

INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ

Instrukcje, Wytyczne, Poradniki
nr 429/2008

Projektowanie konstrukcji oporowych, stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami

Warszawa 2008

INSTRUKCJA

Autor

prof. dr hab. LECH WYSOKIŃSKI

mgr inż. WALERY KOTLICKI

Recenzenci

prof. dr hab. inż. ADAM BOLT

dr inż. JANUSZ SOBOLEWSKI

Opracowanie redakcyjne

dr MICHAŁ GAJOWNIK

Opracowanie komputerowe

SŁAWOMIR KOSIARSKI

Projekt okładki

EWA KOSSAKOWSKA

Niniejsza publikacja

zastępuje Instrukcję nr 429/2007

© Copyright by Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa 2008

ISBN 978-83-249-1503-3

ISBN 978-83-249-8171-7 (PDF)



Instytut Techniki Budowlanej

Dział Upowszechniania Wiedzy

02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 22 843 35 19

www.itb.pl

Sklep internetowy [klient.itb.pl](http:// klient.itb.pl)

Spis treści

Przedmowa.....	5
1. Wstęp	6
1.1. Przedmiot i zakres opracowania	6
1.2. Stosowane określenia	7
1.3. Podstawowe oznaczenia	8
2. Warunki projektowania	8
2.1. Rodzaje konstrukcji z gruntu zbrojonego i ich zastosowanie	8
2.2. Mechanizm pracy konstrukcji	12
2.3. Specyfika projektowania z wkładkami geosyntetycznymi	14
2.4. Ocena trudności projektu – kategoria geotechniczna konstrukcji	16
2.5. Projektowy okres użytkowania konstrukcji	17
3. Materiały	18
3.1. Materiał gruntowy	18
3.2. Zbrojenie	24
3.3. Konstrukcje osłon	29
4. Warunki konstrukcyjne	30
4.1. Warunki projektowania korpusu	30
4.2. Zbrojenie	31
4.3. Posadowienie konstrukcji	34
4.4. Zabezpieczenie konstrukcji przed wodami opadowymi i gruntowymi	36
5. Zasady wykonywania obliczeń sprawdzających	38
5.1. Wymagania ogólne	38
5.2. Sprawdzenie stanów granicznych nośności	39
5.3. Sprawdzanie stanów granicznych użytkowalności	48
6. Bibliografia	51

PRZEDMOWA

Pojęcie konstrukcji z gruntu zbrojonego dotyczyło początkowo oryginalnej technologii wykonywania ściany oporowej z gruntu wzmocnionego wkładkami stalowymi, opracowanej przez francuskiego inżyniera Henri Vidala pod koniec lat 60. Vidal opatentował tę technologię jako materiał o nazwie „grunt zbrojony”. Jest też autorem pierwszych projektów oraz zrealizowanych w oparciu o tę technologię obiektów. Obecnie pod pojęciem konstrukcji z „gruntu zbrojonego”, poza klasyczną konstrukcją ściany oporowej, kryje się znacznie więcej różnych rozwiązań polegających na odpowiednim wbudowaniu w nasyp lub budowlę ziemną wkładek zbrojenia w celu poprawienia właściwości wytrzymałościowych obiektu.

Konstrukcje z „gruntu zbrojonego”, ze zbrojeniem wykonanym z syntetyków, znalazły szerokie zastosowanie przede wszystkim w budownictwie komunikacyjnym, hydrotechnicznym, również w budownictwie powszechnym. Z powodzeniem stosowano je do wykonywania nadbrzeży portowych, stromych nasypów drogowych i kolejowych, podpór mostowych, ramp, grobli, obwałowań, zabezpieczeń zboczy zagrożonych osuwiskami. Wykorzystanie gruntu zbrojonego w konstrukcji ziemnej pozwala na uzyskanie w wielu przypadkach rozwiązań tańszych i często trwalszych.

W polskiej praktyce konstrukcje z „gruntu zbrojonego” nie znalazły dotychczas należytego zastosowania. Po pierwszym okresie realizacji eksperymentalnych w latach 80. XX w. nastąpił zastój. Wydaje się, że jedną z przyczyn małego zainteresowania tymi konstrukcjami jest brak literatury pomocnej do ich projektowania, pozwalającej projektantom i inwestorom na rozważenie możliwości ich zastosowania jako alternatywy do rozwiązań tradycyjnych. Uzupełnienie tej luki jest podstawowym celem niniejszych wytycznych. Drugim powodem jest fakt, że projektanci w związku z brakiem krajowych zaleceń przy wymiarowaniu konstrukcji opierali się na przepisach zagranicznych. Przepisy te nie zawsze przystają do obowiązujących w Polsce zasad wykonywania obliczeń.

Należy sądzić, że w najbliższej przyszłości wraz z realizacją programu budowy autostrad i towarzyszących im obiektów, tendencją do coraz szczelniejszej zabudowy dużych miast, budową obiektów związanych z ochroną środowiska, zapotrzebowanie na ten rodzaj konstrukcji będzie wzrastać.

Zakres wytycznych nie obejmuje wszystkich typów konstrukcji gruntowych ze zbrojeniem. Ogranicza się do dwóch najczęściej stosowanych typów konstrukcji oporowych (ściany oporowe i skarpy) oraz nasypów. Podstawę opracowania stanowiły głównie zalecenia zawarte w przepisach niemieckich [22], normie angielskiej [23] i monografii szwajcarskiej [24]. Ponadto uwzględniono doświadczenia krajowe.

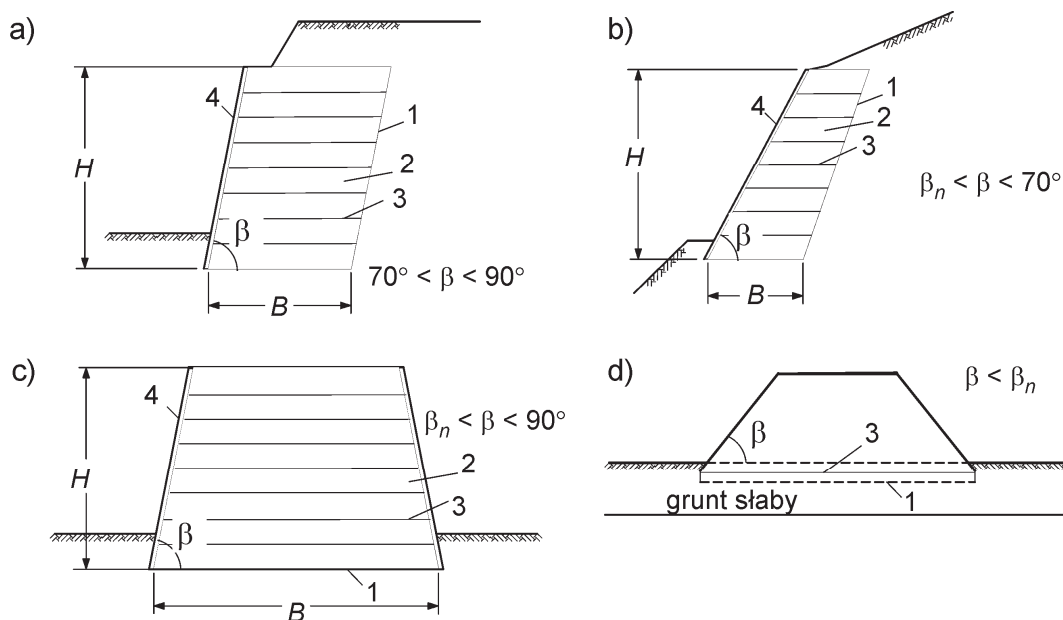
1. WSTĘP

1.1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania są zasady projektowania konstrukcji z gruntu zbrojonego geosyntetykami. Podane w pracy zalecenia dotyczą następujących konstrukcji:

- ścian oporowych,
- stromych skarp,
- nasypów o stromych skarpach,
- nasypów na słabym podłożu (ze zbrojeniem w podstawie).

Schematy rozpatrywanych konstrukcji przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat konstrukcji rozpatrywanych w wytycznych

a – ściana oporowa, b – stroma skarpa, c – nasyp, d – nasyp ze zbrojeniem w podstawie;

1 – granica korpusu konstrukcji, 2 – materiał gruntowy, 3 – zbrojenie, 4 – osłona,

β_n – bezpieczny kąt pochylenia skarpy nasypu nie wymagający zbrojenia

Zakres opracowania nie obejmuje projektowania fragmentów konstrukcji, dla których podstawowym (dominującym) obciążeniem są: obciążenia od taboru samochodowego i kolejowego oraz obciążenia od parcia wody i ciśnienia sphywowego. Dotyczy to w szczególności:

- podbudowy dróg samochodowych,
- podtorzy,
- budowli hydrotechnicznych.

Projektowanie wymienionych konstrukcji wymaga spełnienia dodatkowych lub innych wymagań niż podane w opracowaniu.

1.2. Stosowane określenia

Konstrukcja z gruntu zbrojonego (konstrukcja) – nasyp wykonany z materiału gruntowego z odpowiednio rozmieszczonym w nim zbrojeniem.

Materiał gruntowy – grunt naturalny lub antropogeniczny zastosowany do wykonania konstrukcji.

Zbrojenie – taśmy, siatki lub inne wyroby układane w nasypie w celu zwiększenia jego właściwości wytrzymałościowych.

Korpus konstrukcji – masyw z gruntu zbrojonego, decydujący o zdolności do przenoszenia sił działających na konstrukcję.

Oslona – zabezpieczenie przed wysypywaniem gruntu lub specjalna konstrukcja stanowiąca pokrycie powierzchni czołowej konstrukcji, narażonej na działanie czynników atmosferycznych.

Projektowy okres użytkowania konstrukcji – zakładany w projekcie czas, w którym konstrukcja musi zachować wymagane właściwości wytrzymałościowe i użytkowe.

Wytrzymałość zbrojenia – wytrzymałość zbrojenia na rozciąganie.

Wytrzymałość krótkotrwała – wytrzymałość zbrojenia, określana na podstawie wyników badań na rozciąganie odpowiednich próbek zbrojenia.

Wytrzymałość długotrwała – wytrzymałość zbrojenia w projektowanym okresie użytkowania konstrukcji.

Wytrzymałość charakterystyczna – wytrzymałość zbrojenia odpowiadająca 95-procentowemu poziomowi ufności (kwantyl 5% rozkładu wytrzymałości).

Wytrzymałość obliczeniowa – wytrzymałość miarodajna do sprawdzania stanów granicznych nośności konstrukcji zbrojonej.

Odporność zbrojenia – opór materiału zbrojenia na destrukcję, stawiany działaniu określonego czynnika: chemicznego, fizykochemicznego, fizycznego lub biologicznego.

Odporność zbrojenia na starzenie – odporność materiału zbrojenia na działanie czynników atmosferycznych, głównie promieniowania UV w świetle słonecznym.

Odporność zbrojenia na korozję chemiczną i mikrobiologiczną – odporność materiału zbrojenia na działanie czynników chemicznych lub mikrobiologicznych.

Trwałość zbrojenia – czas (t^*), w którym destrukcję materiału zbrojenia od danego czynnika można uznać za nieistotną; czas bezpiecznego użytkowania zbrojenia.

Pozostałe określenia stosowane są zgodnie z PN-B-02481:1998 i PN-ISO 10318:1996.

1.3. Podstawowe oznaczenia

H – wysokość konstrukcji,

B – szerokość podstawy konstrukcji,

L – długość zbrojenia,

s_v – rozstaw zbrojenia w pionie,

Z – siła rozciągająca w zbrojeniu,

$F_{o,k}$ – wytrzymałość charakterystyczna krótkotrwała zbrojenia,

F_k – wytrzymałość charakterystyczna długotrwała zbrojenia,

F_d – wytrzymałość obliczeniowa zbrojenia,

t^* – trwałość zbrojenia (z uwagi na określony czynnik),

μ – współczynnik tarcia między zbrojeniem a gruntem,

T – wytrzymałość zbrojenia na wyciąganie z gruntu;

indeksy dolne:

k – wartość charakterystyczna,

d – wartość obliczeniowa.

2. WARUNKI PROJEKTOWANIA

2.1. Rodzaje konstrukcji z gruntu zbrojonego i ich zastosowanie

W opracowaniu rozpatrywane są dwa najczęściej stosowane typy konstrukcji:

– konstrukcje oporowe, poddane w mniejszym lub większym stopniu parciu gruntu,

– nasypy.

W konstrukcjach oporowych w zależności od kąta pochylenia skarpy czołowej β (rys. 1.) rozróżnia się:

– strome skarpy (rys. 1b) $\beta_n < \beta < 70^\circ$,

– ściany oporowe (rys. 1a) $70^\circ < \beta \leq 90^\circ$.

Strome skarpy poddane są mniejszym obciążeniom od parcia gruntu. Poza tym pochylenie płaszczyzny czołowej mniejsze od 70° pozwala na wykonanie osłony z gruntu.

W praktyce minimalne pochylenie stromych skarp wynosi $\beta = 35^\circ \div 40^\circ$. Przy mniejszych pochyleniach zabezpieczenie stateczności skarpy jest z reguły możliwe przez odpowiedni dobór zasypki i wzmocnienie skarpy tradycyjnymi metodami, na przykład odpowiednią roślinnością, opalikowaniem.