

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПОШКОДЖЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК

Згонніков К.С., 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. Представлені результати проведених експериментальних досліджень напружено-деформованого стану залізобетонних балок прямокутного перерізу із закладеними штучними пошкодженнями в стиснутій зоні бетону. Під час проведення експерименту було випробувано 15 різних дослідних зразків та один тестовий залізобетонних балок з розмірами 100×200×1200 мм та робочим прогоном 1000 мм із різними пошкодженнями стиснутої зони бетону та різною величиною відносного прогону зрізу a_v (1d, 2d, та 3d) та отримані дані за якими вдалось визначити для кожного експериментального зразка напружено-деформований стан бетону та поперечної арматури. Також отримані дані дозволяють простежити вплив пошкоженості зразків на зміну характеру напружено-деформованого стану.

Вступ. Значна кількість залізобетонних конструкцій в будівлях та спорудах експлуатується з наявними дефектами та пошкодженнями. Останні неодмінно виникають в елементах будівель та споруд з значними термінами експлуатації, елементах які зазнають аварійних впливів, зазнають зміни силового впливу. Також пошкодження виникають в елементах які знаходяться під впливом агресивного навколишнього середовища [1]. Пошкодження, найчастіше з'являються у вигляді: утворення тріщин, корозії арматури, корозії бетону, зколів бетону. Виникнення пошкоджень призводить до того, що знижуються залишкова несуча здатність елементів, змінення їх напружено-деформованого стану. Тому постає актуальним проведення теоретичних та експериментальних досліджень з встановлення дійсної роботи, напружено-деформованого стану та залишкової несучої здатності пошкоджених елементів, які дозволять розробити методики для визначення подальшої роботи елементів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням роботи пошкоджених елементів та визначенням їх напружено-деформованого стану присвячено ряд робіт. Воскобійник О.П. в своїй роботі [2] проводить дослідження впливу дефектів виготовлення та експлуатаційних пошкоджень на стан залізобетонних балок. Байда Д.М. в своїй роботі [3] досліджує роботу балок, які були частково зруйновані (була утворена система тріщин) під дією навантаження Залишкова несуча здатність та напружено-деформований стан досліджується і в ряді робіт Клименко Є.В. та його учнів [4-6] – досліджена поведінка пошкоджених залізобетонних колон, балок за нормальними перерізами та ін. Всі автори вказують на те, що відбувається суттєвий вплив дефектів та пошкоджень на характер деформування залізобетонних елементів, проте дослідження пошкоджених балок саме в стиснутій приопорній (де переважає поперечна сила) зоні ще не проводились та в доступних наукових джерелах подібної інформації не знайдено.

Мета роботи. Навести результати експериментального дослідження напружено-деформованого стану пошкоджених в стиснутій зоні залізобетонних балок.

Методи дослідження. Методи досліджень представляють собою проведення експериментальних випробувань пошкоджених залізобетонних балок прямокутного перерізу під дією зосередженої сили при різних величинах прогону зрізу, а також подальші обробка та аналіз отриманих експериментальних даних.

На кафедрі залізобетонних конструкцій та транспортних споруд Одеської державної академії будівництва та архітектури були проведені експериментальні дослідження щодо визначення напружено-деформованого стану та залишкової несучої здатності похилих

перерізів прямокутних залізобетонних балок з заздалегідь закладеними штучними пошкодженнями стиснутої зони. В ході проведення досліджень було випробувано 15 різних однопрогінних залізобетонних балок розмірами 100×200×1200 мм з робочим прогоном 1000 мм. Також був випробуваний тестовий зразок Б0 – копія зразку Б1. Використані матеріали для зразків наступні: бетон класу – С25/30; повздовжня робоча арматура – Ø18 мм класу А500С, монтажна повздовжня арматура та поперечна у вигляді хомутив – Ø6 мм класу А240С, що було підтверджено за результати випробування контрольних зразків (бетонних кубів та призм, а також арматурних стрижнів).

Для побудови матриці планування експерименту проводиться варіювання обраних змінних факторів (табл. 1), яке полягає в кодуванні трьох обраних факторів – X_1 , X_2 , X_3 та встановленні рівнів варіювання – “-1”, “0”, “+1” з певним інтервалом.

Таблиця 1 – Варіювання обраними факторами для трифакторної моделі планування експерименту

Фактори обрані для дослідження		Рівні варіювання			Інтервал варіювання
Натуральне значення	Код	“-1”	“0”	“+1”	
Величина прогону зрізу a_v/d , мм	X_1	170/170=1	340/170=2	510/170=3	1
Глибина пошкодження h_1/h , мм	X_2	0/200=0	50/200=0.25	100/200=0.5	0.25
Кут пошкодження $\beta_1/90^\circ$	X_3	0/90=0	30/90=1/3	60/90=2/3	1/3

Характеристики дослідних зразків та значення граничних деформації бетону, поперечної арматури та граничної поперечної сили які були отриманні в результаті експерименту були наведені у таблиці 2

Таблиця 2 – Характеристики дослідних зразків, значення граничних деформації бетону, поперечної арматури та граничної поперечної сили

Шифр зразка	Глибина пошкодження a_1 , мм	Кут пошкодження β , °	Величина прогону зрізу, a_v	Граничні деформації бетону $\varepsilon_c^u \cdot 10^{-5}$	Граничні деформації поперечної арматури $\varepsilon_s^u \cdot 10^{-5}$	Гранична поперечна сила V_u , кН
Б0	0	0	3d	162	559	59,59
Б1	0	0		148	512	59,59
Б2	50	30		283	323	57,14
Б3	50	60		401	402	48,16
Б4	100	30		377	287	47,35
Б5	100	60		200	36	24,49
Б6	0	0	2d	163	712	87,98
Б7	50	30		119	302	65,97
Б8	50	60		177	285	61,58

Б9	100	30	2d	150	204	48,38
Б10	100	60		152	24	37,39
Б11	0	0	1d	41	260	131,36
Б12	50	30		49	184	124,45
Б13	50	60		86	41	116,15
Б14	100	30		45	64	103,71
Б15	100	60		69	144	88,50

Проведено статистичну обробку результатів лабораторних досліджень з використанням регресійного аналізу. Математичний аналіз впливу факторів виконано згідно спланованого експерименту, фактори та рівні якого вказані в табл. 1. та отриманими результатами граничної поперечної сили V_u (табл. 2), було побудовано трифакторну нелінійну експериментально-статичну модель завдяки якій для кожного окремого фактору було визначено залежність його варіації на поперечну силу та показано на рис. 1.

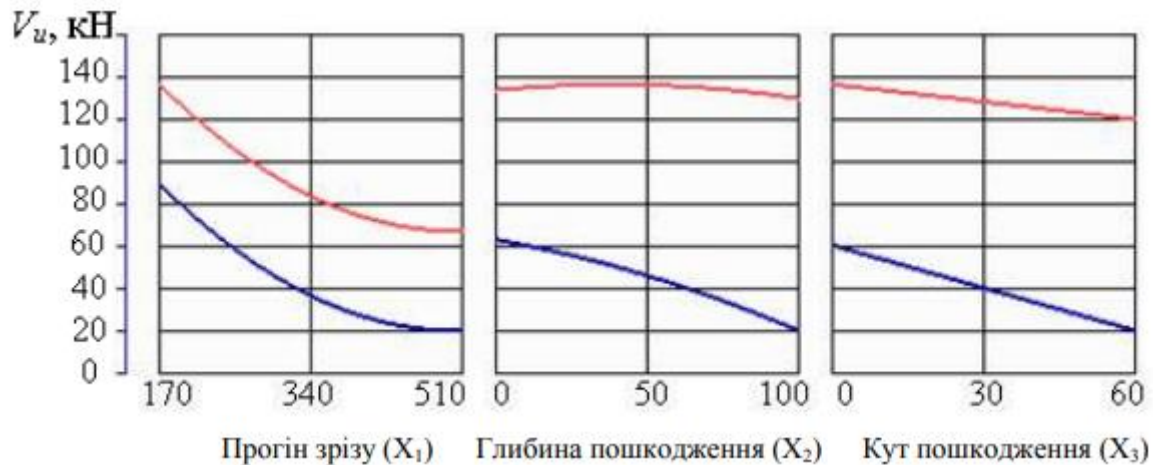


Рис. 1. Однофакторні залежності впливу факторів, що варіюються на граничну поперечну силу

Основні висновки:

1. Проведено експериментальні дослідження визначення напружено-деформованого стану пошкоджених залізобетонних балок прямокутного перерізу та отримані дані граничних зусиль та відповідних деформацій бетону та поперечної арматури в зразках.

2. За результатами експериментальних досліджень вдалось встановити, що зменшення прогону зрізу призводить до зменшення граничних деформацій бетону, утворення пошкоджень також призводить до зменшення деформацій бетону і деформацій арматури. Пошкодження призводять до нахилу нейтральної осі.

3. Отримані дані напружено-деформованого стану показують дійсну роботу пошкоджених залізобетонних балок, що руйнуються за похилими перерізами та є корисними для розробки методик з визначення залишкової несучої здатності похилих перерізів пошкоджених залізобетонних балок прямокутного перерізу.

Література:

1. Бліхарський З.Я. Залізобетонні конструкції в агресивному середовищі та за дії навантаження та їх підсилення: монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 296 с.

2. Експериментальні дослідження залізобетонних балок з дефектами та пошкодженнями, які викликають косий згин / [Воскобійник О. П., Кітаєв О. О., Макаренко Я. В., Бугаєнко Є. С.] // Зб. наук праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2011. – Вип. 1(29). – С. 87–92.