

впливає на рівність покриття і довговічність дорожнього одягу, якщо загальне підняття проїзної частини в процесі промерзання конструкції не перевищує таких значень:

- для капітального дорожнього одягу – 4 см;
- для полегшеного дорожнього одягу – 6 см;
- для перехідного дорожнього одягу – 10 см.

Таке твердження не відповідає сучасним вимогам до якості автомобільних доріг з дорожнім одягом нежорсткого типу, а наведені критерії максимально допустимого зимового здимання є критичними, оскільки сучасні транспортні засоби, зокрема легкові автомобілі закордонного виробництва, мають низьку посадку (малий кліренс). Тому вищенаведені показники зимового здимання приводять не лише до значних витрат на капітальні та поточні ремонти автомобільних доріг, а також до погіршення безпеки руху на певних ділянках автодоріг та збільшення витрат на ремонт транспортних засобів, які при русі по автомагістралі зазнають серйозних і частих пошкоджень.

Висновки. Запропонована авторами статті умова, що температура земляного полотна повинна становити $+4^{\circ}\text{C}$, дає змогу знизити показники зимового здимання конструкції дорожнього одягу до $1\div 2$ см. Досягнення параметра за рахунок влаштування теплоізоляційного шару з неавтоклавного пінобетону при проектуванні і будівництві автомобільних доріг створює сприятливі умови для підвищення безпеки руху, зниження експлуатаційних витрат на підтримання вулиць та доріг у належному стані та збереження автомобільного парку користувачів автотранспортної мережі України.

1. ВБН В.2.3-218-186-2004 Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу. – К.: Укравтодор. – 2004. – 176 с. 2. Лундышев И.А. Комплексное применение монолитного пенобетона при строительстве в труднодоступных районах добычи энергоресурсов // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – № 4 – С. 16–20. 3. Коваль П.М., Фаль А.С., Кушнір О.В., Усатов В.В. Перспективи використання пінобетону в дорожньому будівництві України // Дорожня галузь України. – 2008. – № 2. – С. 54–56.

УДК 624.138

І.І. Кархут, О.В. Крочак, М.Й. Пахолок, С.П. Марценюк
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра будівельних конструкцій та мостів

МОДЕЛЮВАННЯ СУМІСНОЇ РОБОТИ БЕТОННОГО КОЛЕКТОРА І СКЛЕПІНЧАСТОЇ ПЛИТИ ПОСИЛЕННЯ

© Кархут І.І., Крочак О.В., Пахолок М.Й., Марценюк С.П., 2010

Наведено результати випробувань статичним навантаженням моделі бетонного колектора, посиленого склепінчастою плитою, і порівняння їх з результатами теоретичного моделювання їх сумісної роботи.

Ключові слова: бетонний колектор, посилення, моделювання, акустична емісія.

The article deals with the new method of collector reinforcing by means of arch slabs that greatly increases the carrying capacity and decreases the labor-intensiveness in comparison with other methods.

Keywords: concrete collector, reinforcing, modeling, physical emission.

Постановка проблеми. Отримані експериментальні дані випробувань чотирьох плоских моделей посиленого накладною склепінчастою плитою колектора необхідно порівняти з теоретичними розрахунками з використанням фактичних геометричних розмірів конструкцій, характеристик бетону та арматури кілець і балок, навколишнього ґрунту для перевірки справедливості прийнятих припущень та розрахункових положень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Числові експерименти із застосуванням лінійних та нелінійних моделей деформування все частіше використовуються в практиці досліджень перед виконанням експериментальних досліджень. Експериментальні дослідження при цьому можна здійснювати в зменшеному обсязі та контролювати поведінку саме тих перерізів, у яких виникають найбільші напруження та переміщення. Застосування при цьому акустико-емісійного контролю дає змогу контролювати якісну картину роботи конструкцій на всіх стадіях навантаження і зміни напружено-деформованого стану.

Мета та завдання досліджень. Метою цієї роботи було порівняння результатів експериментальних досліджень моделей залізобетонних колекторів, посилені накладними склепінчастими плитами з результатами теоретичних розрахунків за програмою ЛПА 9.4.

Для виконання експериментальних досліджень моделювалась плоска розрахункова схема посиленого колектора, яка відповідає його реальній роботі. Були спроектовані чотири балки та кільця, які випробовувались в складі комплексного перетину.

Для випробувань кільце закопали в пісок, залишивши на поверхні 1/10 його діаметра. Щоб всередину кільця не потрапив пісок, його з двох сторін закрили щитами з ДВП. На кільце встановили склепінчасту балку на цементному розчині М 100 товщиною 20 мм. Двома кінцями з горизонтальними поверхнями балка спиралась на пісок. Пісок навколо кільця та під опорами балки ущільнювався до γ^H , який відповідає його природному стану.

На балку і кільце були наклеєні тензодавачі на базі 50 мм [1] для заміру деформацій і давачі акустичної емісії з робочою частотою 60 кГц для контролю за небезпечними проявами в бетоні. Навантаження прикладали гідравлічними домкратами ступенями по 10 кН з витримкою по 5 хв після кожного завантаження.

При випробуванні здійснювався постійний акустично-емісійний контроль небезпечних проявів у бетоні. На першому ступені завантаження сумарна кількість хітів (подій) не перевищувала 30–40 і до п'ятого ступеня становила 168. При витримці кількість подій становила 1–3 шт., тобто тріщини не утворювались і не зростали як в балці, так і в кільці. На п'ятому ступені в балці (канали АЕ-5 – АЕ-8) та кільці (канали АЕ-1 – АЕ-4) відбулися стрибки накопичення енергії процесів (до 200 dB) та кількості подій (до 500–600). При цьому витримка на ступені не зупинила процесу наростання кількості подій.

Амплітуда сигналів, яка на перших ступенях становила у середньому 16–22 dB, а максимальна не перевищувала 30 dB, на п'ятому ступені зросла до 200 dB в кільці та 283 dB у балці. Це свідчить про перевищення порогу тріщиноутворення (60–70 dB) та проходження процесу утворення і зростання дефектів типу тріщини в бетоні. Візуальний огляд склепінчастої балки підтвердив це.

За допомогою акустичної емісії був зафіксований момент утворення тріщин у кільці, що важливо, оскільки візуальний огляд кільця в процесі випробувань був неможливий. Після розвантаження кільця та його огляду було підтверджено наявність тріщин, зафіксованих акустико-емісійним методом, та відповідність їх положення, визначеного методом локації.

За результатами випробувань побудовані графіки деформацій в залізобетонному кільці (див. рис. 1). З графіків видно, що при руйнуючому навантаженні максимальні деформації зафіксовані у верхній зоні кільця і становили 43–149 від. од на зовнішній грані, та 45–68 від. од. на внутрішній грані. Середні деформації відповідно 72 та 68 від. од., що свідчить про наближення напружено-деформованого стану кільця до центрального стиску. У нижній зоні кільця за рахунок перерозподілу тиску ґрунту по периметру, деформації були в 4–5 разів менші.

Розрахунки моделі кільця, посиленого накладною плитою, виконувались за допомогою ПК ЛПА 9.4. Круговий контур кільця був замінений на полігональний, що складався з 16 пластин. Плита також моделювалась чотирма пластинчастими елементами з коефіцієнтами жорсткості постелі C_1 , обчисленими за реальними фізико-механічними характеристиками піщаного ґрунту, на який спиралось кільце та балка. Побудовані графіки зміни згинаючих моментів та поздовжніх сил у розрахункових перетинах кільця та графіки переміщень. Результати порівняння теоретичних зусиль у розрахункових перерізах кільця та балки на всіх ступенях навантаження підтверджують справедливості прийнятих під час проектування посилення припущень. При цьому моделювання додаткового обтіску бічних поверхонь кільця за допомогою передачі тиску ґрунту тільки на опорні горизонтальні ділянки балки показало, що зменшення згинаючих моментів та наближення роботи перерізів кільця до умов центрального стиску проходило аналогічно, як під час фізичного експерименту.

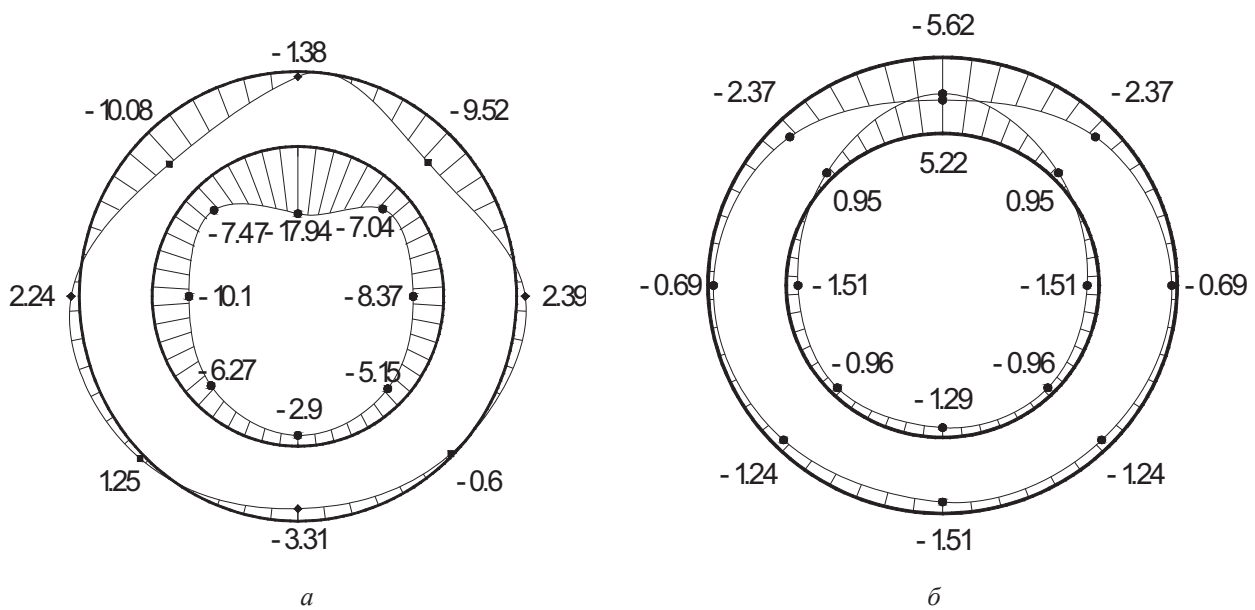


Рис. 3. Епюри напружень у кільці з посиленням, при $P = 40$ кН :

a – за експериментальними даними; *б* – за теоретичними даними

Розбіжність між даними, отриманими при числовому експерименті, та даними експериментальних досліджень (усереднені згинаючі моменти та поздовжні сили) не перевищувала 12–8 %. Більші значення відповідають початковим стадіям навантаження, менші – стадіям, близьким до руйнування.

Висновки. Випробування моделей кілець колектора, посиленого збірними накладними склепінчастими плитами показало, що фактичний розподіл у перерізах кільця усереднених напружень та деформацій близький до отриманих в числовому експерименті. З урахуванням фактичних характеристик кільця, балки та навколишнього ґрунту, відхилення теоретичних даних не перевищували 12 % від отриманих експериментальних значень. Розрахунки показали, а експериментальні дослідження підтвердили значний вплив прийнятого способу посилення на перерозподіл тиску ґрунту по зовнішньому периметру кільцевого перерізу колектора, наближення умов роботи кільця до центрального стиску. Прийняті припущення підвищення несучої здатності комплексного перетину верхньої ділянки кільця та склепінчастої частини балки також підтвердились як за результатами експерименту, так і числових розрахунків. Коефіцієнт включення балки в роботу комплексного перетину становив 0,65–0,8. Обстеження у 2009 році ділянки колектора завдовжки 200 м на вул. Промисловій у м. Львові, посиленого таким способом у 2002 році, показало відсутність дефектів та надійність прийнятого способу посилення. В оглянутих зсередини трубах відсутні тріщини, порушення поверхні бетону від перенапруження та інші силові дефекти.

1. Кархут І.І., Крочак О.В., Пахолок М.Й., Марценюк С.П. Дослідження напружено-деформованого стану бетонних колекторів, підсиленіх склепінчастими плитами // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка” “Теорія і практика будівництва”. – 2009. – С. 121–125.