

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРІЩИНОУТВОРЕННЯ БЕТОНУ В РАННІ ТЕРМІНИ ЙОГО ТВЕРДНЕННЯ В КОНСТРУКЦІЇ

Шейніч Л.О., *д.т.н., проф.*, Миколаєць М.Г., *к.т.н.*

*Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут
будівельних конструкцій», Київ, Україна*

На сьогоднішній день, в умовах монолітного будівництва, досить часто практикується формування масивних конструкцій, які мають великі об'єми бетону. Такі конструкції сприяють підвищенню сейсмостійкості. Але в ранні терміни тверднення бетону вони схильні до утворення тріщин в результаті свого розігріву. Тому є актуальною проблема тріщиноутворення бетону на ранніх стадіях тверднення.

Факторів, які впливають на цей процес досить багато: склад бетонної суміші, усадка бетону, зовнішні умови, догляд за бетоном тощо.

Перед початком робіт по бетонуванню конструкції, необхідно мати спеціально розроблений «Проект виконання робіт» або «Технологічний регламент». В документі мають бути чітко встановлені норми та порядок виконання підготовчих робіт, армування конструкції, монтажних робіт, бетонування та догляду за бетоном, враховано умови навколишнього середовища, характерні для даного сезону. Для зниження вірогідності утворення тріщин в ранні терміни тверднення бетону важливим є вибір типу та кількість в'язучого, від чого, в подальшому, залежить клас бетону та його поведінка в часі. Тому були проведені дослідження, щодо визначення впливу якості цементу, його кількості в бетоні на вірогідність утворення деформацій у ранні строки його тверднення.

Дослідження особливостей структуроутворення в ранні терміни тверднення бетону проводилась на модельних цементно-піщаних композиціях різного складу. Необхідність застосування цементно-піщаних моделей замість бетонних сумішей обумовлена конструкцією лінійки, за допомогою якої визначалась рання усадка тверднучого матеріалу (рис.1).

Цементно-піщана модель бетону С32/40 в своєму складі мала співвідношення цемент:заповнювач=1:4, що відповідало такому співвідношенню в реальному бетоні. Також вона містила однаковий вміст хімічних добавок по відношенню до витрати цементу, що і в реальному бетоні.



Рис. 1. Лінійка з пристроєм автоматичної реєстрації деформацій та форми з цементно-піщаним розчином

Інша досліджувана цементно-піщана модель з більшим вмістом заповнювача мала витрату цементу по відношенню до заповнювача 1:4,5, що відповідало вмісту цементу близько 440 кг на 1 м³ бетону і по співвідношенню цемент:заповнювач наближалась до співвідношення компонентів в бетоні класу C25/30. Витрати хімічних добавок в другій цементно-піщаній моделі були такі ж самі, що і в реальному бетоні класу C25/30. Склади цементно-піщаних композицій наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Склади модельних цементно-піщаних розчинів

| Співвідношення цемент:заповнювач | Компонент | Усього, % | Маса, кг |
|----------------------------------|--|-----------|----------|
| 1:4,5 | Цемент ПЦ II А/Ш-400 | 18,2 | 2,184 |
| | Пісок висушений 0,2...0,6 мм | 17,8 | 2,136 |
| | Відсів кварцу 0,8...2,0 мм | 32 | 3,840 |
| | Пісок крупний 2,0...8,0 мм | 32 | 3,840 |
| | Витрата: Centrament N3 – 0,6 %, Поліпласт СП-1 – 0,8 %, вода – 954 мм. Заглиблення конуса СтройЦНИЛ в суміш – 3,2 см | | |
| 1:4 | Цемент ПЦ II А/Ш-400 | 20 | 2,400 |
| | Пісок сушений 0,2...0,6 мм | 16 | 1,920 |
| | Відсів кварцу 0,8...2,0 мм | 32 | 3,840 |
| | Пісок крупний 2,0...8,0 мм | 32 | 3,840 |
| | Витрата: Centrament N3 – 0,2%, SR3 Dynamon Марей – 0,9 %, вода – 983 мм. Заглиблення конуса СтройЦНИЛ в суміш – 3,8 см | | |

В дослідженнях використовували цемент ПЦ II/А-Ш-400 виробництва «HEIDELBERGCEMENT Україна», який було відібрано з двох різ-

них партій. Для створення безперервної гранулометрії піску останній мав декілька фракцій.

Методика досліджень була наступна. В спеціальну «лінійку» (рис. 1) з досліджуваною довжиною 1 м вкладалась цементно-піщана суміш при співвідношенні цемент:пісок=1:4, що імітувала бетон класу С32/40 (таблиця 1). Ця лінійка для заміру показників усадки була обладнана індикатором з автоматичним пристроєм реєстрації. Точність відліку складала 0,01 мм. Деформаційні показники розчину знімалися з моменту укладання розчинової суміші в «лінійку» протягом 2 діб. Для встановлення характеристик міцності формувались балочки з цього розчину розміром 40x40x160 мм (рис. 1). Випробовування на міцність проводились у віці 12, 24 і 48 год. Аналогічні дослідження були проведені на цементно-піщаній суміші, але з співвідношенням цемент:пісок=1:4,5, що наближалось до імітації бетону класу С25/30 (таблиця 1).

Результати досліджень міцності бетонів двох складів, на двох різних партіях цементу наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Міцність цементно-піщаних розчинів в ранні терміни

| Співвідношення цемент: пісок | Випробування зразків після виготовлення через, год | Міцність цементно-піщаних зразків з порландцементом ПЦ II/A-III-400 виробництва «HEIDELBERGCEMENT Україна» | | | |
|------------------------------|--|--|---------------|-----------------|---------------|
| | | цемент 1 партії | | цемент 2 партії | |
| | | на стиск, МПа, | на згин, МПа, | на стиск, МПа, | на згин, МПа, |
| 1:4 | 12 | 1,70 | 0,38 | 4,03 | 0,85 |
| | 24 | 13,8 | 2,6 | 16,9 | 3,20 |
| | 48 | 27,31 | 4,19 | 30,56 | 4,59 |
| 1:4,5 | 12 | 2,7 | 0,56 | 2,18 | 0,6 |
| | 24 | 12,75 | 0,3 | 9,9 | 0,34 |
| | 48 | 26,09 | 3,86 | 20,35 | 3,78 |

В результаті аналізу отриманих даних можна відмітити, що характеристики міцності розчинових балочок, що були випробовані в одні терміни, з одного цементу, але з різних його партій, в ранні терміни тверднення мають значну розбіжність, але з часом ця розбіжність зменшується. Більш того, в віці 28 діб розчини одного складу мають один клас міцності. Це свідчить про нестабільність швидкості набору міцності даного цементу в ранні терміни тверднення. Ця нестабільність його якості повинна сильно впливати на процес структуроутворення (можливість тріщиноутворення) в ранні терміни тверднення реального бетону в реальних умовах будівництва.

Також, були побудовані криві деформацій цементно-піщаних розчинів. Результати досліджень наведені на рисунках 2 та 3.

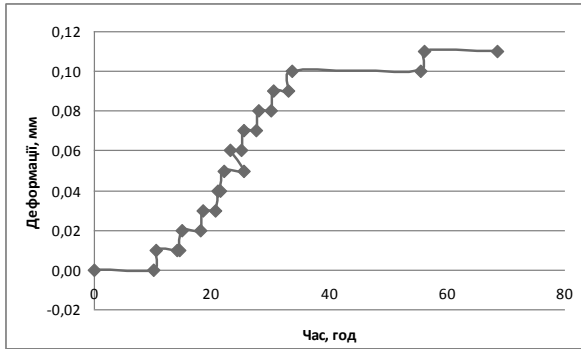


Рис.2. Деформації цементно-піщаного розчину складу цемент:заповнювач=1:4,5

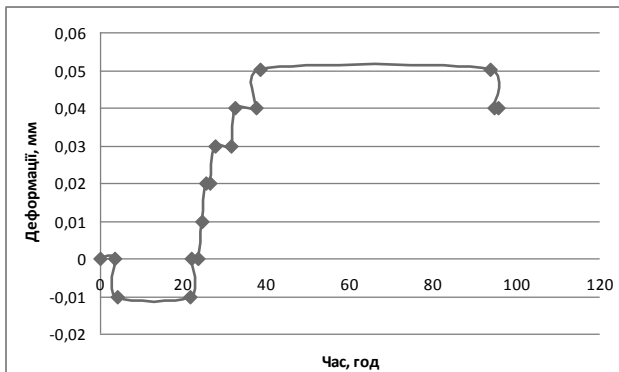


Рис.3. Деформації цементно-піщаного розчину складу цемент:заповнювач=1:4

Аналіз деформацій цементно-піщаних розчинів в ранні терміни їх тверднення вказує, що цементно-піщаний розчин, що імітує бетон С32/40 має в перші 20 год тверднення усадки, а цементно-піщаний розчин, що близький по відношенню цемент:заповнювач до бетону С25/30 усадки практично немає. Таким чином, бетони з високою міцністю і, відповідно, з більшою витратою цементу більш уразливі на ранніх стадіях тверднення до тріщиноутворення, ніж бетони з нижчим класом міцності.

Висновок. Таким чином, в результаті проведених досліджень встановлено, що тріщиноутворення бетону в ранні терміни тверднення, при рівних інших чинниках, залежить від якості цементу (зокрема стабіль-

ності значень його міцності в ранні терміни тверднення) та витрати в'язучого на 1м³ бетону. Тобто високоміцні бетони більш уразливі до тріщиноутворення в ранні терміни тверднення, ніж бетони з нижчою міцністю, що необхідно враховувати при проектуванні бетонування конструкцій великої площі, наприклад плит перекриття.

Summary

Conducted studies of the concrete structure formation in the early stages of hardening. The influence of the quality (in particular the stability of the value of its strength in the early stages of hardening) and amount of binder for concrete cracking in the early stages of its hardening.

Література

1. ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельно призначення. Технічні умови. К.: ДП «Укрархбудінформ», 2011. – 14 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-215:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу. К.: ДП «Укрархбудінформ», 2010. – 14 с. (Building materials. Concretes. Rules of selection of composition).
3. ДСТУ Б В.2.7-216:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення деформацій усадки та повзучості. К.: ДП «Укрархбудінформ», 2010. – 24 с. (Building materials. Concretes. Methods of shrinkage and creep determination).
4. ДСТУ Б В.2.7-224:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності. К.: ДП «Укрархбудінформ», 2010. – 14 с. (Building materials. Concretes. Rules for the strength control).