

З.Я. Бліхарський, Р.Є. Хміль, Р.В. Вашкевич, І.В. Васільєв
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра будівельних конструкцій і мостів

ДОСЛІДЖЕННЯ З’ЄДНУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ НАРОЩУВАННЯ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ ПІДСИЛЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК

© Бліхарський З.Я., Хміль Р.Є., Вашкевич Р.В., Васільєв І.В., 2007

Розглянуто різні матеріали, що широко сьогодні застосовуються, для забезпечення сумісної роботи існуючого бетонного перерізу з новим бетоном підсилення. Наведено методику та результати проведених експериментальних та аналітичних досліджень.

In this article different types of materials which are widely used currently for providing of compatible work of existent concrete with the new concrete of strengthening are examined. The method and results of the conducted experimental and analytical research are presented

Постановка проблеми. Внаслідок тривалої експлуатації будівель та споруд часто в складних умовах виникає потреба у їх реконструкції. Вона часто пов’язана з необхідністю підсилення залізобетонних конструкцій. При цьому особливістю таких робіт є те, що під час підсилення необхідно виконувати нарощування перерізу бетону чи арматури конструкції. Забезпечення якісного зчеплення існуючого бетону з бетоном підсилення обойм є важливим технічним завданням, яке необхідно розв’язати під час підсилення залізобетонної конструкції. Також зчеплення впливає на повноту використання фізико-механічних характеристик елементів підсилення. Тому дослідження ефективності включення в роботу, або іншими словами – забезпечення сумісної роботи елементів підсилення (“нового” бетону) та підсилюваної конструкції (“старого” бетону), є актуальними та мають практичне значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями в напрямку підсилення залізобетонних конструкцій займався і займаються багато вчених [1–4]. Найпоширенішими методами нарощування перерізів залізобетонних конструкцій є влаштування залізобетонних обойм, сорочок тощо. Аналіз виконаних досліджень показує, що невелика кількість їх стосується забезпечення зчеплення бетону за допомогою сучасних матеріалів: органічних, неорганічних, мінеральних, синтетичних тощо. Необхідність підсилення або відновлення будівельних конструкцій виникає також внаслідок передчасного корозійного руйнування матеріалів.

Мета роботи – промоделювати підсилення залізобетонних балок влаштуванням обойми із застосуванням спеціальних на даний час найпоширеніших з’єднувальних сумішей. Для реалізації цієї мети передбачено проведення експериментально-аналітичних досліджень з’єднувальних сумішей, результати яких дають змогу сформулювати основні засади розроблення методики підсилення залізобетонних балок. Такі дослідження необхідні, оскільки під час підсилення перерізу дуже важливим є зчеплення “старого” бетону конструкції з “новим” бетоном обойми підсилення.

Експериментальні дослідження. Необхідно зауважити, що на покращання сумісної роботи “старого” і “нового” бетонів має вплив склад “нового” бетону, а саме така його властивість, як мінімальні усадкові деформації під час тверднення [5–6]. Зрозуміло, що чим більші усадкові деформації виникають в бетоні підсилення, тим більші внутрішні напруження виникають в зоні контакту двох бетонів, які з’єднуювальному шару необхідно додатково сприймати. Саме тому на початку був підібраний склад бетону, який потрібно використовувати під час експериментальних досліджень з’єднувального шару. Для цього було сформовано кілька складів бетонів з обов’язковим застосуванням у них різних видів суперпластифікаторів підбором фракційного складу крупного та

дрібного заповнювачів бетонної суміші. Для дослідження бетонів на їх усадження під час тверднення виготовляли бетонні призми розмірами 100×100×400 мм з забетонованими у торцях металевими кульками. Для надійного їх з'єднання з бетоном кульки виконували з анкерами у вигляді м'якого дроту. Така конструкція зразків давала можливість за допомогою спеціальної установки вимірювати поздовжні деформації призм, приймаючи за базу вимірювань відстань між зовнішніми гранями кульок (рис. 1).



Рис. 1. Загальний вигляд зразків дослідних бетонних призм

Для визначення найефективнішого складу бетону через 28 діб після формування зразків визначали такі два основні показники якості бетону, як:

- максимальна міцність бетону на стиск;
- мінімальні деформації усадження під час тверднення.

За результатами проведених досліджень був підібраний такий склад бетону підсилення (склад № 2):

Ц:П:Щ=1:1,14:2,62 за водоцементного відношення В/Ц = 0,35. Застосовано цемент марки М400 Миколаївського цементного заводу, кварцовий пісок Ясницького кар'єру без домішок з модулем крупності $M_c = 1.4$, щебінь – гранітний Селіщанського кар'єру Рівненської області різної фракційності: 0–2 мм – 15 %, 2–5 мм – 35 %, 5–10 мм – 50 %. Використано у бетоні суперпластифікатор Sika ViskoCrete – 3 (осадження конуса бетонної суміші 15 см). Середня кубикова міцність на час випробувань становила 49,5 МПа.

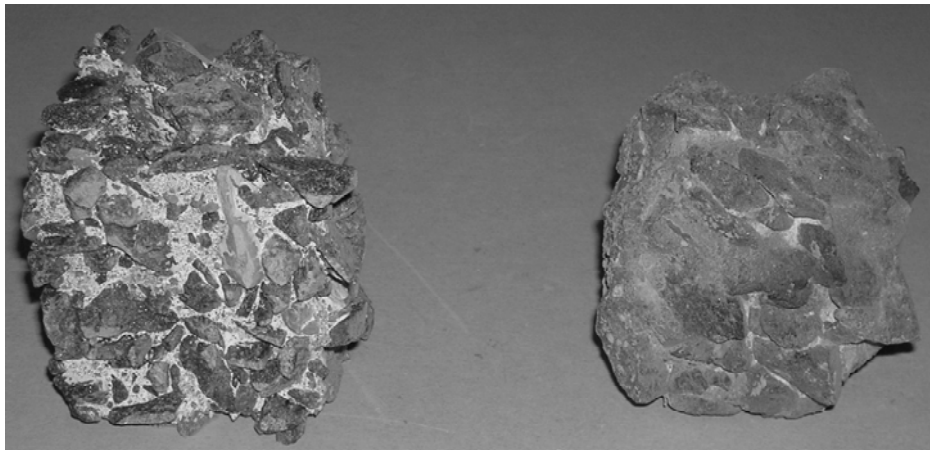
Цей склад показав найбільшу з усіх кубикову міцність та однаково з іншими бетонами на суперпластифікаторах (ADDIMENT FM 34, Woermann FM 21) незначну величину деформацій усадження бетону. Тому цей склад було вирішено застосовувати у подальших дослідженнях як модель бетону підсилення залізобетонної конструкції через влаштування обойми.

Основні експериментальні дослідження для вибору оптимального з'єднувального шару передбачали проведення випробування на бетонних кубиках з розмірами 100×100×100 мм. Ці кубики моделювали так званий „старий” бетон конструкції. Оскільки більшість залізобетонних конструкцій, що експлуатуються сьогодні і які потребують підсилення чи відновлення, виготовляли кілька десятків років тому. Більшість з них без застосування хімічних додатків та багатофракційного складу бетону, тому і склад бетону був прийнятий відповідний, а саме – звичайний важкий бетон 1970–1980 рр. (склад № 1):

Ц:П:Щ=1:1,51:2,97 за водоцементного відношення В/Ц=0,46. Цемент марки М400 Миколаївського цементного заводу. Пісок використано кварцовий Ясенецького кар'єру Львівської області без домішок з модулем крупності $M_c=1.4$, щебінь гранітний фракції 5–10 мм. Кубикова міцність бетону становила 34 МПа.

Для того, щоб створити пошкоджену поверхню, спочатку бетонні кубики занурювали в агресивне середовище (використовували 10 %-й розчин сірчаної кислоти). Коли ребро кубиків

зменшувалося від розміру 100 мм до 62–67 мм, припинявся доступ агресивного середовища, поверхню кубиків зачищали за допомогою піскоструменевого пристрою (рис. 2).



а

б

Рис. 2. Загальний вигляд експериментальних кубів, пошкоджених агресивним середовищем: а – відразу після впливу агресивного середовища; б – після зачищення піскоструменевим пристроєм

Для відновлення кубиків до попередніх розмірів було використано бетон складу № 2 (див. вище). Як з'єднувальний шар найчастіше у практиці будівництва сьогодні використовують такі матеріали [7]:

- на основі епоксидних смол (однокомпонентні чи багатокомпонентні);
- на основі мінеральних сполук (цементні);
- на основі синтетичних хімічних сполук (каучукові, латексні тощо).

Тому у цих експериментальних дослідженнях використано як з'єднувальний шар такі чотири різні матеріали:

- епоксидну смолу;
- силол-латекс;

а також на основі мінеральних сполук, за якими, на наш погляд, майбутнє (через їх близькість за своєю мінеральною природою до хімічного складу бетону) мають такі два матеріали:

- Dietermann Cerinol ZH;
- Sika Monotop 610.

Пошкоджені куби покривали з'єднувальним шаром і відновлювали їх переріз „новим” бетоном в металевих формах. Одночасно забетоновували три кубики одного типу відновлення.

На 28 добу відновлені кубики було випробувано на гідравлічному пресі на стиск до руйнування. Найбільшу кубикову міцність відновлені зразки, а відповідно і найбільшу міцність з'єднувального контактного шару під час випробувань показали зразки зі з'єднувальним шаром Sika Monotop 610–45,4 МПа (див. таблицю).

Міцність відновлених бетонних кубів

№ з/п	З'єднувальний шар	Середнє значення кубикової міцності, R	
		МПа	R/R _{max} , %
1	Епоксидна смола	37,0	81.5 %
2	Силол-латекс	39,1	86.2 %
3	Dietermann Cerinol ZH	43,8	96.5 %
4	Sika Monotop 610	45,4	100 %

Аналіз руйнування кубиків на стиск показав надійну сумісну роботу “старого” (склад № 1) і “нового” (склад № 2) бетонів і лише з руйнуванням кубика відбулося руйнування контактного шару. Експериментальні зразки з застосуванням як з’єднувальних шарів епоксидної смоли та силолу-латексу під час випробування на стиск показали розшарування існуючого “старого” бетону та “нового” бетону підсилення (рис. 3), і як наслідок, їх меншу міцність на стиск порівняно з мінеральними з’єднувальними шарами, а саме – з епоксидною смолою максимально на 18,5 %, силолу-латексу – на 13,8 % менше відповідно.

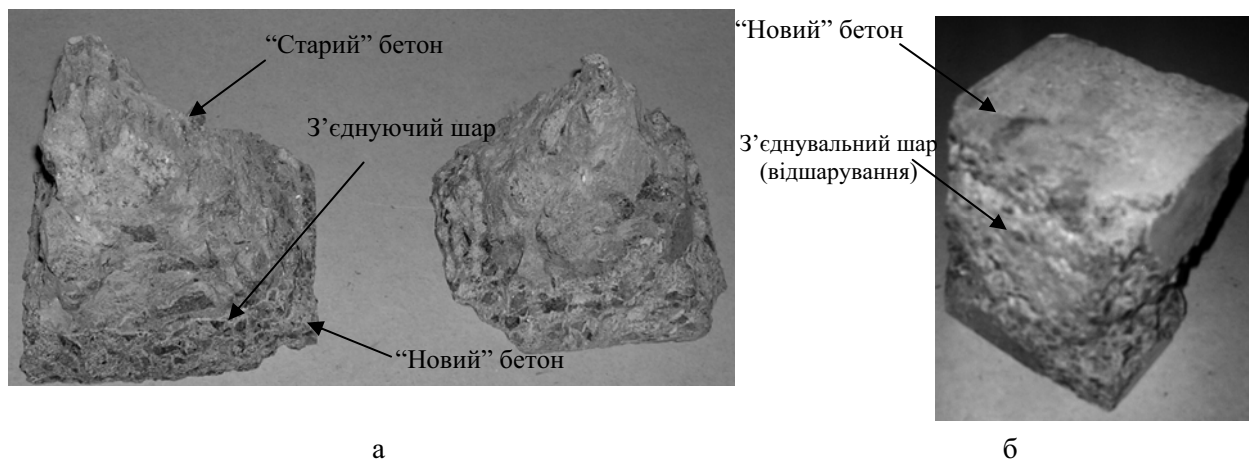


Рис. 3. Загальний вигляд зразків кубів після випробувань на стиск:

а – без відшарування “старого” та “нового” бетонів (мінеральний з’єднувальний шар Sika Monotor 610);
б – з відшаруванням “старого” та “нового” бетонів (з’єднувальний шар – епоксидна смола)

На підставі проведення описаних експериментальних випробувань розроблені основні засади щодо методики підсилення залізобетонних балок, які планується використовувати в подальших дослідженнях. Вони передбачають використання для підсилення залізобетонних балок сучасного за складом бетону з суперпластифікатором Sika ViskoCrete-3 для зменшення усадкових деформацій та з’єднувальний шар на мінеральній основі Sika Monotor 610 для забезпечення сумісної роботи “старого” та “нового” бетонів.

Висновки. Під час проведення експериментальних випробувань відновлення бетонних зразків влаштуванням обойми встановлено, що максимальна сумісна робота „старого” та „нового” бетонів забезпечується із застосуванням з’єднувальних шарів зі спеціальних модифікованих мінеральних матеріалів та використанням бетонів з застосуванням суперпластифікаторів та підбором їх фракційного складу. На підставі проведених досліджень розроблено основні методики підсилення залізобетонних балок шляхом збільшення їх перерізу.

1. Шагин А.Л., Бондаренко Ю.В., Гончаренко Д.Ф., Гончаров В.Б. Реконструкція зданий и сооружений / Под ред. А.Л. Шагина. – М.: Высш. шк., 1991. – 352 с. 2. Хило Е.Р., Попович Б.С. Усиление строительных конструкций. – Львов: Вища шк., 1985. – 156 с. 3. Барашиков А.Я., Малышев А.М. Оценка технического состояния строительных конструкций, зданий и сооружений. – К.: НМЦ Держтехнаглядхоронпраці України, 1998. – 232 с. 4. Петрикова Є.М., Шейніч Л.О., Анопко Д.В. и др. Застосування полімерсилікатних композицій для ремонтних робіт // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. – К.: НДІБК, 2001. – Вип. 54. – С. 546–549. 5. Садииков К.Ш. Влияние суперпластификатора на прочность и упругость бетонов повышенной прочности // Новые исследования по технологии, расчету и конструированию железобетонных конструкций. – М., 1980. – С. 130–133. 6. Полак А.Ф. Твердение мономинеральных вяжущих веществ. – М.: Стройиздат, 1966. – 208 с. 7. Новик А.Ф. Технологічні і експлуатаційні властивості епоксидних полімербетонів: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Минск, 1991. – 20 с.