

ВПЛИВ ТРИДЦЯТИП'ЯТИРІЧНОГО РОЗТЯГУ НА ДЕФОРМАТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНУ

Наводяться результати експериментальних досліджень. Аналізується вплив власних структурних напружень, викликаних тривалим розтягом, на окреслення діаграми «січний модуль деформації – напруження» бетону. Пояснюються причини такого впливу.

Ключові слова: структурні напруження, січний модуль деформації, повзучість бетону, тривале навантаження.

Приводятся результаты экспериментальных исследований. Анализируется влияние собственных структурных напряжений, вызванных длительным растяжением, на очертание диаграммы «секущий модуль деформации – напряжение» бетона. Объясняются причины такого влияния.

Ключевые слова: структурные напряжения, секущий модуль деформации, ползучесть бетона, длительные нагрузки.

The results of experimental investigations are given here. The influence of their own structural stresses, caused by long tensile strength upon- diagram outline «deformation secant modulus – stress» of concrete. The reasons of such influence are explained.

Key words: structural stresses, deformation section module, concrete creep, durable loadings.

Постановка проблеми. У зв'язку з тим, що будівельні споруди (конструкції) експлуатуються десятками років, виникає питання доцільності дослідження деформативних властивостей старих бетонів, а також впливу тривалих навантажень на деформативні властивості. Цей фактор і обумовив проведення досліджень впливу тридцятип'ятирічного розтягу важкого бетону на його деформативні властивості.

Аналіз останніх досліджень. Дослідами доведений вплив тривалого навантаження на міцність бетону [1]. Пояснюється такий вплив частково інтенсифікацією хімічних процесів, обумовлених тривалим навантаженням. Інтенсифікація хімічних процесів підвищує й модуль деформації бетону.

Крім цього, на міцність та деформативність впливають і власні структурні напруження, викликані повзучістю бетону при тривалому навантаженні.

Експериментально доведено, що залежність «січний модуль деформації – напруження» ($E'-\sigma$) за відсутності власних (структурних) напружень і тріщин є прямою лінією [2]. Залежність $E'-\sigma$ є своєрідним «індикатором» власного напруженого стану бетону. Так, напруження, викликані повзучістю при стиску чи усадкою (цементний камінь розтягнутий, а щебінь стиснутий), викривляють діаграму $E'-\sigma$ на початку навантаження вгору відносно прямої лінії. Набрякання або повзучість бетону при розтязі (цементний камінь стиснутий, а щебінь розтягнутий) викликає структурні напруження, які викривляють діаграму $E'-\sigma$ на початку координат униз від прямої лінії. При появі в бетоні тріщин модуль зростає на початку навантаження при збільшенні сили [3]. Такі особливості деформування бетону дають змогу аналізувати його власний напружений стан і структурні зміни.

Не дослідженим в повному обсязі залишається вплив тривалого розтягу на деформативні властивості бетонів.

Метою даних дослідів є виявлення впливу тридцятип'ятирічного розтягу різної інтенсивності на окреслення діаграми «січний модуль деформації – напруження», а також обґрунтування фізичної механіки такого впливу та його зв'язок із міцністю бетону.

Експериментальна частина. Збільшуючи термін тривалих випробувань, у Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка провели дослід з впливу тридцятип'ятирічного розтягу на властивості важкого бетону [4]. У січні 1974 року призми розмірами 10×10×80 см були навантажені в пружинних установках розтягуючими силами 5, 10 та 15 кН (що відповідає рівням 0,2; 0,4 і 0,6 від руйнівної сили).

Призми бетонувалися у вертикальному положенні в металевих формах із застосуванням торцевих плиток, які забезпечували герметичне зберігання зразків у формах, а також давали змогу випробовувати їх на стиск і розтяг, не змінюючи центрування [5].

У віці 14 діб призми були розпалублені, покриті вологоізоляційною сумішшю (яка складалася з воску, парафіну та технічного мастила) і навантажені тривалими силами різної величини. На призмах були встановлені по два тензometri ТА-2 з базою 400 мм. Протягом усього терміну випробувань у приміщенні, де проводилися досліді, витримувались достатньо стабільна температура і вологість повітря.

На початку експерименту, як і в попередніх серіях випробувань [1, 6], усадка навантажених зразків перевищувала повзучість при розтязі, в результаті чого скорочення розтягнутих зразків було більшим, ніж тих, що вільно тверднули. Із часом усадка стала меншою, ніж деформації повзучості, а пізніше й деформації повзучості зменшились і стали співрозмірними з деформаціями, викликаними коливаннями атмосферного тиску [7], і тому не вимірювалися.

Через 35 років призми були розвантажені й випробувані на розтяг до руйнування на випробувальній машині УИМ-50 (на шкалі 50 кН) з вимірюванням деформацій (так само, як і при розвантаженні) тензometri ТА-2 з базою 400 мм.

Після розриву частини кожної призми склалися в одне ціле та випробовувалися на стиск на пресі 2ПГ-125 до руйнування з однаковою витримкою в часі на кожному ступені навантаження та вимірюванням деформацій тензometri ТА-2 з базою 200 мм (установити тензometri з більшою базою на розірваних призмах не можливо) та тензодатчиками (з базою 50 мм) і тензостанцією АИД-2м. Тензometri знімалися з призм, як правило, за два ступеня навантаження від руйнування. Вимірювання деформацій тензодатчиками проводилося до руйнування зразків. Результати випробувань наведені в табл. 1 та на рис.1.

Таблиця 1 – Величина деформацій ε і січного модуля деформацій E' бетону при стиску для призм П-0; П-5; П-10; П-15

σ (МПа)	П-0		П-5		П-10		П-15	
	$\varepsilon \cdot 10^{-5}$	$E' \cdot 10^4$ (МПа)	$\varepsilon \cdot 10^{-5}$	$E' \cdot 10^4$ (МПа)	$\varepsilon \cdot 10^{-5}$	$E' \cdot 10^4$ (МПа)	$\varepsilon \cdot 10^{-5}$	$E' \cdot 10^4$ (МПа)
5	12,2	4,10	16,5	3,03	14,9	3,36	14,7	3,40
10	31,2	3,21	35,7	2,80	33	3,03	29	3,45
15	49,5	3,03	54	2,78	51,4	2,92	45	3,33
20	71,5	2,80	73,7	2,71	69,2	2,89	63,5	3,15
25	93,6	2,67	92	2,72	89,3	2,80	85,7	2,92
30	120	2,50	113,5	2,64	111,2	2,70	107	2,80
35	156	2,24	135,5	2,58	131,8	2,66	129	2,71

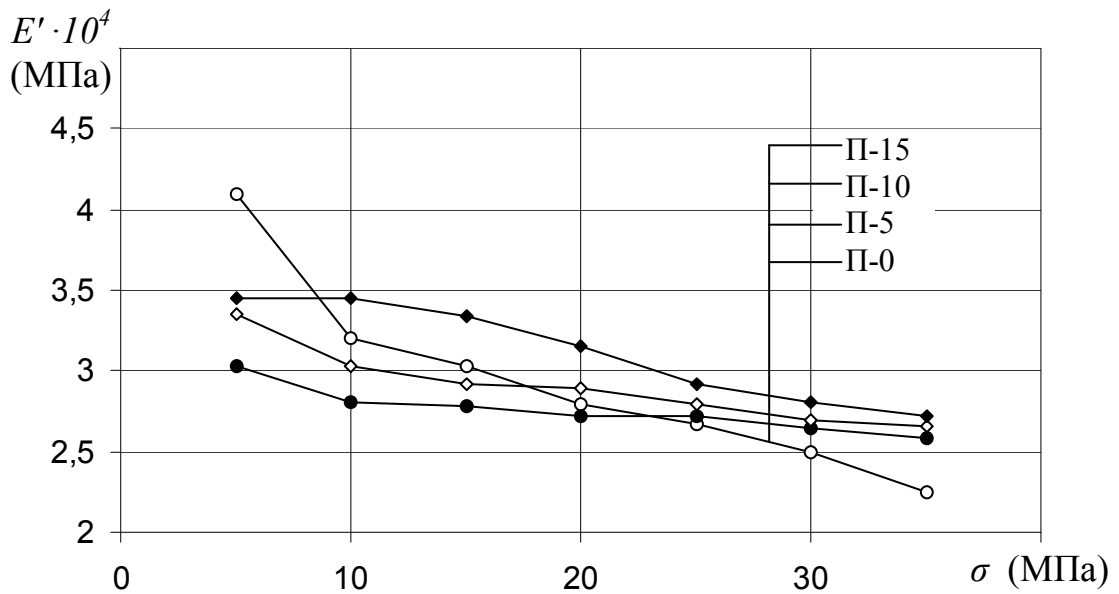


Рисунок 1 – Вплив тривалого розтягу бетону на залежність $E' - \sigma$ при стиску

Як показали раніше проведені дослідження [3], найзручнішим і наочним є аналіз деформативних властивостей бетону за окресленням діаграми «січний модуль деформації – напруження» ($E' - \sigma$).

Висновки. Раніше зазначалося [6], що на деформативні властивості бетону (як і на міцність) при тривалих навантаженнях впливає інтенсифікація хімічних процесів і структурні напруження, викликані повзучістю бетону. Як видно з рис. 1, збільшення рівня тривалого навантаження привело до зростання січного модуля деформації. Ураховуючи те, що повзучість бетону при розтязі (як при набряканні) зменшує модуль деформації при стиску, можна зробити висновки, що повзучість у даному випадку мало вплинула на величину модуля. У той же час вплив інтенсифікації хімічних процесів при більшому тривалому навантаженні був більшим, що й привело до підвищення модуля деформації (при зниженні міцності бетону на розтяг). Зниження міцності на розтяг при збільшенні рівня тривалого навантаження можна пояснити появою поперечних мікротріщин у бетоні, які у свою чергу різко зменшили модуль деформації на початку навантаження, тобто зняли «сплеск» модуля, який спостерігається в зразках П-0 (рис. 1), а в зразках П-15 діаграма $E' - \sigma$ на початку навантаження навіть «відхилилась» униз від прямої лінії.

У той же час зниження міцності бетону в призмах П-10 і П-15 (порівняно з міцністю призм П-5) свідчить про наявність власних напружень, викликаних повзучістю при розтязі (цементний камінь стиснутий у ненавантажених зразках). Якщо таких власних напружень і немає, то врешті-решт повзучість при розтязі зменшила напруження, обумовлені усадкою бетону. В результаті такого збігу впливу деформацій витікає висновок: чим вищий рівень тривалого навантаження, тим менші залишкові усадкові напруження і тим менша міцність бетону на стиск [4].

Що стосується діаграми $E' - \sigma$ бетону, який не піддавався тривалому навантаженню (зразки П-0), то вона принципово відрізняється від діаграм тривало навантажуваних призм. На початку навантаження діаграма різко підіймається вгору від прямої лінії, що свідчить про наявність власних (структурних) напружень, викликаних усадкою бетону.

При подальшому навантаженні модуль знижується і стає меншим від усіх модулів тривало навантажуваних зразків, що цілком природно: адже в

зразках П-0 не проявлялась інтенсифікація хімічних процесів та висихання бетону. Часто інтенсивність усадки в неізольованих бетонах обумовлює появу усадкових тріщин. При таких особливостях зростання усадкових напружень інтенсивно проявляється і їхня релаксація.

У вологоізольованих зразках усадка проявляється лише за рахунок хімічних процесів і тому протікає значно повільніше, ніж у неізольованих зразках та продовжується в триваліший період і, як наслідок, релаксація проявляється меншою мірою.

Таким чином, проаналізовані особливості деформування і структурні зміни, викликані тривалим розтягом важкого бетону. Залишається не повністю дослідженим вплив тривалого навантаження на властивості легких бетонів, особливою яких є значно менша жорсткість заповнювача (щебеню), ніж у важких бетонах.

1. Література

2. Фенко Г.А. Влияние длительного растяжения на свойства бетона / Г.А. Фенко, А.В. Гергель // *Изв. вузов. Строительство.* – 2001. – №11. – С. 129 – 132.
3. Макаренко Л.П. Практический способ определения модуля упругости и упругопластических характеристик бетона при сжатии / Л.П. Макаренко, Г.А. Фенко // *Изв. вузов. Строительство и архитектура.* – 1970. – №10. – С. 141 – 147.
4. Фенко Г.А. Влияние структурных напряжений на деформативные свойства бетона / Г.А. Фенко // *Изв. вузов. Строительство.* – 2001. – №4. – С. 124 – 145.
5. Вплив тридцятирічного розтягу на міцність бетону / Г.О. Фенко, А.В. Гергель, О.Г. Фенко, В.В. Пашинський, Р.О. Повзик // *Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво).* – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – Вип.2(24). – С. 38 – 42.
6. Фенко Г.А. Методика комплексного испытания бетонных призм на растяжение и сжатие / Г.А. Фенко // *Ползучесть и усадка бетона: сб. тр. (материалы совещания союзной комиссии РИЛЕМ).* – К.: Будівельник, 1969. – С. 181 – 185.
7. Фенко Г.О. Вплив тридцятирічного розтягу на деформативні властивості бетону / Г.О. Фенко, А.В. Гергель, О.Г. Фенко, О.Є. Зима, Т.П. Куч // *Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво).* – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – Вип. 18. – С. 86 – 89.
8. Фенко А.Г. Влияние изменения атмосферного давления на деформации усадки и набухания бетона / А.Г. Фенко // *Бетон и железобетон в Украине.* – 2001. – №6. – С. 9 - 10.

Надійшла до редакції 29.03. 2010

© Г.О. Фенко, О.Г. Фенко, А.В. Гергель,
В.В. Пашинський, Р.О. Повзик