

ВИКОРИСТАННЯ ТЕНЗОДАТЧИКІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАТИВНОСТІ ДОРОЖНІХ ПЛИТ ІЗ ЗАЛІЗОБЕТОНУ ТА СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ

Якушев Є.В., студент гр. ПЦБ-466

Науковий керівник – **Корнесва І.Б.**, к.т.н., доцент

(кафедра Опору матеріалів, Одеська державна академія будівництва та архітектури)

Анотація. Предметом дослідження слугує дорожня плита з вмістом сталевібробетону. Для вивчення деформацій на поверхні конструкції були наклеєні тензодатчики. В результаті лабораторних випробувань були отримані та проаналізовані масиви даних, що описують деформований стан конструкції.

Тензодатчики як прилади вимірювання деформацій більш чутливі ніж індикатори годинникового типу, вони раніше реагують на збільшення навантаження.

Сталева фібра у складі бетону стримує утворення та розкриття тріщин, тому її додавання у залізобетонні конструкції, що працюють на згин, має сенс.

Актуальність та стан проблеми. В сьогоденні реаліях дуже важлива довговічність експлуатаційного стану транспортної мережі для забезпечення комфортних та безпечних умов руху, цього можна досягти при використанні дорожніх покриттів зі сталевібробетону.

Найбільш довговічним дорожнім покриттям вважається цементобетонне, експлуатація може досягати 20-30 років. При розв'язанні проблеми довговічності цементобетону враховують взаємозв'язок властивостей вихідних матеріалів, складу бетонної суміші, структури та властивостей бетону, технологічних факторів, експлуатаційних та природно-кліматичних впливів. Тому довговічність цементобетонних покриттів має комплексний характер і включає конструктивний, технологічний та матеріалознавчий аспекти [1].

Авторами статті [2] було розроблено оптимальний склад суміші сталевібробетону та визначено його фізико-механічні характеристики.

У роботі [3] виділяють, що наявність армуючих волокон у бетоні за умови їх оптимального вмісту підвищує щільність, однорідність та зменшує ризики тріщиноутворення, що дає можливість прогнозувати вищу витривалість, динамічну стійкість, стираний, морозостійкість і довговічність цементного бетону загалом.

Як зазначають автори [4,5] проблемою сьогодення є необхідність підвищення міцності дорожнього цементного бетону на розтяг. Численні дослідження різних вчених показали, що руйнування дорожніх плит з залізобетону обумовлено напруженнями на розтяг.

Сьогодні цементобетонне покриття не дуже поширене в користуванні, але воно має ряд переваг, такі як:

Екологічність. Шкідливі нафтопродукти, що містяться в асфальтобетоні, разом із водою проникають у ґрунт і через декілька років експлуатації земля як під дорогою, так і навколо неї повністю забруднюється нафтопродуктами.

Експлуатація. Експлуатаційні переваги пов'язані з тим, що цементобетон як твердий вид покриття розподіляє навантаження на велику площу земляного полотна в порівнянні з більш «гнучким» асфальтобетоном. Бетонні дорожні покриття набагато довговічніші та міцніші за асфальтові й здатні прослужити без ремонту багато років.

Загальновідомо, що окрім високої міцності, довговічності та зносостійкості, застосування цементобетону дає досить велику економію засобів у порівнянні з асфальтуванням. Термін служби цементобетонного дорожнього покриття в кілька разів більший у порівнянні з покриттям з асфальтобетону, а це, своєю чергою, дозволяє скоротити витрати на утримання та ремонт дороги до мінімуму. З кожним роком, традиційному асфальтуванню доріг відводиться все менша роль, а кількість автомобільних доріг з цементобетонним покриттям безперервно зростає і вони стають основним видом магістральних доріг, тому що бетонні дороги не тільки не гірші за асфальтобетонні, але й

мають ряд незаперечних переваг: експлуатаційних, екологічних та економічних. Сьогодні дуже рідко зустрічаються дослідження на тему випробування дорожніх плит серед наукових публікацій. Розглянувши результати деформації ми можемо бути переконаними, що використання дорожніх плит зі сталевіброубетонном є доцільним рішенням. Таким чином, дослідження деформативності дорожніх плит зі сталевібробетонном є актуальним.

При виготовленні плити дорожнього покриття ПЗ0-18-30, загальною вагою 2,2т Великодолинським заводом ЖБК, використовувався бетон класом за міцністю В30, маркою за морозостійкістю F150 та маркою за водонепроникністю W4. Для армування використовували робочу арматуру $\varnothing 12$ АІ КР5, КР11. Виробник гарантує, що міцність бетону досягає необхідної міцності $392,9 \text{ кгс-см}^2$. Було виготовлено два екземпляри, які відрізняються наявністю фібри.

Плити виготовленні згідно з нормативними документами [6, 7].

Для проведення випробувань було використано спеціальний силовий стенд, який був спроектований для цього дослідження, наведений на рис. 1.

Випробування проведено у лабораторії кафедри будівельної механіки ОДАБА.



Рис. 1. Випробувальний стенд

Випробування плит проведені згідно з нормами [8]. Навантаження створюється за допомогою домкратів, які своєю нижньою площиною тиснуть на балочну систему. Верхній шток домкрата упирається у двотаврову балку. Для того, щоб усі зусилля врівноважувалися в межах стенда, верхня завзята балка пов'язана з нижнім опорним просторовим елементом. Усі зусилля, створювані силовим пристроєм, урівноважені у межах стенда. Під час випробувань фіксувалися значення навантажень та деформацій. Дані фіксувалися відразу після подачі ступеня навантаження, а також через 10-15 хвилин після додання до конструкції навантаження, тобто витримки.

Протягом випробування для вимірювання деформації використовувалися тензодатчики рис. 2.

Основною частиною тензодатчика є тензорезистор. За допомогою тензорезисторів можна вимірювати деформації механічно пов'язаних з ними елементів. При найменшій деформації чутливі тензорезистори змінюють електричний опір, тим самим передають інформацію про деформації до програмного комплексу. Для отримання та обробки даних використовували програму «Міст». Інформація приймалась на початку та наприкінці кожного ступеню завантаження.

Було проведено випробування сталевібробетонної та залізобетонної дорожніх плит. В результаті лабораторних випробувань були отримані і проаналізовані масиви даних, що описують деформований стан конструкції. Побудовані графіки залежності деформацій від навантаження, у даній роботі розглянемо показники саме тензодатчиків, як найбільш чутливих до деформацій.



Рис. 2. Загальний вид тензодатчика

Плити були випробувані за консольною схемою завантаження, при такій схемі нижні шари плити стиснуті, а верхні – розтягнуті. Тензодатчики 2 та 3 були наклеєні всередині прольоту по верхній площині плити, 5-8 – над опорою біля консолі теж по верхній площині, а 1 та 7 на бічній поверхні всередині прольоту та біля консольної опори відповідно. Більшість тензодатчиків розташована саме під базою індикаторів годинникового типу, що дозволяє робити висновки про коректність вимірювань.

Розглянемо роботу двох тензодатчиків, 3 та 7, що розташовані на поздовжній вісі симетрії плити, 3 – всередині прольоту, 7 – над консольною опорою (рис. 3). Більш детально характер деформування видно на графіку тензодатчика 7: до моменту початку тріщиноутворення графік має майже лінійний вид та різко нахиляється вправо за появи першої тріщини, яка, до речі, з'являється саме над консольною опорою та напочатку не перетинає даний датчик. Якщо збільшити картинку, то можна побачити, що деформація за даними датчика 3 поводитьься так само. Після початку тріщиноутворення обидва графіки стають більш пологими, бо додавання навантаження окрім продовження деформування спричиняє появу нових тріщин та розкриття вже існуючих. На рис. 3 приведені дані для сталевібробетонної плити, бо для залізобетонної графік за показами датчика 3 має такий самий вид, а по базі тензодатчика 7 на початку тріщиноутворення пройшла тріщина та він виключився з роботи, бо в матеріалі не було фібрових волокон, що стримували розкриття тріщин у сталевібробетонній плиті.

Кінцеві середні значення відносних деформацій для обох плит майже не відрізняються, у прольоті це $0,30 \cdot 10^{-4}$ для залізобетонної плити та $0,27 \cdot 10^{-4}$ для сталевібробетонної, на консолі відповідно значення відносних деформацій $6,52 \cdot 10^{-4}$ та $5,63 \cdot 10^{-4}$.

Тензодатчики на верхній площині плит наклеєні під індикаторами посередині бази останніх та при порівнянні відносних деформацій графіки для відповідних індикаторів та тензодатчиків практично сходяться, трохи відрізняючись на початку випробувань.

При аналізі отриманих даних, можна помітити, що тензодатчики чутливіші до деформації, ніж індикатори годинникового типу, вони раніше реагують на збільшення навантаження.

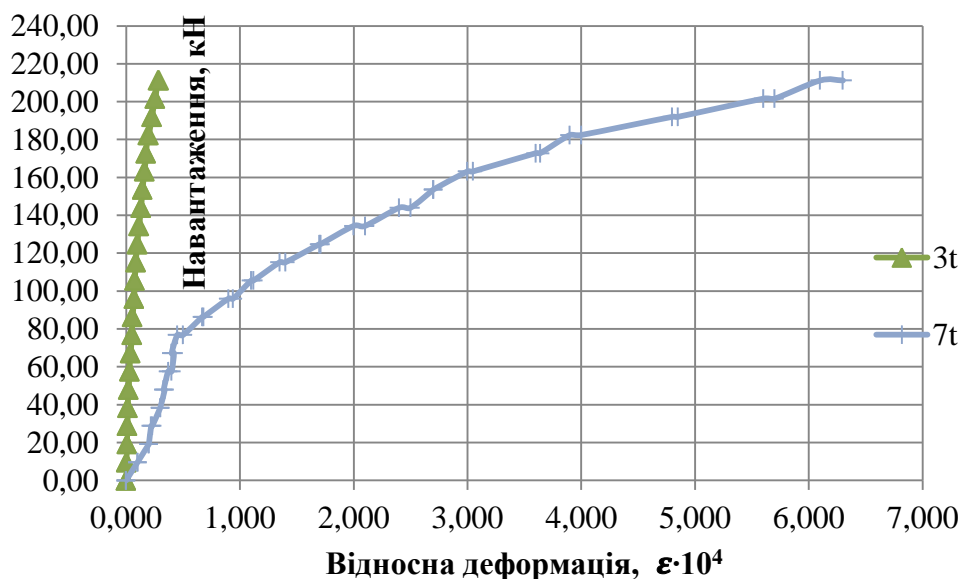


Рис. 3. Графік залежності відносної деформації від навантаження за показами тензодатчиків

Висновки та результати. Поступове зростання деформацій без ривків та різких стрибків говорить про те, що утворення та розкриття тріщин стримують волокна фібри у складі бетону. Також використання сталеві фібри дозволяє уникнути крихкого характеру руйнування, тому її додавання у залізобетонні конструкції, що працюють на згин, має сенс.

Про це свідчить також менша сумарна ширина тріщин у сталевібробетонній плиті.

Література:

1. Шевчук Г. Я., Гуняк О. М., Гнип О. П., Мішин В. М. Розробка бетонів для дорожніх покриттів підвищеної довговічності з використанням добавок полікарбоксилатного типу. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. 2012. Вип. 46. С. 371–376.
2. Неутов С.П., Корнеєва І.Б. Влияние стальной фибры на прочностные и деформативные свойства фибробетона / С.П. Неутов., І.Б. Корнеєва // Вісник ОДАБА. – Одеса, 2019. – №76 – С. 63-70.
3. Солодкий С. Й. Експериментально-статистичне моделювання тріщиностійкості бетонів, армованих поліпропіленовою фіброю / С. Й. Солодкий, Ю. В. Турба // Наукові нотатки : міжвуз. зб. (за галузями знань “Машинобудування та металообробка”, “Інженерна механіка”, “Металургія та матеріалознавство”). – 2014. – Вип. 46. – С. 512–515.
4. Lopez, M., Kahn, L. F., & Kurtis, K. E. (2010). High-strength self-curing low-shrinkage concrete for pavement applications. *International Journal of Pavemen Engineering*, 11(5), 333–342.
5. Толмачов С.М. Проблеми підвищення міцності дорожніх бетонів на розтяг / С.М. Толмачов, О.О. Рідкозубов, Д.С. Захаров // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. – 2015. – Вип. 4. – С. 219–225.
6. ДСТУ Б В.2.6-122:2010 (ГОСТ 21924.2-84, MOD). Конструкції будинків і споруд. Плити залізобетонні з ненапруженою арматурою для покриття міських доріг. Конструкція і розміри
7. ДСТУ-Н Б В.2.6-218:2016 Настанова з проектування та виготовлення конструкцій з дисперсноармованого бетону. Вид. офіц. Київ, УкрНДНЦ, 2017. 32 с.
8. ДСТУ Б В.2.6–120:2010 (ГОСТ 21924.0–84, MOD). Конструкції будинків і споруд. Плити залізобетонні для покриття міських доріг. Технічні умови. [Чинний від 2011–07–01]. ТОВ НТК "Будстандарт", 2011. 37 с.