

ПІДСИЛЕННЯ У СТИСНУТІЙ ЗОНІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЗГИНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПІСЛЯ ЗЕМЛЕТРУСІВ

Попруга Д.В., Валовой О.І.

ДВНЗ «Криворізький національний університет»
м. Кривий Ріг, Україна

АНОТАЦІЯ: Визначено та проаналізовано технологію підсилення у стиснутій зоні залізобетонних згинальних елементів після дії землетрусів при різних способах улаштування контактного шва.

АННОТАЦИЯ: Определена и проанализирована технология усиления в сжатой зоне железобетонных изгибаемых элементов после воздействия землетрясений при разных способах устройства контактного шва.

ABSTRACT: The technology amplification of ferroconcrete flexural members in compressed zone area at different modes of the device of a contact joint after influence of earthquakes is defined and analyzed.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: землетрус, підсилення, клей, шпонки, випуски.

ПРОБЛЕМА ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК З НАУКОВИМИ ТА ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Згідно загального сейсмічного районування територія Дніпропетровської області відноситься до асейсмічних або слабосейсмічних зон. Упродовж останніх 30-ти років йде процес інтенсивних і високотехнологічних гірничодобувних робіт в Криворізькому залізорудному басейні. Величезні об'єми гірських порід в одних місцях (кар'єри, шахти) "вилучаються", в інших накопичуються (хвостосховища, шламонакоплювачі). Відбувається перерозподіл мас, що значною мірою змінює локальні поля тектонічної напруги. Руйнування порід може при цьому відбуватися як у вигляді швидких рухів - землетрусів, так і у вигляді крипових явищ. Несподіваний процес вивільнення внутрішньокорових, а,

можливо, і мантийних навантажень в районі Кривбасу може призводити до прояву техногенно спровокованих землетрусів.

Враховуючи вище сказане, розробка технологій відновлення та підсилення існуючих будівель та споруд у Криворізькому басейні після впливу землетрусів є актуальним і своєчасним завданням для науковців.

У процесі відновлення або підсилення несучих конструкцій, у тому числі й залізобетонних, застосовують різні способи підсилення, частіше за все розтягнутої або стиснутої зони.

Підвищення несучої здатності підсиленої конструкції відбувається за умови сумісної роботи шару підсилення та підсилюваної конструкції. Сумісна робота цих компонентів підсиленої конструкції досягається шляхом улаштування контактних швів достатньої міцності.

Для порівняння з традиційними способами улаштування контактного шва при підсиленні нарощуванням залізобетонних згинальних елементів у стиснутій зоні (улаштування шпонок та випусків арматури), у дослідженні були використані способи підсилення із застосуванням матеріалів, які підвищують зчеплення шару підсилення з бетоном підсилюваної конструкції. З цією метою було прийнято рішення використати в якості з'єднувального шару клей Ceginol ZH фірми Dietmann.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідженням роботи підсиленних залізобетонних конструкцій присвятили свої роботи Л.В.Афанасьєва, А.Я.Барашиков, С.В.Бондаренко, Б.А.Боярчук, О.І. Валовой, Г.В.Гетун, О.Б.Голишев, О.Ю.Єрьоменко, О.Д.Журавський, І.В. Задорожнікова, Л.А.Мурашко і багато інших.

Метою дослідів було визначити особливості технології підсилення залізобетонних згинальних елементів у стиснутій зоні після впливу землетрусів при різних способах улаштування контактного шва та визначити ефективність кожного зі способів.

МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Програма виготовлення експериментальних балок наведена в табл. 1.

Для досліджень було виготовлено п'ять серій експериментальних зразків балок, по дві у кожній серії. При цьому балки першої та другої серій підсиленню не підлягали та мали прямокутний і тавровий поперечні перерізи відповідно. Балки третьої, четвертої та п'ятої серій були підсилені

в стиснутій зоні, при цьому їх поперечний переріз змінився з прямокутного на тавровий.

Таблиця 1

Програма виготовлення дослідних балок

Марк-ня зразків	№ серії	Спосіб підсилення	Поперечний переріз зразків	Кіл-ть
БКП-1 БКП-2	1	Балки контрольні без підсилення (контрольна серія)		2
БКПТ-1 БКПТ-2	2	Балки таврового перерізу без підсилення (контрольна серія)		2
БПКП-1 БПКП-2	3	Балки підсилені в стиснутій зоні на клею		2
БПШП-1 БПШП-2	4	Балки підсилені в стиснутій зоні на шпонках		2
БПВП-1 БПВП-2	5	Балки підсилені в стиснутій зоні на випусках		2

Експериментальні балки виготовляли в заводських умовах з використанням стандартної опалубки для перемичок серії ЗПБ 21–8. Балки контрольної серії таврового перерізу виготовляли у заздалегідь виготов-

леній дерев'яній опалубці. Розміри поперечного перерізу балок до підсилення склали 120×220 мм, а загальна довжина – 2070 мм [1].

Зразки виготовлені з бетону проектного класу В–20 та В–25 на відходах збагачення залізних руд, для якого використали шлакопортландцемент М400 Криворізького цементного заводу, пісок з відходів збагачення мокрої магнітної сепарації залізистих кварцитів ВАТ “Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат” з модулем крупності $M_k = 2,0$ і щебінь сухого магнітного збагачення залізистих кварцитів ВАТ “Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат” крупністю 5...20 мм.

Бетонування шару підсилення проводили не раніше 28 діб після бетонування непідсилених балок. Перед укладанням бетонної суміші зразки балок, окрім контрольних серій, піддавали навантаженню, яке становило 0,7...0,8 від руйнівного та спричиняло розкриття нормальних тріщин до рівня 0,15...0,2 мм. Цим відтворювали ситуацію перебування дослідних балок під впливом різних силових факторів (сейсмологічних впливів).

Підсилення нарощуванням проводили в такий спосіб: на поверхні балок третьої серії (БПКП) у зоні контакту “старого” та “нового” бетонів, виконували насічку глибиною до 10 мм з подальшою обробкою поверхні металевими щітками та знежиренням, потім вкладали з'єднувальний шар з клею Cerinol ZH фірми Dietermann, який сильно втирали в поверхню балок за допомогою щітки. Дотримуючись принципу нанесення “свіже на свіже”, на ще свіжий з'єднувальний шар з матеріалу Cerinol ZH наносили шар бетону підсилення.

Cerinol ZH – це модифікований синтетичними речовинами матеріал на основі цементу, призначений для виконання з'єднувального шару на елементах будівельних конструкцій, що піддаються високим навантаженням [1].

Для балок четвертої серії (БПШП) у контактному шві між основним бетоном та бетоном підсилення улаштовували шпонкове з'єднання (штучні заглиблення глибиною 10 мм і більше). Перед укладанням шару підсилення проводили обробку поверхні металевими щітками та знежирення.

Для балок п'ятої серії (БПВП) в зоні контакту “старого” та “нового” бетонів були передбачені вертикальні випуски з арматури Ø8 А400С, розташовані парами з кроком 70 мм по краях балки. Укладання шару підсилення проводили на попередньо підготовлену поверхню. Проектне положення арматурних каркасів шару підсилення забезпечували за рахунок поперечної арматури каркасів, яка обмежувала їх рухомість під час бетонування.

Бетонування полиць підсилення проводили у лабораторних умовах за допомогою попередньо виготовленої (для серії БКПТ) дерев'яної опалубки.

Розпалублення зразків виконували через 28 діб після бетонування підсилюючого шару. Після чого балки ретельно обстежували, перевіряли рівність їх поверхонь, наявність тріщин та раковин.

Перед випробуваннями зовнішні поверхні балок були очищені і промарковані.

Короточасні випробування експериментальних балок проводили на універсальному гідравлічному пресі ПММ–250 за схемою однопролітної вільнолежачої балки, навантаженої двома зосередженими силами в третилах прольоту[2].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Несуча здатність підсилених балок у порівнянні з непідсиленими збільшилася на 28...36%. Найбільше підвищення несучої здатності отримали балки підсилені за рахунок клею, серія БККП; найменша несуча здатність виявилася у балок серії БПШП, підсилених за допомогою шпонок [3].

2. За результатами аналізу ширини розкриття тріщин підсилених балок на стадії навантажень 0,7...0,8 від руйнівного встановлено, що ширина розкриття тріщин зразків серії БККП зменшується на 34% порівняно з непідсиленою серією; для підсилених зразків серій БПШП та БПВП ширина розкриття тріщин зменшується на 47% [4].

3. Прогини зразків серії БККП на стадії навантажень 0,7...0,8 від руйнівного дорівнюють значенням прогину непідсилених зразків серії БКП при рівні експлуатаційних навантажень. Прогини зразків підсилених серій БПВП та БПШП, відповідно на 41% та 43% менші за значення прогинів контрольних зразків [5].

ВИСНОВКИ

Найбільш ефективним способом улаштування контактного шва при підсиленні залізобетонних згинальних елементів у стиснутій зоні шляхом нарощування, з точки зору підвищення несучої здатності, є застосування в якості з'єднувального шару – клею. З точки зору тріщиностійкості та деформативності найбільш ефективними способами улаштування контактного шва є шпонкове з'єднання та з'єднання на випусках арматури.

Спосіб улаштування контактного шва за допомогою клею Cerinol ZH показав найменшу вартість і трудомісткість при улаштуванні.

Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення технології підсилення залізобетонних згинальних елементів існуючих будівель та споруд після сейсмологічних впливів на них.

ЛІТЕРАТУРА

1. Попруга Д.В. Ефективні матеріали для підсилення залізобетонних конструкцій / М.О. Валовой, Д.В. Попруга // Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. пр. – Вип. 17. – Рівне : НУВГП , 2008. – С. 7–13.
2. Попруга Д.В. Міцність стикових з'єднань при підсиленні залізобетонних згинальних елементів у стиснутій зоні: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.01 “Будівельні конструкції, будівлі та споруди”/ Д.В. Попруга. – Київ, 2009. – 20 с.
3. Попруга Д.В. Напружено-деформований стан підсилених залізобетонних згинальних елементів виготовлених на відходах гірничо-збагачувальних комбінатів / Д.В. Попруга, О.І. Валовой // Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. пр. – Вип. 21. – Рівне : НУВГП , 2011. – С. 611–617.
4. Попруга Д. В. Тріщиностійкість підсилених у стиснутій зоні залізобетонних згинальних елементів / Д.В. Попруга, О.І. Валовой // Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. пр. – Вип. 20. – Рівне : НУВГП , 2010. – С. 493–499.
5. Попруга Д.В. Прогини підсилених у стиснутій зоні залізобетонних згинальних елементів / Д.В. Попруга, О.І. Валовой // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Вип. 38. – Одеса : ОДАБА , 2010. – С. 525-529.

REFERENCES

1. Popruha, D.V. and Valovoy, M.O. (2008), Effective materials for strengthening reinforce-concrete constructions: Resurse saving materials, constructions, buildings and structures: collection of scientific papers. - Vol. 17. – Rovno: NUWE. - P. 7–13.
2. Popruha, D.V. (2009), Durability of butt connections is at strengthening of reinforce-concrete bend elements in the compressed area: a thesis for the degree of Ph.D.: 05.23.01, Kyiv National University of Construction and Architecture. - Kyiv, Ukraine.
3. Popruha, D.V. and Valovoy, O.I. (2011), Tensely deformed the state of the increased reinforce-concrete bend elements of the ore mining and processing combines made on wastes: Resurse saving materials, constructions, buildings and structures: collection of scientific papers. - Vol. 21. – Rovno: NUWE. - P. 611–617.

4. Popruha, D.V. and Valovoy, O.I. (2010), Firmness is to formation of cracks increased in the compressed area of reinforce-concrete bend elements: Resurse saving materials, constructions, buildings and structures: collection of scientific papers. - Vol. 20. – Rovno: NUWE. - P. 493–499.
5. Popruha, D.V. and Valovoy, O.I. (2010), Bendings of increased in the compressed area of reinforce-concrete bend elements: Herald Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture: Scientific works ODABA. - Vol. 38. - P. 525–529.

Стаття надійшла до редакції 15.07.2014 р.