

МІЦНІСТЬ СТАЛЕФІБРОБЕТОНІВ ДЛЯ РЕМОНТУ ЖОРСТКИХ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

Кривяков С.О., д.т.н., доц., Крижановський В.О.
(Одеська державна академія будівництва та архітектури)

На переважній більшості автомобільних доріг України використовуються нежорсткі асфальтобетонні покриття, а частка цементобетонних покриттів складає лише близько 2%. Проте в останні роки завдяки спрямованій політиці уряду все більш активно будуються дороги з жорсткими цементобетонними покриттями. Так згідно прийнятої Укравтодором спільно з ДП «ДержДорНДІ» і Асоціацію виробників цементу України «Програми розвитку цементобетонних доріг в Україні на 2021–2025 роки» заплановано будівництво та реконструкція 2900 км доріг з використанням цементобетонних покриттів, що збільшить їх частку до 3% [1]. Відповідно задача ремонту жорстких дорожніх покриттів стає все більш актуальною.

Дослідження багатьох вчених показують, що застосування сталевих фібри дозволяє підвищити морозостійкість і зносостійкість бетону, а також знизити усадочні деформації, що важливо для ремонтних складів. Також для ремонтного матеріалу дуже важливою є рання міцність, підвищити яку можна завдяки використанню прискорювачів твердіння.

При дослідженні міцності фібробетонів для ремонту жорстких дорожніх покриттів за оптимальним 9-точковим планом проводився 2-х факторний експеримент, в якому варіювалися наступні фактори:

X_1 – кількість добавки прискорювача твердіння SikaRapid 3, від 0 до 2,4 % від маси цементу (від 0 до 9,6 кг/м³);

X_2 – кількість сталевих анкерних фібри діаметром 1 мм і довжиною 50 мм, від 0 до 100 кг/м³.

Бетони модифіковані суперпластифікатором BASF MasterGlenium SKY 608, 1,2% від маси цементу [2]. Рухомість всіх сумішей П2, відповідно В/Ц залежало від складу бетону. Встановлено, що кількість прискорювача твердіння несуттєво впливає на В/Ц сумішей рівної рухомості, введення фібри вимагає підвищення В/Ц. За рахунок використання ефективного суперпластифікатора В/Ц всіх досліджених сумішей знаходилося в межах 0,309..0,343, що дозволяє забезпечити високі фізико-механічні показники і довговічність бетонів.

За відповідними експериментально-статистичними моделями були побудовані діаграми, які відображають вплив кількості фібри і прискорювача твердіння на міцність бетонів на стиск у віці 2-х (рис.1.а) і 28-ми (рис.1.б) діб.

Аналіз наведеної на рис.1.а діаграми дозволяє зробити висновок, що на ранню міцність на стиск фібробетонів найбільш суттєво впливає кількість прискорювача твердіння. При введенні SikaRapid 3 у кількості 2,4% значення $f_{ck,cube2}$ зростає на 9 МПа і більше. Фібра також надає позитивний вплив на ранню міцність. При використанні максимальної кількості прискорювача вже після 2-х діб твердіння бетон має міцність не нижче 55 МПа, що дозволяє починати експлуатацію практично для всіх типів автодоріг. Фібробетони з кількістю фібри у складі 50 кг/м³ і вище мають міцність більше 55 МПа вже при кількості прискорювача твердіння від 1,4%.

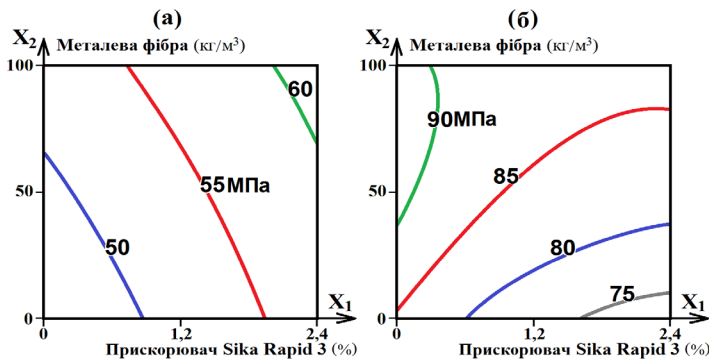


Рис.1. Вплив кількості фібри і прискорювача твердіння на міцність бетонів на стиск у віці 2-х (а) і 28-ми (б) діб

Упроектному 28-ми денному віці фібробетони, до складу яких входив прискорювач твердіння, мають меншу міцність на стиск, ніж бетони без добавки SikaRapid 3 (рис.1.б). При використанні середньої кількості прискорювача міцність бетонів знижується в середньому на 6 МПа, при використанні максимальної кількості – на 9 МПа. У проєктованому віці позитивний вплив дисперсного армування на міцність на стиск є більш відчутним, ніж у віці 2-х діб. Так при використанні 50 кг/м³ фібри міцність на стиск бетонів зростає в середньому на 8 МПа, а при використанні максимальної кількості фібри міцність зростає всередньому на 10 МПа.

Діаграми, які відображають вплив кількості фібри і прискорювача твердіння на міцність бетонів на розтяг при згині, наведені на рис.2. Їх аналіз показує, що на величину міцності на розтяг при згині у віці 2-х діб (рис.2.а) в найбільшій мірі впливає кількість металевої анкерної фібри. Цей вплив має явно виражений нелінійний характер і при підвищенні дозування волокон у складі бетону до 85 кг/м³ його рання міцність на розтяг зростає більше, ніж на 2 МПа. Найвищих значень величина $f_{ctk,2}$ досягає при дозуванні фібри в діапазоні 85..90 кг/м³, подальше підвищення кількості волокон вже негативно

відображається на значенні ранньої міцності на розтяг при згині. За рахунок введення прискорювача твердіння рання міцність на розтяг при згині фібробетонів зростає на величину до 0,6 МПа. При кількості прискорювача твердіння у складі фібробетону від 1,2% та при дозуванні металевої фібри 60 кг/м³ і вище рання міцність композиту на розтяг при згині є не меншою 8,5 МПа, що дозволяє починати експлуатацію дорожнього покриття.

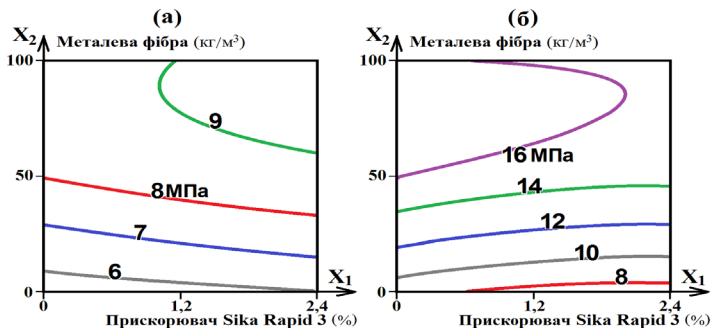


Рис.2. Вплив кількості фібри і прискорювача твердіння на міцність бетонів на розтяг при згині у віці 2-х (а) і 28-ми (б) діб

При введенні у склад бетонів прискорювача твердіння їх міцність на розтяг при згині у проектному 28-ми денному віці знижується на 10..12%. За рахунок дисперсного армування фіброю у кількості 70..90 кг/м³ міцність на розтяг при згині бетонів у віці 28-ми діб підвищується більше, ніж у 2 рази: з 7..8,5 МПа до 15,5..17,5 МПа. Така висока ефективність фібри саме у більшому віці пояснюється тим, що якість роботи волокон в значній мірі обумовлена їх зчепленням з цементно-піщаною матрицею.

В цілому проведене дослідження міцності модифікованих суперпластифікатором фібробетонів показало, що при використанні раціональної кількості прискорювача твердіння і металевої анкерної фібри дані матеріали характеризуються високою міцністю на стиск і на розтяг при згині як в ранньому віці, так і у віці 28-ми діб. Це дозволяє стверджувати про високу ефективність модифікованих фібробетонів у якості матеріалу для ремонту жорстких дорожніх покриттів.

Література

1. Офіційний сайт державного агентства автомобільних доріг України [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://ukravtodor.gov.ua>.
2. Kryzhanovskiy V.O., Kroviakov S.O. Strength of rigid pavement concretes modified with polycarboxylate admixture on different types of cement. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2020, №79, С.92-98.