

Міхал Гроссманн, інженер, MINOVA

РЕКОНСТРУКЦІЯ МОСТУ В КМ 38,816 ЛОВОСИЦЕ – ЧЕСЬКА ЛІПА МОСТОВИХ СТОВПІВ Р3 І Р4

У 2015 році було проведено комплексну реконструкцію залізничної колії Ловосице – Ческа Ліпа з метою збільшення швидкості руху поїздів у цьому розділі. Всього було реконструйовано дев'ять мостів, були змінені платформи на відповідних залізничних станціях, і водночас замінено залізничний шлях. Найбільш великі і технічно найбільш вимогливі роботи були пов'язані з мостом на ділянці Ловосице – Жальхостице, що перетинає річку Ельбу. Міст складається з семи секцій, три з яких розташовані над річкою та мають 74,4 м кожна. Нижня конструкція складається з двох опор і шести стовпів, розташованих по колу з піщанику. Тіло стовпа заповнено армованим бетоном. Стовпи Р3 і Р4, розташовані в руслі річки, базуються на скелі на глибині близько 11 м нижче дна річки.



Рис. 1 Загальний вигляд стовпів Р3 і Р4 (далі) від лівого берега Ельби. Всі роботи, у поєднанні з попереднім натягуванням стовпів, проводилися з понтонів, прикріплених до стовпів. На тлі пагорба Radobyl, природного пам'ятника і чіткою домінантою Ловосице і Литомержице. (Foto Minova Bohemia)

Проект реконструкції

Несучі сталеві конструкції моста були старі та за станом були вже за межами життєвого циклу внаслідок великої корозії та зношенню, що зменшило їхню несучу здатність до такої міри, що міст не досягав необхідних транспортних параметрів. Тому всі сталеві конструкції були замінені новими, тобто 7 мостових секцій загальною довжиною 336 м.

Тільки структура нижньої будови, тобто стовпи і опори, збереглися від початкового моста. Зважаючи на збільшення навантаження, в руслі річки було запропоновано додаткове підкріплення стовпів Р3 та Р4. Через їх глибокий фундамент на скелі не було необхідності вживати жодних заходів проти ризику підземних вод. Навпаки, необхідно було вирішити ризик розсування швів у кладці внаслідок можливо-го виникнення підвищених сил у шарнірах мостів.

Отже, необхідно було забезпечити достатній резерв тиску в кладці шляхом введення попереднього натягу в структуру стовпа. Тому дизайнер запропонував додаткове підкріплення стовпів за допомогою високоміцних анкерних стрижнів, закріплених анкером, а потім додатково завантажених. На кожному стовпі завжди повинні бути 2x10 свердловин глибиною 13,0 м, розташованих уздовж їх більш довгих сторін.

Буріння з керновим свердлом

Для того, щоб встановити натяжні анкери, необхідно влаштувати бурові колони розміром 13,0 м, оскільки проект передбачав кріплення арматурних елементів до бетонних фундаментів. Необхідна глибина буріння зробила неможливим використання загальної технології свердління, тому була обрана технологія глибокого буріння. Ця технологія використовує товстостінні сталеві труби, з'єднання яких утворює істотно "нескінченне свердло". Бурова колона оснащена спеціальним алмазним буровим долотом зі стрижнем. Цей інструмент забезпечує видалення пробуреного матеріалу, що є необхідною умовою для успішної установки натяжних анкерних брусів.

Для того щоб перевірити якість буріння і отримати інформацію про фактичний стан кам'яної кладки стовпів, обидві випробувальні ями виконувалися на обох стійках Р3 і Р4, все ще перебуваючи в робочому режимі на трасі. Завдяки отриманим даним вибір технології глибокого буріння виявився цілком виправданим. Стіни стійки показали значні неоднорідності в структурі в наслідок того, що будівельний камінь був різної якості і відносно значну наявність порожнин, наприклад, у зв'язку з деградованим і розрядженим кладочним розчином. Завдяки використанню двох типів будівельного матеріалу (стовп –

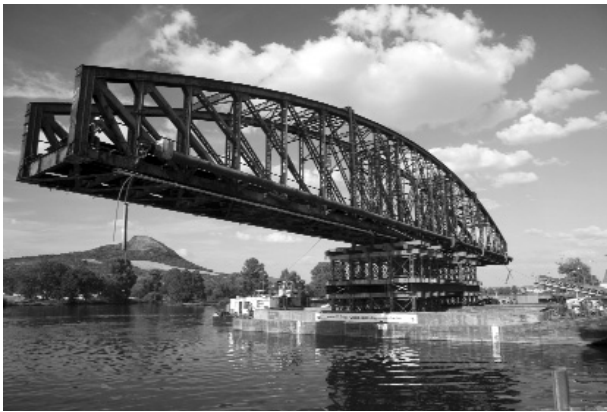


Рис. 2 Розбирання оригінальної і встановлення нових сталевих конструкцій в середній частині мосту через Ельбу здійснювалися в цілому за допомогою понтона.

(Фото Bilfinger MCE Slany)



Рис. 3 Буріння проводилося двома екіпажами на кожній опорі. Вигляд "Аерофотознімка" заголовка стовпця Р4 дає уявлення про відносно обмежений доступний робочий простір. Він все більш і більш скорочувався у процесі роботи та підйому анкерних стрижнів.

(Фото BBC – Soun)

камінь, основа – бетон), необхідно було застосовувати бурові коронки з різною твердістю.

Закріплення, затирка і додаткове напруження стовпів

Знання, отримані від перевірки свердловин, знайшли своє відображення в анкерній технології. Стан кам'яної стіни спричинив вільне надходження води в структуру від річки. Тому після буріння свердловини для анкерного бруска вона була відразу заповнена, аж до рівня, що відповідав рівню води в річці. Внаслідок того, що вся зона закріплення армуючих елементів була вкрита водою, неможливо було застосовувати звичай використовуваний закріплювальний розчин

на основі цементу. З одного боку, існував ризик розрідження суміші, коли вона застосовувалася у заповненої водою свердловини, і тоді не можна було виключити, що така суміш не вийде через вільні шви до річки. У першому випадку це означатиме втрату ефекту закріплення, в другому – пряма загроза навколишньому середовищу в річці. Більше того, наявність води в свердловині означало більш високі вимоги до захисту від корозії елементів анкерів.

Тому в якості в'язучого використовувалася органічна мінеральна смола GEOFLEX. Завдяки своїм властивостям (короткий час реакції, стійкість до розсіювання води) та механічні параметри (наприклад, дуже хороша адгезія до вологих



Рис. 4 Монтаж армованих арматурних елементів з високоміцних прутків СКТ $\varnothing 28$ мм S 670 Н, захисний рукав HDPE у вільній довжині та шланги високого тиску для хімічного анкерування. Загальна довжина анкерного елемента становила 13,7 м. Збірка проводилася на понтонах на стовпах, а кран був встановлений відразу після буріння свердловин. (Фото Minova Bohemia)



Рис. 5 Подання суміші за допомогою заливки шлангів високого тиску. Внаслідок цих умов застосовувалася двокомпонентна органічна мінеральна смола GEOFLEX. Він призначений для закріплення як в стандартних, так і в складних випадках – закріплених під водою, при несприятливих температурах, збільшені вимоги до навантаження і т.д. (Фото Minova Bohemia)



Рис. 6 Після завершення бурових і анкерних робіт на кожній опорі було встановлено 2х10 штук елементів арматури. Для монтажу нових шарнірів мосту застосовували армування та бетонування залізобетонних основ. (Фото Minova Bohemia)

поверхонь) розроблена для подібних проблемних випадків – вона мінімізує втрати анкерної суміші, гарантує антикорозійний захист сталевих анкерів, не створює небезпеки для навколишнього середовища тощо.

СКТ \varnothing 28 мм S 670 Н (670/800 МПа) з різьбовим кріпленням СКТ використовувалися як арматурні елементи попереднього напруження, оснащені захисною втулкою з вільною довжиною HDPE і встановленим колектором шлангів для застосування смоли GEOFLEX. Загальна довжина анкера становила 13,7 м, з яких довжина кріплення 6,0 м, вільна довжина 7,0 м і 0,7 м для установки натяжного пристрою. Збірка арматурного елемента дозволила вставити її по всій довжині лише в одну робочу операцію, що значно спростило установку.

Попереднє напруження арматурних стержнів можна зробити додатково для всіх брусів одночасно і в системному порядку. Як наслідок, робота прискорилося та конструкція не зазнала дії ексцентричного навантаження.

Використання сполуки на основі хімічних речовин замість цементу принесло ще одну перевагу. Істотно спрощені технології, пов'язані з нанесенням в'язучої суміші. Для реагування на будь-які зміни в

організації роботи можна було використовувати мобільне та економічне насосне обладнання.

Висновок

Завдяки обраному рішенню для бурових і анкерних робіт вдалося усунути всі негативні наслідки, що виникли внаслідок проблемного стану кладки мостових стовпів. Це також дозволило впоратися з дуже обмеженим робочим простором на стовпах опор, де кілька циклів робіт, пов'язаних з бурінням, закріпленням і підготовкою до наступних професій, чергувалися циклічно. Весь транспорт працівників, матеріалів і технологій був можливий тільки водою, тому що робота відбувалася в той час, коли сталеві конструкції оригінального мосту вже були демонтовані.

Для проведення бурових і анкерних робіт на обох стовпах за графіком будівництва було зарезервовано всього 10 днів, загальна довжина свердловин на обох стовпах – 520 м. Це вимагало одночасного розгортання в цілому чотирьох робочих груп для буріння, для підтримки часу роботи, якщо необхідно вводити безперервно. Робота вимагала не лише реалізації та технічної безпеки, а й дотримання охорони праці та взаємодії окремих працівників. Такі технології буріння, закріплення і затірки дозволили зберегти необхідний час.