

Ściany oporowe z gruntu zbrojonego w systemie optemBLOK

– przegląd stosowanych technologii

mgr inż. Tomasz Bobrucki
mgr inż. Przemysław Nowakowski
Optem

Artykuł przedstawia system murów oporowych z bloczków drobnowymiarowych optemBLOK w różnych wariantach wykorzystania. Ze względu na przeznaczenie konstrukcji może to być: samodzielny mur utrzymujący naziom, skrzydło obiektu mostowego, konstrukcja odciążająca przyczółek bądź tymczasowa ściana oporowa. Dla każdego rodzaju konstrukcji oporowej należy dobrać odpowiednią technologię wykonania gruntu zbrojonego.

Konstrukcje z gruntu zbrojonego we współczesnej odsłonie opatentował w 1963 roku francuski inżynier Henri Vidal. Od tego momentu są one powszechnie stosowane w budownictwie inżynierskim w przypadku konieczności podpierania uskoków naziomu gruntów rodzimych lub nasypowych. Stosuje się je szczególnie w sytuacjach, gdy priorytetem jest uzyskanie dodatkowej przestrzeni zamiast poprowadzenia skarpy o naturalnym nachyleniu. W przypadku stosowania gruntu zbrojonego w zależności od przeznaczenia konstrukcji można zastosować elementy licowe w postaci bloczków drobnowymiarowych. Konstrukcje ścian oporowych w zależności od charakteru pracy dzieli się na systemy:

- aktywne, gdy lico ściany oporowej jest elementem bloku z gruntu zbrojonego,
- bierne, gdy lico pełni funkcję estetyczną i jest elementem wykończeniowym konstrukcji z gruntu zbrojonego.

W systemie optemBLOK możliwe jest wykonanie muru oporowego w obydwu ww. schematach pracy. Kształt bloczków drobnowymiarowych pozwala na swobodę kształtowania murów w planie (zakrzywienia, łuki) oraz w pionie w postaci zastosowania lica pionowego, a także możliwość odchylenia muru od pionu do 9°. Dodatkowo za pomocą bloczków narożnych istnieje możliwość ukształtowania w estetyczny sposób naroży muru oporowego. W ofercie optemBLOK znajduje się również zwieńczenie muru w formie kapy prefabrykowanej w kształcie litery „L” oraz daszkowej. Jest to idealne rozwiązanie w przypadku muru zakończonego balustradą. Mury oporowe z gruntu zbrojonego to trwałe konstrukcje projektowane na co najmniej 120 lat. Ich zastosowanie pozwala obniżyć koszty budowy w stosunku do klasycznych żelbetonowych ścian oporowych oraz zapewnia prostotę i powtarzalność montażu niewymagającego wykwalifikowanego personelu. Używanie gotowych elementów prefabrykowanych pozwala na ich natychmiastowe obciążenie, którego nie można przeprowadzić w przypadku murów monolitycznych. Mur oporowy z gruntu zbrojonego można stosować jako samodzielny mur utrzymujący naziom, skrzydła obiektu mostowego oraz kładek, przyczółki filarowe, zabezpieczenia skarp nasypów, rampy najazdowe.

Grunt zbrojony bez licowania z bloczków drobnowymiarowych stosuje się również w celu odciążenia konstrukcji,

I SUMMARY

Retaining walls made of reinforced soil in the optemBLOK system – an overview of used technologies

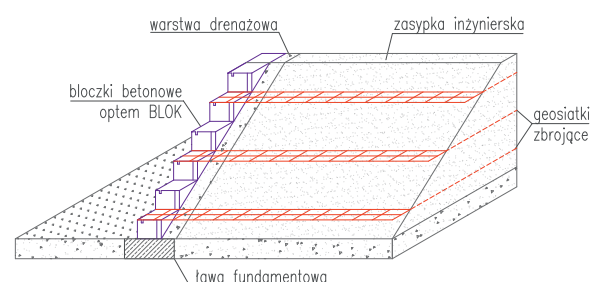
The article presents a system of retaining walls made of small-size optemBLOK blocks in various applications. Due to the purpose of a structure, it can be an independent wall that maintains the backfill, a wing of a bridge, a structure that relieves an abutment or a temporary structure. The appropriate system of reinforced soil should be selected for a specific structure.

Keywords: retaining walls made of concrete blocks, geosynthetics, passive system, active system, retaining structure

w szczególności przyczółków mostowych. Tworzy się konstrukcję bloku z gruntu zbrojonego zamkniętego materiałami geosyntetycznymi za monolityczną konstrukcją obiektu. Ponadto w sytuacji, gdy wymagane jest prowadzenie prac etapowych, można zastosować tymczasową konstrukcję oporową z gruntu zbrojonego zamiast kosztownych ścianek szczelnych. Takie rozwiązanie pozwala nie przerywać robót oraz charakteryzuje się niskim kosztem realizacji.

System czynny optemBLOK

Istotą systemu czynnego jest współpraca lica z prefabrykowanymi bloczkami z gruntem zasypowym zbrojonym pasmami geosiatek, które kotwione są w elementach



Rys. 1. Schemat systemu czynnego w technologii optemBLOK



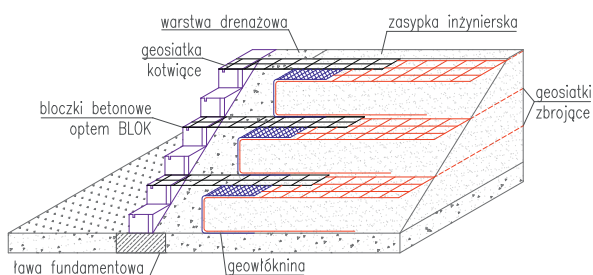
Rys. 2. Przykładowa realizacja w systemie czynnym optemBLOK

drobnowymiarowych ściany. Całość tworzy zespoloną konstrukcję bloku z gruntu zbrojonego z licem połączoną geosyntetykiem zbrojącym.

W systemie czynnym murów oporowych z gruntu zbrojonego optemBLOK przedstawionym na rys. 1 geosyntetyki pełnią funkcję zbrojenia przenoszącego naprężenia rozciągające od obciążenia ciężarem własnym i użytkowym. Grunt zbrojony stanowi zasypka, którą przekładają się warstwowo geosyntetykami. Współpraca gruntu zasypowego z geosyntetykami zapewnia stateczność wewnętrzną konstrukcji. Geosyntetyki są mocowane pomiędzy drobnowymiarowymi bloczkami prefabrykowanymi pełniącymi funkcję oblicowania oraz jednocześnie szalunku dla kolejnych warstw materiału nasypowego. Oprócz oblicowania ważną funkcją bloczków jest zabezpieczenie obiektu przed powierzchniową erozją, ochrona przed wpływem warunków atmosferycznych oraz nadanie konstrukcji estetycznego wyglądu. Łączniki z tworzywa sztucznego umieszczone są w specjalnych otworach w bloczkach i pozwalają na pozycjonowanie, a przez to precyzyjne ustawienie kolejnych warstw bloczków. Dzięki temu można uniknąć zjawiska falowania muru – jest on prosty i estetyczny. Dodatkową funkcją łączników jest również zamocowanie geosyntetyków w bloczkach. Zaletą stosowania systemu czynnego jest szybkość montażu dzięki jednoczesnemu wznoszeniu lica wraz z gruntem zbrojonym. Pozwala to na obniżenie kosztów wykonawstwa względem murów żelbetonowych oraz murów oporowych z gruntu zbrojonego wykonanych w systemie biernym.

System bierny optemBLOK

Zbrojenie geosyntetyczne w systemie biernym z wykorzystaniem technologii optemBLOK przedstawione



Rys. 3. Schemat systemu biernego w technologii optemBLOK

na rys. 3 dzielimy na konstrukcyjne wkładki zbrojące w licu bloku gruntu zbrojonego oraz na zbrojenie kotwiące, które umieszczone jest pomiędzy wkładkami zbrojącymi, do których kotwi się drobnowymiarowe elementy betonowe stanowiące docelowe lico ściany. Formowanie wkładek tworzących warstwy bloku z gruntu zbrojonego odbywa się za pomocą szalunków przedstawianych, które w zależności od potrzeb mogą tworzyć pionowy lub pochylony blok z gruntu zbrojonego. Przy wykonaniu wkładek zbrojących z geosiatek niezbędne jest zastosowanie geowłókniny umożliwiającej separację gruntu zasypowego od zasypki drenażowej oraz uniemożliwia utratę zasypki gruntu zbrojonego. Przestrzeń między licem gruntu zbrojonego a wewnętrzną częścią oblicowania wypełnia się kruszywem łamanym lub naturalnym o jednofrakcyjnym uziarnieniu 8/16 w celu zminimalizowania parcia na lico ściany oraz zapewnienia odpowiedniego drenażu.

Niezależność konstrukcji lica i gruntu zbrojonego jest główną zaletą systemu biernego, ponieważ wykonawca może w pierwszej kolejności stworzyć nasyp z gruntu zbrojonego geosyntetykami, a w późniejszym czasie wznieść lico. Powyższa kolejność wykonania nasypu



Rys. 4. Przykładowa realizacja w systemie biernym optemBLOK



Rys. 5. Etap wznoszenia lica w systemie biernym optemBLOK

umożliwia zrealizowanie osiadań wstępnych oraz powstałych na skutek konsolidacji podłoża gruntowego przed wzniesieniem lica.

Stosowanie tej technologii zapewnia niezależną pracę lica oraz gruntu, co uniemożliwia wystąpienie pęknięć w oblicowaniu. Jest to szczególnie ważne przy słabonośnym podłożu oraz przy zastosowaniu dodatkowych nasypów przeciążających i przyspieszających proces konsolidacji. Ponadto wykonywanie bloku z gruntu zbrojonego w pierwszej kolejności umożliwia zagęszczenie materiału zasypowego ciężkim sprzętem do samego lica ściany oporowej. Pozwala to na uzyskanie wysokiego wskaźnika zagęszczenia, który zmniejsza ryzyko powstania ewentualnych deformacji lica. W przypadku uszkodzenia lica można wymienić bloczki bez konieczności rozbiórki nasypu z gruntu zbrojonego, co zmniejsza koszty ewentualnych napraw.

Odciążenie oraz konstrukcje tymczasowe ścian oporowych

Stosowane w systemie optemBLOK siatki zbrojące oraz geowłókniny są szeroko wykorzystywane przy konstrukcjach oporowych bez lica. Najczęściej tego typu struk-



Rys. 6. Przykładowa realizacja tymczasowej ściany oporowej w technologii optemBLOK

tury znajdują zastosowanie przy przyczółkach, gdzie konstrukcja z gruntu zbrojonego pełni funkcję odciażającą. Odciążenie odbywa się za pomocą formowania konstrukcji bloku z gruntu zbrojonego za konstrukcją obiektu. Odciążeniu mogą być poddane zarówno tylne ściany przyczółków, jak i skrzydła tych obiektów. Po wybudowaniu bloku z gruntu zbrojonego otrzymujemy pustkę technologiczną między blokiem a ścianą przyczółku. Pozwala to na pełne przejście parcia przez konstrukcje z gruntu zbrojonego. Siła pozioma oddziałująca w tradycyjnych przyczółkach przy zastosowaniu gruntu zbrojonego zostaje przejęta przez geosiatki zbrojące. Odciążenie skutkuje nie tylko zmniejszeniem gabarytów konstrukcji przyczółku wynikających ze zmniejszenia sił w przekrojach, ale również powoduje zmniejszenie sił przenoszonych przez fundament przyczółka, co umożliwia optymalizację rozwiązania posadowienia, czego wynikiem są duże oszczędności w porównaniu do tradycyjnej technologii budowy.

Kolejnym zastosowaniem gruntu zbrojonego bez oblicowania z bloczków są konstrukcje tymczasowe, które wykorzystywane są w przypadkach, gdzie istnieje konieczność etapowania prac budowlanych związanych z budową obiektów w ciągu istniejących szlaków komunikacyjnych. Tymczasowe konstrukcje oporowe z gruntu zbrojonego charakteryzują się dużo niższym kosztem oraz prostotą wykonania w porównaniu do standardowo stosowanych w takich sytuacjach ściankach szczelnych.

Podsumowanie

System murów oporowych z gruntu zbrojonego optemBLOK oferuje szeroki zakres zastosowań w zależności od przeznaczenia konstrukcji. W każdym przypadku efektem jego zastosowania jest ograniczenie robót ziemnych związanych z wykonywaniem skarp, ograniczenie czasu wykonywania budowl, łatwość montażu oraz dowolność w kształtowaniu murów w planie oraz w pionie. Wszystkie te cechy powodują, że obecnie jest to jedno z najkorzystniejszych rozwiązań konstruowania murów oporowych. □