

УДК 624.012

ПОРІВНЯЛЬНІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФРАГМЕНТІВ МОНОЛІТНОГО ПЕРЕКРИТТЯ З ТРУБЧАСТИМИ ВСТАВКАМИ І СУЦІЛЬНОГО ПЕРЕКРИТТЯ

COMPARATIVE EXPERIMENTAL RESEARCH OF MONOLITHIC SLABS FRAGMENTS WITH TUBULAR INSERTS AND SOLID SLABS

Мельник І.В. к.т.н. доц., **Сорохтей В.М.** н.с., **Пристаєвський Т.В.** аспір., **Бачкай О.С.** інж. (Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів), **Грушка Р.І.** студ., **Барчик П.С.** студ. (Львівський коледж будівництва, архітектури та дизайну, м.Львів)

Ing. PhD. Melnyk I.V., R.Eng. Sorokhtey V.M., Pg.S. Pristavky T.V., Eng. Bachkay O.S. («Lviv Polytechnic» National University, c.Lviv) **Grushka R.I. stud., Barchuk P.S. stud.,** (Lviv College of Architecture and Design)

Подано методику та результати експериментальних досліджень фрагментів монолітного залізобетонного перекриття: суцільного; з поперечним розташуванням вставок; з поздовжнім розташуванням вставок.

It is posted a method and results of experimental studies of fragments of monolithic reinforced concrete floors: solid; with transverse inserts; with a longitudinal inserts.

Ключові слова:

Монолітні залізобетонні перекриття, оптимізація, вставки, міцність, жорсткість, тріщиностійкість.

Monolithic reinforced concrete slabs, optimization, insertion, strength, hardness, fracture toughness.

Вступ. В Національному університеті «Львівська політехніка» продовжуються експериментально-теоретичні дослідження монолітних плоских залізобетонних перекриттів з порожниноутворювальними вставками [1, 2, 3].

Такі перекриття все частіше використовують в будівлях різного призначення. При збільшенні прольотів, що є характерною тенденцією, важливою проблемою є зменшення власної ваги залізобетонних перекриттів. Для їх оптимізації доцільно використовувати вставки з відносно легких і дешевих ма-

теріалів [4, 5].

Такі конструктивно-технологічні рішення монолітних перекриттів пов'язані з важливими проблемами ресурсо- і енергозбереження, оскільки суттєво зменшують витрати бетону як дуже енергоємного матеріалу, а також власну вагу перекриття і, відповідно, кількість робочої арматури.

Аналіз досліджень і публікацій. В магістерській роботі [6], виконаній під керівництвом Мельника І.В., досліджувався напружено-деформований стан фрагментів монолітного перекриття з трубчастими циліндричними картонними вставками. З такими самими вставками досліджували монолітне залізобетонне перекриття Артюх В.Т. і Санніков Т.В. [7]. В експериментально-теоретичних дослідженнях Євстаф'єва В.І. [8] були використані пінополістирольні, квадратні в плані вставки.

Важливі технологічні аспекти, пов'язані з улаштуванням монолітних перекриттів з пінополістирольними вставками, розглянуті в роботах [9, 10].

В публікаціях авторів [11, 12] відображені результати експериментальних досліджень міцності і деформативності фрагментів монолітного натурального перекриття з однонаправленим розташуванням трубчастих вставок квадратного перерізу. Показано, що деформації по висоті перерізу дослідних зразків з поздовжнім і поперечним розташуванням вставок та, відповідно, прогини, суттєво відрізняються. Різницю в жорсткостях слід враховувати при загальному статичному розрахунку перекриттів з трубчастими вставками, у т.ч. з використанням сучасних програмних комплексів. Проте для порівняння з суцільними монолітними перекриттями необхідно провести експериментальні дослідження з використанням еталонних дослідних зразків суцільного перерізу. Крім цього, не досліджувалися фрагменти перекриттів при дії зосередженого навантаження.

Мета і задачі досліджень. Провести порівняльні експериментальні дослідження міцності, жорсткості і тріщиностійкості фрагментів суцільного монолітного перекриття і фрагментів з поздовжнім та поперечним розташуванням вставок при дії зосередженого навантаження.

Методика досліджень. Для проведення випробувань були виготовлені дослідні фрагменти перекриття плитної конструкції з габаритними розмірами в плані 2050х355 мм і висотою перерізу 180 мм (рис. 1).

Дослідний зразок ДФ-1 суцільного перерізу (рис. 1а). Дослідні зразки ДФ-2 і ДФ-3 виготовлялися з порожниноутворювальними вставками відповідно з поздовжнім і поперечним їх розташуванням (рис. 1б і 1в), що відповідає конструкції натурального монолітного залізобетонного перекриття з трубчастими вставками [11].

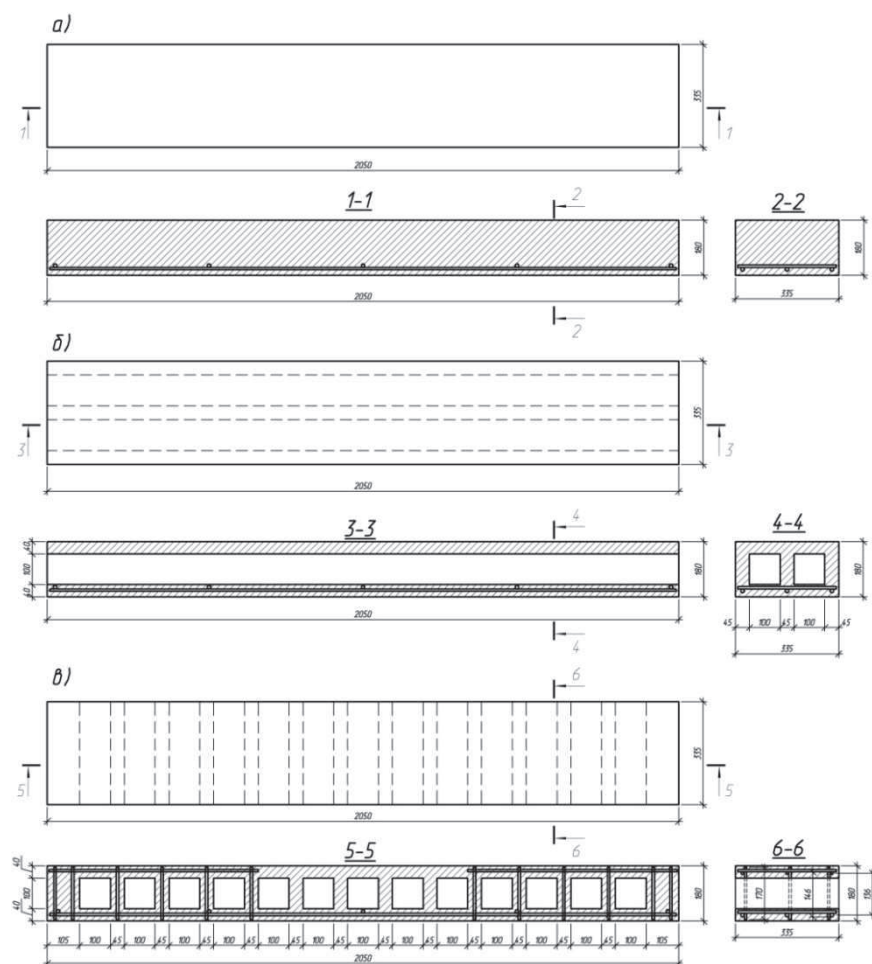


Рис. 1. Конструкція дослідних фрагментів: а – суцільного, марки ДФ-1; б – з поздовжнім розташуванням вставок, марки ДФ-2; в – з поперечним розташуванням вставок, марки ДФ-3.

Армування нижньої частини всіх дослідних фрагментів було однаковим: поздовжня робоча арматура з 3-х стержнів Ø12 A500С, поперечна (конструктивна) діаметром 8 мм класу A500С з кроком 500 мм. На припорних ділянках дослідний фрагмент ДФ-2 був додатково армований вертикальними каркасами з арматури класу A500С Ø12 мм.

Випробування на розтяг дали такі фактичні фізико-механічні характеристики робочої арматури: межа текучості $\sigma_y = 539$ МПа, межа міцності $\sigma_{\text{вк}} = 629$ МПа.

МПа, відносно видовження 11%.

Дослідні зразки виготовляли в заводських умовах з ущільненням бетону на вібростолі і послідуною тепловою обробкою в пропарювальній камері. Фактична міцність бетону перед випробуванням за результатами випробувань стандартних кубів становила 27-31 МПа.

Статична схема випробувань для всіх дослідних зразків була. На рис. 2 вона подана на прикладі дослідного фрагмента з поперечним розташуванням вставок. Відстань між зосередженими силами F була такою, щоб для дослідного фрагмента ДФ-2 сили F були прикладені над вертикальними ребрами.

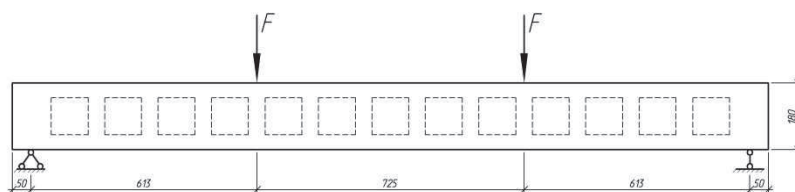


Рис. 2. Схема випробувань дослідних зразків

Загальний вигляд випробувань наведено на рис. 3а.

Навантаження створювали гідравлічним домкратом і контролювали попередньо протарованим коловим динамометром.

Для заміру вертикальних переміщень (прогинів) використовували прилади механічної дії.

Прогиноміри монтували на металевій рамі, яку на опорних перерізах кріпили до бокових граней дослідних зразків.

Результати досліджень подані за показниками міцності, жорсткості і тріщиностійкості. Жорсткість подана лише за інтегральними величинами деформативності – прогинами. Складові її елементи (деформації нормальних і похилих перерізів) будуть відображені в наступних працях.

Міцність. Характер руйнувань дослідних фрагментів був різним.

Цільний залізобетонний елемент зруйнувався внаслідок розчавлювання (дрібнення) бетону в зоні чистого згину з послідуною значним видовженням і розриванням стержнів поздовжньої робочої арматури (рис. 3б). Повне вичерпання несучої здатності зразка ДФ-1 сталося за навантаження $F=55$ кН.

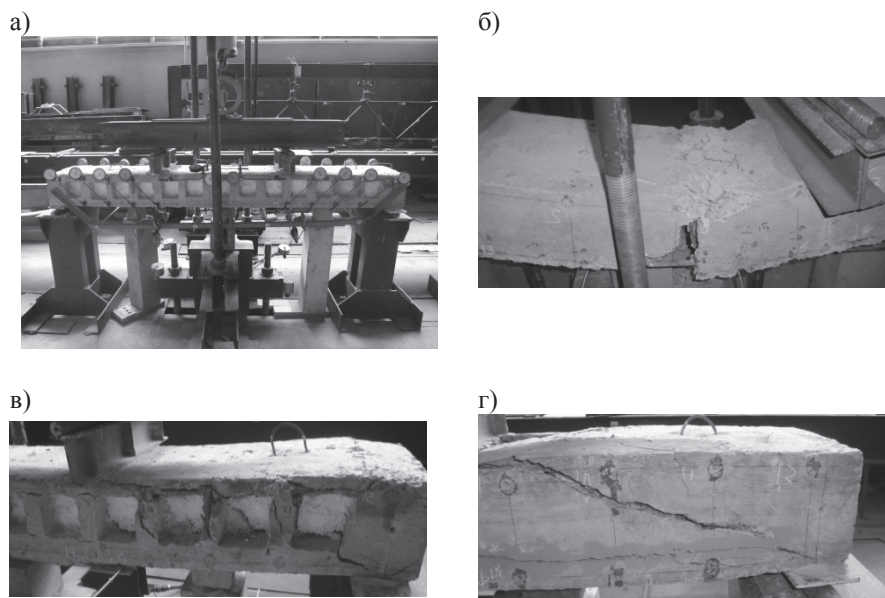


Рис. 3. Загальний вигляд випробувань (а) і характер руйнування дослідних зразків: б – ДФ-1; в – ДФ-2; г – ДФ-3

Іншим був характер руйнувань дослідних зразків ДФ-2 і ДФ-3, які зруйнувалися за похилими перерізами.

Дослідний фрагмент ДФ-2 з поперечним розташуванням вставок зруйнувався за навантаження 17,5кН. Остаточному вичерпанню несучої спроможності передувало тріщиноутворення внаслідок значних деформацій, особливо у вертикальних ребрах і верхній полиці приопорних ділянок (рис. 3в).

Фрагмент ДФ-3 з поздовжнім розташуванням вставок також зруйнувався по похилому перерізу, проте характер руйнування відрізнявся від руйнування фрагмента ДФ-2 і більше відповідав класичній схемі руйнування залізобетонних згинаних елементів. Похила тріщина проходила від зосередженої сили F до опори (рис. 3г). Остаточне руйнування дослідного фрагмента ДФ-3 сталося за навантаження $F=22,5\text{кН}$.

Жорсткість. Жорсткість дослідних фрагментів оцінювали за величиною вертикальних переміщень (прогинів) деформацій як інтегруючої величини деформацій нормальних і похилих перерізів на всій довжині прольоту.

Результати замірів прогинів подані у вигляді графіків прогинів посередині прольоту в залежності від величини навантаження (рис. 4). Як бачимо, найбільшу жорсткість має цільний фрагмент, дещо меншу – фрагмент з поздовжнім розташуванням вставок. Жорсткість фрагмента монолітного перекриття з поперечним розташуванням вставок є в декілька разів меншою від попере-

дніх двох фрагментів і має тенденцію до збільшення, особливо після утворення тріщин.

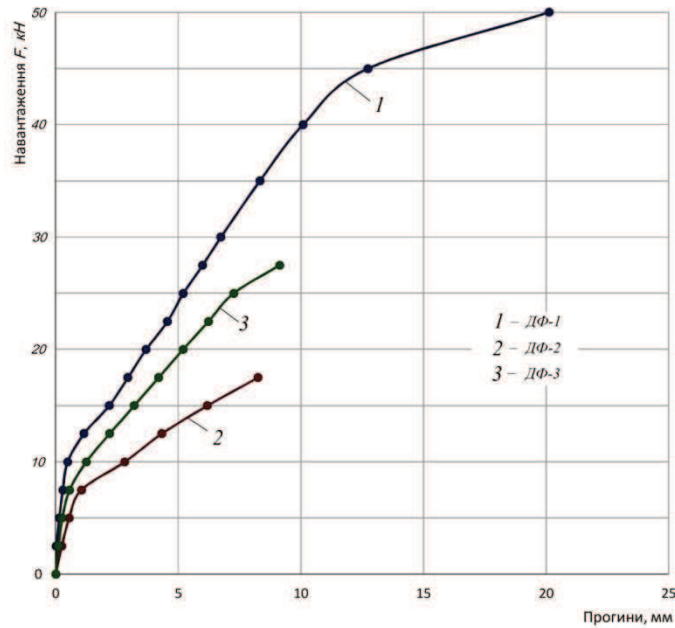


Рис. 4. Графіки прогинів дослідних зразків

Тріщиностійкість. Перші тріщини в дослідному фрагменті ДФ-1 виникли в нормальних перерізах за навантаження 17,5кН. При подальшому завантаженні виникали нові нормальні тріщини і розвивалися існуючі. За навантаження $F=30$ кН виникли перші похилі тріщини. Подальше збільшення навантаження призвело до утворення нових похилих тріщин. Найбільше розкриття перед руйнуванням (до 0,5...0,6 мм) мали нормальні тріщини.

У фрагменті ДФ-2 перші як нормальні так і похилі тріщини виникли за навантаження $F=10$ кН в нижній частині дослідних зразків. При подальшому завантаженні появилися тріщини в ребрах у верхній частині перерізу за зоною чистого згину. Перед руйнуванням всі тріщини мали значне розкриття – до 3-5 мм.

Перші нормальні тріщини у фрагменті ДФ-3 зафіксовані за навантаження $F=12,5$ кН, похилі – за навантаження $F=17$ кН. Одна з похилих тріщин при подальшому завантаженні розвивалася найбільш інтенсивно. По перерізу з цією тріщиною, яка проходила від опори до зосередженої сили F , дослідний зразок ДФ-3 зруйнувався.

Висновки. Міцність, жорсткість і тріщиностійкість фрагментів монолітного залізобетонного перекриття дослідних фрагментів (цільного, з поперечним і поздовжнім розташуванням порожнистоутворювальних вставок) є різною.

Визначені експериментальним шляхом показники міцності, жорсткості і тріщиностійкості необхідно враховувати за загального статичного розрахунку перекриттів з трубчастими вставками.

1. Мельник І.В. Конструктивно-технологічні особливості бетонних і залізобетонних конструкцій з ефективними вставками / І.В. Мельник // Міжвідомчий наук.-техн. зб.: Київ: 1999 р. – Вип. 50. – с. 164-171. 2. Мельник І.В. Спосіб виготовлення пустотілих бетонних і залізобетонних виробів / І.В. Мельник // Деклараційний патент на винахід. - Державний департамент інтелектуальної власності. Бюл. №7-П від 15.12.2000р. 3. Мельник І.В. Оптимізація залізобетонних конструкцій з допомогою ефективних вставок / І.В. Мельник // Зб. наук. статей: Проблеми теорії і практики будівництва, том IV. – Львів: 1997- с.89-90. 4. Мельник І.В. Конструктивні рішення плоских монолітних залізобетонних перекриттів з ефективними вставками і експериментальне дослідження їх фрагментів / В.М. Сорохтей // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр., вип. 14 – Рівне: 2006 р., с. 253-260. 5. Мельник І.В. Конструювання і дослідження плоских монолітних перекриттів з ефективними вставками / О.Ю. Царинник, В.М. Сорохтей // Будівельні конструкції: Міжвідомчий наук.-техн. зб., вип. 67 - Київ, НДІБК: 2007 с. 794-801. 6. Маштаков С.О. Напружено-деформований стан монолітного залізобетонного перекриття з трубчастими порожнинами // Магістерська робота, НУ «Львівська політехніка»: Львів: 2002р. 7. Артюх В.Г. Экспериментальное исследование монолитной железобетонной плиты с цилиндрическими пустотами / И. В. Санников // Научно-технические проблемы современного железобетона: Міжвід. наук.-техн. зб. – Київ: 2007р. 8. Євстаф'єв В.І. Полегшені багат шарові перекриття для архітектурно-будівельних систем з широким кроком несучих конструкцій / В. І. Євстаф'єв // Автореф. дис. к.т.н. – Київ: 2004 - 18 с. 9. Тонкачев Г.Н. Технологичность конструкций монолитных плит перекрытий гражданских зданий / В.В. Таран // Зб. наук. пр. КНУБА: Київ: 2008 р. – Вип. 29. 10. Помазан М.Д. Удосконалення технології улаштування полегшених залізобетонних перекриттів / М.Д. Помазан // Автореф. дис. к.т.н. – Харків, 2013р. 21 с. 11. Мельник І.В. Випробування фрагментів монолітного плоского залізобетонного перекриття з однонаправленим розташуванням пінополістирольних вставок / В.М. Сорохтей, Т.В. Приставський, Н.Б. Давидовський, В.О. Крет // Вісник НУ «Львівська політехніка «Теорія і практика будівництва №742, Львів, 2012 с. 131-138 12. Мельник І.В. Деформативність фрагментів монолітного залізобетонного плоского перекриття з поздовжнім і поперечним розташуванням прямокутних вставок / В.М. Сорохтей, Т.В. Приставський // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр., вип. 23 – Рівне: 2012 р., с. 312-320.