галстугын,үлгіге қосымша және жолаяқ құрылғыларына қосымша төсем кезіндегі бекітілген үлгілердің басымдықтары

- қатты рұқсаттарды және қабырғалық тесіктерді өңдеу қабілеті
- жолаяқтың жалпақтығын жеңіл өзгерту
- бостықтарды қалыптастырушы айналымда жай келеді
- қиылыстарды салуға болады сонымен қатар кейбір квадранттардың ашықтығын сақтай отырып, және басқа жағдайларды өңдеу үшін қиын жолды басқару
- сапасы бетонды жеткізу кезінде сақталып отырады, ол ауыспалы

мөлшерлеме болып саналады

• жол жабыны кішігірім арзан құрылғымен салынуы мүмкін (ACPA 1996a: VI-71)

Бекітілген үлгі төсемінің бір кемшілігі өндіріс жылдамдығының төмендігі, ол сырғанайтын қалыпқа қарағанда төмен.

18.9 суреті. Төсеудің белгіленген нысаны. (Бетон құбырларын өндіру жөніндегі кәсіпорындар американдық ассоциациясынан қолданылды (ACPA) 1996a Портландцементтік бетонды төсемдерінің құрылысы, Құрылысшыға арналған нұсқаулығы, FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY Бірлескен оқыту, Вашингтон, Колумбия өңірі. Автокөлік жолдарының федералдық басқармасы, Құрама Штаттары көлік департаментінің интернеттегі мекенжайы http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf. VI-68)

Жақсы үлгі жол жабыны құрылысындағы бекітілген үлгінің дұрыс жасалуының кілті болып табылады. Типтік жолаяқ үлгілері болат профилінің кешенін білдіреді сол биіктіктегі, қажет жол жабынының қалыңдығымен. Ол жалпақ тегіс негізге ие, ол тұрақтылықты қамтамасыз етеді, жолаяқты қолдап отыру үшін. Үлгілердегі тесіктер штифтар мен қазықтар қарастырылған, олар жер бетіне берік етіп бекіту үшін қажет. Үлгілер келесі суретте көрсетілген18.10.

ACPA қолдану бойынша курсы (ACPA 1996a: VI-73) типтік катиондарды қамтамасыз етеді, ол арнайы жолаяқ үлгілері үшін қажет:

• Металл кем дегенде, 5,6 мм (1/4 дюйм) және 3 м (10 фут) ұзындығына

• Үлгінің тереңдігі жол төсемінің қалыңдығына тең

• Үлгінің тереңдігі келесіге дейін ұлғаюы мүмкін 50 мм (2 дюйм), төменнен көбее отырып

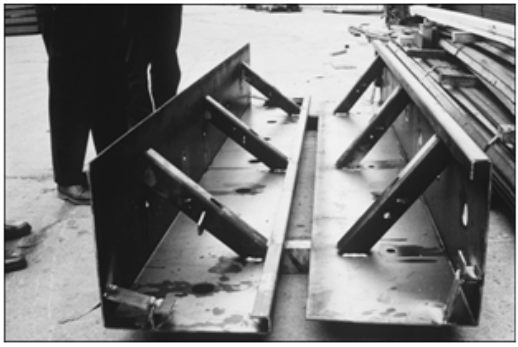
• тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін база жалпақтығы жеткілікті

• брекет фланец негізге сыртқа шығады, кем дегенде 2/3 үлгі тереңдігіне

• үлгінің жоғарғы жағы нақты жазықтықтан өзгереді кем дегенде 3 мм (1/8 дюйм) 3 м (10 фут) тігінен тегістегенде

• үлгі беті өзгермейді нақты жазықтықтан келесі мөлшерлемеден артық болмайды 6 мм (1/4 дюйм) 3 м (10 фут) көлденең тегістеуде

• Үлгілер бір бірімен қатты байланысып бірдей деңгейде болуы тиіс, нақты жағдайда жатқанда.



18.10 суреті. Төсеудің белгіленген нысанына арналған болат нысандары. (Бетон құбырларын өндіру жөніндегі кәсіпорындар американдық ассоциациясынан қолданылды (ACPA) 1996a Портландцементтік бетонды төсемдерінің құрылысы, Құрылысшыға арналған нұсқаулығы, FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY Бірлескен оқыту, Вашингтон, Колумбия өңірі. Автокөлік жолдарының федералдық басқармасы, Құрама Штаттары көлік департаментінің интернеттегі мекенжайы http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf~~pobj. VI-72

Үлгілер тазартылған болуы тиіс және қолданар алдында майлануы тиіс, қисаймаған, айналмаған үлгілермен қолданылмаған болуы тиіс. Әрбір 3 м (10 фут) үлгісікем дегенде, екі темір қазықпен қамтамасыз етілуі тиіс (ACPA 1996a: VI-74).

Бекітілген үлгі үшін негіз өте қажет болып табылмаса да, төсемге қарағанда сырғанайтын қаптауіштер арқылы жасау кезінде, жақсы база жол төсемінің өндірісін жақсартады. .Сызықтар, әдетте, үлгілерді орнату үшін қолданылады. Үлгілер орнатылғаннан кейін олар шыдамдылығына тексеріледі, төсер алдында, үлгілер арасындағы тігістер герметикалық және тегіс болуы қажет (ACPA 1996a: VI-75-VI-81). Үлгілерді салу кезіндегі қаттылық жабынның тегістігін анықтайды.

Бекітілген үлгілердің арнайы мәліметтері тұтастырғыштарды, қисықтарды, интегралды бордюрлерді және бостыққалыптасуларды қамтиды. Тұтастырғыштар үлгілерге бекітілген болуы мүмкін аралық тігістер үшін. Қисықтар үшін, тік металл үлгілері қолданылуы мүмкін, егер де қисық радиусы шамамен келсіден төмен болса 30 м (100 фут). Кері жағдайда арнайы майыстырылған металл үлгілерін немесе ағаш үлгілерін қолданады. Интегралдық бордюрлер қолмен жасалуы мүмкін арнайы құрылғылар үшін олар бордюрлік тұтастырғыштар аталады. Коммуналдық қызмет көрсетулер және дренаждық құрылғылар әдетте жабық үлгілермен салуды талап етеді, төсер алдында. Бостықты қалыптастырушылар қолданылған кезде арнайы жонуды қолдану қажет ол кездейсоқ жарылулардың алдын алады (ACPA 1996a: VI-84-ВИ-86, ВИ-90-VI-91).

Типтік бостықты қалыптастырушылар келесі суретте көрсетілген 18.11. олар бетон ішіндегі құрамдылықты қамтамасыз етсе қысуға қарай онда жарылуылар бостықты қалыптастырушының бұрыштарынан шығады. Осылайша, тігістер таратылған және құралған болуы тиіс ол жарылуларды қадағалауға көмек береді.

18.11 суреті. Жалпы тағайндалған, дренаж және т.б. үшін қуысты-қалыптастырғышы (Бетон құбырларын өндіру жөніндегі кәсіпорындар американдық ассоциациясынан қолданылды (ACPA) 1996a Портландцементтік бетонды төсемдерінің құрылысы, Құрылысшыға арналған нұсқаулығы, FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY Бірлескен оқыту, Вашингтон, Колумбия өңірі. Автокөлік жолдарының федералдық басқармасы, Құрама Штаттары көлік департаментінің интернеттегі мекенжайы http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf~~pobj. VI-91)

Бетонның біркелкілігі және жүйелілігі орналастырудың, бекітудің және бөлудің кілті болып табыла. Дәстүрлік үлгі поездің жүруінің қосымша вибраторлары бар лақтырғыштан тұрады және өңдеу машинасынан. Кейбір кішігірім жобалар тек қана өңдеу машиналарын қолданады ал кейбірі ірі жобалар бірнеше лақтыратын немесе бірнеше өңдейтін машинаны қолданады. Кішігірім, оқшауланған аймақтар үшін кішігірім немесе қолмен салатын машиналар қолданылуы мүмкіноларды абайлап орнату қажет ттарату және біркелкі бетонды вибрациялау қажет (ACPA 1996a: VI-93-VI-99). Бетон төсемінің қатуы және кесуі және құйылуы бекітілген үлгіге сырғанайтын қалыптық секілді табылады дегенмен жолаяқ жақтары үлгілер жойылғаннан кейін шашыратылуы тиіс. Үлгілер 6-8 с жойылуы мүмкін төсемнен соң егерде қажет күтім болса. Жоюдан соң, үлгілерді тазарту қажет, және байқап сақтау керек. (ACPA 1996a: VI-100-ВИ-102).

Келесі маңызды факторлар бекітілген үлгі үшін жүру сапасына әсер етеді.

• Дәрежесі біркелкі және тығыздалған болуы тиіс, сонымен қатар бетонды төсер алдында оны ылғалдандырады.

• Үлгілері спецификацияға сай болуы тиіс және жақсылап жағылған, тегістелген болуы керек.

•Босқалыптасулар және түзетулер арматуралық коммуналды тегіс дайындалған болуы тиіс

• Орнатылатын кәрзеңкелер және арматуралар (егерде ондай болса) қажет жағдайда орналастырылған болуы тиіс.

• Бетон бірдей сапалы болуы тиіс және тұрақты жылдамдықта берілуі қажет.

• Ерекше байқауды кәрзеңкенің шпунты айналасында жинақталуға қол жеткізу үшін жасаған жөн және босқалыптасуларды.

• Жол жабыны сенімді түрде аяқталған және емделген болуы тиіс (ACPA 1996a: VI-103-ВИ-104)

Ақаулықты жоспарлау және жою

Нақты құралдар ұзақ жолды өтуі мүмкін ол апатсыз өңдеуге көмегін береді ол өз алдына тегіс төсемге қол тигізеді. Кейбір маңызды элементтер жоспарлаудың, келесіні тексеруді қамтиды

• Төсемдегі барлық құрылғылар поездағы жұмыс жағдайында болады

• Төсемді жаусау үшін дайындық дәрежесі

• Резервтік көшірме тестілеу жабдықтары қол жетімді

• барлық қажетті нақты құралдар қолда бар
• пакеттік зауыт пен құрылыс алаңы арасында байланыс орнатылды
• Сынипты дымқылдауға арналған жабдық, қажет болған жағдайда

• Сызық жолы тік және дұрыс керілген (және жүйелілік сызығын құрылыс процесінде бақылау үшін жоспар бар)
• Күні бойы жұмыс істеу үшін орындарда тақырыпаты
•Ауа-райын басқарудың соңғы жоспары дайындалды (және ауа-райын тексеру)
• Жеткілікті пластикалық жабын кенет және күтпеген жауын жағдайында жол жабынын қорғау үшін қол жетімді (Кон и Таябиж 2003: 48)

Жабдықтың жағдайы маңызды:

• Жеткілікті тартымдық жүк автокөліктері қол жетімді болуы тиіс, өйткені пішіннің шығып кетуін өндіру темпіне әсер етеді. Егер төсеуіш бетонға күткен уақытқа баяулауы немесе тоқтауы тиіс болса, асфальт кедір-бұдыр болады.
• Жеткілікті бетон арасы қол жетімді болуы тиіс, өйткені бірлескен әйнекті арамен тесу ойық кезінде қосымша ара алу үшін өте қысқа болуы мүмкін. Төсем бетонда қолданылатын агрегат үшін жарамды болуы тиіс.
• Дірілдеуіштер тербеліс жиілігі салмақ түсірілмеген кезде минутына 6000-12,000 және амплитудасы 0,6-1,3 мм (0.025- 0,05 в) болуы тиіс. Олар себеттердегі дюбелге немесе арматураға кедергі келтірмеу үшін жетерліктей биік болуы тиіс.
• Жалғамаларды салу үшін жабдықты емдеу, ол талап етілетін жиілікпен қатайтқыштарды қолданатынына кепілдік беру үшін тексерілуі тиіс (Кон и Таябиж 2003: 52)

Бетон жабынының жылдамдатылған құрылысы.

Кейбір жобалардажылдамдатып бетон жабынын салу көзделген. Жылдамдатып төсеніш салу жоспарлауға, жобалауға, ACI 325.11R материалдарға өзгерістер енгізуді талап еті мүмкін.

Бетон жол жабыны үшін жылдамдатылған әдістерде (ACI Комитет 325 2001) егжей-тегжейлі басшылық нұсқаулар беріледі. Қозғалысты бақылау мәселелері басқарушы құрал - бетон жабындарының қайта құру және дұрыстау туралы анықтамада (Инженерлік Бюллетені EB213P (ACPA 2000c) қарастырылады. Әуежай жабындары үшін жоспарлау бойынша нұсқаулар мен 2 – томдық IPRF (Пешкин және т.б.

2006а, б).толық тақырыптық жарияланған зерттеулер көрсетілген.

Жылдамдатыпжол жабынын салу үшін ой-пікірді ауыстыру соның 7-таруында талқыланады және басқа да нақты қоспалар 7.1.-кестеде берілген. Көп жағдайларда кәдімгі жабын бетон бірнеше күн ішінде трафикті беруге қажетті беріктікті дамытады.

Сынақ мерзімі.

Көлік қозғалысын ашарда (СРВ) және бетонды жылдам икемдеу үшін ең басынан бетонның беріктігін қамтамасыз еткен жөн. Аталған шаруашылықтың беріктігін арттыру гидратация реакциясының барысына тәуелді: ыссы температурада – жылдамырақ, ал суық температурада – баяу жүреді. Егер бетонның құрамында цемент көбірек болса, беріктіктің құралу жылдамдығы тез жүреді.Невилл (1997: 305) бойынша бетонның беріктігі уақыты мен температураға тәуелді болады және біз күш *Е функциясы* болып табылады (уақыт аралығы × температура) деп айта аламыз, ал мұндай қорытындылау жетілгендік болып аталады.Температура-10 ° С немесе 14 ° F мәліметімен есептеледі, ал одан төмен температурада бетон күшіне ене алмайды.

Сөндіру (өтеу) әдісі бетонның беріктігін алдын ала болжап, реттеуге мүмкіндік береді және беріктік, жетілу, қоспа ерекшеліктері туралы мәліметтер береді.

Беріктіктің өзгеруі ASTM C1074 (ASTM C1074 2004)жетілуге байланысты.Мұны әрдайым бақылап, уақытқа байланысты нақты температураны белгілеу қажет.

ASTM процедурасының сығылуға қатысты беріктігі суреттелген, бірақ шоқтық түріндегі жабындар үшін де қажетті өзекті болуы мүмкін.нақты бетон қоспасы үшін жетілу индексі аталған беріктікке қол жеткізу үшін қажет. Температураны өлшеудің түрлі құралдары бетон температурасының өзгеру хронологиясын жазу үшін қолданылуы мүмкін және қашан керекті көрсеткішке қол жеткізілетінін анықтайды.

Жетілудің қосымша МЕНТ атты тесті импульстің ультрадабыстық жылдамдығын өлшеуде өте тиімді.

19 – ТАРАУ
19. Өңделуі, құрылымдық сипаты, қатуы, бірлесе кесу және нығыздау.

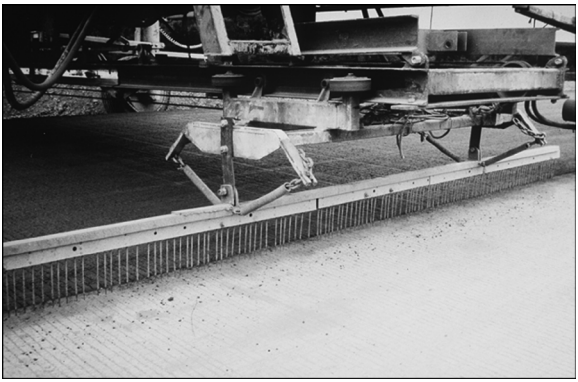
Жол жабынының бетон құрылымының ақтық операциялары – өңдеуді аяқтау, және бірлесе кесу және нығыздау(бөліктері біріктірілген жабындар үшін). Дұрыс жоспарлау және осы қадамдарды орындау жабын сапасына едәір ықпал етеді. Кірістірілген материалдар мен құрылыс тәжірибесінің 8 және 10 – тарауларында (IMCP) жол жабынын салу, кемшіліктерін іздеу және алдын алу операциялары берілген (Тэйлор және т.б. 2007)..

Өңделуі, құрылымдық сипаты

Жылжымалы қорама қалыппен төсеніш төсеу белбеулік қарсылығы мен тісті бар құрылымдық сипаттыасфальт төсеуші өңдегеннен кейін ғана аяқталған болып есептеледі. Өздігінен жүретін машин ретіндегі түтікті қалтқы интеграторасфальт төсеушімен бірге берілуі шарт емес, ол кейде дайын жабынның жоғарғы бетіндегі аздаған кемістіктер мен тығыздықты түзету үшін өз бетімен де қолданыла береді. Аппликатура үшін басты фактор - су ресурстарын басқару. Бетон бетінен су кепкенге дейін аяқталған болып есептелмейді. Тігістер (жапсарлар) ұзына бойы және кесе көлденең орналасуы мүмкін. Тік шеті жол жабынының бетіндегі қолмен істелетін қалтқылар көмегімен түзетілетін ақауларды тексеру үшін қолданылуы мүмкін.

Көбінесе, өңдеуді аяқтау үшін қол сорғысы арқылы шашыртап, су қоспағаны дұрыс.(ACPA 1996a: VI-50-VI-52).

Кеспе тақтайшалардан экструзия жасағаннан кейін шетін ұстау үшін бетон қажетті мөлшерде қатты болмаған жағдайда бетонның шеті төмен түсіп кетеді. Шеттік кейбір жарықшаларын қолмен өңдеу арқылы қайтаруға болғанымен, бетлн қоспасын ақпайтындай етіп жөнге келтірген дұрыс. Бетон шеті төмендегені, онда судың өте көп екендігін білдіреді. Бетонның жоғарғы бетінің құрылымдық сипаты жоғарғы беттің қажалуын артыратын машинаның көмегімен дұрысталады. Тарттыру (1/2-3/4 в)болуы мүмкін. Тарттыру тереңдігі 3 мм, ені 12-20 мм 3-5 мм (1/8-1/5в) ұзына бойы және кесе көлденең жыралар арқылы жасалуы мүмкін. Тарттыру макротекстураны қамтамасыз етеді. Олар 19.1 және 19.2 суреттерінде, сәйкесінше көрсетілген (ACPA 1996a: VI-53–VI-54).



19.1 суреті. Макротекстурасын қамтамасыз ететін әйнектердің көлденең қараңғылануы. (Жол бетоны ассоциациясынан алынды (оқулықтардың қатысуымен). 1996а Портландцементтік бетонды төсемдерінің құрылысы, Құрылысшыға арналған нұсқаулығы, FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY Бірлескен оқыту, Вашингтон, Колумбия өңірі. Автокөлік жолдарының федералдық басқармасы, АҚШ көлік департаменті. http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf: VI-53) веб-парағында.

19.2 суреті. Микротекстурасын қамтамасыз етуге арналған кенепті тасу. (Жол бетоны ассоциациясынан алынды (оқулықтардың қатысуымен). 1996а Портландцементтік бетонды төсемдерінің құрылысы, Құрылысшыға арналған нұсқаулығы, FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY Бірлескен салалық оқыту, Вашингтон, Колумбия өңірі. Автокөлік жолдарының федералдық басқармасы, АҚШ көлік департаменті. http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf: VI-53) веб парағында.

Бетонның күтімі

Әдетте бетон жабындарықатайтқыш ақ пигменттік немесе басқа да ерітінділерді шашу арқылы түзетіледі. «Сұйық қатайтқыш мембрана құрайтын қосындылар» қолданыстағы бетон жабындарының қатайтқыштарының ең кең тараған түрі болып табылады. Көбінесе олар суда эмульгацияланған немесе ертікіште ерітілген қосындылар негізіндегі смоладан жасалады (бұл қосындылар жайлылық пен үнемділік үшін су орнына қатайтқыш ретінде қолданылады).

Бетон бетіне қолданылғаннан кейін су мен ерітінді буға айналып, балауыз не смола бетон бетінде жарғақша құрайды.(Тэйлоржәне қосымша автор. 2007: 64).

Жоғарғы беті тісті құрылымдық сипатта болса, қатайтқышқосындылар тура және кері қарай екі қайтара жағылады. Жаңбыр болғанда жол жабынының жаңа бетон жабындарына зақым келмес үшін қол астында мөлдір пластик парақтар болуы керек.(ACPA 1996a: VI-55-VI-56).

Портландцементті бетон жабындарын қалпына келтіру үшін FHWA нұсқауының I Томында (Пул 2005) жабынды қалпына келтірудің негізгі тәсілдері қарастырылған. Онда бетон төсеген бойда немесе қата бастағанда аяқталғанын күтпестен қалпына келтірудің керектігі, бұл тәсілдің тиімділіг айтылған. Бұл тәсіл жол жабынына нақты қасиет беруге және құрғату және/немесе температуралық градиенттер барысында қатты құрғатып жіберуден сақтайды(Пул 2005: 1).

Қатайтуға ықпал етуші факторлар.

Жоғарғы бетінің көлемге қатысы жоғары болғандықтан қатайтқыш жол жабыны үшін өте маңызды. Жоғарғы бетті дұрыс өңдемеу бетон жабындарының зақымдануына алып келеді.

Зақымдану пластикалық отыру, жарылу, жылу әсерінен, кебуден болады. Дұрыс қатпаған жабындар жоғарғы бетінің үйкелуіне, мұзға қарсы тұздарға, басқа механизмдерге төтеп бере алмайды.

PCC қабаттар тиянақталған, су өткізгіш негіз үстінде орналасса, дұрыс қатаймағандықтан болған отыру, шиыршықтану, қисаюлар көп болады. Сондықтан PCC қабаттарда тиянақталған, су өткізгіш негіздер болуына аса назар аудару қажет.(соның ішінде, CTB, LCB и CTPB) „(Халл және басқалары 2005: 27).

Қолданылатын цементтің беріктік беретін қасиетіне аса мән беріледі. Қатаю әдеттекайсы бір уақыт аралығында (күн саны) немесе нақты мақсатқа жеткенше өткізіледі.

I, II және I/II типті цементтің күшінің артуы Type V-мен LAR баяу,

ал II типпен жылдамырақ жүреді. Цементтің жұқалығы оның баяу Вт/см арақатынасында іштей кебуіне әсер етеді. Өте жұқа цементтер (Blaine мәні 400 м2/кг астам) құрамында құрғақ климатта су өте аз, ал Вт/см 0,40 кем болады.пуццоландар, соның ішінде микрокремнезем, бұл жұқалық мәселесіне өз үлесін қосады.

Пуццоландар, соның ішінде F класты ұшқыш күл, күштің артуын баяулатады. Сөйтіп, ақтық қатаюдың ықтимал уақыты ұзарады және пластикалық отыру мүмкіндігі артады. Күштің баяу артуы қатаюға қажетті уақытты созады. Ұшқыш күлдің С класы көздеген мақсатқа кедергі жасайды, бірақ F класты күл ретінде күштің артуын баяулатпайды.

Бетонның ағу шамасы оның қатынасына тәуелді. Егер бетонның булану жылдамдығы ағу жылдамдығынан асса, пластикалық отыру салдарынан ол жарылады. Сонымен қатар, шамадан тыс сулану бетон бетінің Вт/см қатынасының төмендеуіне әкеледі. Сөйтіп, жоғарғы беті әлсіз, үйкеліге төтеп бере алмайтын болады. Сулану жылдамдығыBr, в кг су/м2/с болса, оны эмпирикалық теңдестікті қолданып шешуге болады (Пул 2005: 6-7):

$$BR = (0.51*w/cm - 0.15)*D \qquad (19.1)$$

Мұнда: w/cm = су/цементтеуші негіз, материалдар мен D аааарақатынасы = жабынның қалыңдығы, мм (немесе * 25.4). Одан басқа, нақты цемент үшін цемент сүтінің бөлінуін тәжірибе жүзінде анықтауға болады.

Пул (2005: 7) бетон жабындарынәдетте 1,38 және 0,48 су мен цементтік қатынаста болатынын көрсетеді. Қалыңдығы 30-см [12 дюйм] қалыңдық үшін шамамен 0,13 тен0,28 кг/м2/ч [0,027 до 0,057 фунтов./футов2/сағ] дейінгі интервалда болады. Бұл бөлінудің жалпы цементтердің түрлері үшін ең төмен көрсеткіштері. Олар 0,5 тен 1,5 кг/м2/ч [0,1 до 0,3 фунтов./футов2/час] дейін. Соның нәтижесінде бетон жабындарына су жоғалту неғұрлым әсер етеді.ACI 308м0,5 кг/м2/с [0,1] фунт./фут2/сағ. төмен жағдай бетон көп түрлері үшін мардымсыз қауіп төндіреді деп есептейді.

Неғұрлым қауіпсіз төсеніштің жоғарғы беті шамамен 0,3 кг/м2/ч [0,061 фунтов./фут.2/ч құрайды.

Цементтеуші заттың жоғары құрамы, соның ішінде III типті ұсақ бөлшектер немесе пуццоландар, бөлінудің азаюына бейім. Бұл кебу кезінде ұзақ отыруды қамтамасыз етеді.

Бастапқы уақыттағы алған бағыттың маңызы зор. Қарапайым бетондауда тазалай өңдеу уақыт белгілі болғанша жасалмайды. Жылжымалы қалып арқылы төсеніш төсеу кезінде бөлөнуге дейін тазалай өңдеу әдеттебетон төсегеннен кейін бірнеше минутта аяқтаалады. Егер бөліну деңгейі булану жылдамдығына қарағанда төмен болса, жоғарғы беттегі суды жоғалту жылдам жүреді. Жоғарғы беттегі су бөлінуіне қарамастан қатаю болады.(Пул 2005: 9-10).

Мәселелер ақтық қатаюдың басталуына қарай пайда болады. Себебі су жоғары бетке шығуын тоқтатпайды. Ол парақтық материалдардың бетін шайып кетуі немесе зақымдауы мүмкін.

Бетон бетіндегі судың буланууы желдің жылдамдығы, бетонтемпературасы, ауа температурасы мен дымқылдыққа байланысты болады. булану жылдамдығыACI 308 жарияланған номограмма көмегімен анықталады. Бетон қатаюы бойынша нұсқау ACI 308R-01 және в ACI 305R, ыссы ауадабетондаудың нұсқауы, ACI 305R-10 (ACI Комитет 308 2001: 3, ACI Комитет 305 2010: 5). Пул (2005: 11) сондай нәтиже беретін теңдікпен беріледі:

$$ER = 4.88\left[0.1113 + 0.04224\,\frac{WS}{0.447}\right](0.0443)\left(e^{0.0302(CT\ -1.8)+32}\right) - \left[\left(\frac{RH}{100}\right)\left(e^{0.0302(AT-1.8)+32}\right)\right] \qquad (19.2)$$

Мұнда:

ER булану жылдамдығы(кг/м2/ч), 0.2048 көбейтіледі, сонда фунт/м2/ч жылдамдық шығады.

Ws . желдің жылдамдығы (м/с), 0,447миль/сағатжылдамдыққа көбейтіледі.

CT – температураның нақты мәні (° C), температураны ° F түрлендіру үшін 32 алып тастаймыз, содан соң 1,8 бөлеміз.

AT - ауа температурасы (° C)

RH- қатысты дымқылдық (пайызбен)

Булану жылдамдық жел мен ауа жылдамдығы артқан сайын немесе температура көтерілген сайын және қатысты салыстырмалы дымқылдық азайған сайын артады. Бұл қоршаған орта жағдайында төсеніш

төсеу алдында булану жылдамдығын бағалаудың тиімділігін көрсетеді. жел жылдамдығы жоғарылаған сайын ұлғаяды. Сөйтіп, жел жылдамдығы бетон бетінен 0,5 м (20 дюйм) жерде өлшенуі тиіс. Жоғарыда келтірілген өлшемдер буландыруды дұрыс бермейді. (ACI Комитет 305: 5).

Стандартты нұсқау булану жылдамдығы су бөліну деңгейінен артық болса, оны азайтуға кеңес береді.Стандартты құралдар тұман құрағыштар мен полиқорғаныс жолақтарды қолдануды ұсынады. Бірақ бұлардың бірі де үлкен жобалар үшін онша пайдалы емес. Үлкен алаңда төсеніш төсеуде үш тәжірибе неғұрлым тиімді болып табылады.

Олардың бірі - тәулік уақытына қарай брусчатка салу. Оны түнгі уақытта төсеу ең тиімдісі. Себебі, салыстырмалы дымқылдық күндізгіге қарағанда жоғарылау.„(Пул 2005: 14).

Басқа екі тәжірибе бетонтемпературасын салу кезінде төмендетуге және булануды қолдануға бағытталған. Булануды жылдамдық редукторлары 65% дейін төмендете алады (Пул 2005: 15).

Қосындыларды қалпына келтіруді шатастыруға болмайды, булануды баяулататын материалдар бетон негізге төкселген бойда өңдеу аяқталғанша салынады. Баяулатқыштар жұқа біртұтас таспа құрайды және суды жоғалтуды баяулатады, сөйтіп, ыссы, құрғақ ауада пластикалық отыру, жарылу қаупін төмендетеді.булануды баяулататын материалдарды қолдану кезінде оларды төсеген бойда барынша тез салу қажет және олар өңдегңш материал ретінде қолданбауы тиіс. Бірақ бетон бетіне зақым келтірместен жағылуы мүмкін.„(Тэйлор и др 2007: 64).

Бетонды қалпына келтіру жөніндегі нұсқау ACI қосымшаACI Комитет 308 2001) 308R-01, ACI сонымен қатар спецификацияны жариялады ACI 308.1-11 бетонды қатайтқыш стандартты спецификация (ACI Комитет 308 2011).

Бастапқы қатаюға қойылатын талаптар

Бастапқы қатаю дегеніміз бетонды төсеген мен ақтық қатайтқыш салу аралығындағы мерзім. Бастапқы қатаю 3- тарауда Пул (2005: 17-19) қарастырылады.

Бастапқы қатаюдың қоршаған ортаның жай-күйін тексеру үшін басты қадамдары бетонды бастапқы икемдеу кезінде ақтық қатаюды қолдану үшін жасалады.

Булану жылдамдығына әсер ететін қоршаған орта жағдайында, 19.2, теңдейінде көрсетілген, бұл жағдай далалықта тексерілуі тиіс. Бетон температурасы ыссы ауада үнемі тексеріліп тұруы тиіс. Екі алаңіші түзетулер жол төсеніші кезінде бетон температурасын төмендетуге әсер

етеді және булануды баяулатқыштарды қолдануды төмендетеді. бетон температурасы салқындатқыш шашыратпалардың, салқындатқыш судың немесе суға мұз қосудың көмегімен төмендетіледі.ACI 305R ыссы ауада бетондау бойынша нұсқауACI 305R-10 (ACI Комитет 305 2010), қолданылған материалдар мен қажет болса мұздың нақты температурасы үшін теңдеу құрайды. Ыссы климат жағдайында дайын қоспасы бар жүк машиналарына тікелей сұйық азот салу бетон температурасын қалпына келтіру үшін өте тиімді әдіс болып табылады.

Булануредукторлары буланудың шектен шығатын жылдамдығы үшін жаңадан әзірленген өнім болып табылады. Барлық гәп бетон булану кезінде сындарлы су мөлшерін жоғалтпау үшін қалпына келтіргіштерді қажетті мөлшер мен жиілікте қолдануда. Ол үшін қатайтқыштар қолдануда қажетті жабдықтар қолданылады. Су фракциясы мен буландырғыш қалпына келтіргіштерді қолданудың пайдасы – буланудыт оқтатып, жоғалған су мөлшерін өтейді.“ (Пул 2005: 19).

қоршаған орта жағдайына қарай баяулатқыштар бірнеше рет қолданыла алады. Оларды қолданудың тиімді жиілігін келесі теңдеумен анықталады. (Пул 2005: 19):

$$F = \frac{AR}{ER(1 - 0.4) - BR} \qquad (19.3)$$

Мұнда:

F = қолдану жиілігі, ч

AR = қолдану жылдамдығы, кг/м2

ER = судың булану жылдамдығы, кг/м 2/ч

BR = судың бетон бетіне шығу жылдамдығы, кг/м2/ч

Бұл теңтеу бойынша баяулатқыштар бетон температурасын 40% төмендетеді, бұл өнім өндірушілердің қойған құнына әлдеқайда аз. Теңдеу түрлендіргішсіз шаршы футқа фунт есебінде қолданылуы мүмкін. Қатайтқыштардың бір бөлігі булануредукторлары ретінде қолданылады. Сөйте тұра бұл ақтық қатаюға кедергі болуы мүмкін.

Ақтық қатаю

Ақтық қатаю дегеніміз ақтық қатаю салғаннан кейін және әдейі қатаюдың аяғы арасындағы кезең. ақтық қатаю 4 – тарауда қарастырылған. Пул (2005: 21-33). ақтық қатаю әдістері су қосу және суды сақтау қосынды әдістері ретінде жіктеледі. Ірі жобалар үшін тек қосынды әдістері ғана барынша тиімді рәі пайдалы болып саналады. Су қосу әдісі (судың бетон бетінде жиналуы) мен судың сақталу әдісі (су өткізбейтін парақтар) үлкен алқапта жөндеу жүргізу үщін қолданылуы мүмкін.

Қатайтқыштар әдетте төсеніш төсеуцдің үлкен алқаптары үшін өңдеудің ең бір үнемді әдісі болып табылады. Себебі бұл ретте жұмыс күшіне кететін шығфын аз болады. Төсеніш салынған соң көп назар аударуды талап етпейді. Бұл қосынды арқылы қатайту әдісті қолданудың кемістігі – спецификацияны таңдау мен қолданудың күрделілігі мен осы материалды дұрыс қолдануға қажетті дағдылар.,,(Пул 2005: 22).

Қатайтқышты қолдауға байланысты негізгі міселелер (Пул 2005: 22):

• суды сақтау негізінде қатайтқыштың дұрыс құрамын таңдау. Бұл факторлардың пигменттері, кебу уақыты, қатты денелер мен ұшқыш оргнаикалық қосындылардың типі мен санының (қоршаған ортамен қауіпсіздік үшін) жабындармен сәйкестігі мен тұтқырлығы.
• қолдану уақыты;
• шығын;
• қосымшаны тексеру.

қолдану уақытының маңызы зор. Қатайтқыштарды бастапқы икемдеуден кейін қолдану әжептәуір тиімді болады.

Төсеніш төсеу бойынша типті нұсқау бойынша қатайтқыштарды жоғарғы бетінің жылтыры кепкенге дейін қолдану керек. Мұндай тәжірибе өнімділіктің төмендеуіне әкеп соқтырады. Бетон жабындар әдетте салыстырмалы төмен су-цемент қатынаста жасалады. Олар жұмсақ жағдайда кептіргеннің өзінде оның жылтыры төсеген бойда өңдеу аяқталмастан жоғалуы мүмкін.

Қатайтқыштарды қолдану

Қатайтқыштар қолдану судың булануын баялатады немесе тоқтатады. Ол су жарғақша асытна жиналады немесе қатайтқыш қосындылар құрамына кіреді. Қалай болғанда да жарғақша зақымдалып, ақтық қатаю кезіндегі өнімділік төмендейді. Егер кебу жағдайы жұмсақ болса, (мысалға,<0,5 кг/м2/ч [0,1 фунт/фут2/ч]) оның нәтижесінде зиянды эф-

фект болмайды „(Пул 2005: 25-26).

Төсеніш төсеу кезінде қатайтқыштар бетон төсеген соң, көбіне автоматталған жабдық көмегімен бетон төсегіштен кейінқолданылады. Қатайтқыштар буланууды баяулатқыштар сияқты әрекет етеді. Бұл әдістің мейлінше қиын жері – материалдардың техникалық қасиеттеріне байланысты қатайтқыш ақтық қатаю кезінде суды ұстай алмауынан. Дейтұрғанмен, қатаю кезінде судың буланууын бақылау, ал соңынан қалдықты жарғақшаның тұтастығын сақтау үшін қолдану мақсатында қатайтқыштың бір бөлігін ертерек қолдану тәжірибесі неғұрлым дұрыс болып табылады. „(Пул 2005: 26).

Қатайтқыш қосындыны енгізу жылдамдығы үздіксіз жарғақша қалыптастырып, дымқылдықтың жоғалуын азайту үшін жеткілікті болуы тиіс.„AASHTO нұсқауы қамту деңгейінің 5 м2/л кем болмауын көздейді [8,3 фут2/галлон]. Мұны айтулы өнім жасаушылар да ұсынады. Көп қатайтқыштар бұл жылдамдықта бір өткенде әжептәуір зақымсыз қолданыла алмайды. Ағынды жыралар жоғарғы беттің тиімді алаңын ұлғайтады. Мұны норманы ұстау үшін ескерген жөн. „(Пул 2005: 26).

Қатайтқыш қосындылардың көбі жабу деңгейінің көзбен көрінетін индикаторын қамтамасыз ету мақсатында пигменттелген.

Мысалы, инспектор қосымша өңдеу жүргізу мақсатында бетонның сұр түсінің ақ қосындысы арасынан сығалап көрінетін жерлерін іздеуі мүмкін. Портативті рефлектометрлер адам көзіне қараған әлдеқайда сезімтал болады. Су қосу, шашырату әдістері алдымен RCC үшін қолданылуы мүмкін. Өткізгіш бетон жабындар 7 күн ішінде пластикалық таспа астында қатайтқыштармен өңдеп, су қосқан жағдайда қанағаттанарлық бола алмайды.

Температураны бақылау

Жолдағы бетон жабындардың температурасы мен су жоғалтуын бақылай білу керек.Бетонтемператураға байланысты кеңейе және қысыла алады. Бетонцементтеуші материалдардың гидратациялану әсерінен іштей жылуды түрлендіреді. Осы қайнар көзден барынша қарқынды қыздыру бетон төсегеннен кейінгі алғашқы 24 сағатта жүреді және цементтің химиялық құрамына қарай 6-8 сағат ішінде толық күшіне енеді.

Жұқа жабындарда бұл жылу қоршаған ортаға шамамен қалай дамыса, солай тарқайды, және жол жабынынң жалпы қызуына елеулі үлес бермейді.

Қалың жабындарда жылудың бір бөлігі жиналуы мүмкін. Егер ауа-

ның температурасы төселгендегіден артық және күн радияциясы болса, бетон жылы болады.Салқын атмосфералық жағдай мен бетон бетінен судың буланyы кері әсер етеді.

Жыл күндері бетон әдетте аз да болса қызады, ал қажетті шаралар алынбаса, цементтіңгидратациясы, ауа температурасының шыңы, күн радиациясы қатар келсе, бетон температурасы 60 ° C (140 ° F) жуықтайды „(Пул 2005: 32).

бетон қатып, морт сынғыш болған сайын онда жарықтар пайда бола береді. Дұрыс қосындылар мен өңдеу бола тұра ауа температурасы төсеніш салғаннан кейін біршама төмендесе, жарылу болады. Мүмкін салқын күндері бетонды сақтап қалу үшін бетонный тротуарды көрпелермен жабу керек шығар...

Қатаюдың тоқтауы және тиімділікті бағалау.

Өңдеуді қалай тоқтату және оның тиімділігін қалай бағалау керектігін біз 5-тарауда қарастырамыз. Пул (2005: 35-39). Қатаюдың дұрыс ұзындығын анықтау және шаралардың тиімділігін тексеру өңдеу аяқтаған соң жүргізіледі. Себебі қатайтқыштар тротуардан алынбағандықтан қатаю шын мәнінде тоқтатылады. Әдетте қолданылатын қатаюдың ұзындығын анықтау тәсілінің бекітілген уақыт кезеңдері болады. Қойылатын талап берілген уақыт аралығында температураның минималды болуы, көбіне 10 ° C [50 ° F] „(Пул 2005: 35).

Елдердің жартысына жуығы 3 күн, кейбіреулері 4 күн талап етеді, ал 25% 7-14 күн қажет.

Қатаюдың тоқтатылуы бетонның белгілі бір беріктікке жетуіне байланысты, ол көбіне 70% құрайды. Кейде салқын күндері Бетон жабындарының күшін, зертханада жылы жерде тұрған үлгілер бойынша емес, далалық жерде тексерген жөн

мердігерлер уақыт пен температураның әсерін ескеру үшін өтеу әдісін қолдануы мүмкін.(ASTM C1074 2004).

Қосымшадағы өтеу әдісі асфальттың термо-сындарлы жерінің температурасы мен буды алады. Сындарлы жерлерді анықтау қосымшаның маңызды жері болып табылады. Бұрыштардың жабыны, жоғары температуралы учаскелер, жаңадан төселген жабындар төмен температураларға сезімтал болады.„(Пул 2005: 37).

Қатаю тиімділігін тексеру бетонның нақты іс жүзіндегі беріктігін өлшеуді талап етеді. Бұл әдіс ядроның экстракциясы, балғаның кері қимылы, пульстің ультрадыбыс жылдамдығы, қажалуға төзімділігін тексереді.(Пул 2005: 37-39).

Жұқа жабын

Жұқа бетонжабынвулканизацияға сезімтал болады. Себебі, жоғарғы беттің көлемге қатысы жоғары болуы, су/цемент арақатынасының цементтің құрамының төмен-жоғары болуы, жылу беруі, жол киімінің, асфальттің, базалық қабаттарындағы жылу.

Жұқа қабаттарды қалпына келтіру жұмыстарын дұрыс жүргізбеу отырудың жоғары болуына және тіркелудің бұзылуына әкеп соөқтырады. Барынша қолайсыз жағдайларға ыссы немесе салқын негіз, дымқылдықтың төмен болуы мен желдің жылдамдығының жоғары болуы жатады.

Әдетте жұқа қабатат қатайтқыштың белгіленген жылдамдықтан екі есе артық өнімділігі қолданылады.(ACI Комитет 325 2006: 10-11).

Қатаю күрделілігіне қарай сіңіргіштігі 15-20% жеңіл толтырғыштарды қолданған дұрыс.

Ішкі қатаю және қоспаның пропорциониялануын Бентц және т.б. (2005) қамтамасыз етеді.ACI ішкі вулканизация туралы есепті жариялады.(ACI комитеты 308 и 213 2013).

Бірлесе кесу және нығыздау.

Бірлесе кесужарықтарды өңдеуге болып табылады. Бетон жабындар отыру мен температураның ауытқуынана жарылада.Бірлесе кесу мен герметизацияның мақсаты жарықтардың тиісті жерде құрылуы мен көзге көрінуін қамтамасыз ету. Әдетте, әлсіз кеңістік құрау үшін плиталардың 1/3 немесе¼ жоғарғы беттерін кесу арқылы кесе көлденең JPCP немесе JRCP тігістер жасалады.

Тігістер жол арқылы ағатын судың мөлшерін азайту және қысылмайтын материалдың тұрып қалуын болдырмау мақсатында көбіне жабылады. Мысалы, жолдағы жабындағы ұсақ тастармен. Қысылмайтын материалдар температураның ұлғаюына байланысты жарықша пайда болуына әкеледі.

Бастапқы араның жүзі жұқа. Герметикалық материалға орын қамтамасыз етуүшін кескен жер көп жағдайда бастапқыдан терең емес болып кеңітіледі. Арнайы аралар бұл тапсырманы жақсы орындайды. 19.3.-суретте бастапқы және кеңітілген қиық көрсетілген (ACPA 1996a: VII-11). Онда кесе көлденең тігістегі тұтастыру көрсетілген. Бұл жақсы көрсеткіш емес. Себебі бетон мен тұтастыру арасындағы байланыс саңылаусыз болады.

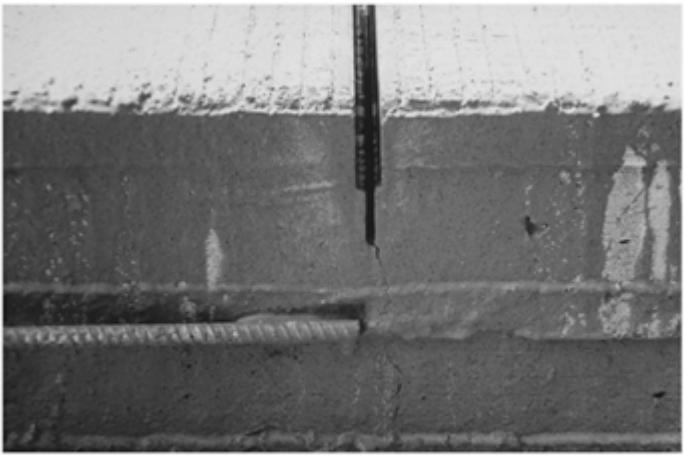
Алмаз жүзді жабдықтардың көмегімен кесудің немесе тұрпайы жүз-

бен құрғақтай кесудің екі түрі бар. Сулы кесуде майлау және кесу дискін салқындату орнына су қолданылады. Бұл ең кең таралған әдіс. Су шаңның көлемін бақылауға көмектеседі. Құрғақ кесу ізбес тас секіллд жұмсақ толықтырғыштарды қоолданады. Жобаның үлкендігі мен өндіріс жылдамдғына қарай кішігірім, орташа, ірі аралар қолданылады. (ACPA 1996a: VII-12-VII-17).

Орталықты көрсететін өзектер дұрыс жұмыс істеу үшін болашақ тігістің орныны дұрыс анықтау маңызды. Жабынның қызметін бұзбау үшін бақылау нүктелері бір-бірінен алыс орналасқандары дұрыс.

Қиық жасалуға кететін уақыт аралығы болады. Егер әрекет уақытынан бұрын жасалса, тротуар жабдықтарды көтере алмайды да жоғарғы беті зақымданады немесе ара арқылы бұзылады. Ал егер қосынды үздіксіз болса, жарық пайда болады. уақыт аралығы ыссы күндері немесе жылдамдатқыштар цементпен бірге қолданылса ерте және қысқалау болады. Қысқа да ерте уақыт аралығы қатты да ашық базалық материалдармен гранулалық негіздерді кеңітеді. Тәжірибе жинақтай отырып, бетон бетін пышақпен немесе шегемен жырып оның кесуге дайындығын анықтауға болады. Ал қоршаған ортаға қатысты кесудің уақыт аралығыжел, дымқылдық, бұлт, негіздің температурасына тәуелді.(ACPA 1996a: VII-21-VII-23). Тэйлор және т.б. (2007: 114-115) икемдеуге әсер ету факторларын талқылайды. Бұл кесудіңуақыт аралығын анықтау мониторингтеу және болжау үшін қажет.

Болжау өте күрделі болғандықтан жабдықтар әр кез күні-түні дайын тұруы тиіс. Егер кесу өте кеш жасалса, жабын жарылып кетуі мүмкін. Егер жарылу кесу кезінде пайда болса, бетон әлі дайын емес. Бетон бетінің температурасы барынша төмендеп бара жатқанын уақтылы аңғару маңызды.(Кон және Таябиж 2003: 100-101).



Сурет 19.3 Кесе-көлденең бірлескен бастапқы және кеңітілдген қиық. (Бетон жабындарының американдық ассоциациясынан алынды (ACPA) 1996a портландцементтік бетон жабындарын салу, Қатысушының оқу құралы, FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY Бірлесе оқыту, Вашингтон, Колумбия округы. Көлік жолдарының федералды басқармасы, Құрама Штаттар көлік департаменті, Интернеттегі мекенжайы: http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf~~pobj.VII-11)

1993 жылы құрғақ жазғы күні Техастағы авиабазаға жылжымалы қалыппен төсеніш төселген. Ол1 күн ішінде қап тігетін матамен, артынана жарғақшамен өңделген болатын. Мердігер қап тігетін матаны алып тастағанша күтіп, кесе-көлденең отыратын тігістер салуға кіріскен. Нәтижесінде плиталардың 25 пайызынан артығы жарылып кетті. Ережеге сай бетон төселгенненкейін екінші күні кесілуі тиіс. Уақытынан кеш кесу жарықтың өздігінен пайда болуын алып келеді. „(Роллингs 2005: 176).

Тігіске арналған герметиктің мақсаты – жол жабынына су мен қысылмайтын материал енуін болдырмау. Су өтпейтін қосындыларды салып, ұстау мүмкін еместігі дәлелденген. Алайда, герметикжол жабынына су мен қысылмайтын материал енуін барынша азайтуы тиіс. Сөйтіп дымқылдықтың жарылуға әсерін азайтуға тырысады.қысылмайтын материал тігістен алынып тасталуы тиіс. Олар тігістің жарыыылып, ісінуіне әкеледі.„(FHWA 1990a). тігістер кесілген және кеңейтілген соң бірнеше тығыздағыш материалдарды қолдануға болады.ИТігістер үшін

герметикматериалдардың түрлері 19.1.-кестеде берілген.

Герметикматериалдардың силикон сияқты жоғарывольтті түрлері барлық көлденең және құрылыс тігістерін герметизациялауға қолданылады. Бұл материалдар қымбат болғанымен тығыздық пен ұзақ жылдар қызмет етуді қамтамасыз етеді.Герметикті өндірушімен бірлесе дайындап, құрастыру қосындыының сапалы болуы үшін маңызды. Сондықтан тігістің істелуіне және герметик материалды орнатуға аса назар аудару қажет.„(FHWA 1990a).

Сонымен қатар тігіс салынатын жер тазартылуы қажет. Герметик сол жерде немесе алдын ала құрылуы мүмкін. Сол жерде қалыптастырылған герметик материалды құю алдында тігіске қойылатын ыссы және салқын қолданбалы материалдардан тұрады. Астарлық шнурлар көбіктенген полиэтиленнен жасалады және герметиктің пішінін, резервуардан ағып кетпесін бақылайды.

Пішінделген герметиктер тігісге нығыздалады және астарлама шнурды қолжануды талап етпейді. (ACPA 1996a: VII-31-VII-44).

силикон герметик қолданғанда мердігер (тереңдіктің еніне қатысы) 1: 2 минималды коэффициент қолдануды ұсынады.. Максималды коэффициент 1: 1 аспауы тиіс.Ең тәуір нәтижелерге қол жеткізу үшін мөрлеудің ең кіші ені [9,5 мм] 3/8 дюйм болуы тиіс.Герметиктің беті жол жабынының қажалуын болдырмау үшін [6,5 до 9,5 мм] 1/4 ден 3/8 дюймге дейін ішіне салуға ыңғайлы болуы керек. Бұл қозғалыс кезіндегі буланудың алдын алады.

Өзекті қолдану тиісті коэффициентті қамтамасыз ету үшін және герметиктің резервуардің төменгі бөлігіне жабысып қалуын болдырмау үшін қажет,. Бұл өзек диаметрі тігіс енінен 25 пайызға артық пенополиуретан өзекке жалғанып, тығыз отыруын қамтамасыз етуі тиіс. Алдын ала қалыптастырылған тығыздауыштарды қолданғанда олар әр кез 20-50 пайыз қысылуды құрайтын дай етіп тігіс құрастырылуы тиіс. Тығыздауыштың жоғарғы беті тігісті жүктемеден сақтау мақсатында [3 до 9,5 мм] 1/8 ден 3/8 дюймге дейін жабынға батырылуы тиіс. „(FHWA 1990a).

19.1-кесте Аралықты жабын материалдары

Материал түрі	Материал түрі және сапасы	Жалпы сипаттамалары
Орнында құрылады (ыстық күйінде құйылады)	Автоматты түрде тегістеледі	AASHTO M0173, ASTM D3405, SS-S-1401C, ASTMD1190
Полимерлі битум	Автоматты түрде тегістеледі	ASTMD3405
Полимерлі герметик	Автоматты түрде тегістеледі	
Төмен модульді	Автоматты түрде тегістеледі	SS-S1614
Икемді герметик	Автоматты түрде тегістеледі	ASTM D3406
Сұйық битум PVC	Автоматты түрде тегістеледі	
Орнында құрылады (суық күйінде орнатылады)		
Силиконды герметик	Шөгуге төзімді немесе автоматты түрде тегістеледі (төмен немесе өте төмен модульді)	
Нитрил каучукты герметик	Автоматты түрде тегістеледі (құралдарсыз), шөгуге төзімді	
Полисульфидті герметик	Автоматты түрде тегістеледі	SS-S200A
Алдын-ала дайындалған герметик қоспасы		
Алдын-ала дайындалған майлау материалы бар герметик қоспасы	20-50% рұқсат етілген кернеу	ASTM D2628 ASTM D2835

ACPA құрылыс. Пайдалану ж. курс (ACPA 1996a: VII-45) жаңа жол жабынындағы тігістерді кесу және герметизациялау үшін келесі сындарлы факторларды атайды:

- кесуге қажетті жабдықты таңдау;
- қосындыны орнату;
- кесу мерзімі, ауаның әсерін ескере отырып,кесудің ауақыт аралығы;
- тіке және дұрыс ені мен тереңдікте кесу;
- жобаның ерекшелігі мен талаптарына сай герметик материалдар таңдау;
- ортақ резервуар дайындау;
- көлденең тігістерді кеңіту алдында тік тігістерді герметизациялау.

ортақ резервуар дайындауең маңызды элемент болып табылады.

Бетон жабындары, герметизация және бетон жабындарын жөндеудің американдық ассоциациясы. Техникалық бюллетень 012.P TB-(ACPA 1993a) тігіс герметизациясының себептерін қарастырады және жаңа құрылыс және қалпына келтіру әдістері туралы ақпарат береді..

Егер жол жабыны нашар құрғатылса, тігіс герметизациясының маңызы әсңресе маңызды. Құрғатқыш негізде тігіс герметизациясы дымқылдықтан екінші деңгейдегі қорғаныс құрайды.

Ортақ резервуардың көлемі күтілетін тігістер қозғалысы сиятын-

дай болуы тиіс должен Күтілетін DL бірлесе қимыл-әрекет (мм немесе дюйм) келесідей өрнектеледі:

$$DL = CL (\alpha DT + \varepsilon) \quad (19,4)$$

Мұнда.

C = плитаның қажалу коэффициенті, 0,65 тиянақталған материалдар үшін және

0,80 гранулды материал үшін. L = плитаның ұзындығы (мм немесе дюйм).

α = жылудан кеңу коэффициенті, микронмен,° C немесе ° F.

DT = температураның күтілетін өзгерісі, ° C немесе ° F (3-сурет жағдайында, ACPA 1993a). бұл орташа алғандағы қаңтардағы бетон салғандағы минималды күндізгі ауаның температурасы“ (FHWA 1990a). Бұл диапазон Құрама Штаттардың оңтүстік-шығысында 59 °C (106 ° F) ден батысымен орта батысында 71 ° C (128 ° F) дейін өзгереді.

ε = бетонның микродеформацияланып отыру коэффициенті (ACPA 1993a: 8).

19.2.- кестеде бірлесудің тұрпай негізіндегі кәдімгі жылу коэффициенттері берілген, ал 19.3.- кестеде бетон беріктігі негізінде отырудың кәдімгікоэффициенттері берілген.

Мысалы, 6,1 м (20 фут) плита толықтыруыш ретінде (a = 11,7 με/° C немесе 6,5 Ме/° C), с 3,45 МПа (шаршы дюймге 500 фунттан) Калифорниядағы гранулалы негізде бетон созылғанда (ε = 0,00045) жарылу қарсылығы (DT = 99 ° C или 179 ° F) тең болады:

$$DL = CL (\alpha DT + e) = 0,80 (6100) (11,7 \times 10\text{-}6 \times 99 + 0,00045) = 7,9 \text{ мм}$$

Table 19.2 Typical values for PCC coefficient of thermal expansion (α)

	PCC coefficient of thermal expansion α (10^{-6}/degree)	
Type of coarse aggregate	*Per °C*	*Per °F*
Quartz	3.7	6.6
Sandstone	3.6	6.5
Gravel	3.3	6.0
Granite	2.9	5.3
Basalt	2.7	4.8
Limestone	2.1	3.8

Type values for PCC coefficient of thermal expansion (a) жылу кеңейту PCC коэффициенті үшін құндылықтар түрі
type of coarse aggregate- үлкен агригат түрі
quarts – кварц
sandstone – құмтас
gravel - гравий
granite – гранит
basalt- базальт
limestone - әк тас

таблица 19.3. PCC шөгу коэффициентінің типтік мәні

Бетонның созылуға беріктігі		PCC шөгу коэффициенті
МПа	Фунт	(мм/мм немесе дюйм/дюйм)
2,1 (немесе одан аз)	300 (немесе одан аз)	0,0008
2,8	400	0,0006
3,4	500	0,00045
4,1	600	0,0003
4,8	700 (немесе көп)	0,0002

Дереккөз: Америка мемлекеттік шоссе жолдарының және транспорттың басшылар ассоциациясы деректерінен алынған (AASHTO). 1993. Жол жабының құрылымын жобалау бойынша нұқаулық, Вашингтон ДиСи.: Америка мемлекеттік шоссе жолдарының және транспорттың басшылар ассоциациясы: 11-29

$$DL = CL\ (\alpha\ DT + \varepsilon) = 0{,}80\ (240)\ (6{,}5 \times 10\text{-}6 \times 179 + 0{,}00045) = 0{,}31\ \text{в}$$

Сондықтан жалғастырушы материал100% жүктеме алса, резервуар енінен 15.8 мм (0,62 дюйм) құрауы тиіс.

Бұдан да ұзын плиталармен тігістер көбірек қозғалмалы келеді, бұл JRCP жаман жұмысының көрсеткіші болып есептеледі. Сонымен қатар өткізу қабілеті төмендеу ортақ матеиралдарды қолдану үлкен ортақ

резервуарларды талап етеді. Ал оны ұстау өте қиын. Жолдар арасында байланысқан тігістер жылдам қозғала алмайды.

Төсеніш төсеу үшін ыссылай домалату мен салқындай домалату және оның қауіпсіздік шаралары

Гидратация мен жарылып кетуге температуралық, соның ішінде термиялық қасиеті бар, әсерлерді Тэйлор және т.б. басылымы қарастырады. (2007: 127-130)

Сонымен бірге цементтік материалдар гидратация барысында температураға әсер ететінін, жылу қасиеттерін тестілеуді атап көрсетеді.

Ережеге сай қауіпсіздіктің ерекше шаралары ыссы және салқын ауа-райына қатысты жасалуы тиіс. Қолайсыз ауа-райы әркез ойда жоқта болмайды. Сондықтан advis- құрылыс барысындағы болжамды ауа-райы туралы жоспарлау мен талқылаулар, кездесулер өткізу мүмкіндігі бар. Жаңадан төселген бетонды сақтап қалу үшін қандай әдістер қолдану керектігін, ал қандай жағдайда төсеніш салуды тоқтату керектігі талқылануы керек. Мысалы, ыссы ауа-райында трафик ағымын реттеуді қамтамасыз ету үшін және нақты жүк машиналары күтіп қалмас үшін.

ауа-райының салқын кезінде бетонды үсіп кетуден сақтау үшін олар жұмыс орнына жақын жерде сақталғаны жөн.

Ыссылай домалатудың қауіпсіздік шаралары

Ысы ауа-райы бетон жабындарының ерте жарылуына себеп болады. Холл және т.б. (2005: 10) қоршаған ортаның температурасы 90 ° F (32 ° C) асса, ерте жарылу қаупі өседі дейді. Бетондаудың шеберлері бетон АТВ не АТРВ сияқты қараңғы түсті болса, оны төсеуде ауа-райы жағдайын ескеріп, бетін өңдеу керектігін айтады. Егер ауа-райының әсері ескерілмесе, бетон кепкенде анағұрлым деформацияға ұшырайды. Қисаю кері әсердің нәтижесі. Біліктік деформация плита мен негіз, тұтастыру аралығының шегін көрсетеді

Бетон жабындарын ыссы ауа-райы жағдайында төсеу туралы мақала пайдалы. ACI 305R-10 ыссы ауа-райы жағдайында бетондау ж. нұсқау. (ACI Комитет 305 2010). ACI сонымен қатар ACI 305.1-06 бетондаудың осы түрінің ерекшеліктері туралы (ACI Комитет 305 2006) жариялайды. Іс жүзінде осымен айналысатын шеберлер ыссы ауа-райы жағдайының әсерін барынша азайтуға тырысады. Ол үшін қажет:

- материалдар мен пропорциялар таңдау;
- ингредиенттерді алдын ала салқындату;

• арнаулы мөлшерлеме;
• ұзындығы;
• бетон температурасы;
• жабдықтар мен техника.

Ыссы ауа-райы жағдайында гидравликалық цементті бетонды араластырғанда, орналастырғанда, қатайтқанда мәселелер туындауы мүмкін. Олардың көбіцементгидратациясының жылдамдығының өсуіне, жаңадан төселген бетонның ылғалы кепкенде температурасының жоғарылауына байланысты. „(ACI Комитет 305 2010: 2). Сонымен, тәжірибе жүзінде температуралық әсерлер мен ылғалдың кебуін басқаруды талап етеді. 305R-10 Отчет ACI (ACI Комитет 305 2010: 3) ыссы ауа-райы, қоршаған ортаның жоғары температурасы, ылғалдықтың төмендігі, желдіәң жылдамдығы, күн радиациясы да өз әсерін береді.

Тропикалық климатта мәселелер жыл бойы, жұмсақ климатта жаз бойы туындауы мүмкін. Түнгі уақытты жабын төсеу қоршаған ортаның бұл мәселесін шешуі мүмкін. Себебі түнде жел болмауы мүмкін. Алайда, сонда да төсеніш төсеудің қауіпсіздік шараларын бақылау қажет.

Жаңадан төселген бетонның мәселелері:

• суға деген сұраныс көбейеді;
• жауын-шашынды жоғалту жылдамдығы;
• икемдеу жылдамдығы;
• пластикалық отыру мен жарылу қаупі;
• ауа құрамын бақылау қиыншылығы, (ACI Комитет 305 2010: 3)

Сонымен бірге қатайған бетонның келесі мәселелері болуы мүмкін:
• беріктігінің төмендеуі;
• кепкенде отыру және жарылу қаупі,
• беріктігінің төмендеуі (жарылу салдарынан)
• бетінің сыртқы түрінің өзгеруі.(ACI Комитет 305 2010: 3)

Жалпы алғанда бетон қоспалар құрамында ыссы ауа-райы жағдайында IIIтипті цемент (беріктігі жоғары, жылдам қататын), цемент азырақ болғаны дұрыс, мүмкіндігінше ұшатын күл мен шлак қолданған дұрыс. Жобалар бірнеше ай созылса, көктем жазға ұласып, қоспа ыссы ауа-райы жағдайына бейімделмесе, қиындықтар тууы мүмкін.

Мердігерлер бұл жайттарды ескерулері тиіс.

ыссы ауа-райы жағдайында қоспаға реттелмеген су қосу жағдайла-

ры кездеседі. Бұл бетонның беріктігі мен ұзақ қызмет етуіне кері әсер етеді. Дұрысы құрылыс алаңында су редукторларын қосу.

Химиялық қосымша қосындылар ыссы ауа-райы жағдайында бетондауға маңызды. Олар су қосу қажеттігін төмендетеді және бетон төсеу мерзімін қысқартады.

Кейбір су редуцирлейтін қоспалардың тежегіш қасиеттері болады. Олар: ASTM C 494, Типы D и G. СЧ су редуцирлейтін қоспалар жіктелмеген, бірақ ASTM C494 типа A , кей жағдайда Fтипті қосымшаларға сай келеді және на гидратацияға әсер етеді, әсіресе алыс қашықтықта (ACI 305 2010: 12-13, ASTM C494 2005).

Салқын домалатудың қауіпсіздік шаралары

Салқын ауа-райы жағдайында бетондау екі ACI Комитет 306 құжатта қарастырылған, ACI 306R-10 Салқын ауа-райы жағдайында бетондау, нұсқау және ACI 306.1-90.

Салқын бетондау үшін стандартты ерекше (ACI Комитет 306 1990, 2010). Оның негізігі мақсаты алдын ала ертеден қатып қалмауын құрайды. Салқын ауа райы жағдайында бетонды жабын жабындау артықшылығы ыссы жолдардың бетін жабынмен асфальттаумен салыстарғанда асфальттаудың дұрыс тығыздығы төменгі температураға жеткізу болады.

Ауа температурасы төмен түскенде, немесе, күткен жағдайда қорғау мерзімі кезінде 40 ° F (4 ° C) деңгейге дейін төмен түскен жағдай салқын ауа райы болып анықаталады; „(ACI Комитет 306 2010: 3) бетонды төмен температура әсер етуінің алдын алу үшін қорғау мерзіміне уақыт қажеттігін талап ететіндей анықталады. Орташа климаттағы уақыт бұл көктем мезгілдегі уақыттан айырмашылықта болады. Температураның тез құбылуы сондай ақ осы мезгілдерде болуы мүмкін.

Бір ережедей бетонның қатып қалмауын қорғау қажет, ол 3,5 МПа кем емес сығылысу беріктігіне жеткенге дейін (500 шаршы дюймге 500 фунттан). Әсіресе бұрыштары мен шеттері тез қатқыш болып келеді. Бетонға 16° C (60 ° F) қалыңдығын құрайтын -1 ° C (30 ° F), 18 ° C (60 ° F) ауа температурасынан жоғары -18 ° C және -1 ° C (0 ° C бастап 30 ° F дейін) және 21 ° C (70 ° F) ауа температурасы үшін -18 ° C (0 ° F) (ACI комитет 306 2010: 3- 4) төмен ең аз температура 300 мм кем емес (12 дюйм) талап етеді.

Бетонның температурасы суды жылыту жолдары арқылы, жылытумен толтырылып ұлғаюы мүмкін. Дегенмен қатты ыссы су шамамен 80 ° C (140 ° F) температурадан жоғары болған кезде цемент қоспалауышында ұйысқан болады. Жерден немесе астына төселген қабаттар-

дын қар мен мұзды алып тастау маңызды. Бетон ешқан қатақан жердің бетіне төселген төсенішпен оның астына төселген қабаттар үстіне орналаспауы қажет. Бетонды төсемес бұрын бірнеше сағат бұрын Олар изоляциялаушы материалдарының көмегімен жібітілуі мүмкін (ACI Комитеті 306 2010: 6-8). Жаңадан төселген бетондарды қорғау үшін, пенополистиролдық қаңылтырды, пенополиуретанды, көпіршіктендірілген винилдық көрпелерді қоса (электрлі қондырылған сымдармен немесе оларсыз), минералды мақта немесе талшық, сабан, немесе изоляцияланған көрпелер, жылыизоляциялаушы көрпелер түрлері пайдаланылуы мүмкін. Изоляция желдің көмегімен алынып қалмайтын бекітілуі қажет. Ашық шетері мен бұрыштарында, үш қабатты изоляция ең тиімді түрі болады (ACI Комитет 306 2010: 14).

Салқын ауа райында бетонды қаптау төзімділігін күшейту процессін төмендетеді. Ол үш түрлі жағдайларды туғызады. Біріншіден, бірлескен тиімді уақыт кесіндісі кейінге қалдырылуы мүмкін. Мұның ең басты сұрағы ыңғайлы, дегенмен қосымша шығындар туғызуы мүмкін. Екіншіден, бұл жабын одан ұзағырақ өңдеуді қажет етеді, дей тұра бұл мәселе тек өосу немесе сақтау әдістерін пайдалану үшін пайдаланылады. Және соңында, жол жабыны жол жүрісіне ашық болған уақытта ол ұзарады, яғни құрылысты тездетуге проблема болуы мүмкін. Салқын ауа райында бетонның төзімділігінің артуы қоспаның реттелуімен ғана тездету жолдары болады (үлкен мөлшердегі ценмент немесе III типтегі ценментпен), тездету қосындыларын пайдаланумен, немесе гидратация жылуларын сақтау үшін көрпелер көмегімен.

Температура кеңістігі

Қоршаған ауа үлкен температурасының басылуы күздің аяғында немесе көктемнің басында солтүстік климатта салқын фронтты немесе жаңбыр мен қарлы кезде болуы мүмкін. Қоршаған ауа температурасының төмендеуі немесе 25 ° F (14 ° C) жоғары, алғашқы бетон жиналғаннан кейін жеткілікті тез арада оның (2005: 10) салқын және басқада жарылуы қаупін туғызуы мүмкін. Бұл шындығыда температура деңгейге дейін түскен мезгілде, бұл өсу күші мезгілінде нақты жабынның төмендеуіне әсер етеді. Мысалға температураның төмендеуі 70 тен 45 ° F (21 ден 7 ° C дейін), 100 ден 75 ° F дейін (38 бастап 24 ° C дейін) ертеден жарылып кету қаупін шақырады. Температураның көп төмендеуі қоршаған ауаны теріс плитаға градиент температурасын толтырады (тқменгі жағына қарағанда оның жоғарғы бөлігі салқындау). Егерде тақта жеткілікті қатса, ол тақтаның жоғарғы жағы бөлігіне созылмалы күшіне және астының нағыз жарылуына әкеліп соқтырады. Температу-

раның көп құбылуы ережедей солтүстік және солтүстік –шығыс климатында күздің соңында немесе көктемгі құрылыс кезінде таратылады. Аяқ атсныан жауған жауын нмесе қар PCC орналастырылғаннан кейін тербелуге әкеліп туғызады.

Бетон жабындары көрпемен сақталған жағдайда, олар жәймендеп және толығымен жойылуы керек.

Қорғау мерзімінің аяғында бетонды біртіндеп салқындатып, ішкі немесе сыртқы жарылған құрылымдарын дифференциалды деформациялау азайту (ACI Комитет 306 2010: 9).

hIPERPRAV

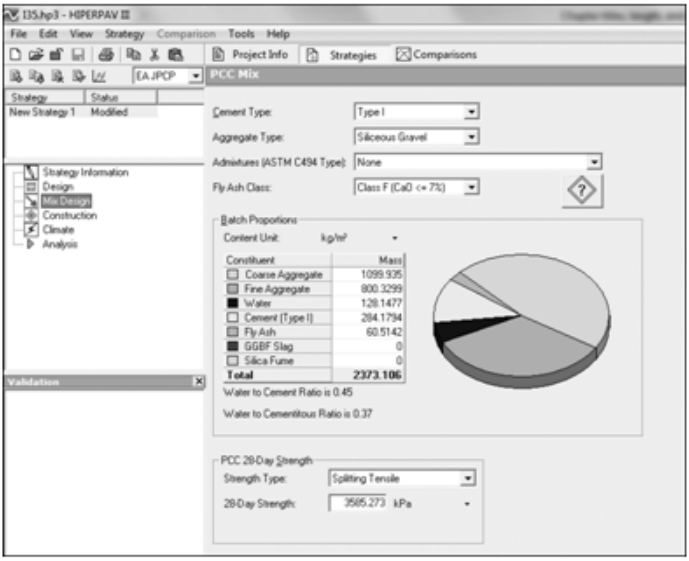
FHWA HIPERPAV бағдарламалық қамтамасыз етуді жасап шығарған, ол жобалау үшін және құрылыстарды жабындауда нақты нұсқаулықтарды ұсынады.

2005 жылы HIPERPAV II ұлғайтылған нұсқасы жасалған болатын (сурет және басқа., 2005a, б), содан бері HIPERPAV III арттырылған. Бұл бағдарлама HIPERPAV (http://www.hiperpav.com/~~HEAD=pobj). HIPERPAV III сайтынан ақысыз алуға болады U.S немесе S.I. бірлікті пайдалану мүмкін.

HIPERPAV түпкі нұсқасы жол киімдерінің бетон құрылғыларын пайдаланады, материалдар мен жобалау, құрылысы және ерте кезден жарылып кету қаупін болжау үшін жіне олардың тігіндерін тиімді уақытпен кесу үшін. Бұл бағдарлама тек қана JPCP түрі өнімділігіне және ерте кезеңде пайдалану бағдарламасы үшін CRCP. HIPERPAV II ұзақ мерзімге JPCP пайдалануды қосқан, сонымен қатар CRCP өндрілуі жіне ерте кезеңдегі тәртібі. (сурет және басқа. 2005b). С HIPERPAV III үлгілеу жақсарту үшін жасалған. 1. Жоғары ылғалдылықты. Бұл нұсқау жоғары жетілдіру негізі болып жасалған.

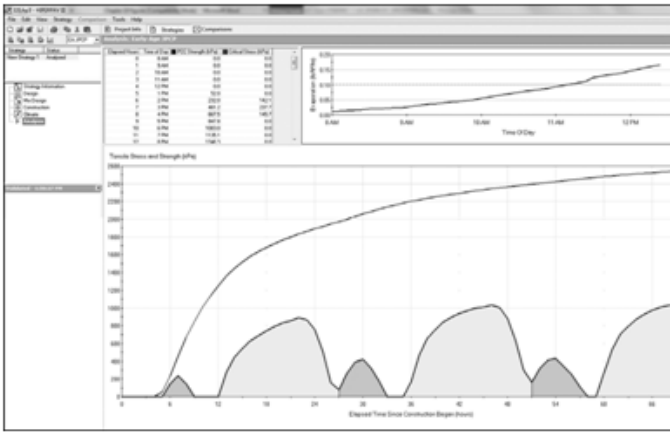
Ылғалды жаңа үлгілеу жақсартумен енді сіздер шынымменде көптен көп қаттылану мен оның экологиялық жағдайының тиімділігін салыстыра аласыздар.

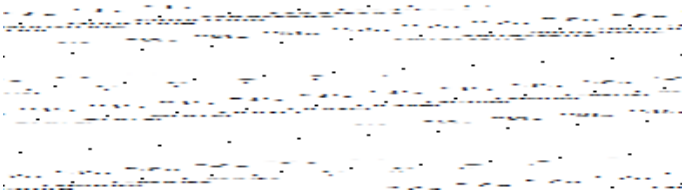
CRCP ерте кездегі жарықтың ылғалдың өзгеруінен осы күнге дейін HIPERPAV III көмегімен үлгілік әрталай бір өлшемге есептеледі, қоршаған ортаға әсер етуі, сондай ақ қаттылану материалдарына қатысты рәсімі.



Сурет 19.4 Бетонның қосынды пропорциялары

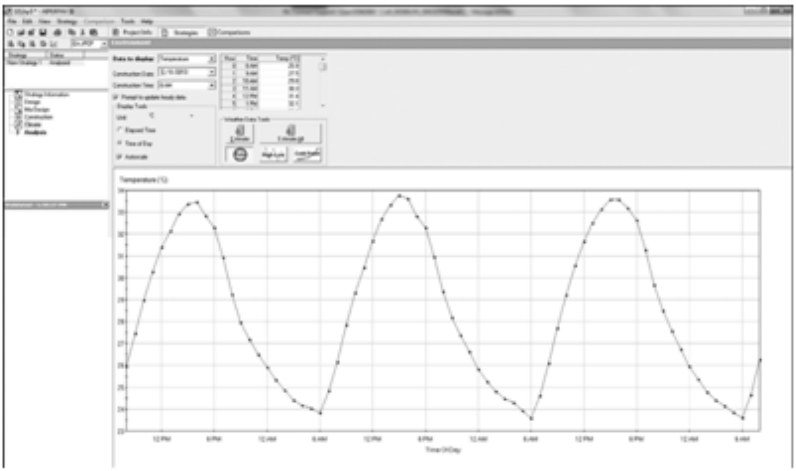
Strategy information - стартегиялық ақпарат
Design - жоба
Mix design – қоспа құрамы
Construction -құрылыс
Climate - климат
Analysis - талдау
Cement type – цемент типі
Aggregate type агрегаттың типі
Gravel - галька
Admixtures – қоспа кезінде
fly ash type – ай ақтық шаң-тозаңның типі
batch proportions - пропорциялар
content unit – Өлшем бірліктері
Constituent - құратын
Coarse aggregate – ірі толықтырушы
Fine aggregate – ұсақ толықтырушы
Water - су
Cement -цемент
GGBF Slag – ұсақталған түйіршіктелген доменді шлак
Silica fume – жұқа минералды шаң-тозаң
Total - барлығына
Water to cement ratio – су цементтілі факторға су
Water to cementious ratio - вода к цементирующему фактору
PCC 28 day strength – армированды емес цементті бетондық 28 күндік күштілігі
Strength type – қаттылықтың типі



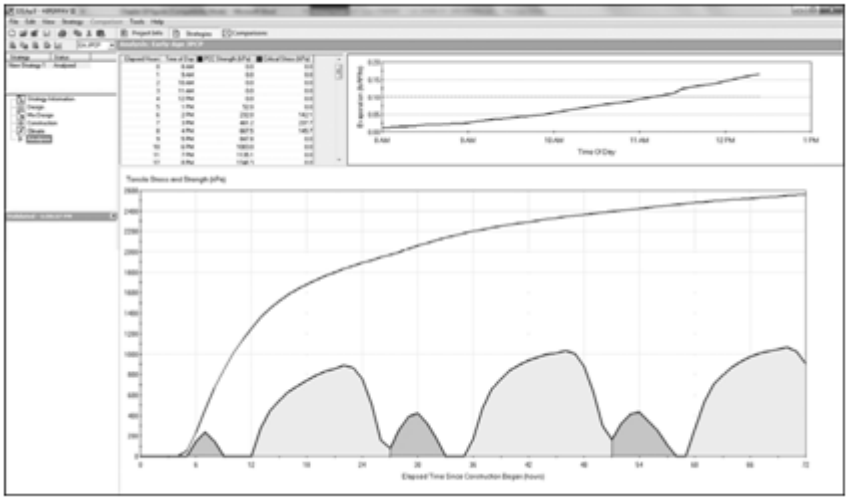


19.5 суреті. Құрылыс материалдары.

Initial PCC mix temperature – армирленбеген цементті бетонның бастапқы температурасы
Initial support layer temperature – сүйкелмелі қабаттың бастапқы температурасы
Base is moist – ылғалды база
Base is dry – құрғақ база
Curing method – өңдеудің әдісі
Single coat liquid curing compound – жаңаланған бетонның қаралуы үшін сұйық құрамының бр қабаты
Age curing applied – құрам төселімінің периоды
Age curing removed – құрам жойылуының периоды
Sawcutting (skipping sawcutting is not recommended) – тігістердің туралуы (тізбектердің туралуынан қашқақтауы ұсынылмайды)
Saw at optimum time (early-entry "green" sawcutting) – оптималды уақытқа лезвияның орнатылуы
User defined sawing age – пери д распила, определенный пользователем
No sawing - кесу жоқ
Skip sawcutting every 2nd joint – тігістердің кесілуінен әрбір 2-ші спайкада қашқақтауы
sawing age of skipped joints – өткізіліп кеткен спайклардағы кесу периоды
strength to opening to traffic – қозғ лысқа қаттылық
display strength for opening to traffic – Қозғ лыс қаттылығына дисплейдің көрсеткіші
strength - қаттылығы
strength type – қаттылық типі
spitting tensile - созылу



Сурет 19.6 Экологиялық кіру.



Сурет 19.7 Талдау қортындылары.

2. Жылыған кездегі өзгеру сипаттамасы.

HIPERPAV III енді бетонды қосындылардың бетондық қосындыпрдың сынақтау көмегімен гидараттану сипаттайтын мүмкіндігі бар. Бұл жаңа қосымша сондай- ақ бағдарламаның дәл болжауын жылу өзгерген төзімділігі мен күшейтілген мезгілде қамтамасыз ете алады (www.hiperpav.com).

Бағдарламаның пайдалануын сондай-ақ мысал ретінде иллюстрациялауға болады, JPCP ерте кезеңде зерттеу үшін мағыналарын пайдалана отырып, бағдарламамен қамтамасыз ету бағдарламасын үшін. Два входных модулей Жоба мен стратегия мәліметтері. Жобаның орналасу жобасы, жобаның ақпаратын қарастырады, сонымен қатар климат деректер банкіне. Бір жоба үшін бір қатар стратегиялар талданылуы мүмкін.

Әр стратегия үшін жетілдіру секция кіру дизайн мактралдары үшін жасалған, материалдар мен жобалау, құрылыс пен қоршаған ортаға. Негізгі салым сенім тілеу болып табылады, негізінде 90% құрайды.

Дизайн бөлімінде кіру деректері геометрия үшін қажет, дюбельмен және плитаны ұстау үшін. Геометрия жол жабынының қалыңдығын герметизиялық тігіндерін тігінен, енінің ұзақтығын қосындыларынан қосады.

Қалыңдығын қатайту үшін 254 мм (10 дюйма) мағынасы бойынша, тақтайдың ені 7 м (12 фут), және бірлескен ара қатынасы 4,6 м (15 фут). Егер дюбельдер ерте кезеңдегі талдауға қосыласа, онда дюбель диаметрі талап етіледі. Мағынасы бойынша басқа белгілерге пайдалнылуы мүмкін. JPCP дюбель диаметрі 38 мм (1 ½ дюйманы) құрайды.

Әр түрлі сегіз қалың төсеніш қабаттары немесе жерге төсеніш қабат түрлері тақтайларды ұстау модулінде анықталуы мүмкін. Оларға Асфальт Бетон немесе Асфальт бір қалыптандыратын төсеніш қабаттары (оның екеуі де тегіс немесе кедір –бүдір болып анықталуы мүмкін), бірқалыпты монтажды тақтай, жердің төсемі желімен өңделген немесе төсеніш қабаттары. Негізгі немесе топырақ негізі бағдарламасында көрсетілгендей катты және ұйпалысу болып анықталады.

Материалдар және Дизайн бөліміне кіретін негізгі деректер цементтің PCC қосындысыныа, PCC сапасына қажет. Мысалға 19.4 суретінде нақты пропорциялық қосындылар суреттері көрсетілген мысалдар. Компоненттерге қосымша жиынық түрлерін сипаттау маңызды, қосынды сияқты пайдаланатын, сонымен қатар күл золалары (егерде ондай болған жағдайда). PCC қасиеті оның төзімділігін алады, қаттылық модулін, шөгу, және термиялық ұлғайту. Шөгу қосындылардан бағалануы мүмкін, ал жылыткды ұлғайту коэффицент жиынтық түрлерінен

бағалануы мүмкін. Деректердің өту мерзімі олардың өткізу олардың төзімділігіне немесе лабораториялық сынақтан өту болып табылады.

19.5 суретінде құрылымдардың кіру деректер қабылдау мыслдары көрстілген. Оларға бетонның температурасы және бекіту қабаттары қаттылану түрлері мен оның қолданылу уақыты, сонымен қатар сратегиясы жатады.

Климаттың деректерінің кірігізу мысалдары 19.6 суретінде көрсетліген.

Температура, ылғалдық, желдің жылдамдығы, немесе бұлт төнуі көріну мүмкін. Олар жобаның ораласқан жері негізінде Раунд Рок, штат Техас жаңдайларында, құрылыс жасау күндерінде анықталуы мүмкін. 8 шілде үшін жоғарғы температура 33 ° C (91 ° F) дейін және төменгі температурасы 23 ° C (73 ° F) дейін жетеді.

Құрлыстың уақтыы оның себепшарты, немесе шытыну және шытынбау арасындағы айырмашылық болып табылады.

Осыған мысал төсену таңертең сағат 8 басталады. Қорытынды талдауы 19.7. суретінде көрсетілген. Жоғарғы сызық бетонның төзімділігі жылдамдығын алуды көрсетеді, сол кезде төменгі сызығы бетонда шиелініс туғызуын көрсетеді.

Бұл талдауды шиелініс ешқашан күштен аспатынын сондықтан ерте жарылып кетуі байқалмайды.

HIPERPAV сондай-ақ бу болып кетуін және пластикалық шиелініс қаупін одан әрі ұсынылады. Бұлар 19.7 суретінде көрсетілген. Бір уақыттарда таңертеңгі 8 шамамен сағат таңертеңгі 11:15-де желдің жылдамдығы болжамынан асады.

HIPERPAV бетондық құрылғылар үшін жол киімдерінің пайдалы құралы болып табылады, сонымен қатар инженерлер мен мердігерлер шнменде шытынау жол жабындыларының шытынау қаупі бар екендігін белгілі бір жадайларда анықтайды.

HIPERPAV бетонды жабыны ұқсас түрімен Эйрборн Эйрпарк (Уилмингтон, штат Огайо) және Цинциннати Солтүстік Кентукки (Пешкин және басқалары 2006b)аэропортына аэродором құрылысында қолдану үшін пайдаланылған. Холл және басқа (2005: 28-29) ерте шытынау және олардың қажетті белгілерін маңыздау факторы болып табылады, олардың ұлғаюы келесіні көрсетеді:

- „Базалық төзімділікті /қаттылық
- Кесу тәсілі
- Панель өлшемдері мен олардың қатынасы.
- PCC/негізгі бөлігінің шеті
- PCC да цемент сақтау коэффициенті

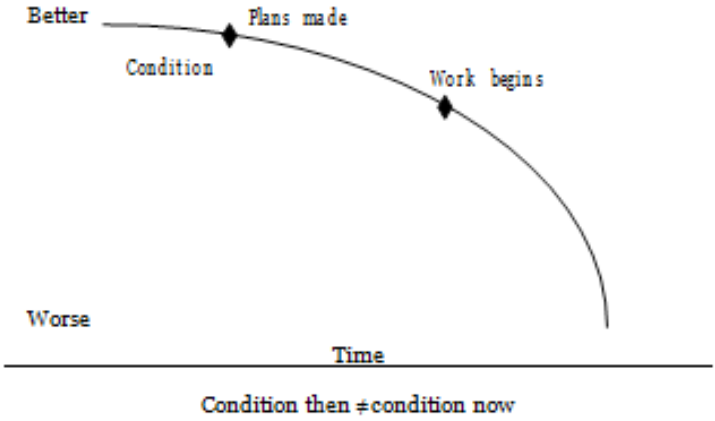
• Қосынды затарының болуы немесе болмауы
• РСС қаттылануы
• РСС қосындыларына апшуды қабылдауы
• Жуандық негіздері
• Базадағы апшуда жарықтың болуы
• Ұстайтын ішкі тақтайлар (орталандыратын стержендер, тарту және с.с.) „

20 Тарау
20 Бетон жабынын жөндеу

Ұқсас тасымал және экологиялық жағдайларда, асфальтті жабындарға қарағанда көбіне бетон жабындар аз күтімді қажет етеді, бірақ олар техникалық қызмет көрсетуді сирек қажет етеді. Уақтылы техникалық қызмет көрсету, жол жабындарының инвестицияларын сақтауға көмектеседі және қымбатырақ қалпына келтіруге дейін уақытты арттырады немесе қайта құру стратегиясы қажет етілмейді. Жол жабынының жағдайы, техникалық қызмет көрсету бойынша шешім қабылдау уақыты мен техникалық қызмет көрсету 20.1 Сурет көрсетілгендей орындалады деген уақыт арасында нашарлайтыны, маңызды тараптардың бірі болып табылады.

Жаяужол жақсы жағдайда болғанда, ережеге сәйкес, қызмет көрсету кішігірім мәселелерді шешуге жеткілікті болып табылады. Егер жол жабыны нашар күйда болса, қалпына келтірудің түрлі стратегиялары қолданылулары мүмкін. Жабындардың түрлі типтері жол жабындарының күйі қаншалықты нашарлайтынына қарай сәйкес келеді - жол жабындарына арналған қаптамалар жақсы күйде және жабынға арналған байланыстырылмаған қаптамалар Бөлім 2.2-де сипатталғандай нашар күйде. Егер жол жабындары өте нашар күйде болса, ережеге сәйкес толық қайта құруға жүгінуге тура келеді. Бұл, ережеге сәйкес басқа баламалармен салыстырғанда қымбатырақ және бейнетті нұсқа болып табылады.

Бетон жол жабындарының көптеген зақымдалулары Бөлім 4-те талқыланды. Жіктер және жарықтар, мөрленулері немесе бітенулері қажет болуы мүмкін. Дұрыс техникалық күтім, жіктерде сығылмайтын материалдарды сақтай отырып, ісінудің алдын алады. Өтемдеуіштер қысымды сиретпей еркін кеңею мүмкіндігіне ие болуы қажет. Жазық беттің сырлары мен басқа кішігірім жарықтанған бөлшектері түзетуді талап етеді.



Сурет 20.1 Ұстап тұру терапиясын қолданудағы кідіріс әсері.
Better - жақсырақ
Condition - шарт
Plans made – қойылған тапсырмалар
Work begins – жұмыстардың басы
Time - уақыт
Worse - нашарлау
Condition then ≠ condition now – болашақтағы шарттар ≠ нағыз шарттар

Дөңестердің бөлінуі, көбіне асфальтқа немесе толтырғышқа арналған дөңестермен орындалады. Дөңестер сақтанылулары немесе ауыстырылынулары мүмкін, және дөңес пен жол жабынының негізгі жолағының арасында ашылатын кез келген байланыстар саңылаусыздануларын мүмкін.

Түрлі органда, жағдайлар мен тәжірибеге байланысты, техникалық қызмет көрсету немесе қалпына келтіру секілді жөндеудің түрлі әдістерін анықтаулары мүмкін. Бөлім 21-де сипатталғандай ішінара тереңдік те, техникалық қызмет көрсетудің әдісі ретіне қарастырылуы мүмкін. Жамау мен қолданыстағы жол киімдерінің және сондай берік кептеменің арасында жақсы байланысты қамтамасыз ету үшін проблемалық аймақтарды мұқият дайындау маңызды. Кейбір агенттіктер, асфальтті, бетонға арналған кептемеге қажет материал ретінде қолданады, ол тез әрі арзан әдіс болып табылады, бірақ бұл кептемелер ұзақ қызмет етпейді және тез арада ішінара тереңдікті сәйкес кептемелермен мүмкіндігінше ауыстырылынулары қажет.

Кептемелердің нашарлауы тғы да бір күрделі мәселе болып табылады. АҚШ-ның Инженерлік корпусының инженері бірде айтқан: «Біз жөндеуді жөндеу үшін тым ұзақ уақыт жұмсаймыз». Кептемелер жиірек идеалды талаптардан кемдеу жағдайларда, жабудың қысқа терезелерімен және/немесе тнгі уақытта орнатылады, және жақсы өңделмейді. Мердігерлердің барлық проблемалық аймақтарды жоймаулары және байланысты қамтамасыз ету үшін саңылауларды қажетті түрде дұрыс дайындамаулары кептемелердің мерзімінен бұрын жарамсыз болуларының басқа себептері болып табылады. Агенттіктер, қызметкерлерді оқыту арқылы және Бөлім 21-де талқыланған кептемелерге техникалық қызмет көрсету бойынша сәйкес процедураларды қамтамасыз ету арқылы кептемелердің мерзімінен бұрын жарамсыз болуларының алдын алулары мүмкін.

Жер жабынын қалпына келтіру әдістері де қарастырылынулары мүмкін. Оларға алмаз ажарлайтын немесе жіңішке қаптамалар жатады. Жіңішке қаптамалар нығыздау негізінде асфальтті болулары мүмкін және олар эпоксидті шайыр (немесе одан қымбат материал) негізінде дайындалады.

Техникалық қызмет көрсету, әсіресе аэродромды жабындар үшін нысанның зақымдалуының алдын алу тұрғысынан өте маңызды. Автомагистральда жағымсыз болатын жарықтар, реактивті қозғалтқышқа еніп, қауіпті зақымдануларға немесе тіпті ұшақтың және экипаждың өліміне әкелуі мүмкін. Потенциалды қауіп төндіретін пайдасы жоқ толтырғыштардан мамықтау, әскери аэромдарда 1959 жылы бақыланды. Нәтижесінде, әскери инженерлер, бетонға арналған толтырғыштар ретінде түрлі типті материалдарды қолдануға қатаң шектеулерді жетілдірді (Роллинг2005: 171). Жаншып қақтау (2005: 176) ерте жарқтарға алып келетін және қоспаның көлемдері мен қатаю мәселелеріне алып келетін құрылымның мәселелерін талқылайды.

Жабынды басқару

Осы және кейінгі екі бөлімде талқыланатын техникалық қызмет көрсету, қалпына келтіру, кептеу және безендіру, барлығы да жабынды бақылау тақырыбына жатады. Гарбер және Хоэл (2002: 1065) (Автомагистральдар мен көлік агенттіктерінің алдында тұрған негізгі мәселелердің бірі, олардың алатын қаражаттары, жолдың жүретін бөлігінің қажетті жөндеуі мен қалпына келтіруіне жетпейтіндігі, керісінше жағдайды одан бетер ауырлататын себеб болып табылатынын мәліметке алады.Мәселе, жолдар нашар күйде бола тұрып әлі де қолданыста болуы, қажетті талаптар қолжетімді болғанға дейін жөндеу жұмыста-

рын шегерумен күрделенеді. Жабынның нашарлауы нашар жобалаудың және құрылыс тәжірибесінің нәтижесі болып табылмайды, ол жыл бойы пайда болатын тозумен баланысты. Жол киімінің бірте-бірте тозуы, көптеген факторлардың әсерінен болады, соның ішінде климаттың өзгеруінен, ағынды суларды тазартудан, топырақ талаптарынан, сонымен қоса, жүк көлігінің салдарынан болады.

Жабынның күйін басқару, жобаның тиімді жақтарын анықтау үшін, көрсеткіштерді анықтау және болжамның өндірілуі үшін қажет деректер анализі мен іріктеуін талап етеі. Күйін өлшеу, бұдырлықтан, зақымданудан, құрылымдық күйден және сырғуға кедергіден тұрады.

Жол жабынының күйін өлшеу әдістері (Гарбер және Хоэл 2002: 1067-1083) тұрады:

Сурет 20.2 Жүкті беретін дефектометр. (Автордың суреті)

• Жол бұдырлық типінің жауап беруін өлшеу жүйесі (RTRRMS). Бұл шаралар жабынның тегіс болуымен байланысты.

• Профильдеудәң инерциальді жүйелері (IRPS). Бұл құрылғылар да жабынның тегістігін өлшейді.

• Қарсылықты өлшеуге арналған бүйірлі және тегіс шиналары бар доңғалақты тіркемелер, ережеге сәйкес, енгізулердің саны ретінде көрсетіледі (қысқаша SK немесе SN).

• Баяу және бұзушы болып табылатын, сонымен қоса, көбіне инспекторларға қауіп төндіретін зақымдануды бағалаудың қол әдістері. Қол әдістер, жалпы айтқанда нақты, бірақ түрлі инспекторлар бір зақымдануды түрлі қауіптілік деңгейіне топтастырулары мүмкін. Сәйкесінше,

егер жол жабындары деңгейі бір есептен екіншіге артатын зақымдануға ие болса, онда ол, жол жабынының күйі нашарлап жатқанын көрсетеді немесе ол талдаудың айырмашылықтарына байланысты болады. Бұл айырмашылықтарды кеміту үшін, стандартталған басшыдықтар жетілдірілді (мысалы, Миллер және Bellinger 2003).

• Зақымданулар бойынша деректерді жинауды тездету үшін, ROADRECON PASCO жүйесі секілді көлікті әдістер қолданылулары мүмкін. Бұл көлікті әдістер таспалы жүйені және кейінгі қол немесе автоматты анализге арналған деректерді сағатына 80 км (сағатына 50 миль) жылдамдыққа дейін жинауға арналған видеоқұрылғыларды қолданады.

• (FWD) Жалғамалы құрылғылар, жабынға импульсті жүктемені зерттеуге және иілімдерді шамамен 300 мм (12 дюйм) аралықта орналасқан шамамен алты датчиктің көмегімен есептеуге қолданылады.

Деректерді жинау үшін фургонды қолданатын агенттіктің тестілеу бағдарламаларының бір үлгісі болып, бүгелген дөңгелектері бар және FWD-пен (Вашингтон штатының көлік департаментімен) қамтамасыз етілетін тіркеме табылады. Зақымдануларды сәйкестендіру мемлекеттік бағыттарда жыл сайын өзіне түрлі факторларды қосады. Жағдайдың бұл шаралары ол киімінің тиімділік шараларына өңделеді, және PSC (жаяужол құрылымдық күй),PRC (қос табандылық күйі) және PPC (профиль-IRI) түрады. „Бұл фургон“ жабын күйі туралы жазбалар жасайды (сынулар, бүлінулер) және жаяужол бетінің, дөңестер түрінің фото-видео түсірілімін жинайды. Бұл деректер жоғары жылдамдықтарда жиналынулары мүмкін және деректерді жинау процесінің дәлдігін әлдеқайда арттырады, сонымен қоса, жаббынның өндірілуіне қатысты түрлі зерттеулер мен анализдерді береді. 1999 жылдың алдындағы жылдары бұл деректер «алдыңғы әйнек» щолуымен жиналды. Бағалаушылар, олар көру мүмкіндігіне ие болу үшін фургонда мемлекеттік бағдардың бөліктері бойынша, шамамен сағатына 16 км (сағатына 10 миль) жол жүрді. Бұл әдіс нақтылықты және деректерді жинау процесін әлдеқайда арттырады (WSDOT 2006).

Беттік үйкелу әрбір екі жыл сайын WSDOT маршрутының толық жүйесінде өлшенеді. Негізінен, үйкелу коэффициенті шина мен жол жабынының бетінің арасындағы тіркемеменөлшенеді (негізгі атауы Number Үйкелу деп аталады). Көлікті әдістің жылдамдығы, су сынау доңғалағының алдыңғы жағындағы жол жабынының бетіне жағылғанға дейін және тежегіш сынау доңғалағына қолданылған кезде ұсталады. Тестілеу доңғалағы тоқтаған кезде (доңғалақтың бүгелуі), қарсылық

пен жүктеме (тігінен және көлденең) өлшенеді. Көптеген құрғақ жол жабындарының үйкелулері жоғары. Ылғал жабындар күрделі мәселе болып табылады. Осындай тәсілмен, Үйкелу санының тестілеу процесі, үйкелу шамасын (WSDOT 2006) анықтаудың алдында жабынның бетіне суды қолдану ұсынылады.

FWD айналатын доңғалақтың жүктемесін салатын, статикалық, жартылай статикалық немесе вибрациялық жүктемені емес, динамикалық импульсті өндіреді (Dynatest 2006). Бетон жабындар үшін, FWD жалпы қаттылықты және құрылымдық бүтіндікті немесе жүктемені ортақ беруді өлшеу үшін қолданылуы мүмкін. Жол киімінің жалпы қаттылығын бағалау үшін, жүктелген жүктемеде вариациялар не масса өлшемін не құлау биіктігін өзгерту арқылы қолжетімді болулары мүмкін. Вертикаль шың ауытқулары FWD пластинаны жүктеу центрінде және пластинадан түрлі қашықтықта, «бассейндер ауытқулары» ретінде белгілі затты орындау үшін өлшенеді (Гарбер және Хоэл 2002: 1079).

Жүктемені бірігіп беруді қлшеу үшін, жүктеме иілімдерді өлшеуге арналған жіктердің екі жаны бойнша сенсорлары бар жүктердің маңында әсер етеді. Егер екі жағындағы иілімдер бірдей болса, жік 100% жүктеме беруге ақындайды. Егер жүктелген плитаның ауытқуы жүктелмеген плитаға қарағанда ауқымды болса, жүктемені ауыстыру тиімділігі төмендейді.

Ээродромды жабындар үшін FWD-тің көмегімен 7-120 кН (1500-27000 фунт) берілген жүктеме жол киімінің қасиетін бағалауға жеткіліксіз болады. Осындай жолмен, 30-240 кН (6500-54,000 фунт) диапазонда жүктемені қолданыла алатын прогибомердің (ВхШхГ) ауыр салмағы арнайы осы мақсаттар үшін даярланды. Жүктеме диапазонының кеңеюімен, ауыр ұшақтарға, Боеинг 747 (бір доңғалақ) секілді арналған жүктемені салатын HWD, аэродромдар және қалың жабындар (Dynatest 2006) секілді ауыр жол жабындарына арналған жүктеменің/ауытқудың өлшемдерін дұрыс енгізуі мүмкін.

Жол жабынының күйі турал деректер және техникалық қзмет көрсету әдістері және қалпына келтіру стратегиясын таңдау, қалпына келтіруді бағларлауға арналған қажетті материалдарды қамтамасыз етеді. Әдістердің кейбірулері, жағдайды бағалаудан, тиімді жақтарды бағалау моделінен және оңтайланырудан тұрады.

- Жағдайды бағалау, шамамен бір жыл жалғасатын қысқа мерзімді бағдарламалар үшін қолданылады. Іске қосу көрсеткіші төсеніштің өалпына келуі үшін, мысалы PSI 2.5 және жабынның қалпына келуі үшін анықталады. Егер қажеттіліктер бюджеттен артық болса, онда ол саралаумен толықтырылуы қажет.

- Тиімді жағын бағалау моделі, көпжылдық бағдарламалауға арналған қысқа мерзімді бағдарлауды ұзартады. Моделдің өндірілуі, жол жабынының түрлі секциялары ауыстырып қосу нүктесіне жеткен кездежоба үшін қолданылады.
- Сызықтық бағдарламалау немесе динамикалық және бүтін санды бағдарламалау бүтін желілерді бір уақытта бағалай алады. Оның мақсаты болып, желінің жалпы тиімділігін арттыру немесе бюджеттік шектеулер мен стандарттар шегінде желінің жалпы құнын кеміту болып табылады (Гарбер және Хоэл 2002: 1098-1101).

Аэродромды жабындар үшін, жол жабынының бетінің күйін сандық бағалау үшін талаптарды төсеу үшін ФАУ индекс қолданады. PCI

Мағыналар диапазоны, жол киімдері үшін қандай да бір кемшіліктерсіз 100-ге дейін, атқарымды өмірді сақтамайтын жол жабыны үшін 0 (FAA 2009: 84).

Жіктерді және жарықтарды қайта нығыздау

Техникалық қызмет көрсетудің маңызды тапсырмаларының бірі, жіктер мен жарықтарға сүргі салу болып табылады. Ыссы гертметикалар, қағида бойынша 3-5 жылдың ішінде ауыстырылулары қажет, бірақ олардың ішіндегі төмен моульді немесе ПВХ қарамай 8 жылдан артық қызмет етулері мүмкін. Силиконды герметиктер 8-оь жыл қызмет етеді. Нығыздаған кезде олар 15-20 жыл қызмет етуді қамтамасыз ете алады. Ені <3 мм (1/8 дюйм) жіңішке микрожарықтарды сүргілеу қажет емес. Нығыздау ені 3-12 мм (1/8-1/2 дюйм) жарықтарға сәйкес келеді. Одан жалпақ жарықтар түзетулерді енгізуді талап етеді. Сүргілеу, қалпына келтірудің стратегиясы ретінде жамауларды немесе жазық қырнауды салумен бірге орындалуы мүмкін. (ACPA 1996a: VIII-12). Одан тыс жағдайларда нашар күйдегі жіктер қампаюға алып келеді.

Ережеге сәйкес, түгелге жуық герметиктер бетон жабындар тозғанға дейін әлдеқайда ерте тозады. Сондықтан, жіктерді периодты түрде сүргілеу қажет болады. Жаяужол плиталарында пайда болатын жарықтарды да, тұтастырғыштар Бөлім 21-де сипатталғандай модернизация немесе қиылыстырып жіктеу үшін қолданылғаннан кейін сүргіленулері қажет.

Герметик жабысу қасиеттерінің (герметик бетонға жабыспайды) жоғалтуларын, тіркесу жоғалтуларын (ішкі ыдырауды), сонымен қоса тотығу/қатаюды қосады. Жіңішке металл жүз, жікке, герметиктің жабысу қасиеттерін тексеру үшін енгізілуі мүмкін. Жарықшалар герметик қасиеттерін жоғалтқандығын көрсетеді (ACPA 1993a: 10-13).

Жіктерді қайта нығыздау

Қайта нығыздау операциясы, ережеге сәйкес, күзде немесе көктемде, біркелкі температурада, жіктер толығымен не ашық не жабық болмағанда өткізілуі қажет. Қайта нығыздаудың бес қадамы (ACPA 1996a: VIII-83)

- Ескі герметикті жою
- Герметикке арналған резервуарды қалыптастыру
- Резервуарды тазарту
- Ұстағыш өзекті орнату
- Герметикті орналастыру

Сығымдағыштық нығыздау буыннан қолмен алынуы мүмкін. Нығыздаудың басқа түрлері алмаз жүзі бар араның көмегімен немесе құрылыс техникасына жалғастырылған металл соқамен алынулары мүмкін (ACPA 1996a: VIII-83-VIII-84).

Ескі герметик алынғаннан кейін, резервуар, оны тазарту және кеңейту үшін кесілуі қажет. Бұл кезде, жаңа резервуарларға қолданылатын құрылғылар мен пышақтар қолданылулары мүмкін. Бұл қадам герметикті қолмен алу үшін алынып тасталынуы мүмкін немесе егер кескеннен кейін резервуар жақсы күйде болса. Егер жіктерге жататын қандай да бір сызықтарды түзету қажет болса, онда оларды герметикті ауыстырудың алдында қалпына келтіру қажет. Жаңа герметиктің жабысуына мүмкіндік беру үшін, резервуарды таза ұстаған маңызды. Төсеме өзектерді немесе жаңа герметикті орнату, Бөлім 18-де сипатталғандай жаңа құрылыстың процессінде жіктері саңылаусыздандыру бойынша процеске сәйкес орындалады. (ACPA 1996a: VIII-85-VIII-87).

Кеңейткіг және оқшаулағыш жіктер герметикті сығылатын толықтырғышқа дейін шешілуін, кейін оның ауыстырылуын қажет етеді. Компенсатордың 30 м (100 фут) шектеріндегі шөгу жіктерді, олар, күнделікті жағдайға қарағанда, әсіресе егер компенсатор жабық болғанда қажетті түрде ашық тұрғандықтарын анықтау үшін тексеру қажет. үшін Дөңестің жіктері, кейін герметикпен қарапайым тәсілмен толтырылатын 25 мм (1 дюйм) резервуарға ие болулары қажет. Асфальт дөңестер басылулары мүмкін және бетон жабын мен асфальтті иіндер арасындағы жіктер күрделі нығыздау тапсырмасын береді. Резервуар, жаяужолдың негізгі желісі мен дңестің арасындағы арақашықтықты бейімдеу үшін 25 мм (1 дюйм) немесе одан жалпақ болуы мүмкін. Пропан алауын бірігіп кептіру және тазарту үшін қолданбаған жөн, себебі олар жарықтардың және кедір-бұдырлы беттің пайба болуына алып келеді (ACPA 1996a: VIII-88-VIII-90).

Жарықтарды нығыздау

Жарықтарды саңылаусыздандыру күрделі тапсырма болып табылдаы, себебі, жіктерге қарағанда жарықтар не түзу де болмайды, не ендері де бірдей болмайды. Олар, сәйкесінше, тазартуға, пішіндеуге және нығыздауға қиын беріледі.Бірінші қадам, жарықшаға одан әрі тарауға иілгіш болып табылатын лезвияның кіші диаметрінен (175-200 мм, 7-8 в) жарықты көру қажет. Үлкен диаметрдің кеңеюі қызуға және сегменттерді жоғалтуға әкеледі, сонымен қоса араның операторына қауіп төндіреді. Бағдарлауыштаржақсы нәтижелерді қамтамасыз етпейді, немесе аралау толығымен аяқталғаннан кейін, басқа қадамдар - авальші герметикке арналған өзекше және қондырғы да қосарлап сүргілеуге қолданылатйндай (АСРА 1996а: VIII-91-VIII-93). Жіңішке микрожарықтар, арнайы өңдеуді немесе сүргілеуді қажет етпейді (АСРА 1993а: 24-27).

Құрғату жүйелеріне техникалық қызмет көрсету

Ол беткі және бет астындағы дренажды ұстауға маңызды немесе олай болмаған жағдайда құрғату жүйесінің артықшылығы жойылады. Беткі дренажды ұстау салыстырмалы түрде жеңілірек, себебі, ол тек бүйір арықтарды сақтау және беткі кедергілерді жою мен тазарту сұрақтары ғана болып табылады.

Жерасты құрғату жүйелерін ұстау қиын, себебі көбіне олар қолжетімсіз. Сол себептен, Бөлім 5-те сипатталғандай ластанудың алдын алу үшін бұл жүйелерді жобалау ерекше маңызды болып табылады. Егер құбырлар қажетті көлемде кең болса, оларды тазартуға болады, сондықтан, оларды жеңіл тексеріп, тазарту үшін гидравликалық тұрғыдан кең төккіш құбырды орнату қажеттігін тудырады. Жік шеттерін қайта жабдықтау, техникалық қызмет көрсету емес қалпына келтіру категориясына жатады.

Бөлім 21
21 Қалпына келтіру

Қызмет көрсету жұмыс қабілеттілігін қалпына келтіруге жеткіліксіз болса, бетон жабынын қалпына келтіру қажет болады. Қалпына келтірудің бір категориясы жол жабынын нақты қалпына келтіру еп аталады (CPR). Ол өзіне тұрақтау плитасын, жамаудың ішінара және терең тереңдікте орнатуды, жабдықтаудың дюбель қорын, алмаз тегістегішті, қосарланған және сүргілеу жарықтарын қосады. Қосарланған және сүргілеу жарықтары да күтім техникасына жатады. Кейбір жағдайларда, мысалы, дюбель-бар және алмаз ұнтағының модернизациясы, CPR стратегиясы жүктеме ауысымын немесе жаяужолдың әлсіз дамуының тегістелуін түзетеді және оны түпнұсқаға қарағанда жақсы жасайды.

СЛР операцияларының талқыланулары AASHTO/FHWA/Индustry Қосарланған тренингте келтірілген. Қатысушының оқу құралы, бетон жабындарының портландцементінің құрылысы (ACPA 1996a). Басшылықтағы бөлімдер тұрады:

- СПП Жалпы шолу(VIII-1-VIII-13 беттер)
- Slab тұрақтау VIII-14-VIII-25 беттер)
- Жамаудың толық тереңдігі (VIII-26-VIII-44 беттер)
- Жамаудың ішінара тереңдігі (VIII-45-VIII-58 беттер)
- Жете жарақтандырудың дюбель бары (VIII-59-VIII- 68 беттер)
- Алмаз тегістегіш (VIII-69-VIII-82 беттер)
- Қосарланған және операцияның сүргілеу жарықтары (беттер VIII-83-VIII-93)

FHWA бұл операцияларың көп бөлігін қамтитын бақылау тізімдерін жариялады. Бақылау тізімдері Интернеттен http://www.fhwa.dot.гов/тротуар/pub_listинg.cfm сайтынан жүктелінулері мүмкін (жаяужол-сақтау-6, 7, 8, 9, 10, 2005 бақылау тізімі).

Басқарудың басқа акронимі жаяужол CPR3, бетонға арналған жол жабынының қалпына келуіне, тегістеуге және қайта құруға арнайы тұрған. Қалпына келу жоғарыда сипатталған әдістерді қосады. Жабындардың құрылымдық және/немесе атқарымдық қасиеттерін жақсартуға арналған төсемшелермен әдістерден арта түсу. Жөндеуді алдын ала салудың кейбір түрлері, қолданыстағы жол киімдерінің тозуының алдын алу үшін әрқашан қажет болады. Үшінші әдіс, қайта құру, ең қымбат әдіс әрі ұзақ уақытты талап ететін және де жол киім құрылымының то-

лығымен жойылуынаан тұратын әдіс болып табылады. Жол жабыны, бетінің биіктігін өзгертпей безерлеу ретінде қалпына келтірілуі мүмкін. Жабынның ескі материаладарын жою қажет. Тапшы табиғи ресурстарды сақтап, ескі материалдарды жаңа материалдарға өңдеуге кететін уақыт пен энергияны үнемдеу жолдары қарастырылды.

Барлық жол жабынларына қалпына келтірудің пайдалы стартегиясы, дренаждардың шеттерін өңдеу болып табылады. Құрғатылатын псевдобазаларды жаяужол ретінде модификациялау мүмкін болғандығына қарамастан, шеткі жіктер псевдобазаны және жер кенептерін кептіруге және жаяужолға жақын жерде гі жер асты суларының деңгейін төмендетуге мүмкіндік береді, ал ол өз кезегінде өндірілудің артуының себебі болуы мүмкін.

Техникалық қызмет көрсету мен салудың стратегиясын таңдау

Жаяужол қалпына келтіру стратегиясын таңау қиындайды. Жол жабындарын қалпына келтіру бойынша артып жатқан қажеттіліктерді шектеулі ресурстармен қарсы алу қиын. Нашарлап жатқан инфрақұрылымның шешімінің маңыздылығынан , жол киімін қалпына келтіру технологиясы тез ауысад.

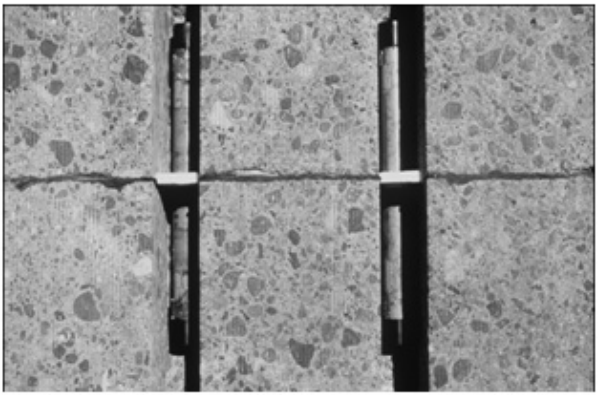
Қалпына келтірудің баламаларын таңдауда көптеген факторлар әсер етеді. Сол факторлардың ішінде:

- Нашар жол жабынының деңгейі
- Геометрия
- Трафик
- Құрылымдылық
- Жобаға арналған пайдалану жарамылығына қойылатын талаптар (ACPA 1993d: 1)

Сурет 21.1 Жікті жөндеуге арналып дайындалған жік. (Бетон жабындары бойынша америка ассоциациясынан (ACPA) 1996а.Портландцементті бетон жабындарының құрылысы. Қатысушының оқу құралы, FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY Ортақ оқыту, Вашингтон, Колумбия округі. Автокөлік жолдарының федеральді басқармасы, АҚШ көлік министрлігі. Интернетте келесі мекенжай бойынша қолжетімді:http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf~~pobj. VIII-28)

Сурет 21.2 Ішінара жөндеу. (Бетон жабындары бойынша америка ассоциациясынан (ACPA) 1996а. Портландцементті бетон жабындарының құрылысы. Қатысушының оқу құралы, FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY Ортақ оқыту, Вашингтон, Колумбия округі. Автокөлік жолдарының федеральді басқармасы, АҚШ көлік министрлігі. Интернетте келесі мекенжай бойынша қолжетімді: http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf~~pobj. VIII-28).

Сурет 21.3 Толық тереңдік, дюбель мен оқшаулауға арналған фибролитпен жөндеу (ACPA) 1996а 1996а. Портландцементті бетон жабындарының құрылысы. Қатысушының оқу құралы, FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY Ортақ оқыту, Вашингтон, Колумбия округі. Автокөлік жолдарының федеральді басқармасы, АҚШ көлік министрлігі. Интернетте келесі мекен-жай бойынша қолжетімді: http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf~~pobj. VIII-41).



Сурет 21.4 Қайта абдықтауға арналған дюбель (Бетон жабындары бойынша америка ассоциациясынан (ACPA) 1996а. Портландцементті бетон жабындарының құрылысы. Қатысушының оқу құралы, FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY Ортақ оқыту, Вашингтон, Колумбия округі. Автокөлік жолдарының федеральдық басқармасы, АҚШ көлік министрлігі. Интернетте келесі мекен-жай бойынша қолжетімді: http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf~~pobj. VIII-66).

Жинауды қажет ететін жоба туралы ақпарат, бес категорияға құлазиды. Бұл есепті деректер қолданыстағы жабындар үшін, құрылыс деректері, трафик деректері (өткен, ағымдағы және болжамды), қоршаған орта деректері (тұңбалар, температура және қату-еру жағдайлары), сонымен қоса апат және деректер жағдайы. Жинау қажет деректер түрі мен көлемі, көбіне жоспарланатын қалпына келтіру шараларының масштабына және күрелілігіне байланысты. Жол жабынын қалпына келтіру барсында, себептерді жо үшін бүлінудің болу мүмкіндігі маңызды. Инженер жол жабынының құрылымдық және атқарымдық талаптарын анықтауы қажет. Құрылымдық мәселелер бұрыштық үзілістерде, соғыларда, бұзылған жіктерде немесе бетон жабындарға арналған плиталарда пайда болулары мүмкін. Атқарымдық бүлінулер сапаға немесе қауіпсіздікке әсер етуі мүмкін, алайда жол жабынының құрылымына әсер етпейді және де тегістік пен сырғу кедергісінен тұрады. Бағалау, ASR немесе D жарықтарының болуын анықтау үшін бетон үлгілерін тестілеуден тұруы қажет. Дренаждың жетіспеушілігінен туындаған мәселелер, айқын болулары қажет. Сонымен қоса, жол жабынының жолдары арасында айқын айырмашылық болған жағдайда, оны белгілеп кеткен пайдалы, көбіне сыртынан жолақ (жүк көлігі) үлкен жүктемеге ие болады, ал басқа жолақтар мұндай жүктемеге ие болмайды (ACPA 1993d: 3-4).

Стратегиялардың мерзімі маңызды мағынаға ие. Сроки стратегий имеет важное значение. Төселмелі жол нашарлаған сайын, ең сәйкес келетін қалпына келтіру түрі де өзгереді. Ертерек қолданылған жабынды қалпына келтіру көбіне арзанырақ, ал кейінге қалдырылған процеуралар қымбатырақ болады және де соншалықты тиімді болмайды. Жол жабынын сақтау тұжырымдамасы, жабынның тозуын баяулататын (мысалы, дистресспен байланысты ылғал, ерте қызмет көрсетуге жатады (мысалы, жіктерді және жарықтардысаңылаусыздандыру). Одан бөлек, жол киімін жинау, жоспарлау, қалпына келтіруді бағдарламау және стратегияларды іске асырудың арасындағы деректерді жинау талаптарының арасында айырмашылықтардан қашу мүмкін емес, жалғасатын тозудың әсерін қарастырылуы қажет. Бұл қалу Сурет 20.1 көрсетілген.

Бір пайдалы тұжырымама, материалдардың беріктігінен және құрылыстағы құрылымдамалардан және азаматты құрылыстан (Ю және Bull 2006: 28) «Бестік заңы» болып табылады. Бұл, шамамен $ 1 жобалау пен құрылысқа, $ 5 дейін зақымдалуларды бастамашылық етуге және оның таралуына дейін, $ 25 нашарлау күрделене түскендігін және $ 125 ауқымды бүлінуден кейін шығындалғанығын айқындайды.

Толық және ішінара жөндеу жұрыстары

Толық және ішінара тереңдікті немесе жамауды жөндеу, бүлінген аймақты қалпына келтіру үшін тақтайшаны жоюды немесе бөлшектеп ауыстыруды білдіреді. Жамаудың толық тереңдігі бетонның төменгі бөлігіне дейін таралады және көбіне бұрыштардағы жіктерді, бүлінулерді немесе тақтайдағы жарықтарды жөнеуге қолданылады. Жамаудың толық тереңдігі Сурет 21.1 көрсетілген. Punchouts-та CRCP түзетуді терең енгізумен қарастырылады. Жамаудың ішінара тереңдігі 1 м^{2}аймақта (11 ft2) және 50-75 мм (2-3 дюйм) тереңдікте. Ішінара тереңдік кішігірім жарықтарды немесе күрделі масштабталатынаймақтарға қолданылады. Жамаудың таңдамалы тереңдігі Сурет 21.2 көрсетілген (ACPA 1996a: VIII-7-VIII-9).

Сурет 21.5 Алмазного тегістеу. (Бетон жабындары бойынша америка ассоциациясынан (ACPA) 1996a. Портландцементті бетон жабындарының құрылысы. Қатысушының оқу құралы, FHWA HI-96-027, AASHTO/FHWA/INDUSTRY Ортақ оқыту, Вашингтон, Колумбия округі. Автокөлік жолдарының федеральді басқармасы, АҚШ көлік министрлігі. Интернетте келесі мекенжай бойынша қолжетімді: http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf~~pobj. VIII--11)

Ішінара тереңдікті жөндеудің орнына, толық тереңдікті жөндеуді қолданудың маңызды сәттерінің бірі. Ішінара тереңдікті жөндеуде, ережеге сәйкес өңдеу аймағын кеңінен дайындау қажет, және де бетонның бүлінген барлық аймағын доймай орындау мүмкін. Егер жамаудың ішінара тереңдікті жөндеуі қажет болса, она ол оның орнына аймақтың

аз көлемін қамтамасыз ету үшін тез әрі тиімді тәсілі болып табылады. Қаржылай шығын көбірек болғандығына қарамастан, жұмыс күшінің бағасы төмен ал өндірілу, ірі аймақтардың санымен артады. Көптеген жағдайларда, беткі жағының кішкене зақымдалуы, жол жабыныныңішкі бүлінуінің маңызды себебі болады. Зақымдану деңгейі, төсемеден алынған өзектен анықталуы мүмкін. Егер жағдай солай болса, жамаудың ішінара тереңдігі мәселені шешпейді, сондыықтан толық тереңдікті жөндеу қажет болады

.

Максималды тереңдікті жөндеу жамаулары

Егер жақсы жобаланып, құрастырылса, жамау қоршаған жаяужолдың барлық тереңдігі бойынша жалғаса береді. Жапсырмалар, тозудың сыртына шығып, жарықтардың кез келген деңгейлерін қамтитындай өлшемдерге ие болулары қажетЖамаудың минимальді ұзындығы 2 м (6 фут) болуы қажет, және бір-біріне жақын орналасқан жамаулар біріктірілген болулары қажет. Жамаулар көлденең жіктердің шектерінен тыс шығып, кемінде 0,3 м (1 фут), бұрынғы CRCP жарықтардың кемінде 0,15 м (6 дюйм) қамтулары қажет (ACPA 1995a, 1996a: ACPA VIII-26-VIII-28). Жамаудың толық тереңдігі жаяужолдың барлық енін қамтиды.

.

Егер жамау ауқымды болса, онда ол арзан болуы мүмкін және жол жабынын тез арада қалпына келтіруге немесе жабыстырылған қаптаманы құрастыруға мүмкіндік береді. Бұл, құрылыс тұрғысынан алғанда, жеке жабыстырмаларға қарағанда үзіліссіз атқару тиімділігінен орын алады, сонымен қоса ауқымды түзетулер қажет болса, жол жабындарының қалған бөліктерінің қызмет етуі шектеулі болғандықтан. Жамаулардың ауданға мүмкіндігінше жақын болулары, шамамен жақтардың 1.5-1 қатынасында болуы маңызды сұрақтардың бірі болып таблады.

Тозған бетонды жоюдың алдында араның толығымен жиналу тереңдігі аумақты көршілес аудандардан және иінді материалдардан бөлу үшін қолданылады. Тозған бетонды жойған кезде көршілес жаяужолды бүлдіріп алмау маңызды, ол үшін алмаз қалақшаларды қоланған жөн. Кенептер ыссы ауа-прайында жол жабындарының үлғаюынан байланысулары мүмкін. Оны түнгі уақытта аралау арқылы немесе жинақтарды қысымды түсіру үшін 180-360 м (600- 1200 футов) интервалдармен әрбір шекаралық арамен кесу арқылы шешуге болады. Үлкен қатты балқыған тісті дөңгелек немесе араның мүйізі интерьерді дайындау барысында қолданылуы мүмкін. CRCP қималар, периметрі бойынша жолдың 1/4-1/3 бөлік қалыңдығындай, сплайсингтің барын қамтамасыз ету үшін қималармен толық тереңдікке дейін болулары қажет. (ACPA

1996a: VIII-29-VIII-32).

Қолданыстағы бетонды, көтеру немесе сол жерде сындыру арқылы алып тастайды. Көтеріп алып тастаған тиімдірек, себебі ол қосымша негіздерге аз кедергі келтіреді. Көтеру штифтері тақтаға орнатылған және бір-бірлерімен байланыстырылған, кейін көтеру құрылғысына жалғастырылған. Егер жол жабындары тым нашарлап кетсе, ол кішкене бөлшектерге дейін жойылуы қажет. Сонымен қоса, механизделген сөндіргіштер қоланылулары мүмкін. Кез келген жағдайда ол предбазаның, сонымен қоса бетонға жататын жарықтардыжөндеу үшін қажет болуы мүмкін. Саңылау құрғақ және жақсы нығыздалған болуы керек (ACPA 1996a: VIII-32-VIII-35).

Жол жабындары үшін, түс трафигін алған жөн. Одан бөлек, салынатын жамау мен қолданыстағы амаудың арасында жүктеменің берілуін қамтамасыз ету үшін дюбельдерді қолданған жөн. Тыңшылар көршілес бетонға енгізіліп, толық тереңдікті жабыстырма мен қолданыстағы жамаудың арасындағы жүктеменің берілуін қамтамасыз ету үшін бірге құйылады. Автоматты центрлейтін бұрғылаушы қондырғылар бұл процесті тез әрі нақты етеді. Кейін, бұрғыланған саңылаулар тазартылып, дюбельдер сүрткішке орнатылып, дискілермен ұсталады. Деформацияға ұшыраған арматуралы өзектер көлденең жіктерді қалыптарына келтіру үшін ұолданылады. Табанның сынған бөлшектері жабыстырманың толық тереңдігіне, Сурет 21.3 көрсетілгендей шеттерінің бойына орнатылуы мүмкін. (ACPA 1996a: VIII-35-VIII-41).

Бетон,дайын жүктеме қоспаларда немесе басқа мобильді пакетті тасымал тәсілдерінен жөнделетін аймаққа орнатылады. Бетон, күрек пен вибрацияның көмегімен біркелкі таралуы қажет. Вибрациялы тартқыштар немесе 3 м (10 фут) тік шеттері жөндеуді аяқтау үшін қажет болады. Дайын жапсырма, айналасындағы бетон секілді біркелкіленіп, қатаюдың мембраналы байланысының көмегімен қатаяды. Оқшаулайтын материалдар күшті, жабыстырма қозғалыс үшін алдын ала ашылу үшін қолданылулары мүмкін. Соңғы қадам ретінде, жіктердің саңылаусыздандырылуы үшін қажт болуы мүмкін. (ACPA 1996a: VIII-41-VIII-44).

Ұқсас сұрақтар тиімділікті арттыру үшін нақты көшелерде қарастырылады. Ол, өкінішке орай, көбіне қоқысты жөндеуге немесе жоюға қысқартулар үшін қажет болады. Жалпы әдістер, толық тереңдікті жабыстырмалармен ұқсас. .

Бұл, ережеге сәйкес, дюбельдерді қолданбауға мүмкіндік береді, бірақ қысқартулар жіктер мен сынуларды бітеген кезде, мүмкіндігінше ұысұартылуы қажет. Бұл қолданыстағы байланыстардың жһндеуі

кезінде жарықтарды аяуға мүмкіндік бермейді. Не құюлар нығыздалады нмесече ағынды толтырғыштарды утилитаны толтыру үшін қолдануға болады (ACPA 1988). Ағыныды толтырғыш порт-жер-цементтен, күлден, судан және ұсақ толтырғыштан тұрады, және де бақыланатын төмен беріктікті материал деп немесе КЛСМ (ACI Комитет 229 2013) деп аталады. Ағынды толтырғыш құюлар секілді қолмен нығыздауды қажет етпейді, Бұл ережеге сәйкес бетонға арналған тауарлы жүк көлігімен жеткізіледі. Жөндеудің толық тереңдікті басқа түрі UTW жеке тақтайшаларын ауыстыру үшін қолданылады. Селективті панель UTW үшін қалпына келтірудің тиімді әдісі болуы мүмкін (ACPA 2000a).

Ішінара тереңдікті жөндеу жамаулары

Кішігірім жырықтар мен қыртыстанудың ішінара тереңдікті жамауы. Қыртыстану және бетонны тозуы беткі жағынан көрінбеу імүмкін. Осындай олмен, маңызды бірінші қадам, балғаны, болат өзектің немесе болат шынжырдың көмегімен бетонның қыртыстануын, жырықтануын ұрғылау арқылы анықтау. Жөндеу 300 × 100 мм (12 × 4 дюйм) кем болмауы қажет және проблемалы аймақтан 75-100 мм (3-4 дюйма) шығуы қажет. Жамауларды егер олар бір-біріне 0,6 м (2 фут) артық жақындаса, жөндеу жұмыстарын жасау қажет. Жамаулардың жіктері төртбұрышты немесе ткібұрышты боллары қажет (ACPA 1996a: VIII-45-VIII-47).

Тегістеудің алдында бетонды жоюдың екі кеңінен тараған тәсілдері болып, фрезерлі карбида немесе saw- табылады. Жарықтарды кесу үшін, бірінщіден жамауларды периметрі бойынша 50 мм (2 дюйм) тереңдікке дейін алмаз пышақтың көмегімен кеседі. Ұяптамалар аймағында, бетон 35 мм (11/2 дюйм) тереңдікке едйін алынуы қажет. Одан жеңілірек пневматикалық балғаларды бұл процесстің кезіне жеңіл бақылауға болады, күрек те, ұру таяғы да тиімді болып саналады. Қатты құймалы көбіне, жол жабынынан кейін барлық жолақ бойынша жабыстырмаларға арналған бетонды жойған кезде тиімдірек. (ACPA 1996a: VIII-48-VIII-51).

Қолданыстағы бетонды жойған кезде, жамаудың аудандары әлсіз жақтарын анықтау мақсатында тексеру қажет, кейін жамаудың да байланысы жақсы болатындай етіп жақсылап тазарту қажет. Егер нашарлау толығымен тақтай арқылы өтсе, онда толық тереңдікті жөндеу қажет етіледі. Қысым астында құм ағынымен өңдеу немесе су ағынымен өңдеу, кейінгі ауамен үрлеумен жамауларды тазарту үшін қолданылуы мүмкін. Жұмыс жіктері мен жарықтарды қосатын жамаулар, сығылатын қосымшаларды талап етеді, пенополистирол немесе асфальтті фибролит. Цементті байланыстырғыш агенттер, жамау мен қолданыстағы

бетонның арасындағы байланысты орнату үшін қолданылуы мүмкін (ACPA 1996a: VIII-52-VIII-55).

Материалдарға өзгертулерді енгізу кішкене жылжымалы барабандарда немесе қалақты араластырғыштарда кішкене топтамамен араласулары мүмкін немесе егер түзетулердің жеткілікті саны болса, материалдың көлемін ақтау үшін жүк көліктерімен дайын бетон қоспалары ретінде жеткізіледі. Жамау аймағы кішкене толтырылуы керек. Вибрациялар жамаудың орнығуы үшін маңызды. Жабыстырмалар, қоршаған жаяужолдың биіктігіне сәйкес мұқият өңделіп, сұйық мембранатүзгіш байланыстардың көмегімен қатаяды. Материал ретінде, жамауға орнатылған стандартты портландцементті егер ауа температурасы 4 ° C (40 ° F) төмен түсіп кетсе қолданбаған жөн (ACPA 1996a: VIII-56-VIII-58).

Жіктестірілген өзектерді модернизациялау және қиылыспа тұтастырғыш

Жете жарақтандырудың дюбель барын және кросс-тігуді орнатып, жіктер арқылы сүзгіштердің жүктемесін қалпына келтіру қажет немесе жарықтар күрделене түседі. Екеуінің арасындағы негізгі айырмашылық, дюбель бар жаңа құрылыстағы дюбельдер секілді жіктерге сырғуға, аушға және жабуға мүмкіндік береді, ал кросс-тігуде жіктердің құлыптарын және жарықтарды бірге ұстайды. Сондықтан да, көлденең тігу, жаңа құрылыстағы тұтастырғыштар секілді атқарымды орындай.

Бар үшін дюбельдерді модификациялау, жаңа дюбель барларды орнату үшін әрбір байланысқа өтеді. Егер жіктердің жарықтары болса, толық немесе ішінара өзгерісті енгізу бірге орындалуы қажет. (ACPA 1996a: VIII-10). Модификацияланған дюбель-бар Сурет 21.4 көрсетілген.

Жаңа құрылыста, тыңшылар жол жабындарында орнатылғанда, олар ережеге сәйкес, жіктің барлық ені бойынша біркелкі таралған, шамамен 300 мм (12 дюйм) интервалмен. Оған қарағанда, модернизацияланған дюбель барлар, жолда үш жолағы бар көлік жолдарында орнатылады. Ол қажетті дюбельдер қатарын шектеп, жүктемені беруді қамтамасыз ететін тиімдірек жерге ауыстырады.

Жетілдірілген жік өзектері

Модификацияланған дюбель-бар дюбельдер орнатылмаған жерде қолданылулары мүмкін, мысалы, JPCP үйлесімді шектеуде немесе midslab жарықта болуы қажет. Соынмен қоса, ол одан бөлек, бетонның тозуы артып, кішкене диаметрдің кесірінен әлсіреуі мүмкін жерде, сәтсіздікке ұшыраған жерде де қолданылуы мүмкін. Сонымен қоса корро-

зияның кесірінен де дюбель қолданылуы мүмкін.

Дюбель барды жете жарақтандырудың төрт негізгі операциялары

• Дюбельдер үшін слоттарды қию
• Байланысты қамтамасыз ету үшін слоттарды тазарту және дайындау
• Центрлейтін өзектерді орнаты
• Слоттарды жөндеу материалдарымен толтыру (ACPA 1996a: VIII-59)

Жырақтар, стандартты араның көмегімен немесе бірмезетте үштен алты слотқа дейін кесетін ара станоктарының слоттарының көмегімен қысқарулары мүмкін. Стандартты араларды бақылау және өндірістің жоғары темптерін болдырмау қиын. және Пазаларды, орта жолақ жаяужолына параллель кесу, кесу барысында ойын машиналарын қолдануды тудырантындығы өте маңызды. Араның слоты, әрбір кескін қоспасында бетонның қалдығын қалдыратын бірнеше алмаз бөлшектерді қолданады. Жарықтарды 60-65 мм (2,4-2,6 дюйм) ені бойынша, дюбель диаметрінен шамамен 20 мм (3/4 дюйм) жуанырақ қылып кеседі. Слот, нақты орнату және жамау материалдарын немесе цементті құюды қамтамасыз ету үшін, әрбір штифтің айналасында жеткілікті жырық қалдырайын (ACPA 1996a: VIII-59-VIII-62).

Слотты дайындау тағы да бір маңызды қадамдардың бірі. Жеңіл пневматикалық балғаны (7-13.5 кг, 15-30 фунт) слоттар арасындағы бетонды жою үшін қолданады. Кейін тастар мен түйіршіктер сынды. Операцияның басқа жамаулары секілді, материалдар байланысының жөндеуі үшін таза бетті дайындау қажет. Ережеге сәйкес кейінгі ауамен үрлеу құм ағынды процедурасы арықтардың қабырғаларын және түбін тазартуға ұолданылады. Тазалықты білу үшін қолды қара қолғапта сүртеді. (ACPA 1996a: VIII-63-VIII-65).

Дюбельдер мұқият дайындалған. Коррозияға тзімді дюбельдерді қолданған жөн, себебі модификацияланған дюбель бар қымбат операция болып табылады, сәйкесінше, дюбельдің эпоксидті жабынмен қолданудың қосылған бағасы қымбат емес. Әрбі дюбель, металл емес қақпақшаға, екі рудасыз креслоға ие және реформатормен бірігіп сығылатынды қосады. Дюбельдерде майланулары қажет. Орындықтар дюбельдің айналасында 12 мм (1/2 дюйм) кеңістікті қамтамасыз етуі қажет. Олар мұқият және абайлап, орта жаяужол жолағына параллелт, буында біріккен реформатормен немесе жарықшамен пазалдарға орнастырылған (ACPA 1996a: VIII-65-VIII-66).

Слоттарға себуге арналған материал, көбіне, түзетулерді енгізудің ішінара тереңдіктеріне арналған материал секілді. Ортақ өлшем, материалға слотты толығымен толтыруға және дюбельді орнатуға мүмкіндік беру үшін жеткілікті түрде кішкене болуы қажет. Слот шамалап толуы қажет, кейін вибрацияға алынады. Тампонажды материал сұйық мембранатүзгіш байланыспен қатаяды, байланыстар немесе жарықтарды кеседі. (ACPA 1996a: VIII-67-VIII-68).

Қиылыспа тұтастырғыш

Көлденең тігу бойлық жіктердегі жүктемені беруді қалпына келтіру үшін, модификацияланған шпунт бар жүктемені беруді көлденең жіктердегідей орындайтын секілді қолданады. Кқлденең тігу, жойылған немесе зақымдалған тұтастырғыштарды ауыстырады. Саңылаулар кішігірім бұрышпен (35-45 °) жіктің әрбір жағынан, „x“ шаблонын түзетінде етіп орындалған. Арматуралы өзектер кейін саңылауға эпоксидті шайырмен, буынды бірге бітей отырып орнатылады. 20 мм (3/4 дюйм немесе # 6) бар, қарапайым 600-900 мм (24-36 дюйм) қадамда жеткілікті (ACPA 2001).

Слот-тігуұқсас, алайда слоттарды жаяужолға кеседі және пазалараға эпоксидті шайыр ретінде анкерлі өзектерге кеседі. Бұл модификацияланған дюбель бар секілді орындалады, тек түзету күрделі еместігін қоспағанда, себебі байланыстырғыш өзектер сырғымаулары керек. Слот-тігуқиылыспа тұтастырғышқа қарағанда қымбатырақ, алайда бетон тақтайшаларына зақым келтіруі мүмкін (ACPA 2001).

Кросс және слот тігудің нақты қолданылуы

Тұтастырғышты қамтамасыздандыру, егер олар құрылымның немесе құрылыстың қателігінен түпнұсқа құрылыстан шығарылған болса

- Көлденең жіктерді күшейту, тақтайшалардың жылжуын тоқтату және бірігіп оқшаулауды ұстану
- Қозғалыстың байланыстырғыш және ажыратқыш жолақтары және иіндері
- Көлденең центрлерді байлап, сынуды тоқтату
- Негізгі жіктерді қатайту (ACPA 2001: 1)

Қарастыру қажет маңызды пункт, жарық кросс-тігуге жатады м және ол тақтайдың стресс көмегіне әсер етеді ме? Егер солай болса, жарықты көлденең тігу стресстің жинақталына алып келеді және қиылыспа тігілген жіктердің қасында жаңа жарықтарды түзеді.

Обратите внимание на один важный пункт – необходимо опре-

делить вызывает ли трещина, которую нужно устранить перекрестной стяжкой или напряжением в плите. Если это так, то такое сшивание приведет к накоплению напряжения и образованию новой трещины рядом с зашитой .

Жылтырлатып өңдеу және қималарды іріктеу

Алмаз тегістеу бұдырлықтарды жояды және бетон жабындардың бетін қадпына келтіреді. Ол қисайған, бқрмаланған тақтайлардағы бұдырлықтарды жоя алады. Алмаз ұнтақтауға асалға ИНГ арнайы құрылғысы, бірігіп орнатылған алмаз жүзін қолданады. Кейбір жағдайларда жаңа пазалар бастапқы сапаны арттыруға немесе бонустарға қолжеткізуге мүмкіндік береді. (ACPA 1996a: VIII-11). Алмаз тегістеу Сурет 21.5 көрсетілген.Сурет 21.4 көрсетілген жаяужол да модернизацияланған дюбель бардан кейін бірге қолданылады. Бұл екі әдіс, бірге қолданылады, себебі, егер жол жабыны модернизацияланған дюбель бар өрескел болса, онда ол одан кейін өрескел болады, бірақ жақсартылған жүктеме берумен. Осындай жолмен, алмаз тегістеу, қайта жарақтаныруға арналған дюбель бар тегіс жаяужолды алғанда ғана қажет болады.

Ережеге сәйкес, алмаз тегістеуден орташа жою шамамен 5 мм (1/5 дюйм) құрайды. Thefourkeystosuccessинclude (ACPA 1996a: VIII-69-VIII-70):

•Жол төсемінің түрі және оның күйін анықтау;
•Ажарлағыш бастиегін дұрыс орнату;
•Машинаны дұрыс басқару;
• Жұмысты бақылау.

Тегістеу басы үймекке шамамен 1 немесе1,25 м (3,3 немесе 4,1 фут) енімен бекітілгенкөпретті алмаз арасының жүзінен орындалған. Көрсеткіштердің маңызды атқарымдары болып арықтардың тереңдігі, қиманың биіктігі және арықтардың немесе жер телімдерінің арақашықтығы. Олар қаттылықтың орташа агрегаттық күйіне байланысты ерекшеленеді, қаттылық қатаң интервалды талап етеді. Қима сәйкес қаттылық конццентрациясының және қиманы оңтайландыруға арналған алмаздың көмегімен таңдалуы қажет және өндірушінің қорытынды бетін қамтамасыз етуі керек. Ортақ қаттылықтық нақты түріне арналған дұрыс пышақты таңдау үшін Блейд дұрыс пышақты таңдауға көмектеседі (ACPA 1996a: VIII-71-VIII-73).

Тегістеу машинасының үш ең маңызды жаұтаары, машинаның сал-

мағы, тегістеу басының күші және лезвия жүзінің орналасы болып табылады. Машинаның салмағы тегістеу басын жоғарыға жылжуын ұстайды, ал оператор машинаның жылдамдығын, басының тереңдігін және төмен қысымды (ACPA 1996a: VIII-73-VIII-74).

Бір жақтың жамаудың жағына сәйкес келуі, вертикаль бағытты <3 мм қамтамасыз етуі керек, аралықта 3 м (<1/8 10 фут). Кезекті жолдар, ұсақталмаған аймақтардан ұашу үшін 25-50 мм (1-2 дюйм) жабылулары керек. Деңгейлері төмен оқшауланған аудандарда ұнтақталмаған аймақтар жалпы ауданнан 5% артық емес шамада 1,25 м^2 (2,7 FT2) келтірілуі керек. Егер ұнтақталмаған ауандар көп болса, тегістейтін басы төмендетілуі қажет, ал аудан жерге теіестірілуі қажет. Таспырыс бойынша жалпақ компенсаторлар 75-125 мм (3-5 дюйм) алдыңғы және артқы арбамен, кесетін басын түсіру арқылы жұмыс жасауға мүмкіндік береді. Егер тақтайлардың дефектісі болса, онда жүктме астында ол толығымен тегістеуге мүмкіндік бермейі. Бұл тақтайлар тұрақтанған болу керектігін көрсетеді (ACPA 1996a: VIII-75-VIII-79).

Тегістеу лмаз жобасының қадамы, Калифорния профилографы секілді құрылғының көмегімен өлшеу арқылы бағалануы керек. Ережеге сәйкес ұнтақтау алдыңғы индексті кемінде 65% жақсартады. Ұнтақтағаннан кейін жаяужол жіңішке бетонды тізбекшелерге ие болады, бірақ олар ережеге сәйкес, дұрыс қозғалыс барысында тез үзіледі (ACPA 1996a: VIII-78-VIII-81).

Алмаз тегістеу және арықтарды өңдеу бойынша қосымша ақпарат Халықаралық сайтта келтірілген HTTP://www.igga.

Тақтайшаларды тұрақтандыру

Тақтайшаларды тұрақтандыруда, цементті ерітінді тақтайдың үстінен жасалған саңылау арқылы, тақтайлардың араларында пайда болған кеңістікті толтыру үшін толтырылады. Олар жүк көліктерінің үлкен жүктемелерімен және 3 мм (1/8 дюйм) кем төсемше материал болып орындалуы мүмкін. Slab тұрақтандыруды басу тақтайларымен байланыстырмаған жөн (ACPA 1996a: VIII-7). Тақтайларды тұрақтандыру буынға жалғастырылады, сурет 21.6.

21.6-сурет. Плитаны тұрақтандыру үшін инекцияның тегістелуі (Бетонды Жамылғының Америка Ассоцияциясынан) (ACPA) 1996. Портландцемент негізіндегі бетонды жамылғының құрылысы, Қатысушының Пособиесі, ФДА HI-96-027, AASHTO / ФДА / ӨНДІРІСТІК, Бірлескен оқыту, Вашингтон, Колумбия округі: автокөлік жолының федералды басқаруы, АҚШ көлік министірлігі. Ғаламторда мекенжай бойынша қолжетімді: http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/014737.pdf: VIII-23).

Қуыстар келесідей салдарынан пайда болуы мүмкін:

• Көліктің ауыр және тез қозғалысы салдарынан тігісі арқылы су мен топырақтың түсіп кетуінен;

• Плитаның астында материалдардың бірігуінен;

• Жапыру кезіндегі төзімділіктің жойылу салдарынан жер төсемінің бұзылуынан;

• Қатайып кету және толтырғыш материалының шайылуынан тудырылған көпір кіреберісінің жойылуы (ACPA 1994b)

• Жол жабынының түрін және жағдайын түсіну
• Тегістеу басын дұрыс орнату
• Машинаны дұрыс қолдану
• Жұмысты бақылау

Төсемшенің, алмаз тегістеу жобасын жоспарлаған кезде, жаяужол салынған жылды, түрін (JPCP, JRCP немесе CRCP), көлденең ортақ арақашықтықты, ортақ көз бен қаттылықты және өлшемді қосқанда зерттелуі қажет кейбір маңызды көрсеткіштер бар. Аэрине тікенді жамаулардың тереңдігі (егер болса), жойылудың ортшаша жобалық тереңдігі , қолданыстағы жол жабынының профилі, өздігінен түзілу саны және түзулілер саны. Орташа қаттылық жұмсақтан саналады (әктан, длломиттен, кораллдан, өзен шөгінділеінен) (ACPA 1996a: VIII-70). Кейбір типтер, hзені шгінділері секілді, қаттылықтың бірнеше категорияларын қабылдайды, сондықтан кейібр кейінгі зерттеулер пайдалы болулары мүмкін.

• су мен топырақты ауыр, тез қозғалатын трафиктің астынан жаяужол арқылы айдау

• тақтай астында материалдарды біріктіру

• топырақтық, топырақпен қанықкан қаптаманың кері жауабынан жеткіліксіздігі

• төсемшенің кері жауабы консолидациямен және толықтырғыш материалмен шақрылды (ACPA 1994b)

Бос орынды жылжыту мүмкіншілігіне қарай, жақын жатқан тақтайлар дұрыс ұсталмайды немесе мүлдем ұсталмайды, ол өз кезегінен иілу барысынды қысымның туындауына алып келдеі.

Тақтайдың тұрақтануының сәттілігі, бос орындарды нақты анықтаудан, жобалаудан, жақсы араластырудан тәуелді. Бос орындар көзбен қарау арқылы, жіктерді, бқрыштарды тексеру арқылыл анықталады. Қайтарудың статистикалық немесе динамикалық сынауы бос орындарды табу үшін қолданулары мүмкін.Үлкен иілімдер, тұрақтануды талап ететін бос орындарды білдіреді 0,5-0,6 мм (0.02-0.025 в) (ACPA 1996a: VIII -14-VIII-21).

Бос орындар сондай ақ геородардың көмегімен (GPR) немесе электрмагниттік толқындар технологиясымен де (PEW) анықталады. Бос орынды анықтаудың басқа амалы болып, саңылау жасап, сол жерден түсті эпоксидті шайырды құйып қарайды. (ACPA 1994b: 5-6).

Пуццоладын-цементті ерітінді сол мақсатта қолданылатын материалдарың бірі. Цементті ерітінді суды ығыстырып шығару үшін аққыш, әрі қажетті тығыздықты болуы қажет. Сағылаулар мұқият түрде, тақтайдың астыңғы бөліктерін жармай жасалынулары қажет. (ACPA 1996a: VIII-14-VIII-21). Басқа материалдар, полиуретанды, әкті, цементтті қосады. Бұл материалды сынау бірінші кезекте аққыштық қасиетімен байланысты. (ACPA 1994b: 6-10).

Инъекция брысында тақтайың жоғарыға жылжуы, ол тым жоғары көтерілмейтіндей қлшенуі қажет. Цементті ерітінді оң бүрку арқылы енгізілуі керек. Поршенді сорғымен немесе нығыздағыш сорғымен, шамаменминутына 5,5 л (1,5 галлона) жылдамдықпен. Инъекция кезінже Граут қысымы 0,15-1,4 МПа (20-200 фунтов на шаршы ный дюйм) болуы қажет. во время инъекции. Инъекциядан кейін, саңылауларды ағаш тығындармен бітеу қажет (ACPA 1996a: VIII-22-VIII-25).

Тұрақталған тақтайлар, ауытқу әісімен инъекция аяқталғаннан кейін тексерулері қажет. Егер жоғары иілімдер қалса, екінші рет қайталайды. Slab тұрақтануды 4 ° C (40 ° F) түсіп кетсе немесе жер қабаты қатса орындалмайды(ACPA 1996a: VIII-25).

Бөлім 22
22 Қаптама және бедерлеу

Бетон жабындар ACI 325.13R-06 талқыланады. Жабынды қалпына келтіру үшін бетон жабындар (ACI Комитет 325 2006) және Смит және басқалары. (2002). Смит және басқалары ACI 325.13R-06 негіз ретінде.

Тағы бір сілтеме – Бар әдістемелерді қлданумен бетон жабындарын жоспарлау бойынша басшылық. (Торрес және басқалары 2012.), Интернетте //www.cptechcenter.org/~~HEAD=pobj арқылы табуға болады. Бетон жабындар кез келген асфальт немесе бетон жабынға орнатылады. Дәстүрлі радиционды, бетон қаптамалар бірінші рет бетонды және асфальтті қаптамаларға бөлінді.. Бұл құжатта 50-150 мм (2-6 дюйм) қаптамалармен бөлінудің орнына немесе одан да қалың байланыссыз қабаттасуымен. Кез-келген түрі төсемнің бетондық, асфальттық немесе үйлесім материалында (бетон және асфальт) қолданылуы мүмкін. Нұсқаулық қабаттасудың әртүрлі типтері үшін дизайн мысалдарының бір қатарын қамтиды, бірінші кезекте AASHTO 1993 және MEPDG тәртіптерін қолдануымен (Torres және басқалары 2012).

Төсемнің қандай баламалы қабаттасуы қолданылу қажеттілігін анықтайтын ықпалдарына пайдаланушылардың шығындары, төсем тұйық көшесінің талаптары, ұғыныс қозғалысын басқаруы, орындаудың ықылас мерзімі, құрылыстың ұзақтығы және баламаларды оңалту жөніндегі жергілікті тәжірибесі кіреді (ACI Комитеті 325 2006:11-13). Мысалы, АҚШ-ның Айова және Техас штаттары бетон қабаттасуымен жұмыстың бір шама тәжірибесін әзірлеген болатын, және, солайша, басқа агенттіктеріне қарағанда, оларды сәйкес шарттарда қолданылатындары ықтимал. Бірақ, көптеген басқа мекемелер оларды ынтасыз қолданылады.

Әдеттегідей, асфальт және бетон қабаттасуының баламалық нұсқаларын қарастыру қажет. Жол төсемін қабаттаса салудың әртүрлі типтерінің артықшылықтары мен кемшіліктері, сол сияқты, тұрмыстың әдеттегі бағалануы ACI 325.13R қарастырылады. Мысал ретінде, құрылымды түрде бекітілген бетондық қабаттасулары асфальт қабаттасуларына, аса ұзақ мерзіміне қарамастан, ұқсас болып (10-15 жылмен салыстырғанда 15-25 жыл) (ACI Комитеті 325 2006: 12). Бетон төсемдері асфальт төсемдеріне қарағанда айтарлықтай баяу нашарлайтыны және, қызмет етуінің аса мағыналы ұзақ мерзімін иелену ықтималдылығы байқалған болатын (Packard 1994).

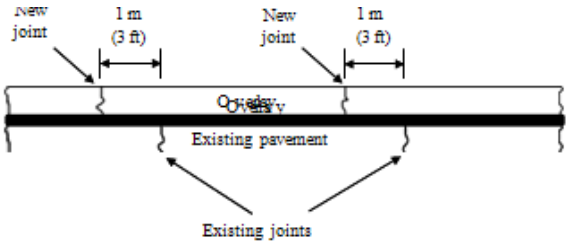
Бетон төсемдерінің бетондық қабаттасуы

Бетон төсемдерінің бетондық қабаттасуы байланыссыз және кіріптарлық ретінде жіктелуі мүмкін. Қазіргі уақытта, бөлшектеп қабаттасуымен бекітілген үшінші санаты сирек қолданылып келеді.

Негіссіз қабаттасулары

Негізсіз қабаттасулары ілінетіндерінен және бөлшектеп ілінетіндерінен әрекет етіп отырған жол төсемімен байланысты ажырату үшін нақты шаралардың қабылдануымен ерекшеленеді, солайша, төсемнің бұзылуы қаптамадағы сызаттардың пайда болуын тудырмайды. Бетон төсемдерінің американдық ассоциациясының нұсқаулығы, Техникалық бюллетені *005PTB-(ACPA 1990a,)* JPCP қаптамалары үшін ең аз қалыңдығын 125 мм (5 дюйм) мөлшерінде және CRCP қаптамалары үшін ең аз қалыңдығын 150 мм (6 дюйм) мөлшерінде ұсынады.

Жол төсемінің қаптамасы мен негізі құрылымдық оқшауланған болып табылатындықтан, әрекет етіп отырған төсеміндегі бұзылысына (сызаттардың пайда болуы мен тігістердің бұзылуы) қаптама арқылы айқындалуына қиын болады. Сол себепті, ілінбейтін қаптамалар D-сызаттары немесе белсенді толтырғыш сияқты материалдарымен байланысты бұзылыстарын қоса алғанда, ауқымды нашарлануы бар бетондық жол төсемдерін қалпына келтіру үшін қолданылуы мүмкін. Соған қарамастан, әрекет етіп отырған жол төсемінің күйі әуелдегісінше, жөндеуді талап ететін қабаттасулардың ауыздықталған бұзылыстарына әкеп соға алатын өте әлсіз жерлер мен қаптама жобалауына арналған есептік қалыңдығын (D_{eff}) анықтау мақсатында бағыттау қажет. Әлсіз аймақтарына JPCP немесе JRCP және CRCP дөңестіктерінің жарылып кеткен плиталары кіреді. Негізгі ықпалы қаптама үшін тегіс және барабарлық тіреуді қамтамасыз ету болып табылады. Ілінбейтін қабаттасуының қазіргі кезге дейін кеңінен тараған түрі CRCP қабаттасуының бір қатары жобалағанына қарамастан, JPCP болып келеді (ACI Комиссиясы 325 2006: 18).



Сурет 22.1 Бірікке келістірілу. (К.Д. Смиттен және Пешкин, Д.Г. 2002. Портландцементті бетонд қабаттар: синтез технологиясының жағдайы FHWA-IF-02-045, Вашингтон, Колумбия округі. Автокөлік жолдарының федеральді басқармасы АҚШ автокөлік транспорты: 4-9.)
New joint – жаңа торап
1 m (3 ft) – 1 м (3 футты)
Overlay – жоғарғы қабат
Existing pavement – бар жол бетінің жабылуы
Existing joints – бар тораптар

Жөндеудің ұсынылған әдістер тізімі ACI 325.13R-06 келтірілген. Әрекет етіп отырған төсемі жеке сызаттарында қозғалыс айтарлықтай аз болатындай етіп одан да ұсақ бөлшектеріне сынуы ықтимал. Берілген технология Еуропада қолданылған болатын. Мысалы, Германияда ілінбейтін бетондық төсемдері үшін қолданылатын бір стандарттық әдісіне қабатының мөлшері 100 мм (4 дюйм) болып келетін әрекет етіп отырған төсемнің сындырылуы мен тығыздалуы кіреді, кездейсоқ жарылып кетуінің алдын алуға арналған кесіктері жасалады, одан кейін қаптама орналастырылады (FHWA 1993).

Бетонды қабаттасуларын жобалау тәртіптері ілінетін, ілінбейтін және бөлшектеп ілінетін қаптамалары үшін АҚШ инженерлерінің әскери корпусымен әзірленген болатын, ол ACI Комиссиясының 35 (ACI Комиссиясы 325 1958, 1967) алдағы баяндамаларында құжаттама түрінде белгіленген болатын. 99 және 204 Ұлттық шоссесін зерттеу бағдарламасы да бетондық қаптамаларын қарастырған болатын (Хатчинсон 1982, Макги, 1994). Магистраль мен аэродромдар үшін ілінбейтін қаптамалары, ілінетін немесе жартылай ілінетін төсемдеріне қарағанда көбірек қолдау тапқан болатын (ACI Комиссиясы 325 2006: 6).

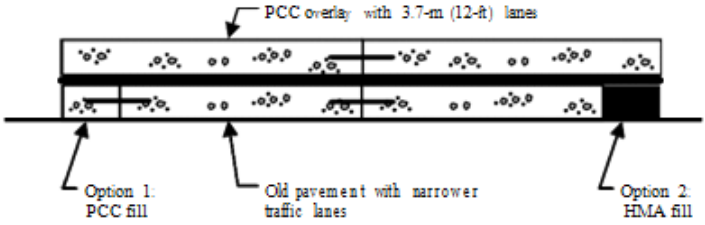
Шосседегі ілінбейтін қабаттасуының үлгілік қалыңдығы 150-300 мм (6-12 дюйм) құрайды. Әдеттегідей, бетон үшін берілген бір арнайы материалдар немесе қоспалардың мөлшерлестігі жоқ болып келеді. Ажырату қабаты әрекет етіп отырған төсмінің үстінен байланыстырғыш

қабаты ретінде орналастырылатын, кем дегенде 25 мм (1 дюйм) болып келетін асфальт қалыңдығы болып табылады. Осындағы мақсат берілген қабаттың қаптамадағы әрекет етіп отырған төсемінен сызаттардың таралып кетуінің алдын алуында болып келеді.

Автокөлік жолдарына арналған негізсіз бетондық құрылымы *AASHTO Төсемдерді жобалау жөніндегі нұсқаулығының* (AASHTO 1993) құрылымдық амалын қолданады. Дюйм немесе мм есебімен ұсынылған қабаттасудың қалыңдығы келесідей формуламен өрнектеледі:

$$D_{OL} = \sqrt{D_f^2 - D_{eff}^2} \quad (22.1)$$

D_f қозғалысының қарқындылығына төзе алатын жаңа бетондық төсемінің талап етілген қалыңдығы AASHTO (1993, 1998) немесе PCA (1984) сияқты қалыңдықты есептеудің кез келген әдісін қолданумен анықталады. D_{eff} – әрекет етіп отырған төсемінің есептік қалыңдығы болып келеді, ол CF (≤ 1) көбейтілген нақты қалыңдығы деп танылады. Шарттардың коэффициенті тігістердің күйі, тозудың ұзақ мерзімділігі және түзеу коэффициенттері немесе қалдық қордың бағалануы негізінде есептеле алады. Шарттардың коэффициенттерін анықтауға арналған сызбалар мен кестелер *AASHTO Design* (1993: III-146-III-152) Нұсқаулығының 5.9.5 тарауында ұсынылған.



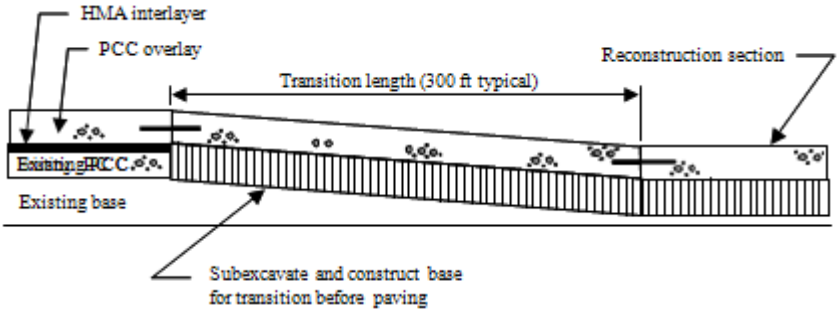
Сурет 22.2 Мүмкіншіліктерді кеңейту. (К.Д. Смиттен және Пешкин, Д.Г. 2002. Портландцементті бетонд қабаттар: синтез технологиясының жағдайы FHWA-IF-02-045, Вашингтон, Колумбия округі. Автокөлік жолдарының федеральді басқармасы АҚШ автокөлік транспорты: 4-12.)

PCC overlay with 3.7-m (12-ft) lanes – армирленбеген цементті бетондық өлшемімен жолақтағы 3,7 м (12 фут) жоғарғы қабаты

Old pavement with narrower traffic lanes – екі жол жабдықталулары неғұрлым кішірек жолақтық жолдармен

Option 2: HMA fill – ыстық а фальтты қоспамен толықтырылуы

Сурет 22.3 Сол уақытта шшінші жолақтан екінші жолаққа бекітілмеген қаптама. (Сурет: Дейл Кроулмен берілді).



Сурет 22.4Байланыспаған жабындарғатөсемше келтірулер және жолдар. (К.Д. Смиттен және Пешкин, Д.Г. 2002. Портландцементті бетонд қабаттар: синтез технологиясының жағдайы FHWA-IF-02-045, Вашингтон, Колумбия округі. Автокөлік жолдарының федеральді басқармасы АҚШ автокқлік транспорты: 4-13.)

HMA interlayer – ыстық асфальтті қоспадан жоғарғы қабаты
PCC overlay – цемент бетоннан армериленбеген жоғарғы қабаты
Existing PCC – армирлі бар цемент бетон
Existing base – существующий фундамент
Transition length (300 ft typical) – өтпелі учаскі үшін үзындығы (стандартты – 300 фунт)
Reconstruction system - реконструкция жүйесі
Subexcavate and construct base for transition before paving – беткі жағын өтуі үшін грунт аств немесе құрылыс негізі

Мысалы, жол төсемінің кейінгі уақытта 250 мм (10 дюйм) болжаулы қозғалысты іске асыру үшін қажет болатын, ал әрекет етіп отырған төсемі 200 мм (8 дюйм) болып келетін ілінбейтін бетондық қаптамасын қарастырайық. Егер коэффициент 0,8 құрайтын болса, онда әрекет етіп отырған қалыңдығы 163 мм (6,4 дюйм) баламалы болуы тиіс және де қабаттасуы 196 мм (7,7 дюйм) болып келуі керек.

Сондықтан, соңғы үйлесім қабаты асфальттық ажырату қабатының 25 мм (1 дюйм) есебімен 424 мм (16,7 дюйм) құрайтын болады. Жол төсемінің қорытынды көрсеткіші 225 мм (8,9 дюйм) көтеріле алуы мүмкін, ол төменде сипатталғандай, жобаның іске асырылуы ықпалын тигізе алуы мүмкін. FAA жобалау тәртібі FAARFIELD және жаңа MEPDG тәртіптері осы тиімсіз құрылымдық амалын қолданбайды. Оның орнына ілінбейтін қаптама негізгі қабаты ретінде әрекет етіп отырған жол төсемінің есебімен жаңа жол төсемі ретінде әзірленетін болады.

Екі бетондық қабаттар арасында ажыратуға қол жеткізуге арналған негізгі жобалық және құрылымдық шешімдері және қаптама кезіндегі үйлеспейтін тігістерін қамтамасыз ету JPCP негізделген, олар әрекет етіп отырған JPCP немесе JRCP үстінде орналастырылады.

Тігістердің үйлеспеуі 22.1 суретінде көрсетілген. Тігістер үйлеспеуінің мақсаты ақаулы және бұзылған тігістен ықтимал айырмашылығы, оны әрекет етіп отырған төсемінде орналастыру жолымен, қаптамаға түсірілетін жүктеменің жақсы берілісін қамтамасыз ету болып табылады. Солайша, әрекет етіп отырған төсемі тігіс астында «ұйқы тәртібіндегі плитасын» қалыптастырады. Тігістер үшін әрекет етіп отырған плиталармен көрсетілетін қолдау салдарынан жаңа JPCP құрылысына қарағанда, ілінбейтін қаптамаларындағы жүктемелерінің ауысуы әлдеқайда жақсы болатын біліктермен байланыс ұсынылған (ACI Комиссиясы 325 2006: 22).

Ілінбейтін қаптамаларын орнату кезінде назар ажырату қабатына аударылуы тиіс. Жаңа және ескі плиталар бір бірінен тәуелсіз әрекет етуіне қоса, қабат та, сол сияқты тегіс қабатты салу үшін жұмыс платформасын қамтамасыз ететін болады. Өткен уақытта, ажырату қабаттарының негізінде балауыз негізіндегі полиэтиленді парақты материалдары, сұйық битум, жіңішке жаңқалар немесе қалдық нығыздауыштары қолданылған болатын, бірақ қазір олар ұсынылмаған, себебі, қабаттардың тиімді ажыратылуын қамтамасыз ете алмайды. Әдеттегідей, жіңішке тығыз дәйектелген ыстық асфальт қабаттары ең жақсы нәтижелерді қамтамасыз ете алады (ACI Комиссиясы 325 2006: 9-10). Ашық дәйектелген ажырату қабаттары өзекті сауал болып келеді, ол асфальттың

бұзылуына әкеп соғады.

Ыстық ауа райында қара ажырату қабаты асфальттық бетонындағы жылулық жарылудың тәуекелін арттыра отырып, ысып кетуі ықтимал. Егер, күтілетіндей, қабат температурасы 43° C (110° F) асып кететін болса, онда әкті тас суспензиясының немесе ақ пигменттік қосылысымен өңделген қоспасымен бетінің температурасын төмендетеді (ACI Комиссиясы 325 2006: 10).

Ілінбейтін нақты қаптамалардың мүмкіндіктеріне әсер тигізе алатын ықтималдарына қозғалысты, жол ернеуін және құрылыс биіктігін басқаруды қосады. Негізсіз құрылымдары әдеттегідей, жаңа жол ереулерін талап етеді, себебі тротуар жуық шамамен 250-300 (10-12 дюйм) көтерілетін болады. Ол да сол сияқты пандустың түзелуін талап етуі мүмкін, ал көпір астындағы саңылаулар өте қиын жағдайға тап болуы ықтимал (ACI Комиссиясы 325 2006: 18-19). Егер ол қажет болса, көпірлерді көтеріп, көпір таянышының жоғарғы жағында бетондық немесе болат тіректерін қаптамасыз ету керек (ACPA 1990a).

Жоғарыда белгіленгендей, ілінбейтін асфальттық бетонды қабаты биіктігінің өзгеруі жаңа жол ернеулерін қолдануды талап етеді. Төсеміндегі шекаралас кернеулері тротуарды кеңейту жолымен немесе жол ернеулерін біріктіру жолымен азайтыла алады.

Кеңейтілген плита ескі жол ереулері арқылы таралатындықтан, көлденең сызаттарының өте жоғарғы тәуекелі пайда болады. Осы салдардан отайлы нұсқа ретінде байланысқан жол ернеулері болып келеді. Егер көліктің ағының жақсарту мақсатында әрекет етіп отырған жол ернеуінде қозғалыс арнасын кеңейту қажеттілігі туындайтын болса, кеңейту негізгі төсеміне дәл сәйкес келетін жолдың көлденең пішінімен қамтамасыз етілуі тиіс (ACI Комиссиясы 325 2006: 22). Арналарды кеңейтудің нұсқалары 22.2 суретінде көрсетілген.

22.3 суретінде мемлекетаралық шоссесінде біруақтылы төселетін қозғалыстың үш арнасы көрсетілген. Екі арнасы ажыратқыш асфальт қабаты бар әрекет етіп бетон төсемдеріне ілінбейтін қаптамалары болып келеді. Үшінші арнасы бетон төсемінің бүкіл тереңдігін жабады.

Көпір амалдарына және жол өтпелеріне арналған бөлшектің өткелі 22.4 суретінде айқындалған. Осы өтпелдің ұсынылатын ұзындығы 90-150 м (300-500 фут) құрайды (ACI Комиссиясы 325 2006: 23).

Ілінбейтін төсемдерін салу үшін мағыналы шектеулер бар. Оларға жатқызылады:

- Төсемдегі кернеуді кемітуге және оның әрекет ету мерзімін ұлғайтуға септігін тигізетін, қаптама құрылымының бөлігі болып табылатын ажыратқыш қабатының өзара ықпалдасуын қарастырмау;

- Тігістегі шиыршықтау және шалыстану әсерлер есебінің болмауы. Тігістердің орналасуы, әсіресе, жіңішке қаптамалары үшін жоғарғы k-көрсеткіштеріне дейін кемітілуі тиіс. Ілінбейтін қаптамасы үшін 4,6 м (15 фут) артық болатын тігістер арасындағы қашықтықты қолдану өткір сауал болуы ықтимал (ACI Комиссиясы 325, 20).

Алғашқы екі сауал өзара теңеседі және сол себепті ілінбейтін қабаттары, тігіс арасындағы қашықтық аса мағыналы болмаған кезде жақсы қызмет атқаратын болады. FAA FAARFIELD және AASHTO MEPDG жобалаудың жаңа амалдарында осы кемшіліктер жоқ.

230 мм (9 дюйм) дейін ілінбейтін қаптамалары үшін тігістер арасындағы қашықтық плитаның қалыңдығынан 21 есе артық болуы, тігістер арасындағы қашықтық көше троутауарының енінен кем болуына қарамастан, орынды болып саналады. Одан асқан қалың төсемдері үшін L/ℓ 4,5-5,5 ең үлкен қатынасы орынды болып келеді және 4,6 м (15 фут) ең үлкен мәні алдын ала жарылудың тәуекелін айтарлықтай кемітеді (ACI Комиссиясы 325: 21-22). 8.3 суреті әрекет етіп отырған төсемінен көрсетілетін қолдаудың жоғарғы деңгейін ұсынуға арналған 135 МПа/м (шаршы дюйм/дюйм 500 фунт) мөлшеріндегі k-көрсеткішін көрсету үшін қолданылуы ықтимал.

Смит және басқалары (2002: 4-17-4-27) ілінбейтін төсемдерді, соның ішінде жобалардың кейбір бөлшектерін орындау туралы сауалдың толық талқылануын ұсынған болатын. Тұтастай алғанда, ілінбейтін қаптамаларының өнімділігі кейбір 150-175 мм (6-7 дюйм) жіңішке қабаттарынан басқа, өте жақсы болатын.

Ілінетін бетонды қаптамалары

Ілінбейтін қаптамаларына қарағанда, ілінетін қаптамалары әрекет етіп отырған төсемі жақсы күйде болғанда аса орынды болып келеді. Ілінетін бетон құрылымының мақсаты қаптама және әрекет етіп отырған бетон монолитті болып кетуін қамтамасыз ету болып табылады (ACI Комиссиясы 325 2006: 13). Байланысқан қабатының автокөлік жолдары 1996 жылы Техас штатындағы Эль-Пасоның I-10 мемлекетаралық шоссесінде салынғанына қарамастан, үшін үлгілік қалыңдықтары 75-100 мм (3-4 дюйм) және әуежай үшін 150 мм (6 дюйм) дейін құрайды (Дилэйт және басқалары 1996b).

Сырғу қалыпты қолдану кезіндегі тәжірибелік ең аз мөлшеріндегі қалыңдығы 50 мм (2 дюйм) құрайды (ACPA 1990c: 3).

Ілінетін бетонды қаптамалары төсем жақсы күйінде болатын болса, бетонды жол төсемдерінің құрылымдық кемшіліктерін шешу үшін қолданылуы ықтимал. Олар сол сияқты функционалдық кемшіліктерін

шешу кезінде де қолданылуы мүмкін, соның ішінде:

•Бетінің нашар үйкелісі;
• Бетінің бұдырлығы;
• Тікенекті шиналардың әрекетімен тудырылған сораптың қалыптасуы;
• Шудың артылған деңгейі (ACI Комиссиясы 325 2006: 11)

Одан аса ілінетін бетондық қаптамалары тігістердің үйлесуімен JPCP-тегі JPCP қолданылған (ілінбейтін қаптамаларына қарағанда). Егер тігістер үйлеспейтін болса, онда ескі тігісі төсеміне сызаттың таратылуын тудыратын болады. Ілінетін төсемдер жіңішке болғанымен, біліктер қаптамаға орнықтырылмайды, ал жүктелімнің берілісін әрекет етіп отырған жол төсемінің біліктері қамтамасыз етеді. CRCP қаптамалары да алдымен Техаста CRCP негізінде салынды (ACI Комиссиясы 325 2006: 14-15). «Асфальттық бетонның байланысқан қабаты туралы сауалын қарастыру кезінде, әрекет етіп отырған бастапқы тротуардың қуаты кемітілмеуі аса маңызды болып табылады. Құрылымдық кемшіліктері бар жерлерінде, мысалы, айдау, сыну, сызаттар немесе бұрыштық жарылу сияқты ақауларында тротуардың салмақ түсірілетін жүктемесі төмендетіледі, және ілінетін бетонды қабаттасуы қайта құрылыстың қолайлы әдісі болып саналмайды. Сонымен қатар, бетон негізіндегі D-сызаттарының немесе басқа материалдарының болуы байланыс қабатының тиімділігі шектелген талаптарын болжаулайды» (ACI Комиссиясы 325 2006: 12).

Сондықтан, әрекет етіп отырған жол төсемін тиімді бағалау асфальттық бетонның байланыс қабаты бетонның қайта құрылысы бойынша орнықты шешімі болып табылатындығын анықтау үшін басты қадам болып табылады. Бағалауға көзбен шолу, құламалы жүгі және шу арнасы бар иілім өлшеуішті қолданумен тестілеу кіреді (ACI Комиссиясы 325 2006: 14).

Құрылымдық нашарлануын көрсететін ықпалдасудың масылдарына кіреді:

• Көлденең сызаттар;
• Бұрыштық жарылулар;
• Тігістердің шалыстануы;
• Тігістердің тозуы;
• CRCP мамықтануы.

Егер олар кездесетін болса, онда олардың күрделілігі мен дәрежесі айқындалуы шарт. Егер олар кеңінен таралмаған болса, оларды қаптаманы орнату алдында толық тереңдігіне жөндеу жұмыстарының көмегімен түзеуге болады. Егер бұзылыстар мөлшері ауқымды болса, онда ілінетін қаптамасы дұрыс әрекет ете алмайтын болады. Сонымен қатар, бұзылысы бар төсемдері ілінетін қаптамаларын төсеу үшін жақсы негізі болып келмейді (ACI Комиссиясы 325 2006: 14).

Негіздердің басқа ықтимал жөндеу жұмыстарына тігістердің бөлшектеп жөндеуі, қуыстарды толтыруға арналған плитаның тұрақтандырылуы және кейінгі айдау және қолдау жоғалтуының алдың алу, сонымен қатар, жұмыс сызаттары немесе біліктерімен біріктірілмеген тігістері арқылы жүктеме берілісін қалпына келтіру жұмыстары кіреді (ACI Комиссиясы 325 2006: 17). Жүктеменің берілісі тұтастырғышты ауыстыру жолымен қайта қалпына келтірілуі мүмкін.

ACI Комиссиясы 325 (2006: 16) дренаж асфальттық бетонының ілінетін қабаттары үшін бағалау және жобалау үдерістерінің бөлігі болуы керек екендігін айқындайды. Дренажды айдау, сызаттар және бұрыштық жарылу мен төсем астында ылғалдылықтың жоғарғы деңгейі болған кезде, жүйені жақсартуды талап етуі мүмкін. Жер асты дренажы жер асты дренажының сауалын жою үшін жетілдірілуі мүмкін.

Автокөлік жолдары үшін ілінетін бетон құрылымының қалыңдығы *AASHTO Төсемдерді жобалау жөніндегі нұсқаулығының* құрылымдың амалымен беріледі. Қабаттың қалыңдығы мм немесе дюйм мөлшерінде беріледі.

$$D_{oL} = D_f - D_{eff} \qquad (22.2)$$

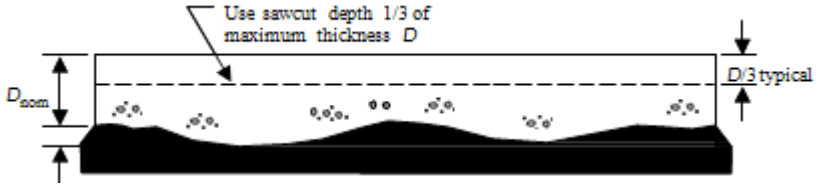
Жаңа бетонды төсемнің D_f қозғалысының қарқындылығына шыдай алатын, талап етілген қалыңдығы AASHTO (1993, 1998) немесе PCA (1984) қалыңдықты есептеудің кез келген әдістемесін қолданумен анықталады.

D_{eff} – әрекет етіп отырған төсемінің есептік қалыңдығы болып келеді, ол CF (≤1) көбейтілген нақты қалыңдығы деп танылады. Шарттардың коэффициенті тігістердің күйі, тозудың ұзақ мерзімділігі және түзеу коэффициенттері немесе қалдық қордың бағалануы негізінде есептеле алады.

Шарттардың коэффициенттерін анықтауға арналған сызбалар мен кестелер *AASHTO Нұсқаулығының* (1993: III-124, III-137-III-144) Дизайн 5.8.5 тарауында ұсынылған.

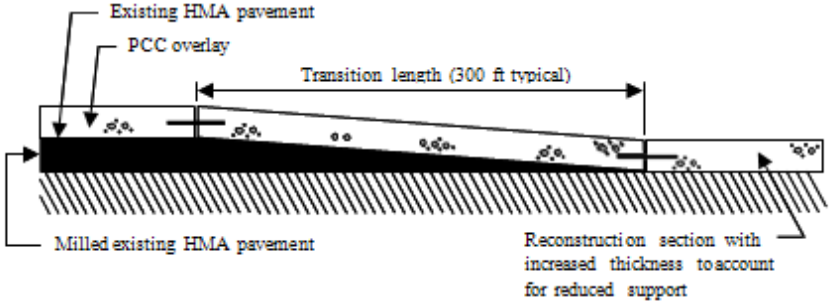
Мысалы, жол төсемінің кейінгі уақытта 250 мм (10 дюйм) болжаулы қозғалысты іске асыру үшін қажет болатын, ал әрекет етіп отырған

төсемі 200 мм (8 дюйм) болып келетін ілінетін бетондық қаптамасын қарастырайық. Егер коэффициент 0,8 құрайтын болса, онда әрекет етіп отырған қалыңдығы 87 мм (3,4 дюйм) баламалы болуы тиіс және де қабаттасуы 163 мм (6,4 дюйм) болып келуі керек. Сол себепті соңғы үйлесім қабаты 287 мм (11,4 дюйм) құрайтн болады.



Сурет 22.5 Тозуға арналған қаптамаларға арналған қима. (К.Д. Смиттен және Пешкин, Д.Г. 2002. Портландцементті бетонд қабаттар: синтез технологиясының жағдайы FHWA-IF-02-045, Вашингтон, Колумбия округі. Автокөлік жолдарының федеральді басқармасы АҚШ автокқлік транспорты: 5-12.)

use sawcut depth 1/3 of maximum thickness D – 1/3 максималды қалыңдығының терендетіліп кесілудің қолданылуы
D nom - D номинальный
D 3 typical- D 3 типичный



Сурет 22.6 Төсемше келтірулер мен жолдардың ауысу детальдері. (К.Д. Смиттен және Пешкин, Д.Г. 2002. Портландцементті бетонд қабаттар: синтез технологиясының жағдайы FHWA-IF-02-045, Вашингтон, Колумбия округі. Автокөлік жолдарының федеральді басқармасы АҚШ автокқлік транспорты: 5-9.)

Existing HMA pavement –бар асфальтті жолдың беткі жағының жабылуы
PCC overlay – PCC жамауы
transition length (300 ft typical)- өтпелі учаскенің ұзындығы (300 фт типикалық)
milled existing HMA pavement – бар асфальтті бетонның жоғары беткейінің жабылуы
reconstruction section with increased thickness to account for reduced support – төменгі ұстау есебі үшін қалыңдығымен секциясының қалыпқа келуі

Осыдан бұрын қарастырылған ілінбейтін қаптама мысалындағы

төсемі үшін қажетті 225 мм (8,9 дюйм) қарағанда, тротуар 87 мм (3,4 дюйм) ғана көтеріледі.

Жол төсемінің қорытынды көрсеткіші 225 мм (8,9 дюйм) көтеріле алуы мүмкін, ол төменде сипатталғандай, жобаның іске асырылуыеа ықпалын тигізе алуы мүмкін. FAA жобалау тәртібі FAARFIELD және жаңа MEPDG тәртіптері осы тиімсіз құрылымдық амалын қолданбайды. Оның орнына ілінбейтін қаптама негізгі қабаты ретінде әрекет етіп отырған жол төсемінің есебімен жаңа жол төсемі ретінде әзірленетін болады.

Соған қарай, жағдайлар салыстырмалы болып келеді, себебі көптеген төсемдердің жағдайы оларға ілінетін қаптамалары емес, ілінбейтін қаптамалары қажет болатындай күйге шекті нашарлап кетті. JPCP ілінетін бетондық қаптамалары темір арқауды қолдануды талап етпейті. CRCP- CRCP ілінген қабаттары жуық шамамен 40% тротуардың бастапқы қуатынан артық болып келеді (ACPA 1990c: 4). Арматуралау бетін дайындағаннан кейін ескі төсемінде тікелей ораластырылуы мүмкін. Егер қосымша арматуралау қарастырылмаса, үйлесім аумақтары әлсіз арматураланууы және бұзылыстардың ауқымды тәуекеліне ие болуы мүмкін.

FAA AC 150/5320-E айқындайды: «Әрекет етіп отырған қатты төсемдеріне жалғанған бетонды қаптамалары кейбір кездері ақынталған бір шарттарда қолданылады. Бетонды қаптамасының әрекет етіп отырған жол төсемімен ілінуі арқасында, жаңа секция монолиттік плитасы ретінде қызмет атқарады. FAARFIELD ілінетін қаптамасы жаңа қатты жол төсемі түрінде бетон және асфальттық бетонның әрекет етіп отырған беттерін бірегей қабат ретінде өңдеу жолымен орындалуы мүмкін. FAARFIELD есептеу кезіндегі қолданылатын иілігіштікке төзімділігі әрекет етіп отырған бетонның төзімділігіне сай болуы керек. Ілінетін қаптаманың қалыңдығы FAARFIELD бойынша талап етілген плитасының жалпы қалыңдығынан әрекет етіп отырған төсемнің қалыңдығын есептеу жолымен анықталады.

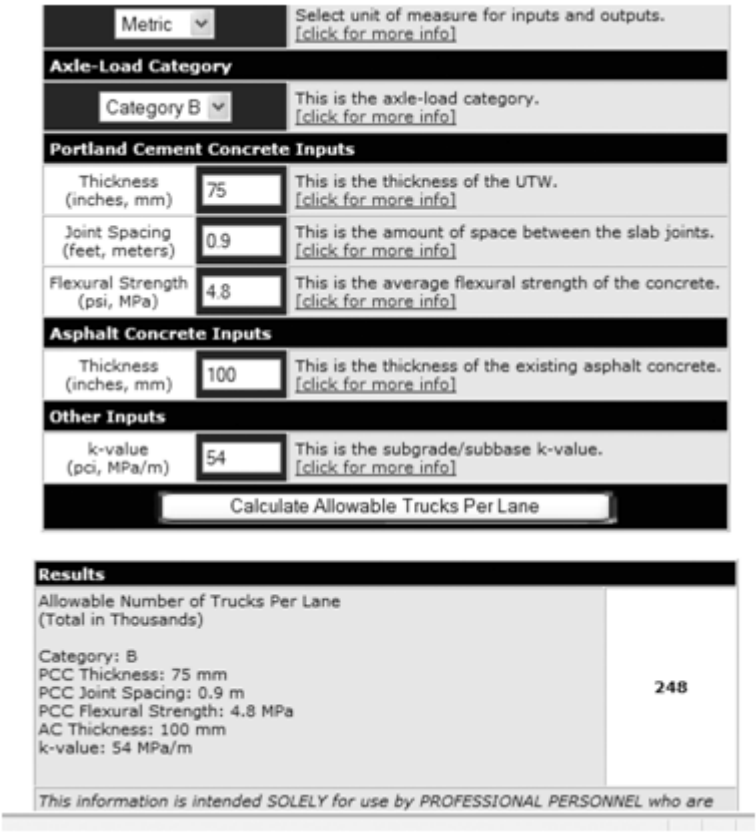
Ілінетін қаптамаларды әрекет етіп отырған қатты төсемі жақсы немесе өте жақсы күйде болған кезде ғана қолдануға болады. Әрекет етіп отырған қатты көпірімен байланысты бетонды қаптамасының ең аз мөлшеріндегі қалыңдығы 3 дюйм (75 мм) құрайды. Әрекет етіп отырған төсеміндегі ақаулар бетонды қабаттасуларының басқа түрлеріне қарағанда, қаптама арқылы өте жиі таралады. Ілінетін қаптамаларының негізгі мәселесі- орнықты ілінуге қол жеткізу болып табылады. Бетін аса мұқият даярлау және әрекет етіп отырған төсемінің технологиялары

қажетті болатындай байланысты қамтамасыз етулері тиіс» (FAA 2009: 66-67).

Ілінетін қаптамаларының бетонды қоспалары төзімділікті тез арада арттыру, ең аз мөлшеріндегі жылулық кеңейту мен қысылу, сол сияқты еі аз мөлшеріндегі орнықтыруы үшін іке асырылуы тиіс (Делэйтт және басқалары 1998). Дәстүрлі қоспалар өздерін көптеген жағдайда жақсы көрсеткендеріне қарамағанда, ерте кезеңдегі төзімділіктің жоғарғы шоғырлануы бар қоспалары да сәтті қолданылған болатын және де олар тротуарды қозғалыс үшін қысқа мерзім ішінде ашу керек жағдайында қарастырылуы тиіс. Су кеміткіш қоспаларын В/В қатынасын кеміту үшін аса жиі қолданады (АСІ Комиссиясы 325 2006: 15-16). Жылулық кеңейткішінің қолжетімді аз коэффициентімен қоспасын қолдану тиіс, себебі ол қаптама және бетон негізі арасында пайда болатын жылулық кернеулердің кемуіне әкеп соғады. Бетон қоспасы пропорцияларының нақты мысалдары Смит және басқаларының құжаттарында келтірілген (2002). Қозғалысты тез арада ашу үшін 7.1 кестесінде келтірілген қоспаларын қолдану керек.

Жол төсемінің әрекет етіп отырған жағдайын бағалағаннан және алдын ала төсеуден кейін ең маңызды қадам ретінде ілінуге арналған әрекет етіп отырған бетін даярлау болып табылады. Ілінуді нашарлата алатын сусымалы бетон, бояу және басқа да материалдары жойылуы тиіс және механикалық біріктірілуі үшін таза макроқұрылымын қамтамасыз ету керек. Құмағынды өңдеу, бөлектеп ағынды өңдеу және басқа әдістері сияқты беттерді тазартуға арналған көптеген техникалары бар. Бүгінгі таңда кеңінен тараған және аса тиімді әдіс ретінде қаптаманы тікелей орналастыру алдындағы ауаны кейінгі тазартуымен бөлшектеп ағынды тазартуы болып табылады. Су ағынды тазартуы да қабатты төсеу алдында суды кептірсе, қолайлы бетін қамтамасыз ете алатын болады (АСІ Комиссиясы 325: 16).

Варнер және басқалары (1998) бөлшектеп ағынды және су ағынды әдістері әрекет етіп отырған бетіне сызат түсірмесе, механикалық қырғыш немесе барабан түрлі тығындау сияқты басқа әдістері байланыстыру қабаты астында тікелей әлсіз қабатын түзейтіндіктерін айттып кетті. Ол кейінгі уақыттағы қабаттасуына әкеп соғуы мүмкін. Бетін даярлағаннан кейін текстураның тереңдігі ASTME965 (2001) қолдана отырып өлшене алады.



Сурет 22.7 UTW калькуляторына арналған ACPA шығарылуы. (Http://www.pavement.com/Concrete_ тротуарная/Техника/UTW_Calculator/index.asp)

metric -метрикалық

select unit of measure for inputs and outputs - енгізу және шығару үшін бірліктердің қортынды өлшемдерін таңдау

click for more info -қосымша ақпарат алу үшін басыңыз

axle-load category -жүктелген қосылыс тетігінің категориясы

category B - Б категориясы/санаты

this is the axle-load category –бұл жүктелген қосылыс тетігінің категориясы

Portland cement concrete inputs -портландцементтелген бетонды енгізу

thickness (inches, mm)--қалыңдығы

this is the thickness of the UTW –бұл UTW қалыңдығы

joint spacing (feet, meters)-тігістердің арасындағы қалыңдық

this is the amount of space between the slab joints - бұл бетонды жамылғылары бар аралықтардың көлемі

flexural strength (psi, MPa)-иіл дің беріктік шегі
this is the average flexural strength of the concrete –бұл етон иілуінің орташа беріктігі
asphalt concrete inputs -бетонды асфальтті қалау
thickness (inches, mm)-қалыңдық
this is the thickness of the existing asphalt concrete –бұл қолданыстағы асфальттің қалыңдығы
other inputs -басқа да кіріспе деректер
k-value -өткізу қаблеті
(pci, MPa/m)- Мпа/м-фрунт
this is the subgrade/subbase k-value -бұл топырақ негізі/топырақтың төменгі қабаты негіздері жол жабынының өткізу қаблетін
calculate allowable trucks per lane - белдеуде автобетоносмесителдің есептеуге рұқсат етілген санын есепке алу
results -нәтижесі
allowable number of trucks per lane - автобетоносмесителдің есептеуге рұқсат етілген саны
total in thousands -барлығы мыңдықпен
category B –Б категориясы/санаты
PCC thickness: 75 mm –қалыңдығы PCC: 75 мм
PCC joint spacing: 0.9 m –тігістердің арасы PCC: 0.9 м
PCC flexural strength:4.8 MPa -иіл дің беріктік шегі
AC thickness: 100 mm -қалыңдығы AC: 100 мм
k-value: 54 MPa/m –өткізу қаблеті: 54 Мпа/м
this information is intended solely for use by professional personnel who are -бұл ақпарат тек профессионал кадрларға ғана арналған

Басқа екі ықпалы – төсеу кезіндегі ылғалдың болуы және байланыстыру агентін қолдану қажеттілігі. Судың жинақталуы зиянды ықпал болуына қарамастан, аса құрғақ беті бөлім шекарасында қоспаның идрадациясын тудыруы мүмкін. Сол себепті беті маңында құрғақ қосылысты (SSD) қолдану ұсынылған. Жабыстыру құралдары осыдан бұрын қолданылғанына қарамастан, қазіргі кезде оларды қолданудың қажеті жоқ. Шын мәнісінде, кейбір жабыстыру заттектерінде олар кепкен немесе төсеу алдында салынған кезде байланыстың үзгіш ретінде әрекет етуі үшін шамасына ие болып келеді. Даярланған бетіндегі көлік құралдарының қозғалысын майдың немесе ластанудың түсіп кетуінің алдын алу мақсатында шектелуі тиіс (ACI Комиссиясы 325 2006: 16-17).

Жіңішке бетон қабаттарын қатайттыру біруақтылы күрделі әрі маңызды болып табылады. Байланысқан қабаттарын қолданумен қатар, қатайттырудың нашар тәжірибесімен жоғарғы төселуі іліністің бұзылуына әкеп соғуы ықтимал. Ылғалды кенептер немесе

қатайтқыштары орнықты болып саналады, бірақ қатайтқыштарды қолдағанда олар кем дегенде өндірушімен ұсынылған жылдамдығын екі есе арттырылған жылдадығын қолданулары тиіс (ACI Комиссиясы 325: 17).

Сурет 22.8 UTW безерлеу ретінде салына. (Фото автора).

Сурет 22.9 Сырғы панельне UTW кері жауабы. (Автордың суреті).

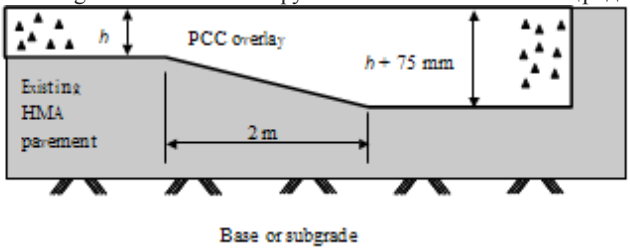
Жалпы қашықтық 1,8 м кем болса (6 фут) проблемалар тудыруы мүмкін, өйткені, бұл қосылыстар геометриясы автомобиль дөңгелегі траекториясында немесе жақын жерінде орналасқан. Ауыр жүк дөңгелегінің жақын жүктелген қосылысы агрегаттық қосылысын бұзып, дұрыс жұмыс истемеуіне әкелу мүмкін.

Жол бойымен үстүнгі қабатын үш тақтасына бөлетін 22.9-суретте 100 мм (4) жұан қабатының 1,2 м қосылған қашықтықтын жағдайы көрсетілген. Бұл сурет 22.9-суретте сырғанау панелінде UTW бұзылуы көрсетілген, шамамен 3½ жыл бұрын жасалды (автор фотосы).

386 жол төсенішінің бетонды құрылысы мен UTW тиімді құрылымы жүйенің дұрыс жұмыс істемеуін көрсетеді. Бірнеше сыртқы панельдер жүк тасушы машина қиылыста тежелеген сәтте қосылыстардың ақаулары көрінді. Асфальтты бөлшектеу фактісі мезгілсіз жүйеден тыс шығуына себеп болды. Демек, бұрын қарастырған дизайынның 1,8 м (6 фут) дейінгі қашықтық қосылысын ұлғайту туралы мәселені қарастыру қажет. Талап етілген жүк тасушы машиналар саны 4.8 МПа-дан (700 фунт шаршы метрге) иілуге бетонның беріктігі жасалу мүмкін емес, сондықтан беріктігі 5,5 МПа-ға (800 пси) ұлғайтылу қажет. Беріктігі 100 мм (4 дюйм) жоғарғы бетон жабыны B-санаттағы 502,000 жүк тасушы машиналарды 1,8 м (6 фут) қосылу қашықтықтан тасу мүмкін. UTW фибробетонның бастапқы беріктігін жиі пайдаланады. 4.8–5.5 МПа (700-800 шаршы дюймге) диапозондағы беріктік сипатты көрсеткіші жай бетонды жаяужол плитасынан үлкен. Полипропилен немесе полиолефин синтетикалық талшықтары, үнемі пластикалық жарықтарды бақылау үшін пайдаланылады. Беріктігі жоғары бетон Алабамадағы Сельма мен Джаспер секілді демалыс күндері жабылу сәтінде UTW құрған кезде жиі қолданылады. Әдетте бетон 21 МПа (3000 фунт шаршыға) қысқан кезде 24 сағатта беріктігіне жету үшін қажет (Мак авторлас. 1998). Қосылған бетон жабындылар секілді, беріктіктің жоғарғы деңгейі UTW асфальт бетін қаттылады. Бастапқы жоғарғы беріктігі де гидратация жылуын көбірек шығару керек жай бетонға қарағанда, алайда бұл төсеудің жұқа қабытымен толтырылады. Одан бөлек UTW көптеген жобалары үшін рұқсат етілген қозғалыстың қысқа жабылуы дымқыл төсеніштерді немесе жоғарғы қабатының қаттылауын пайдалануын жояды. Қосылысты қаттылау үшін қоспаны екі есе қосуды пайдалану қажет, бірақ ыстық ауа райы кезінде бетондаудың ыстық ауа райында жасалуына (ACI Комитет 305 2010) және қатаюының ережелеріне (ACI Комитет 308 2001) көңіл бөлу керек, егер ол жоба мерзімінде ауа райы жағдайына байланысты болса. Асфальтбетонды жабындыға жобаның басында және аяғында қосылғаны 22.10-суретте көрсетілген.

Ауысу асфальтқа (МСА Комитет 325 2006: 33) жанасатын жерінде UTW жуандығын 75 мм (3) ұлғайтады. Бұл ұзындық бір панелдің плюс 1,8 м (6 фут) ұзындығы үшін тән. Ауыспалы бөлшегі көлік құралдарының соқпа жүктемелерінің ықпалын төмендетеді және асфальтта сорап әздер қалдырады, әсіресе асфальт UTW жататын болса. Одан бөлек жаяужолдың сонында 22.9 – суретте ұсынылған сырғанау панелінің түрі нақты қарастырылады. UTW жол төсенішін қалпына келтірудің жаңа әдісі болғандықтан, ұзақ мерзімді өндірісі туралы мәліметтер әлі аз. Одан бөлек UTW төмен масштабты жолдар үшін қолданғандықтан, агенттіктер оның өндірісін егжей-тегжейлі зерттеген емес. Коул (1997) UTW 4-5 жылдық жаяужолды зерттеді.

Overlay – жоғарғы қабат
Existing - ағымдығы
Parement - жаяужол
Base or subgrade - Основа или грунтовая основа – негіз бен құмды негіз



Сурет 22.10 UTW ауысуы деталінің қалыңдатылған соңы. (К.Д. Смиттен және Пешкин, Д.Г. 2002. Портландцементті бетонд қабаттар: синтез технологиясының жағдайы FHWA-IF-02-045, Вашингтон, Колумбия округі. Автокөлік жолдарының федеральді басқармасы АҚШ автокқлік транспорты: 6-7.)
PCC overlay – PCC жамауы
existing HMA pavement – бар асфальттіжолдың беткей жағының жабылуы
base or subgrade-основание или грунтовое основание

JPCP байланысты, JPCP қабаттары үшін тігістерді кесу орны, мерзімі мен тереңдігі аса маңызды мәнге ие болып келеді. Одан ескі тігістерін анықтау және оларды 13 мм (1/2 дюйм) қабатын бойлай толық кесу аса маңызды. Кері жағдайда, тұтас қаптамасындағы кернеудің шоғырлануымен тудырылған іліну және жіктеудің қаупі бар. Жол төсемі төсеуде кейін 4-12 сағат ішінде тілу құрылғысының ауырлығын ұстай алуы тиіс (ACI Комиссиясы 325: 17-18). Бетон төсемдерінің американдық

ассоциациясы Ілінетін бетондық қаптамаларына аралған нұсқаулықты әзірледі, 007P Техникалық бюллетені, ол 100 мм (4 дюйм) аса қаптау қалыңдықтарын кесу бойынша дұрыс емес ұсыныстарын қамтиды (ACPA 1990c: 12). Осы құжатта қамтылған ұсыныстарына қарамастан, барлық жағдайда кесу қалыңдықтың қабаттасуына тәуелсіз, қабаттасуы арқылы толықтай өткізілуі керек. BCO кем дегенде бір сәтсіздігі дұрыс емес кесу салдарынан пайда болды. Ілінетін бетонды қаптамаларында бірегей емес көрсеткіштері болды. Кейбір жобалар, әсіресе, Айова және Техас штаттарында өте жақсы іске асырылды. Басқалары байланыс үзілген жерлерінде ерте қопсыту және жарылып кету салдарынан зардап шекті (Делэйт және басқалары 1996a, б, ACI Комиссиясы 325 2006: 12). Кейбір кемшіліктер қатты жарылып кеткен бетінің ақауларымен (МакГи 1994) немесе жеткіліксіз немесе тиімді емес алдын алу жөндеу жұмыстарымен байланысты болды (Пешкин және Мюллер 1990). Кейбір толық зерттеулерді Смит ұсынады (2002: 3-12-3-16).

Асфальтті жабындарға арналған бетон жабындар

Асфальт жабындардың бетон қаптамалары қалыңдығы 50-100 мм (2-4 дюйм) қалың жабындармен салынған және қалыңдығы 100-200 мм (4-8 дюйм) жіңішке жабындар және қалыңдығы 200 мм (8 в) жабындар. UTW және жіңішке жабындар қосымша түрде бетон асфальтпен арнайы байлвнысқанынан ажыратылады. Жақында асфальттің нақты облигациялық қаптамалар аталды (BCOA). Жеіңл төсемше жұмыстар, мысалы автокөлік тқрақтарына қаптамалармен өалпына келулері мүмкін. Толығымен юетон қаптамалар асфальтті жол жабындарына арнайылап салынулары мүмкін.

(Харрингтон және Райли 2012: 4).

Асфальт төсемдерінің бетонды қаптамалары қалыңдығы 50-100 мм (2-4 дюйм) тозудың ультра жіңішке қабатының (UTW) жабынымен, 100-200 мм (4-8 дюйм) жіңішке қабатымен және қалыңдығы 200 мм (8 дюйм) немесе одан да үлкен болатын мөлшеріндегі қабатымен ажыратылған. UTW және жіңішке қабаттары қабаттардан бетон арнайы асфальтпен байланысқанымен ажыратылады. Жақында ғана асфальтқа аралған ілінген бетондық қаптамалары аталған болатын (BCOA). Жеңіл көпір жұмыстары, мысалы, автокөліктердің тұрағына арналған жұмыстар қаптамалармен қайта қалпына келтірілуі мүмкін. «Тұтастай, бетон қаптамалары бет ақалықтары ауырлығының төменгі және орташа дәрежесі бар автокөлік тұрақтарына арналған асфальттық жол беттерінің үстінде салынуы мүмкін, әрекет етіп отырған тротуар біркелкі әрі тұрақты болып тұрған кезінде, ешбір бос асфальт материалдары

жоқ, сонымен қатар, рельефтің белгілері орындалады. Жаңа бетонды көпірлері (яғни, ілінбейтін қаптамалар» салынатын жер мен база алды тұрақты, ал биіктік өлшемдері орындалған кезге дейін әртүрлі бұзылыстары бар тұрақ бетінің асфальт үстінен салынуы мүмкін. Осы жағдайда, әрекет етіп отырған тұрағы суб негізі немесе артылған құрылымдық қуаты бар жаңа төсеміне арналған фундамент ретінде қызмет атқаратын болады (Харрингтон және Райли 2012: 4).

Тозудың беттік бетон қабатын салу

Бетон қаптаманың, қолданыстағы асфальтті жабынның үстіне салытнатын ең ескі түрі тозуға қарсы қабатты салу деп аталады. Бұл қабаттар қолданыстағы асфальт жабынның бетіне тіклей орналастырылады, және жаңа бетон мен ескі асфальттің арасындағы байланысты тоқтатуға нмесее қолжеткізуге арнайы шаралар қолданылмаған. Оларды сонымен қатар, UTW пен жіңішке қабаттан ажыратуға арналған тозудың қарапайым қабаттары деп атайды.

Бұл қабаттар, құрылымдық зақымданулардың кең спектрін, бұдырлықтар мен жарылуды көрсететін асфальт жабындарын қалпына келтіруге қолданылады. Жалпы жағдайда, қолданыстағы асфальтті қаптаманы орналастыруға дейін жөндеудің қажеттілігі жоқ. Алада қабаттар JPCP, JRCP немесе CRCP бірге салынды, кең тараған түрі болып JPCP табылады (ACI Комитет 325 2006: 13).

Қабат құрылымның қалыңдығы, алдыңғы бөлімдерде сипатталғандай, қолданыстағы асфальтқа берілген k салыстырмалы жоғары коэффицентімен келесідей орындалад. Қаптаманың қарапайым қалыңдығы 200- 300 мм (8-12 дюйм) штаттар арасындағы автомагистральдар үшін және 125-175 мм (5-7 дюйм) қосымша жолдар үшін (ACPA 1998). ФАУ, қолданыстағы жабынның негізінде қабаттарды жана бетон абындарымен санайды.

k үлкен мағынасының және потенциалды жоғары сынуының әсерінен, жіктер арасындағы арақашықтықты қарастырған жөн. Олар ережеге сәйкес қосарланған интервал үшін жол жабынын 21 рет құруы мүмкін (ACPA 1998). Ол 200 мм (8 дюйм) жаяужол жіктерінің арасындағы арақашықтықтың 4,3 м (14 фут) бөлігіне әкеледі. Соған қарамастан, қалыңдығы 240 мм (9,5 дюйм) немесе одан қалың жабындар үшін 21 жіктердің үлкен арақашықтығына әкелуі мүмкін. Сурет 8.3 k-мағына 145 МПа/м (кв.дюймге 500 фунт) болғанда ғана қолданлады.

Жіктер, жылудың алдын алу үшін штифттермен байланысулары ұажет және асфальттің қабаты жүктеменің жақсы берілуін қамтамасыз етеді. Вайоминг және Юта штаттарының мемлекет аралық автокөлік

(Макги 1994). Алайда, Калифорниядағы дюбельдерсіз салынған жабындар 20 жыл қызметтен бері жақсы қызмет етіп келе жатқандығы тіркелді. (Хатчинсон, 1982).

Қабаттың даярлау жөндеу жұмыстары кез келген шытынауы, бұдырлығы және судың бөлінуі үшін қажет етілмеген. 50 мм (2 дюйм) жоғары жолдар асфальттың тегістелетін қабатымен толықтырылуы мүмкін. Күңгірт шұңқырлары қалдырылуы немесе ұстақталуы ықтимал. Шұңқырларды фрезерлеу жолымен ұсақтауға болады. Ойықтар суық қоспасымен немесе ыстық асфальт қоспасымен толтырылуы тиіс. Ең маңызды сауал бетон қамтамасы үшін тегіс қолдауды қамтамасыз ету болып табылады (ACI Комиссиясы 325 2006: 26).

Қабаттар үшін беттерді даярлау маңызды сауал болып табылмайды, себебі, әрекет етіп отырған жол бетімен байланысты қамтамасыз етудің ешбір қажеті доқ. Солайша, қабат шұңқыр көлемі 25 мм (1 дюйм) аспайтын болса, асфальт бетіне тікелей орналастырылуы мүмкін. 25-75 мм (1-3 дюйм) төсемдерінің арттырылуына жол бермеу үшін, аса терең шұңқырларды алу үшін асфальт ұсақталуы тиіс. Басқа жағынан, тегістелетін қабатының 25-50 мм (1-2 дюйм) фрезерлеу қымбат әдіс болғанымен, қолданылуы мүмкін (ACI Комиссиясы 325 2006: 26-27). Қаптама әрекет етіп отырған афальт төсемінде тікелей орналыстырылған кезде, ол 22.5 суретінде көрсетілгендей, аса тереі болып келетін шұңқырлар бар жерлерінде қалың болып келеді. Ол жоба үшін бетон санын бағалауда қиындықтарды тудыруы ықтимал. Сонымен қатар, араның кесу тереңдігі кем дегенде қаптаманың ең үлкен қалыңдығының бірден үш бөлігін құрауы тиіс.

Бетонның ілінбейтін қаптамаларына қатысты, қарапайым бетон төсемдеріне қолданылатындарынан басқа, бетон қоспалары үшін ешбір арнайы материалдар немесе пропорциялар жоқ. Кептелу немесе трафиктің ауыр шектеулері бар аймақтарында, қол жетімді құрылыстың ACI 325.11R талқыланатын төсеудің жедел әдістерін қолдану керек (ACI Комиссиясы 325 2001).

Жол қозғалысын, жол ернеуі мен қаптаманы қабатты төсеу кезінде басқару ілінбейтін қаптамаларын төсеу кезіндегі үдерістеріне ұқсас болып келеді. Көпір өткелдері мен өткелдердің шамадан тыс жүктелуіне арналған бөлшектердің өтуі 22.6 суретінде көрсетілген. Осы өткелдің ұзындығы 90-150 м (300-500 фут) (ACI Комиссиясы 325 2006: 28).

Ыстық ауа райында, әрекет етіп отырған асфальт асфальттық бетонындағы жылулық жарылып кетудің тәуекелін арттыра отырып, қызып кетуі мүмкін.

Егер, күтілетіндей, қабат температурасы 32° C (90° F) асып кететін

болса, онда әкті тас суспензиясының немесе ақ пигменттік қосылысымен өңделген қоспасымен бетінің температурасын төмендетеді (ACI Комиссиясы 325 2006: 28).

АҚШ автомагистраліндегі қабаттарының өнімділігі тұтатай жақсы болатын, әрекет етіп отырған асфальтпен байланысты құрудағы өндірістің кертартпалығынан болуы мүмкін. Әрекет етіп отырған асфальт қабаттасуды қолдауға арналған берік, тегіс базаны қамтамасыз етеді. ACPA Айова штатының жолдарында қабаттасулардың өте жақсы өнімділігін сақтап қалды. Берілген қабаттасулар тротуардың кронасын кемітті және 125 мм-ден 150 мм-ге (5-6 дюйм) дейін, жол ортасында 150 мм-ден 1750 мм-ге (6-7 дюйм) дейін шеттері бойынша қалыңдығымен және тігістері арасындағы 4,6 м (15 фут) қашықтығымен ауытқып отырды (ACI Комиссиясы 325: 29-30).

Ультражіңішке қаптамалар/асфальтқа арналған бетоннан жасалған бекітілген жабындар

Асфальтті жабындарға арналған УТЖ қаптамалар жергілікті жолдарда және ауыр дөңестері бар жолдарда кездеседі (ACI Комитет 325 2006: 13). UTW қолдану 1990-жылдардың соңында басталды және өзіне тұрақтарды, тұрғын көшелерді, аз жүктемелі жолдарды, қиылыстарды қосымшаларды бірнеше штаттарда кеңейту қосады (ACI Комитет 325 2006: 7).

Ережеге сәйкес, UTW қалыңдығы 50-100 мм (2-4 дюйм), орташа қадамы 0,6-1,8 м (2-6 фут) (ACI Комитет 325 2006: 7). Маңызды факторлардың бірі жол киіміндегі асфальттің саны мен түрпі болып табылады. Ұсынылатын миниумар 75-150 мм (3-6 дюйм) диапазонында болады. Асфальттің жағдайы, UTW бетондағы қысымның иілуін азайту үшін қолданыстағы жол киімімен байланысқа негізделетіндіктен маңыздыСоынң ішінде, қатты қорғалған асфальтті жабындар, UTW нашар кандидат болып табылады.

Мұқият талдауды әрекет етіп отырған жол киімі және қабатты төсеу қажеттілігі бойынша жүргізеді. Егер әрекет етіп отырған асфалттық бетонның төменгі өнімділігі нашар дренаж салдарынан болса, онда UTW қабаттасуы дренаж жақсарса, ұзақ мерзімді шешім болуы екі талай (ACI Комитеті 325 2006: 13, 30-31, 33).

UTW құрылымының қалыңдығы жол төсемі бетонының төзімділігіне, бетіне, асфальт астындағы k-мәндеріне және төсем бойынша көлік құралдарының қозғалыстарына негізделген. ACPA UTW жобалауға арналған сызбаларды әзірледі, сонымен қатар, UTW қалыңдығын есептеудің веб-дизайнын ұсынды

(http://www.pavement.com/Concrete_Pavement/Technical/UTW_ Калькулятор/index.asp).

ACPA веб-сайтында онлайн-калькуляторына арналған теориялар мен болжамдар туралы құжаттамалар да келтірілген.

Әзірлеушілердің пікірлерінше, трафик орта және төменгі көлемді ретінде жіктеледі. Жүктелімнің төменгі деңгейі немесе жүктелім А санатты осіне түскен кезде, 80 кВ (18,000 фут) бір осьтік жүктемесінің ең үлкен мөлшеріндегі мәнімен және 160 кН (36000 фут) тандем осіне ең үлкен мөлшерлі жүктемесімен ажыратылуын болжаулайды. В жүктемесінің санаты жүктеменің орта көлемін білдіреді.

116 кН (26000 фунт) дейін ұлғайтылған жалғызбасты ұлғайту остерімен және 196 кН (44000 фунт) дейін ұлғайтылған тандем остерімен таралуды қолданады. ACPA UTW калькуляторы, ось сандарының екі осьті жүктеме категориясына алынған 1000 жүк көліктеріне таралулары туралы нақты деректерді береді.

Жобалау процедурасының мысалы ретінде, есептік қызмет көрсетуі 15 жыл, күніне В катоегориясының 75 жүк көлігінің қозғалыс жүктемесіне сыналатын, жабынға арналған UTW салымшаны қарастырайық. Көрсетілген мерзімдегі жүк көліктерінің жалпы саны шамамен 411000 болады. Қолданыстағы жабынның қалыңдығы 100 мм (4 дюйм), фрезеровкадан және қосымша k-мағынадан кейін асфальттің негізінде жатқан 54 МПа/м (кв.дюймге 200 фунт/дюйм). Егер бетонның беріктігі иілуде 4,8 МПа (кв.дюймге 700 фунт) құрасажәне жіктердің арасындағы арақашықтық 1,9 м (3 фут), 75 мм (3 дюйм) болса, салымша жабынға 284000 жүк көлігінің үктемесін көтеруге мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде жеткілікті болып табылады. Веб-калькулятордан шығу Сурет 22.7 көрсетілген.

Салымшаның қлыңдығын 100 мм (4 дюйм) дейін арттыру және жіктердің арасындағы арақашықтықты 1,2 м (4 фут) дейінарттыру, жеткілікті болып табылатын рұқсат етілген жүк көлігінің 578,000 дейін артуына әкеледі.

UTW калькуляторы, кіру мағыналарының көрсеткіштері көрсетілген есептеулерден басқа есептеулерді қолдануға мүмкіндік береді. Алайда, есептегішке енгізілетін диапазондарға шектеулер болулары мүмкін. Ол:

• UTW қалыңдығы, 50-ден 100 мм-ге дейін (2-4 дюйм)

• UTW бетонның 4,8-ден 5,6 МПа (кв.дюймге 700-810) иілудегі беріктігі

• Жіктер арасындағы арақашықтық 0,6 және 1,9 м (2-6.2 фут) арасында

• Асфальттің қалыңдығы 75-тен 150 мм-ге дейін (3-6 дюйм) – егер қалған асфальт қалың болса, ал кейін 150 мм (6 дюйм)

• Топырақ негізінің реакция модулі (K-мағыеа) 24 және 57 МПа/м (кв.дюймге 90 және 210 фунт/дюйм) арасында.

Жіктердің арасындағы арақашықтық көбіне жаяужолдың 12-18 м құрайды, ал жабын шаршы түрінде. Жіктер арасындағы қималар ередюбельдер мен арматураны қолдануға жеге сәйкес бетонды салғаннан кейін 3-6 сағаттан кейін орындалады. UTW бетоны тым жіңішке, сондықтан іктер толықтырғышқа тәуелді болады.

2011 жылдың қаңтар айында ACPA қалыңдықты есептеудің онлайн әдісін шығарды. (http://apps.acpa.org/apps/bcoa.aspx). Бұл әдіс жол жаабынының 75-150 мм (3-6 дюйм) қалыңдығын және панель көлемін 1,8 м (6 фут) жобалау үшін қолданылады. Бұл әдіс интернет-UTW калькуляторға ұсқайды, бірақ көліктік жүктемее ESALs есептеледі. Одан бөлек бетонда талшықтарды қолдануға немесе қызмет уақытын арттыруға анемесе жабынның қалыңдығын азайтуға қолданылуы мүмкін. Ол сонымен қоса климатты және жетілдіру барысында, 200 қалалардың негізінде қоршаған ортаға әсерін есепке алады (Торрес және басқалары 2012: 5).

Бетон мен асфальт жабын арасындағы байланысы UTW жүйесінің атқарымдығына маңызды болғандықтан, бетті ауқымды түрде дайынду қажет. Кең тараған әдіс асфальттің бетін, UTW орнатудың алдында қорытынды таалаумен ұнтақтау болып табылады. Гер су қолданылса, қабаттардың арасындағы байланысты ылғал бұзбауы үшін салудың алдында өңделген бет кебу қажет (ACI Комитет 325 2006: 34).

Сурет 22.8 UTW бедерлеу ретінде АҚШ шоссесінің ішкі жолағында орналастырып жатқанын көрсетеді

Жіктер арасындағы 1,8 м (6 фут) кем арақашықтық күрделі мәселені тудыруы мүмкін., себебі бұл жіктер көліктің дөңгелегіне жақын немесе шектерінде орналасады. Жүк доңғалақтарының ауыр жүктері толтырғышты зақымдап, бұзылуға алып келеді.

Сурет 22.9 1,2 м (4 фута) жабындары бар қалыңдығы 100 мм (4 дюйм), саптаманы барлық бағыт бойынша үш тақтаймен бөлетінжабынды үйлестіреді. Бұл сурет UTW қаптамасын салғаннан кейін 3½ жылдан кейін жасалды және саптан ерте шығуды көрсетеді. Ішкі панельдердің кейбіреулері бүйір бағытқа джылжытылған, ал жктердің кейбір бқзылулары көрініп тұр. Бұл жүктеме істен ерте шығудың себебі екендігін көрсетеді.

Осындай жолмен, үлгінің құрылымы үшін жіктер арасыдағы

арақашықтықты 1,8 м (6 фут) дейін ұлғайту туралы мәселе қарастырылуы мүмкін Талап етілетін автокөліктердің саны 4,8 МПа (кв.дюймге 700 фунт) иілімде орындалмайды, сондықтан беріктік 5,5 МПа (кв.дюймге 800 фунт)арттырылуы қажет. Бетонның беріктігі жоғары болғанда, 100 мм (4 дюйм) қаптама В категорисының 502,000 жүк көлігінің көтере алады. Иілімге арналған қарапайым иілімдер 4.8-5.5 МПа (кв.дюймге 700-800 фунт). Синтетикалық талшықтар көбіне полипропиленнен немесе полиолефиннен жарықтармен басқару үшін қолданылады.

Жоғары беріктікті бетон UTW демалыс күндері салған кезде орындалады, мысалы Сельме жәнеАлабамадағы Джаспердегідей (Делэйтт және басқалары 2001). Ережеге сәйкес бетон сығылған кезде 21 МПа (кв.дюймге 3000 фунт) дейін 24 сағат ішінде орындалады (Mack және басқалары 1998).

Бетон жабындарының кездеріндегіей жоғары беттік аудан UTW көлеміне қатысты жабынның қатаюын аса маңызды етеді. UTW бетонынынң бастапқы жоғарғы беріктігі көп жылуды жұмсауы мүмкін, бұл жылу қаптаманың жіңішкелігімен компенсацяиланса да, бұл жағдай мәселені күрделендіре түседі.

Ілінетін бетондық қаптамаларының жағдайында сияқты, UTW көлемінің қатынасына жоғарғы беттік алаңы қатаюды аса маңызды етеді. UTW бетонының жоғарғы бастапқы төзімділігі қарапайым бетонына қарағанда жылуды көбірек тудыра алады, ол өзекті мәселені қиындата түседі, бірақ, осы жылу қабаттасудың жұқалығымен өтеледі. Сонымен қатар, UTW көптеген жобаларына рұқсат етілген қозғалыс үшін жабудың қысқа ұзақтығы ылғалды өңдеуді қолданылуды қарастырмайды. Қатайғыштарды еселенген қолданыстары жиі пайдаланылады, бірақ аса назарды жоба үшін күтілетін ауа райын шарттарымен расталса, ыстық шарттарындағы бетондау үдерісіне аудару керек (ACI Комиссиясы 305 2010) (ACI Комиссиясы 308 2001).

Детальдардың UTW жобасының басында және аяғында асфальтті жабынға ауысуы Сурет 22.10 көрсетілген. Ауысу UTW қалыңдығын 75 мм (3 дюйм) дейін өзгертеді, мұнда ол асфалтқа жатады (ACI Комитет 325 2006: 33). Бұл ауысу ережеге сәйкес, бір ұзындықтан және 1,8 м (6 фут) қосымшадан тұрады. Ауысу, көліктерден келетін ұру жүктемелерінің эффектін кемітеді, әсіресе егер асфальт UTW маңында болса. Одан бөлек Сурет 22.9 ұсынылатын жаяужолдың соңындағы сырғу түрін жете қарастырылады

UTW жол жабынын алпына келтірудің жаңа әдісі болғандықтан, бұл әдістің ұзақтығы туарыл ақпарат аз қолетімді. Одан бөлек, ережеге сәй-

кес UTW жүктемесі аз жолдар үшін қолданылады, агенттіктер ережеге сәйкес олардың өндірілуін жете зерттемеген. Коул (1997) 4-5-жылдық бірқатар UTW жабындарын анықтады. Ережеге сәйкес, олар жақсы өндірілді. Алайда бөлімдердің басында және соңында олардың мәселелерін бақылау Сурет 22.10 көрсетілген ауысу детальдарын жетілдіруге алып келді. Жіктер арасындағы қысқа арақашықтық және асфальттің қалыңырақ қалыңдығы жақсартылған көрсеткіштер болып табылады.

Тозудың бетонды беткі қабатын жұқа қабатпен салу

Тозудың беткі қабатының жұқа қабаттары, UTW арасындағы уақытпен және тозудың қарапайым бетонды қабатының арасынағы бос жерді толтырады, және 100-200 мм (4-8 дюйм) қалыңдыққа ие. Тозудың беткі қабатының жіңішке қабаттары қарапайым бетон қабатының арасындағы кеңістікті толтырады жәнежіктер арасында 1.8-3.7 м (6-12 фут) арақашықтыққа ие. UTW секілді, тозудың жіңішке қабаты жаңа асфальтті жабынның байланысына сүйенеді (ACI Комитет 325 2006: 7). Мысалдардың бірі болып 2001 жылдың қазан айында Алабама штатының Джаспер қаласының АҚШ 87 шоссесінде салынған 150 мм (6 дюйм)тозудың жіңішке қабаты табылады Бұл жабын, ауыр өндірістік тасымалдау әдістері мен лесовоздардан ауқымды жүктеме алады. Бұл жоба құрылыс жұмыстары аяқталғаннан кейін екі жылдан кейін тексерілді, және бұл кезде зақымданулар анықталмады (Делэйтт және басқалары 2001).

Қазіргі уақытта, Колорадо штатының көлік департаменті қолданудың жетілдірілген процедурасына және процедураны жетілдіру мақсатымен (Торресжәне басқа 2012: 6). TPF-5 (165) жобасының FHWA қорымен өткізілген зерттеулерге ие болғандығына қарамастан тозудың жіңішке қабаттарын қолдану бойынша жобалық ұсыныстар қолжетімсіз. BCOA (http://apps.acpa.org/apps/bcoa.aspx) қалыңдығын есептеуге арналған ACPA калькуляторы, қалыңдығы 150 мм-ге (6 дюйм) дейінгі жол жабындары үшін бұл диапазонның бір бөлігін, жіктер арасындағы арақашықтық 1,8 м (6 футов) артық болмағанда ғана қамтитынына назар аударыңыз. Тозуға арналған қабаттарды салудың дәстүрлі ұсыныстары, ACPA-мен (1998) құрылған қалыңдық мағынасының осы диапазонында орналасады. Кесте 11.4 және 11.5 135 МПа/м-гі (500 кв.дюймге фунт/дюйм) k-мағына мердігерлермен қолданылуы мүмкін. Тозудың жіңішке қабаттарын UTW басшылық принциптеріне сәйкес салу, ережеге сәйкес жіктердің 1,8 м (6 фут) арақашықтығынан тұрады.

Бетонді кірістіру

Қосымшалар, салулардың және жабынды толық жоюдың немесе қайта құрудың арасында қалпына келудің нұсқаларн қамтамасыз етеді. Олар, көрсеткіштері тозған бетон немесе асфальтті жабынның бір немесе бірнеше жолақтарын ауыстыруға қолданулары мүмкін.Қосымшалардың басты артықшылығы болып, олар жол жабынының қорытынды бағасын өзгертпейтіндіктері табылады. Одан бөлек, бетіндегі дөңестер қайта қолданулары мүмкін. Тұтас айтқанда, декоративті қосымшалар қарапайым бетон жабыны ретінде, мысалы UTW ретінде, немесе тозуға арналған жіңішке қабат салулар ретінде орындалады.

Жабындарды бетонның көмегімен қалпына келтіру бойынша жұмыстарды оңтайландыратын АҚШ-ның ассоциациясы, Техникалық бюллетень 013.Р ТВ-(АСРА 1993b) безерлеуді талқылайды, оның ішінде көлденең қималарды. Арнайы жолақтары (біржолақты жолдар) қолданылатын және бірнеше жолақты жолдар мен көшелер үшін безерлеу қолданылады. Ұшу-отырғызу жолағы да безерлеудің көмегімен өңделуі мүмкін. Бетон жабындармен байланысты ішінара тереңдікті де безерлеу мүмкін. Ылғал жұтылатын «ванна» эффектісін болдырмау үшін, безерлеу жобасының аясында құрғатудың дұрыс әдісін бағалап, тіпті қолдану мүмкін. Шеттік дренаждар шешілу жолын ұсынады.