

№5 ДӘРІС БЕТОН ТОЛТЫРҒЫШТАРЫНЫҢ БЕТОНМЕН ІЛІНІСУ ЖАҒДАЙЫ

Айтылғаннан егер бетонды цементтік тас пен толтырғыш арасында ілініс болмаса, онда толтырғыш беріктігі маңызды болмайтынын қортындылауғы болады. Жақсы ілініс болғанда толтырғыштың беріктігі маңызды болады, және толтырғыш жұмыс жасап араласпа беріктігінің қалыптасуында белсенді қатысады.

Толтырғыш ретінде усатылған цементтік кликерді (отқа төзімді, су жібермейтін кірпіш)

– жеткілікті берікті және әрине жақсы ілінісі бар материал

- қолданып қатаятын цементтік тастың гидратты жаңа құрылымдар жапсыру арқылы бетонды алу бойынша зерттеулер өткізіледі. Әдеттегімен салытырғанда бетон беріктігі шамамен 2 есеге жоғарылады. Бұл зерттеулер теориялық маңыздылығымен қоса (яғни толтырғыш ретінде клинкерді қолдану экономикалық жағынан тиімді емес және реакциялық қабілеттілігі жоғары клинкері бар бетондар ұзақ мерзімді бола алмайды) осындай толтырғыштардың қолдану маңыздылығын көрсетті, яғни олар цементтік таспен ілінісіп бетонның жоғары беріктігін қамтамасыз етеді және цементтің тиімді қолдану мүмкіншілігін көрсетті.

Ірі толтырғыш беріктігі бетонның ерітінді қаңқасының беріктігінен алдын ала жоғары болған, ал толтырғыш түйіршіктерінің пішіні мен беттерінің сапасы цементтік таспен сенімді ілінісуін қамтамасыз етілген құрылысты қарастырайық.

Жоғары беріктікті толтырғыш – бетонның ең қатты компоненті болып қиманың ерітінді бөлігін босатып барлық жүктемені өзіне қабылдап мұнда жарықшақтардың пайда болуын алыстатады. Жүктеме ұлғайған уақытта ерітіндіде (цементтік таста) жарықшақтар пайда болған кезде жоғары берікті ірі толтырғыш бетонды бірыңғай байланыстырып, кейде жүктемені үлгімен конструкциямен қабылдауды қамтамасыз етуге әкелуі мүмкін. Сонымен толтырғыш бетонды «шегендейді» деп айтуға болады. Бұл құбылыс, әсіресе, жоғары сапалы таза гранит малтатасді толтырғышты қолдану кезінде жақсы білінеді. Осындай малтатасде жасалынған бетонның беріктігі оған кіретін ерітіндінің беріктігінен жоғары болу мүмкін.

Бірақ бетонның толтырғышпен «шегенделуі» темірбетондағы әдеттегі шегенмен толық салыстыруға оның ерекшеліктері мүмкіншілік бермейді. Оны толтырғыш түйіршіктері үлкен өлшемді болмауымен түсіндіруге болады. Бұл кезде «шеген» бөлшектерге кесілген деп қарастырылады. «Шегендеу» тек толтырғыш түйіршіктері бір – бірімен байланыста болғанда және бетонда әрбір қимадан өткен кезде пайда болады. Бұл толтырғыш бетон құрамында жеткілікті болған кезде болу мүмкін.

Егер бетонда ірі толтырғыш аз болса және бөлек – бөлек бөлшектер ретінде бір – бірімен байланыста болмаса, онда «шегендеу» эффекті болмайды. Сонымен бірге бетон берікті ерітіндінің беріктігіне тең болу мүмкін және егер цементтік таспен толтырғыштың ілінісі бұзылса немесе күштер бір жерде жиналса, онда ол төменірек те болу мүмкін.

Сонымен зерттеумен және тәжірибемен келесі анықталды: жоғары берікті бетонды цемент шығының ұлғайту арқылы алу емес, керісінше белгілі шектеуге дейін бетонды жоғары берікті малтатасмен максималды қанықтыру арқылы алуға болады.

Сынауға арналған бетонның қоспасын дайындау үшін материалдардың $0,5 \text{ м}^3$ көлеміне шығынын келесі формуламен есептейді.

Мысалы: Цемент $0,5 = Цл \times 0,05 \text{ (кг)}$

Құм $0,5 = K_{лаб} \times 0,05$

Су $0,5 = C_{лаб} \times 0,05$

Қиыршық тас $0,5 = T_{лаб} \times 0,05$

Материалдардың анықталған шығындарының мәндері бойынша бетон қоспасын

дайындап, оны сынақтан өткізу керек. Егерде КШ берілген мәннен 1 см аз болса, ол кезде цементтің шығынын 10% көбейтіп, есепті қайта жүргізу керек. Егер КШ берілген мәнге тең болса, онда 10% цемент және су қосып, материалдардың, нақты шығынын тағы да анықтайды. Барлығы: $V = Ц + С + Қ + Т$.

Бетонның $0,05\text{ м}^3$ көлемге шығынын және оған жұмсалатын цементтің, тастың, құмның, судың мөлшерін біле отырып, 1 м^3 немесе 1000 л бетонқоспасына қажет материалдарды ($\text{кг}/\text{м}^3$) төмендегі формулалармен есептеуге болады. Барлығы: $B_{\text{ж.ш.}} = Ц + С + Қ + Т$.

Қатпаған бетонның нағыз тығыздығы есептеу арқылы табылғандығыздан 1%-ке ғана айырмашылықта болу керек.

1) Бетонның өндірістік құрамын есептеу.

Бұл есеп толтырғыштардың ылғалдылығына байланысты жүргізіледі.

Құмдағы судың мөлшері:

$$C_K = \frac{K}{100} W \quad [11]$$

Қиыршық тастағы судың мөлшері:

$$C_T = \frac{T}{100} WT \quad [12]$$

Өндірістік судың көлемі:

$$C_{\text{өнд}} = C - (C_K + C_T) \quad [13]$$

Құмның өндірістік мөлшері:

$$K_{\text{өнд}} = Қ + C_K \quad [14]$$

Тастың өндірістік мөлшері:

$$T_{\text{өнд}} = T + C_T \quad [15]$$

Цементтің өндірістік мөлшері өзгеріссіз қалады.

Бетон қоспасының өндірістік есепке байланысты тығыздығы: $\rho_{\text{өнд.б}} = \frac{C_{\text{өнд}} + T_{\text{өнд}} + Ц + K_{\text{өнд}}}{V_{\text{б.}}} \quad [16]$

Бетонның өндірістік құрамына байланысты шығу коэффициенті « $\beta_{\text{өнд}}$ » белгілі формула (17) бойынша есептеледі.

$$\text{Цемент } Ц = V_{\text{б.}} \frac{Ц_{\text{өнд}}}{1000} \cdot \beta_{\text{өнд}} \quad [17]$$

Осы 17 формуласына сәйкес құмның, судың, тастың шығындары (мөлшері) табылады.

2) Салмағына байланысты бетонның лабораториялық, (номинальдық) құрамы:

$$1:X:Y = \frac{Ц}{Ц} \frac{K}{Ц} \frac{T}{Ц} \quad [18]$$

3) Көлемге байланысты:

$$1:X:Y = \frac{K \cdot p_{ц.у}}{Ц \cdot p_{ц.у}}; \frac{T \cdot p_{ц.у}}{Ц \cdot p_{ц.у}} \quad [19]$$

4) Салмағына байланысты бетонның өндірістік құрамы:

$$1:X_{\text{өнд}}:Y_{\text{өнд}} = \frac{Ц}{Ц} \frac{K_{\text{өнд}}}{Ц} \frac{T_{\text{өнд}}}{Ц} \quad [20]$$

5) Көлемге байланысты:

$$1:X_{\text{өнд}}:Y_{\text{өнд}} = \frac{Ц}{Ц} \frac{K_{\text{өнд}} \cdot p_{ц.у}}{Ц \cdot p_{ц.у}}; \frac{T \cdot p_{ц.у}}{Ц \cdot p_{ц.у}} \quad [21]$$

Кеуекті толтырғыштар негізіндегі жеңіл бетонның құрамын жобалау.

Қазіргі уақытта ғимараттар мен құрылыстарды салу үшін әртүрлі кеуекті толтырғыштар негізіндегі жасалған жеңіл бетонды да пайдалануда. Олардың түрлері көп болғандықтан, бұл бетондардың құрамын есептеудің бірыңғай әдістемелік есебі жоқ. Сондықтанұсынылып отырған практикумда кеуекті толтырғыш негізіндегі жеңіл бетонның құрамын жобалаумен қатар, қосымша тиімді жеңіл бетонның құрамын жобалау бойынша зертханалық жұмыстар қосылған. Олар жоғарғы беріктілікті және кеуекті толтырғыш негізіндегі жеңіл бетондар.

Мұндай жеңіл бетонның құрамын жобалаудың мақсаты сығылу кезіндегі қажетті беріктілікті және орташа тығыздықты қамтамасыз ету немесе алу және қажет болған кезде басқада қасиеттерін (аязға төзімділік, бетонның шөгуі және басқалар) қамтамасыз ету.

Жеңіл бетонның құрамын жобалау кезінде төмендегідей бастапқы мәліметтер қажет: бетонның қажетті беріктілігі және бетон лайының кату жағдайы, бетонның құрғақ кезіндегі орташа тығыздығы, шикізаттың түрі мен формалау жағдайын ескере келгендегі бетон лайының қатандығы мен жылжымалық көрсеткіштері.

Жоғарыда көрсетілген талаптарға сәйкес кеуекті толтырғыш негізіндегі жеңіл бетонды жасау үшін бірнеше технологиялық тәсілдер қолданылады. Олар бетонның

құрамын жобалау кезінде кейбір қасиеттерін реттеуге мүмкіндік береді. Жеңіл бетон құрамын жобалау кезінде және майда толтырғыштарды таңдау да, олардың орташа тығыздығын, беріктігі мен түйіршіктілік құрамы мен басқа қасиеттерін анықтаудың маңызы жоғары.

Кеуекті толтырғыштар негізінде жоғары беріктілікті жеңіл бетонның құрамын жобалау әдістемесін игеру және берілген параметрлеріне сәйкес бетонды алуға әсер ететін негізгі технологиялық факторларды зерттеу.

Бұйымдардың материал сыйымдылығын және құрама темірбетонның қолданылу тиімдігін жоғарылату жолдарының бірі болып В22,5—В40 кластағы жеңіл бетон негізінде конструкцияларды жасау жатады. Жоғары беріктілікті жеңіл бетонның құрамын жобалау алдын— ала құрамын анықтау кезінде тәуелділік пен ұсыныстарды қолдану арқылы есептеу-экспериментальдық жолмен жүргізіледі. Сонымен бірге есептеу кезінде бетон лайы мен цементтің, толтырғыштардың қасиеттері мен басқа да факторлар ескерілуі керек.

Жоғары беріктілікті жеңіл бетон үшін тиімді толтырғыштардың бірі болып керамзитті тас және үйінді тығыздығы 700—800 кг/м³, беріктілігі 4—7 МПа төмен болмайтын, яғни А класына жататын қиыршық тас жатады. Бетон құрамын жобалау кезінде ерітінді құрамының беріктілігінің жоғары болуын қамтамасыз ету керек, ол үшін М500, М600 маркалы цемент және сапалы табиғи кварц, дала шпаты, құм қолданылады. Бетонның беріктілігінің өсуімен қатар, бетонның құрамындағы ерітінді мөлшерінің көлемі де көбейіп отыруы керек. Осының арқасында жоғары беріктікті жеңіл бетонның орташа тығыздығының (1700—1900 кг/м³) жоғарлауына себебін тигізеді.

Конструктивті жеңіл бетонның құрамын жобалау есептеу- экспериментті жолмен және $R = f(\Pi)$ және $P_s = f(\Pi)$ тәуелділіктерін салу арқылы жүзеге асырылады. Бұл тәуелділіктерді салу үшін әр топ түрлі цемент шығындарымен, бірдей жылжымалылықтағы үш тәжірибелік қоспа, яғни бетон лайы дайындалады.

Цемент шығыны аз жұмсалатын жеңіл бетон құрамын алу үшін, бетонды жасауға қажетті шикізат материалдарын дұрыс таңдау керек.

Цементтің маркасын тағайындау бетонның класына байланысты төмендегі 6-кесте бойынша жүргізіледі.

Ірі толтырғыштардың минимальды беріктілігі 6-кестеде көрсетілгеннен кем болмау керек, ал үйінді тығыздығы 7,8-кестедегі көрсетілгендерден аспауы керек.

Кесте-6. Жеңіл бетонды дайындау үшін қолданылатын цементтің маркалары

Жеңіл бетонның,	Цемент маркалары	
	ұсынылатын	жарайтын
В22,5	500	400, 600
В27,5	500	400, 600
В30	500	400, 600
В40	600	500

Кесте-7. Бетонның берілген маркасына байланысты ірі кеуекті толтырғыштардың минимальды беріктілігі

Бетонның сығылуы	Сығылу беріктілігі	Толтырғыштардың цилиндрде сығылуы бойынша беріктілігі, МПа
---------------------	-----------------------	---

беріктілігі бойынша берілген класы	бойынша ірі толтырғыштар дың маркасы	Кеуекті тас	Аглопориттен баска кеуекті тас	Аглопоритті қиыршық тас
B 22,5	150	3,5	1,8	1,0
B 27,5	200	4,5	2,2	1,2
B30	250	5,5	2,7	1,4
B40	300	6,5	3,3	1,6

Кесте-8. Бетонның берілген орташа тығыздығына байланысты қолданылатын ірі толтырғыштардың максимальды маркасы, кг/м³

Кептірілген бетонның берілген орташа тығыздығы, г/см ³	Кеуекті тас	Кеуекті қиыршық, тас
160	700	600
0	800	700
170	900	800

Ірі толтырғыштың түрі мен ірілігіне және бетон лайының берілген қатаңдығына қарай судың бастапқы шығыны осылай анықталады.

1. Цементтің, шығынына және судың, толтырғыштар дәндерінің ірілігі мен құмның су қажеттілігіне байланысты ірі толтырғыштардың көлемдік концентрациясы анықталады (9-кесте).

Кесте-9. Бетон араласпасын дайындау үшін шамамен алғандағы сушығыны

Бетон лайының жайылымдылығы		Шекті ірілігі, мм					
		тас			қиыршық, тас		
конустың, шөгуі, см	қатаңдығы, с	10	20	40	10	20	40
8-12	-	235	220	205	265	250	235
3-7	-	220	205	190	245	230	215
1-2	3-4	205	190	175	225	210	195
-	4-8	195	180	165	215	200	185
-	8-13	185	170	160	200	185	175
-	13-20	175	160	150	190	175	165

Ірі толтырғыштардың көлемдік концентрациясы 0,05-тен аспауы керек. Егер бұл шарт орындалмаса онда жеңіл толтырғыштар пайдаланылады.

2. Ірі толтырғыштың шығыны келесі формуламен анықталады:

$$T = 1000 \cdot \phi \cdot p_{td}$$

мұндағы p_{td} — цемент лайындағы ірі толтырғыштар дәндерінің тығыздығын (кг/л) кеуекті тас үшін 1,05-ке, ал қиыршық тас үшін 1,1 коэффициентке көбейтіліп анықталады.

3. Бетонның құрғақ жағдайындағы орташа тығыздығына және цемент пен толтырғыштардың шығынына байланысты тығыз құмның шығыны анықталады:

$$Q = p_6 - 1,15Q - T$$

4. Құмның су қажеттілігіне, цементтің және ірі кеуекті толтырғыштаршығынына түзетулерді есепке алу арқылы судың жалпы шығыны анықталады.

$$C = C_0 + C_1 + C_2 + C_3$$

мұндағы C_0 — бастапқы су шығыны (1.14 кесте бойынша алынады); C_1 — құмның су қажеттілігі.

Тығыз құмның орташа су қажеттілігі 7%-ға тең деп алынады.

Егер су қажеттілігі басқаша құмдарды пайдаланса, онда су шығынына мынадай түзетулер енгізіледі.

$$C_1^{\text{тығ}} = 0,2 \frac{K}{p_k} (C_k - 7):$$

C_2 — цемент шығыны 450 кг/м^3 -тен көп болған жағдайда су шығынына түзетулер енгізіледі:

$$C_2 = 0,15(C - 450);$$

C_3 - ірі толтырғыштардың көлемдік концентрациясының өзгеруіне байланысты су шығынына түзетулер енгізіледі.