



Zaprojektowane dla fliszu

■ mgr inż. Robert Sołtysik, Soley sp. z o.o.

W ciągu ostatnich kilku lat nastąpiła wyraźna zmiana nastawienia administratorów dróg do problemu osuwisk, których kilkadziesiąt tysięcy zinventaryzowano na obszarze Polski. Zdecydowana większość z nich zlokalizowana jest na terenie Polski południowej, w warunkach gruntowych fliszu karpackiego.

W największym skrócie flisz karpacki można scharakteryzować jako grunt skalisty, zbudowany z naprzemiennie ułożonych warstw osadowych skał miękkich i twardych, o różnych miąższościach i bardzo zmiennych parametrach, pofałdowanych i często spękanych, noszący ślady złożonych zjawisk tektonicznych, które zaszły w przeszłości na tych terenach. Ten „skalny przekładaniec” przykryty jest najczęściej warstwą zwietrzelin gliniastych, splezających po stropie rodzimego podłoża.

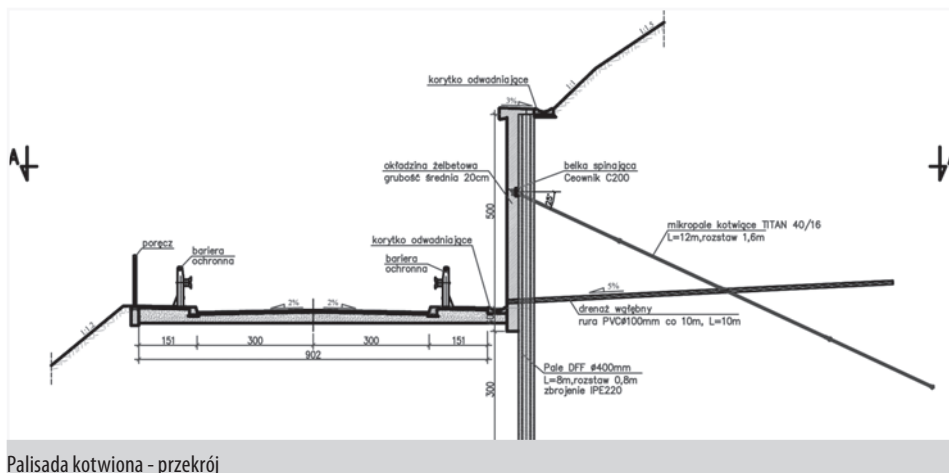
Istnieje wiele metod zabezpieczania osuwisk. Nieodłącznym elementem każdego ze sposobów, ale nie zawsze wystarczającym, jest regulacja stosunków wodnych. Kolejne zabiegi można podzielić na powierzchniowe i wgłębne. Do zabiegów powierzchniowych zalicza się wszelkiego rodzaju mury oporowe: siatkowo-kamiennie, żelbetowe i zbudowane przy użyciu geosyntetyków. Do zabiegów wgłębnych należą działania wykonywane przy użyciu sprzętu wiertniczego.

Autor artykułu stoi na stanowisku, że w specyficznych warunkach fliszu karpackiego najlepsze rezultaty przy zabezpieczaniu osuwisk dają techniki wiertnicze umożliwiające „zszywanie” ze sobą stref aktywnych, przemieszczających się w dół zboczy, ze strefami pasywnymi stabilnie zalegającego podłoża. Do tego typu rozwiązań zaliczyć można wgłębne

zbrojenia gruntu metodą gwoździowania, poprzeczne do osi zabezpieczonego korpusu drogowego żebra, posadawiane na pionowym lub kozłowym układzie pali lub mikropali, czy też palisady, usytuowane najczęściej równolegle do osi drogi.

Jako pionowe elementy palisady przy zabezpieczeniach osuwisk projektowane są w ostatnich latach mikropale, pale wiercone, pale CFA i kolumny... jet grouting.

Oczywiście, nie istnieją rozwiązania idealne i zarazem uniwersalne dla każdego problemu. Jeżeli uwarunkowania terenowe pozwalają na zastosowanie do wykonywania pionowych elementów palisad sprzętu o masie powyżej 40–50 t, a wytrzymałości na zginanie jednostkowych pali przekraczają ok. 50 kNm, to ekonomicznie i jak najbardziej poprawnie jest zaprojektować pale wiercone o średnicach z przedziału 400 do 600 mm, tzw. pale normalnych średnic, zamiast mikropali. Takie średnice pozwalają na zainstalowanie wewnątrz pala sztywnego zbrojenia z profilu walcowanego w postaci dwuteownika zwykłego lub dwuteownika szerokostopowego albo w postaci odpowiednio wzmocnionego na zginanie zbrojenia koszowego. Zawsze w takich przypadkach należy pamiętać o zasadzie, że bezpieczniej jest zastosować więcej elementów o mniejszych jednostkowych obciążeniach niż mniej elementów bardziej obciążonych, których awaria, choćby z powodu



Palisada kotwiona - przekrój

lokalnie gorszych parametrów gruntu, może pociągnąć poważniejsze konsekwencje.

Dwa kolejne sposoby wykonywania pionowych elementów palisad, pojawiające się w projektach zabezpieczania osuwisk, powodują wiele kłopotów i zamieszania na etapach przetargów i wykonawstwa robót. Nowoczesna i szybka w realizacji metoda wykonywania pali CFA, czyli metoda świdra ciągłego, daje dobre rezultaty w różnych warunkach gruntowych, z wyjątkiem gruntów skalistych. Zatem jeśli zamysłem projektanta jest postawienie pala na stropie skały lub z jego niewielkim w niej utwierdzeniem, to jest to technologia poprawna. Jeśli natomiast zamierza skutecznie zagłębić się tą technologią np. na dwa metry w skałę twardą, to powinien zapytać o opinię kilka firm wykonawczych. Ciężką, mozolną pracą i kosztem zniszczonych narzędzi i nadwyreżonych palownic można spełnić w tej technologii i takie oczekiwania projektanta. Są jednak życzenia, których przy najszczerszych chęciach i ogromnych staraniach wykonawca spełnić nie może. Do takich należy wykonanie kolumn jet grouting o średnicach kilkudziesięciu centymetrów w utworach fliszowych, zwłaszcza w jego twardszych strefach. Technologia opracowana do wzmacniania i zeskalania słabonośnych gruntów spoiwych, organicznych i piaszczystych, opisywana w literaturze fachowej w Polsce i na świecie, ma podstawowe ograniczenia w stosowaniu do gruntów skalistych właśnie. Ponieważ w technologii tej przewód wiertniczy pograża się do zaprojektowanej głębokości z wykorzystaniem koronki wiertniczej o średnicy do kilkunastu centymetrów, a następnie urabia się grunt poprzez cięcie go strumieniem zaczynu cementowego, niepomierne zdumienie wywołało u potencjalnych wykonawców zaprojektowanie przy zabezpieczeniu jednego z osuwisk w ubiegłym roku kolumn jet grouting o średnicy jednego metra „zakotwionych minimum trzy metry w skałę twardą”.

W oparciu o własne doświadczenia i obserwacje prac prowadzonych we fliszu karpaccim przez inne firmy, autor opracował nową metodę wykonywania pali o średnicach do 600 mm, dedykowaną specjalnie dla robót prowadzonych we fliszu, co znalazło odzwierciedlenie w nazwie metody DFF – *Designed for Flysch* (Zaprojektowane dla fliszu). Metoda ta jest kompilacją dwóch znanych wcześniej metod prowadzenia prac wiertniczych. Jej podstawowe założenia przedstawiają się następująco. Pale DFF umożliwiają, przez dwuetapowość ich realizacji, dostosowanie techniki wiercenia do rodzaju przewierczanych gruntów. W trakcie pierwszego etapu wiercenia stosowana jest technika wiercenia dwugłowicowego, z rurą osłonową. Zespół dwóch głowic wiertniczych napę-

dza w kierunkach przeciwbieżnych wewnętrzne narzędzie – świder spiralny (ślimak) i narzędzie zewnętrzne – świder rurowy (stanowiący jednocześnie rurę osłonową). Na tym etapie przewiercane są wszelkie grunty nieskaliste, a zatem nasypy, piaski, żwiry, namuły, gliny i inne utwory geologiczne, mogące występować nad stropem skał miękkich lub twardych. Taką techniką należy doprowadzić do posadowienia rury osłonowej na stropie skał. Po usunięciu z wnętrza rury osłonowej ślimaka następuje wiercenie techniką przewidzianą

dla drugiego etapu robót wiertniczych, czyli przewiercanie skał miękkich lub skał twardych przy zastosowaniu młotka wgłębnego – DTH (*Down the Hole Hammer*). Młotek wgłębny jest narzędziem o napędzie pneumatycznym, wymagającym kompresorów o ciśnieniu roboczym rzędu 0,6–2,5 MPa i wydatku od kilkunastu do kilkudziesięciu m³/min. Im wyższe parametry zasilania młotka wgłębnego, tym postęp prac wiertniczych szybszy. Młotek wgłębny przekazuje energię udaru bezpośrednio na koronkę wiertniczą pracującą na dnie otworu. Eliminuje to straty energii występujące przy innych technikach wiercenia udarowego oraz ogranicza w istotny sposób hałas i drgania związane z pracami wiertniczymi. Wiercenie młotkiem wgłębnym umożliwia pokonywanie kolejnych warstw skał o różnych stopniach twardości, w tym skał powyżej $R_c = 100$ MPa. Postęp robót wiertniczych nie jest uzależniony od głębokości otworu, co pozwala osiągać zaprojektowane wymiary pala niezależnie od rodzaju napotkanych skał. Usuwanie urobku na tym etapie robót odbywa się w sposób ciągły przez wydmuch zwiercin (pyłu, okruchów skalnych) na zewnątrz otworu przez zużyte w młotku wgłębnym powietrze, wydostające się z otworów w koronce wiertniczej (tzw. płuczka powietrzna). W przypadku natrafienia na warstwy skał miękkich o dużej miąższości i bardzo słabych parametrach mechanicznych niegwarantujących utrzymania stabilności wierconego otworu, trzeba zastosować młotek wgłębny z poszerzaczem, umożliwiającą opuszczanie rur osłonowych poniżej stropu skał.

Po osiągnięciu zaprojektowanej głębokości z otworu należy usunąć młotek wgłębny oraz przewody wiertnicze i przystąpić do betonowania pala.

Betonowanie pala należy prowadzić z zachowaniem zasad przewidzianych w normie PN-EN 1536 *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale wiercone*.

Po wykonaniu betonowania należy wprowadzić do betonu zbrojenie w postaci profilu walcowanego lub zbrojenie koszowe.

Ostatnią czynnością jest usunięcie rury osłonowej.

Dla ograniczenia momentu zginającego w palach tworzących palisadę stosuje się elementy kotwiące. W warunkach gruntowych fliszu karpacciego najlepsze efekty osiąga się przy zastosowaniu jednego lub dwóch poziomów mikropali kotwiących TITAN, stosując elementy zbrojące o nośnościach obliczeniowych 360, 520 lub 680 kN.

Do chwili obecnej przeprowadzono kilka realizacji w oparciu o tę metodę wykonywania pali – wszystkie z dobrym skutkiem, a kilka następnych jest już zaprojektowanych.

Kompleksowe usługi w zakresie prac:

soley[®]



Geotechnicznych



Hydrotechnicznych



32-083 Balice k. Krakowa, ul. Przemysłowa 33
tel. 012 638 03 50 fax 012 258 47 07
www.soley.pl biuro@soley.pl