

РОБОТА СТИСНУТИХ ПОШКОДЖЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ КРУГЛОГО ПЕРЕРІЗУ

Федянін І.А., студ. гр. ПЦБ-627м(н)

Науковий керівник – Клименко Є.В., д.т.н., професор (кафедра Залізобетонних конструкцій та транспортних споруд, Одеська державна академія будівництва та архітектури)

Анотація. У статті викладено причини та види пошкоджень залізобетонних елементів круглого перерізу, які з'явилися в процесі експлуатації. Наведені основні положення методики проведення натурального експерименту та передумови розрахунку таких конструкцій.

Бетон, армований сталеву арматурою, є в даний час та буде на досить довготривалу перспективу, одним з основних будівельних матеріалів

Однак, під час експлуатації стиснуті залізобетонні конструкції, як і усі інші, зазнають зносу. Найчастіше, за сумісної дії стискаючої сили (прикладеної з розрахунковим або випадковим ексцентриситетом) та оточуючого (часто – агресивного середовища) відбувається зменшення поперечного перерізу через руйнування частини бетонного масиву. На рис. 1 показані приклади пошкоджених стиснутих елементів, часткове руйнування яких виникло в процесі експлуатації. Причиною пошкодження є результат сумісної дії різних факторів, а саме: довготривалого використання будівлі або споруди; постійної дії стискаючого, в даному випадку, навантаження; динамічного навантаження; агресивного впливу оточуючого середовища. Проблемою є визначення залишкової несучої здатності таких пошкоджених залізобетонних конструкцій, тобто визначення можливості подальшої експлуатації конструкцій.



Рис. 1. Приклади типів пошкодження стиснутих елементів

Державні будівельні норми України [1] зобов'язують під час проектування враховувати, крім величини зовнішнього навантаження, вплив температури; повзучість та усадку бетону; тривалість дії навантаження. Крім визначення граничного зовнішнього навантаження, яке може витримати конструкція до руйнування (несуча здатність) обмежується також ширина розкриття тріщин та їх переміщення (розрахунки за другою групою граничних станів). Аналогічним чином сформульовані норми та правила в інших європейських країнах. Так, технічним комітетом DCC-104 RILEM (міжнародної спілки експертів та лабораторій з випробування будівельних матеріалів, систем і конструкцій) починаючи з 1991 р протягом трьох років розробив звіт про класифікацію пошкоджень в бетонних конструкціях [2]. В цілому можна зробити висновок, що більша частина пошкоджень бетонних конструкцій, які виникають в процесі експлуатації, виникають через помилки в процесі проектування (стадія проектування), неякісних технологій зведення та низької якості будівельних матеріалів (стадія будівництва), а також перевантаження

конструкцій навантаженнями, вищими за проектні (стадія експлуатації). Конкретна класифікація пошкоджень залізобетонних конструкцій наведена на рис. 2.



Рис. 2. Схема класифікації пошкоджень

Основною характерною особливістю наведених вище пошкоджень є поява різного типу тріщин. Виходячи з цього більш детальна нова класифікація пошкоджень залізобетонних конструкцій може бути розроблена на базі визначення причин появи та типу тріщин в бетоні.

Вище названими проблемами в своїх дослідженнях переймалися Добромислов А.Н., Ахметзянов Ф.Х., Габрусенко В.В. та інші. Дослідження в даному напрямку проводили також Ostergaard, Saouma, Buyukozturk, Surendra і Chengsheng. Виходячи з результатів цих досліджень, можна зробити висновок, що нас більше за все цікавить вид тріщин (прояв пошкодження) як результат навантаження або перевантаження. Якщо фактор виникнення та розвитку тріщини розглядати в часі, то це дасть можливість визначити довговічність конструкції (її ресурс) та будівлі або споруди в цілому.

До причин виникнення та розвитку тріщин слід віднести наступні:

а) перевантаження без залишкових деформацій (короточасні навантаження з пружними деформаціями матеріалів);

б) перевантаження із залишковими деформаціями (за межею пружності матеріалів).

Методика розрахунку залишкової несучої здатності пошкоджених в процесі експлуатації стиснутих залізобетонних елементів круглого перерізу в чинних нормах відсутня. Використання загальних рекомендацій, наведених в [1] не дає змоги розв'язати поставлену задачу.

Для визначення значущих факторів, які впливають на зміну в процесі експлуатації залишкової несучої здатності пошкоджених залізобетонних стиснутих елементів круглого поперечного перерізу були проаналізовані роботи багатьох вітчизняних та закордонних дослідників.

В результаті такого аналізу встановлено, що колони є типовими, простими структурними елементами, що широко використовуються в практиці будівництва, які суттєво впливають на несучу здатність та стійкість усієї будівлі (споруди), як системи, в цілому. Останнім часом дослідження роботи стиснутих елементів зосереджувались на визначенні несучої здатності та уточнення методів розрахунку колон прямокутного

поперечного перерізу. При цьому в методику розрахунку вносилися передумови та методи, які уточнювали розрахунок та робили його більш наближеним до реальної роботи стиснутих елементів при дії зовнішнього навантаження. Слід констатувати, що визначення залишкової несучої здатності конструкції, пошкодженої в процесі експлуатації, і є повірочним розрахунком.

Одним із факторів моделювання пошкодження, отриманого в процесі експлуатації, є його форма. З цієї точки зору, на наш погляд, є форма зменшення поперечного перерізу, яка не має гострих кутів, оскільки під час зносу руйнування відбувається досить плавно по перерізу, а з іншої сторони, форма пошкодження має бути близькою до форми місць руйнування стиснутих залізобетонних елементів. Аналіз дослідів показав, що після руйнування дослідних колон утворюється специфічний «клин», який розміщується приблизно по середині колон на довжині 20...30% їх фізичної висоти. Характерними в цьому плані є досліді Němeček J. [3], Rabie M. [4] (рис. 3 та рис. 4). Розміщення зон руйнування колон на рис. 4 у верхній їх частині автори досліджень пояснюють меншою міцністю бетону у цій зоні конструкції.

Якщо порівняти ці досліді з пошкодженнями, які колони набули проявом досить довгого терміну експлуатації (більше ніж 40 років) (рис. 1), то можна стверджувати, що між ними є суворе та однозначне подібність. Це все приводить до висновку, що колони в будівлях постраждали тільки від структурних змін, але і від довготривалого або короткочасного навантаження високого рівня. Основними характеристиками цього типу пошкоджень є:

- пошкодження розміщене поблизу середини висоти конструкції;
- ідентичний «клин» пошкодження;
- глибина пошкодження від (для круглого поперечного перерізу) $R/2$ до R (де R – радіус перерізу елемента);
- висота пошкодженої ділянки становить 20...30% висоти елемента;
- значними деформаціями розтягнутої арматури (в момент руйнування вона переходить в пластичну зону роботи).

В ході обстеження будівлі та окремих її конструкцій виникають питання, на які має відповідати розроблена методика:

- яка фактична залишкова несуча здатність стиснутого елемента?
- який ресурс вони мають на момент обстеження?
- як вплинуло оточуюче агресивне середовище на міцність матеріалів по поперечному перерізу конструкції?
- можливий та чи доцільний ремонт або підсилення) елементів конструкцій?

Дослідженням роботи пошкоджених залізобетонних елементів приділялось досить мало уваги. В цьому контексті слід відзначити досить об'ємні роботи Клименка Є.В. [6]. На підставі аналізу факторів, що впливають на напружено-деформований стан та залишкову несучу здатність пошкоджених колон круглого поперечного перерізу, встановлені найбільш значущі з них, а саме:

- глибина пошкодження, $b(x_1)$;
- ексцентриситет прикладання зовнішнього зусилля, $e_0(x_2)$;
- кут нахилу фронту пошкодження відносно силової площини, $\gamma(x_3)$.

Таким чином, розроблений трирівневий, трифакторний план експерименту [6]. Кожний із основних факторів будемо розглядати на трьох рівнях (-1; 0; +1). Виходячи з цього матриця планування буде мати вигляд, показаний на рис. 5, деформований стан та несуча здатність непошкоджених конструкцій.

Висновки та результати:

1. Найбільш поширеним видом пошкодження є руйнування частини бетонного перерізу, що призводить (у випадку не перпендикулярності фронту пошкодження головній осі) до косоного позацентрового стиску. Досліджень таких випадків визначення залишкової несучої здатності не проводилось.

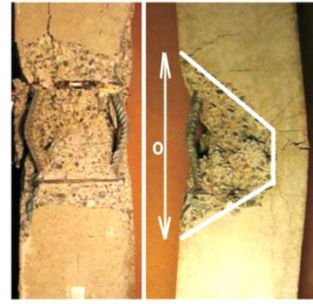


Рис. 3. Характерні пошкодження колон, навантажених осьовою силою (J. Němeček)

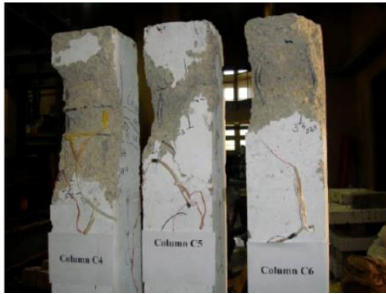


Рис. 4. Характерні пошкодження колон, навантажених осьовою силою (Rabi M.)

	x_1	x_2	x_3
$-I$	0	0	0
0	$R/2$	$R/2$	45°
$+I$	R	R	90°

Рис. 5. Матриця експерименту

2. Розроблена авторами програма досліджень та план експерименту дозволить статистично обґрунтовано визначити напружено-деформований стан залізобетонних стиснутих елементів круглого перерізу, пошкоджених в процесі експлуатації.

Література:

1. Бетонні та залізобетонні конструкції (II-а ред.): ДБН В.2.6.-2011. – [Чинний від 2011-06-01]. – К.: МІНРЕГІОНБУД України, 2009. – 101 с.
2. RILEM TECHNICAL COMMITTEES: Damage classification of concrete structures. The state of the art report of RILEM Technical Committee 104-DCC activity, Materials and Structures/Matg'riaux et Constructions, 1991, pp. 24, 253-259.
3. Němeček J.: Effect of Stirrups on Behavior of Normal and High Strength Concrete Columns, Acta Polytechnica Vol. 44 No.5–6/2004.
4. Rabi M.: Behavior of R.C Columns with Poor Concrete Strength at Upper Part, Life Science Journal;9(2) 2012.
5. Клименко Є.В. Технічний стан будівель та споруд. /Клименко Є.В. – Одеса: ОДАБА, 2010. – 284 с.
6. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / Вознесенский В.А. – М.: Финансы и статистика,1981. 263 с.