



Ryc. 1. Stabilizacja podłoża autostrady A1 Sośnica – Gorzyczki na odcinku od węzła Bełk (bez węzła) do węzła Świerklany

Silment CQ-25 i CQP-15 jako alternatywa dla spoiw tradycyjnych przy realizacji autostrady A1 Sośnica – Gorzyczki

■ mgr inż. Ewelina Karp, kierownik ds. zapewnienia jakości, Heilit+Woerner Budowlana sp. z o.o.

Trudne warunki gruntowo-wodne, złe warunki atmosferyczne i krótki czas realizacji prac to podstawowe problemy, z którymi obecnie musi zmierzyć się każdy wykonawca realizujący dużą inwestycję drogową, zwłaszcza budowę autostrady. Aby sprostać wysokim wymaganiom jakościowym i jednocześnie zapewnić terminowe wywiązanie się z zawartego kontraktu, wykonawcy są zmuszeni do poszukiwania takich technologii, które im to umożliwią. Rozwiązanie stanowią nowe technologie.

W nurt nowych technologii wpisują się spoiwa nowej generacji, które od kilku lat obecne są na polskim rynku i stanowią alternatywę dla spoiw tradycyjnych (cementu, wapna, popiołów lotnych, wielkopieczowego żużla granulowanego).

Na szczególną uwagę zasługuje hydrauliczne spoiwo drogowe o nazwie Silment, produkowane w dwóch odmianach: Silment CQ-25 oraz Silment CQP-15. Oba produkty znalazły zastosowanie na odcinku realizowanej autostrady A1 Sośnica – Gorzyczki, na odcinku od węzła Bełk (bez węzła) do węzła Świerklany w km 534 + 785 – 548 + 897, jako materiał do osuszenia i ulepszenia gruntów przeznaczonych do budowy nasypów, a także stabilizacji podłoża konstrukcji drogowej.

Silment CQ-25 jest sproszkowanym, drobnoziarnistym spoiwem hydraulicznym o właściwościach zbliżonych do cementu. Uzyskiwany jest w wyniku przemiału klinkieru cementowego i pucolany przemysłowej typu Q. Charakteryzuje go głęboki przemiał (powierzchnia właściwa według Blaina powyżej 7500 cm²/g zgodnie z bieżącymi wynikami badań) i brunatnoszare zabarwienie. Poniżej zamieszczona została krótka charakterystyka spoiwa Silment sporządzona na podstawie badań z bieżącej produkcji spoiwa (tab. 1 Silment CQ-25, tab. 2 Silment CQP-15).

Wykonawca autostrady A1 zastosował spoiwo o nazwie Silment CQ-25 jako alternatywę dla cementu do stabilizacji gruntu podłoża R_m = 2,5 MPa dla dróg o kategorii ruchu KR 3–6.



Ryc. 2. Równanie i dogęszczanie warstwy nasypu stabilizowanej spoiwem Silment CQP-15

Procentowy udział wymienionego spoiwa w stosunku do objętości gruntu stabilizowanego wyniósł średnio 7% dla danego rodzaju gruntu i był właściwy do oczekiwanych parametrów nośności otrzymywanych w badaniu VSS (oznaczenie modułu odkształcenia przez obciążenie płytą według BN-64/8931-02, PN-S-02205), jak również do wymaganej wartości wytrzymałości na ściskanie próbek z mieszanki gruntowo-spoiwowej, oznaczanej według PN-S-96012.

Stabilizacji (na głębokość 40 cm) spoiwem CQ-25 poddane zostało podłoże gruntowe, w którym zalegały piaski drobne i średnie o wilgotności naturalnej wynoszącej ok. 8% oraz piaski pylaste o wilgotności naturalnej do 14%.

Wysoka wodożądność omawianego spoiwa umożliwiła prowadzenie prac w niekorzystnych warunkach gruntowych i w mało sprzyjających warunkach atmosferycznych (po opadach deszczu).

Na wykonanej stabilizacji już w ciągu pierwszych dwóch, trzech dni od jej przeprowadzenia uzyskano wysokie przyrosty nośności, co pozwoliło wykonawcy na wymierne skrócenie czasu realizacji robót na odcinkach stabilizowanych spoiwem Silment CQ-25 i na prowadzenie prac w sposób płynny, bez konieczności dłuższego niż w przypadku cementu oczekiwania na wzrost wymaganych parametrów (70% wszystkich uzyskanych wyników w badaniu nośności, określonego wartością modułu wtórnego E_2 w badaniu VSS, przekroczyły wartość 200 MPa, pozostałe wyniki były bliskie tej wartości). Pomimo wysokich przyrostów nośności, na stabilizacji nie zaobserwowano zjawiska skurczu liniowego.

Tab. 1

L.P.	Parametry techniczne Silment CQ-25		Wynik
1.	Wytrzymałość na ściskanie wg PN-EN 196-1:2006	Po 2 dniach w MPa	16,8
		Po 7 dniach; więcej niż [MPa]	25,6
		Po 28 dniach; więcej niż [MPa]	38,7
2.	Czas wiązania wg PN-EN 196-3:2006	Początek w minutach	260
		Koniec w godzinach i minutach	5 h 40 min
3.	H_2O dla konsystencji normowej powyżej [%]		37,3
4.	Zmiana objętości wg Le Chateliere [mm]		0,5
5.	Zawartość SO_2 , poniżej w [%]		3,41
6.	Powierzchnia właściwa wg Blaina, powyżej w [$cm^2/1g$]		7750

Tab. 2

L.P.	Parametry techniczne Silment CQP-15		Wynik
1.	Wytrzymałość na ściskanie wg PN-EN 196-1:2006	Po 2 dniach w MPa	-
		Po 7 dniach; więcej niż [MPa]	8,0
		Po 28 dniach; więcej niż [MPa]	15,0
2.	Czas wiązania wg PN-EN 196-3:2006	Początek w minutach	120
		Koniec w godzinach	10 h
3.	H_2O dla konsystencji normowej powyżej [%]		40,0
4.	Zmiana objętości wg Le Chateliere [mm]		0,5
5.	Zawartość SO_2 , poniżej w [%]		8,0
6.	Powierzchnia właściwa wg Blaina, powyżej w [$cm^2/1g$]		5500



Ryc. 3. Stabilizacja podłoża autostrady A1 Sośnica – Gorzyczki na odcinku od węzła Bełk (bez węzła) do węzła Świerklany

W tabeli nr 3 zestawiono przykładowe wyniki otrzymane w toku badań przeprowadzonych na odcinkach stabilizowanych Silmentem CQ-25.

Dobre rezultaty osuszania gruntów, zalegających w podłożu nasypów / wykopów oraz przewilgoconych gruntów pozyskanych z wykopów do wbudowania w nasyp, wykonawca uzyskał dzięki zastosowaniu drugiej odmiany spoiwa Silment, mianowicie CQP-15.

Silment CQP-15 jest mineralnym spoiwem hydraulicznym złożonym z materiałów wiążących i aktywnych wypełniaczy pucolanowych. Powstaje na bazie spoiwa Silment CQ-25. Podstawowa charakterystyka spoiwa Silment CQP-15 została zamieszczona w tabeli nr 2.

W czasie budowy A1 Sośnica – Gorzyczki od węzła Bełk (bez węzła) do węzła Świerklany Silment CQP-15 stosowany był do osuszania przewilgoconych gruntów rodzimych (piasków, pyłów piaszczystych z przewarstwieniami gliny) jako alternatywa dla wapna. Dozowanie spoiwa założono na poziomie 4–6% w stosunku do objętości stabilizowanego gruntu, zależnie od stanu zawilgocenia i rodzaju podłoża (wilgotność naturalna gruntu poddawanego stabilizacji zawierała się w przedziale 11–17%, w zależności od rodzaju osuszanego materiału).

W tabeli nr 4 zestawiono przykładowe wyniki otrzymane z badań przeprowadzonych na odcinkach osuszanych Silmentem CQP-15.

Na podstawie oceny makroskopowej wykonanych stabilizacji z udziałem spoiwa Silment CQP-15 stwierdzono, iż osuszanie gruntu przez jego przestabilizowanie tym właśnie spoiwem miało dwie podstawowe zalety, a mianowicie nie zaobserwowano zjawiska wtórnego rozmywania osuszonego gruntu i zmiany jego konsystencji w wyniku ponownego zawilgocenia warstwy oraz w krótkim czasie (dwa, trzy dni od wykonania stabilizacji) uzyskano stabilne, wysokie nośności zastabilizowanej warstwy, wynoszące średnio 120 MPa dla warstwy o grubości 40 cm po zagęszczeniu. Fakt ten pozwolił wykonawcy na wymierne skrócenie czasu realizacji robót na odcinkach osuszanych Silmentem CQP-15.

Reasumując, zastosowane spoiwo sprawdziło się jako materiał do prowadzenia prac związanych z ulepszeniem podłoża, stabilizacją gruntów rodzimych, osuszania. Umożliwiło wykonawcy prowadzenie prac w trudnych warunkach gruntowo-wodnych i korzystnie wpłynęło na tempo prowadzonych robót ziemnych.

Tab. 3.

Przeznaczenie stabilizowanej warstwy	Rodzaj materiału	Wilgotność naturalna gruntu przeznaczonego do stabilizacji	Wilgotność optymalna gruntu przeznaczonego do stabilizacji	Nośność określona w badaniu VSS. Moduł wtórny E2 [MPa]	Zagęszczenie określone w badaniu VSS. Stosunek modułów E2/E1	Wytrzymałość na ściskanie R28 [MPa]	Dozowanie spoiwa w stosunku do objętości stabilizowanego gruntu [%]
Podłoże w wykopie – ciąg główny autostrady	Piasek średni + Silment CQ-25	9,0	8,2	205	1,9	1,7	6
	Piasek średni + Silment CQ-25	8,4	7,6	205	1,8	1,9	6
	Piasek drobny + Silment CQ-25	8,0	7,4	225	1,9	2,1	7

Analiza przeprowadzona na podstawie badań wykonanych przez laboratorium TPA

Tab. 4

Przeznaczenie stabilizowanej warstwy	Rodzaj materiału	Wilgotność naturalna gruntu przeznaczonego do stabilizacji	Wilgotność optymalna gruntu przeznaczonego do stabilizacji	Nośność określona w badaniu VSS. Moduł wtórny E2 [MPa]	Zagęszczenie określone w badaniu VSS. Stosunek modułów E2/E1	Wytrzymałość na ściskanie R28 [MPa]	Dozowanie spoiwa w stosunku do objętości stabilizowanego gruntu [%]
Warstwa nasypu gr. 40 cm – ciąg główny autostrady	Piasek pylasty + Silment CQP-15	14,5	9,1	127	2,1	1,2	6
	Piasek średni + Silment CQP-15	14,6	10,1	132	2,2	1,2	6
	Piasek drobny + Silment CQP-15	11,4	8,2	102	2,1	1,1	5

Analiza przeprowadzona na podstawie badań wykonanych przez laboratorium TPA



**nowoczesne
spoiwa
stabilizacyjne
dla inżynierii
komunikacyjnej**

terra mix **SILMENT**

Spoiwex Sp. z o.o.
ul. Boczna 6, 44-240 Żory,
tel./fax 32 734 03 15
tel. kom. 504 158 461 - informacje handlowe,
tel. kom. 502 306 188 - informacje techniczne

www.spoiwex.pl, biuro@spoiwex.pl