



Konstrukcje gwoździowane są coraz powszechniej stosowane w realizacjach dużych projektów infrastrukturalnych. Dzięki tej technologii można m.in. wzmacniać istniejące nasypy drogowe bez konieczności ich klasycznej przebudowy. To też daje możliwość utrzymania przejezdności w trakcie prac. Technologia ta umożliwia również formowanie w pełni bezpiecznych skarp przekopów (o pochyleniu nawet do 60-70°), a także tworzenie efektownych, pionowych ścian oporowych o znacznej wysokości (ponad 20 m).

Gwoździowanie to jedna z najefektywniejszych metod stabilizacji osuwisk związanych z obiektami komunikacyjnymi. Godny uwagi jest również fakt, iż według wyliczeń CALTRANS (California Department of Transportation) konstrukcje gwoździowane są najtańszymi konstrukcjami oporowymi.

Reasumując, technologia ta do minimum ogranicza konieczność ingerencji w zabezpieczany obiekt, co nabiera szczególnej wagi w przypadku działających ciągów komunikacyjnych (zarówno drogowych, jak i kolejowych) oraz czynnych terenów osuwiskowych.

Technologie i możliwości

Gwoździowanie jest metodą zbrojenia wglębnego gruntu. Polega na wytworzeniu w obrębie górotworu (skarpy wykopu, nasypie) materiału geokompozytowego (struktury, bryły) o znacznie wyższych parametrach wytrzymałościowych w stosunku do pierwotnych parametrów gruntowych wzmacnianego ośrodka.

Idea gwoździowania gruntu jest znana od kilku dziesięcioleci, jednak dopiero rozwój odpowiednich technologii pozwolił na pełne wykorzystanie jej zalet i możliwości. Dla gwoździowania jako metody zbrojenia gruntu, najistotniejsza jest efektywność

Gwoździowanie skarp w połączeniu z oblicowaniem elastycznym cz. I

Utworzono: czwartek, 25, marzec 2010 08:29 Mirosław Mrozik, Jakub Sierant

zespoleń gwoździ z gruntem – im jest ona wyższa, tym formowany wglębnie geokompozyt jest bardziej jednorodny („monolityczny”), a wzrost parametrów wytrzymałościowych wyraźniejszy. Dlatego zastosowanie odpowiedniej technologii decyduje w znacznej mierze o efekcie końcowym zabiegu.

Natura w wielu przypadkach negatywnie zweryfikowała próby gwoździowania z wykorzystaniem prętów żebrowanych osadzonych w otworach wypełnionych zaczynem cementowym. Trudności z utrzymaniem statecznego, drożnego otworu i ograniczony zasięg „iniekcji” sprawiają, że podstawowy dla gwoździowania gruntu warunek zmonolityzowania ośrodka gruntowego, nie występuje, lub jest zbyt słaby dla poprawnego funkcjonowania konstrukcji. Zatem najbardziej wydajne, zarówno pod względem technicznym jak i ekonomicznym, są technologie tzw. gwoździ samowiercących („self-drilling soil nails” - wiercenie z jednoczesną iniekcją przy użyciu zestawu traconych elementów przewodu wiertniczego, pełniących następnie funkcję zbrojenia gwoździa).

System TITAN – pierwsza zastosowana na świecie technologia typu „self-drilling”, została opracowana prawie trzydzieści lat temu w niemieckiej firmie Ischebeck. Do wykonywania gwoździ wykorzystywane są najczęściej żerdzie typu 30/11 i 40/16, wyjątkowo również 52/26. Końcówka żerdzi wyposażona jest w traconą koronkę wiertniczą, dobraną odpowiednio do rodzaju gruntu (najczęściej stosowane są koronki o średnicach z przedziału 75 do 150 mm). Nośności projektowe gwoździ zawierają się zazwyczaj w przedziale od 10 do blisko 500 kN! Wykorzystując grunt in-situ jako element konstrukcyjny uzyskuje się bezpieczne, eleganckie inżyniersko konstrukcje o dowolnej praktycznie geometrii przy odpowiednim dopełnieniu gwoździowania systemem oblicowania elastycznego.

Jedynym sprawdzonym oraz w pełni dopracowanym systemem oblicowania elastycznego jest system TECCO® szwajcarskiej firmy Geobrugg AG, stosowany na świecie od ponad 20 lat. Centralnym elementem tego systemu jest siatka stalowa wysokiej wytrzymałości, którą mocuje się do głowic gwoździ przy pomocy systemowych płytek kotwiących.



Dzięki temu system można „uaktywnić” poprzez właściwe jego napięcie, uzyskując tym samym lekką konstrukcję oporową, zabezpieczającą strefę przypowierzchniową skarpy przed deformacjami oraz erozją (dzięki szybkiej i bardzo estetycznej wegetacji roślinnej). W odróżnieniu od stosowanych czasami mat przeciwoerozyjnych lub siatek stalowych o niskich wytrzymałościach, system TECCO® jest wyjątkowo

wytrzymały, a poprawność rozwiązania można weryfikować przy zastosowaniu specjalnie do tego celu stworzonej koncepcji wymiarowania RUVOLUM®. Dodatkowo wszystkie elementy systemu zabezpieczone są przed korozją na ok. 100 lat.

Możliwość sprawnego funkcjonowania gwoździ z elastycznym systemem zabezpieczenia powierzchniowego pozwala wtopić konstrukcję w otoczenie i uzyskać efekt wykończenia „zielonego”, z pokrywą wegetacyjną. Konstrukcje oporowe formowane w technologii ścian gwoździowanych, z uwagi na odmienny charakter pracy, są znacznie bezpieczniejsze i łatwiejsze w użytkowaniu, niż tradycyjne konstrukcje oporowe z kotwami sprężanymi (problem z utrzymaniem sił sprężających, korozja). Dodatkowo zaobserwowano, że tego typu konstrukcje świetnie sprawdzają się na terenach o aktywności sejsmicznej, właśnie dzięki swojej „elastyczności”, stąd olbrzymia ich popularność w Japonii.

Z uwagi na szereg wyjątkowych cech oraz bogactwo doświadczeń, systemy TITAN oraz TECCO® stały się ważnym narzędziem do rozwiązywania problemów geotechnicznych przy realizacji wielu inwestycji drogowych.

Technologiczne zalety gwoździ iniekcyjnych TITAN stają się szczególnie widoczne w przypadku obiektów zlokalizowanych w genetycznie słabym ośrodku gruntowym (typu np. drobnorytmicznego fliszu karpackiego z zaangażowaną mikrotektoniką) lub w ośrodkach osłabionych procesami geodynamicznymi. Wyjątkowy sposób osadzania gwoździ (wiercenia z jednoczesną iniekcją) pozwala nie tylko spiąć strefę aktywną i bierną form osuwiskowych, ale również zapewnić głębokie wzmocnienie iniekcyjne samego ośrodka, zwłaszcza w strefie poślizgu. Rozwiązanie to jest niezwykle skuteczne i pozwala nadać zabezpieczeniom lekką, elegancką inżyniersko formę, oraz ograniczyć tym samym znacząco zakres prac ziemnych, np. wymiany gruntu czy rozbiórki i formowania masywnych konstrukcji podpierających.

Koncepcją wyjątkową, stworzoną z myślą o osuwiskach, są gwoździe drenujące. Gwoździe drenujące wykonywane są z zastosowaniem TITAN 40/27. Do iniekcji wykorzystuje się specjalną mieszankę cementową, która powoduje powstanie porowatej struktury kamienia cementowego o współczynniku filtracji rzędu $k=10^{-4}$ m/s. Porowatość efektywna buławy gwoździ drenujących w połączeniu z rozstawem gwoździ daje możliwość skutecznej, szybkiej redukcji ciśnienia porowego w strefie poślizgu.

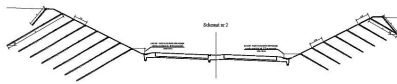
Teoria a praktyka

Stabilizacja osuwisk: droga ekspresowa S1, obwodnica m. Grodziec

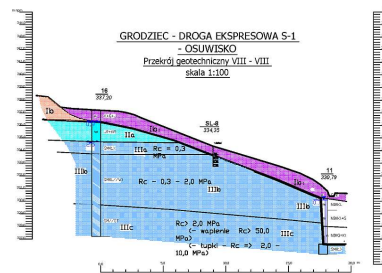
Znakomitym przykładem kompleksowego rozwiązania problemów osuwiskowych skarp drogowych jest obiekt zlokalizowany w ciągu drogi ekspresowej S1 Bielsko-Biała – Cieszyn, na odcinku obwodnicy miejscowości Grodziec Śląski.

Gwoździowanie skarp w połączeniu z oblicowaniem elastycznym cz. I

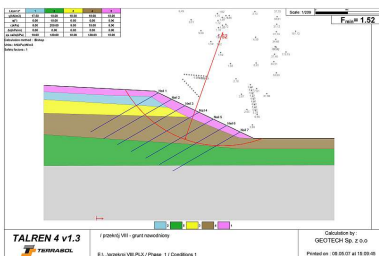
Utworzono: czwartek, 25, marzec 2010 08:29 Mirosław Mroziak, Jakub Sierant



Problem pojawił się na skarpach o nachyleniu rzędu jedynie 30° i długości skłonu blisko 20 m. Procesy rozwijające się stopniowo, objęły ostatecznie całą wysokość skarp, a w okresie największej intensywności koluwia zasypywały pobocze i część jednego z pasów ruchu. Zjawisko dotknęło obu skarp wykopu, na odcinku ok. 240 m



Po próbach zabezpieczeń doraźnych (maty przeciwoerozyjne, przypory gabionowe), ostatecznie zdecydowano się na zabezpieczenie konstrukcją gwoździowaną z oblicowaniem elastycznym. Stateczność wgłębną zapewnił układ gwoździ gruntowych TITAN 30/11 o długościach 3, 4, 6, 7, 8, 9, 12 m, o łącznym metrażu ~ 9 000 mb.



Jako oblicowanie zapewniające stateczność przypowierzchniową zastosowano elastyczny system oblicowania TECCO[®], nadając tym samym całości bardzo estetyczny wygląd oraz chroniąc skarpy przed jakimikolwiek deformacjami powierzchniowymi.



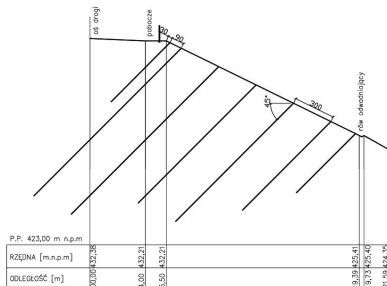
Stabilizacja osuwisk: droga krajowa nr 69, m. Przybędza

Gwoździowanie skarp w połączeniu z obliczaniem elastycznym cz. I

Utworzono: czwartek, 25, marzec 2010 08:29 Mirosław Mroziak, Jakub Sierant

Bliźniacze rozwiązanie zastosowano również na skarpie korpusu drogowego drogi krajowej nr 69 w rejonie Węgierskiej Górki.

Przekrój A-A



Gwoździowanie skarp w połączeniu z oblicowaniem elastycznym cz. I

Utworzono: czwartek, 25, marzec 2010 08:29 Mirosław Mrozik, Jakub Sierant



Mirosław Mrozik
Geobrugg AG, Partner w Polsce

Jakub Sierant
TITAN Polska Sp. z o.o.
