ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLASKIEJ Seria: BUDOWNICTWO z. 102

Nr kol. 1644

Monika PIOTROWSKA^{*} Politechnika Gdańska

WYTRZYMAŁOŚĆ GEOWŁÓKNIN NA PRZEBICIE

Streszczenie. W niniejszym artykule przedstawiono procedurę badawczą oraz analizę wyników badań odporności na przebicie materiałów geosyntetycznych, które umieszczono na piankach poliuretanowych charakteryzowanych przez wskaźnik podatności CBR. Badania przeprowadzono stosując procedury normy PN-EN ISO 12236 oraz projektu normy PrEN 189066 (Załącznik A).

PUNCTURE RESISTANCE OF NONWOVEN GEOTEXTILES

Summary. The paper presents the procedure of the test puncture resistance of supported geosynthetics as well as results of analysis carried out according to in PN-EN ISO 12236 and PrEN 189066 (Annex A).

1. Wprowadzenie

Geosyntetyki współpracujące bezpośrednio z podłożem gruntowym lub fundamentem narażone są na różnego rodzaju uszkodzenia, np. przetarcia, przebicia. Dobór wyrobu charakteryzującego się odpowiednią odpornością na uszkodzenia wymaga szeregu badań laboratoryjnych i polowych odwzorowujących możliwe schematy zniszczenia.

W niniejszym artykule przedstawiono metodykę oraz wyniki laboratoryjnych badań odporności na przebicie statyczne, pozwalających ocenić wpływ rodzaju i stanu podłoża, a także kształtu trzpienia przekazującego obciążenie.

Odporność na przebicie określono z zastosowaniem podparcia podatnego, które symulowały pianki poliuretanowe o różnej twardości i wartości wskaźnika CBR. Wyniki przedstawiono w formie zależności siła-odkształcenie oraz siła-przemieszczenie.

Opiekun naukowy: Dr hab. inż. Adam Bolt, prof. Pol. Gdańskiej

2. Badanie odporności geowłóknin na przebicie

Badania na przebicie statyczne przeprowadzono na geowłókninach polipropylenowych igłowanych z włókien ciągłych. W tabeli 1 zaprezentowano dane techniczne badanych geowłóknin.

Tabela 1

Właściwości	Iedn	Geowłóknina A	Geoutóknina B
Rodzai produktu	Journ.	Mechanicznie wzmacniana ge	owłóknina z włókien ciegłych
Surowiec	-	100 % polipropylen stabilizowany przeciw UV	
Odporność na przebicie statyczne (metoda CBR) (EN ISO 12236)	N	1750	2100
Wytrzymałość na rozciąganie: - wzdłuż pasma - wszerz pasma (EN ISO 10319) Wydłużenie przy	kN/m kN/m	11,5 11,5	13,5 13,5
zerwaniu: - wzdłuż pasma - wszerz pasma (EN ISO 10319)	% %	75 35	75 35
Grubość - przy nacisku 2 kPa - przy nacisku 200 kPa (EN 964-1)	mm mm	1,5 0,6	1,7 0,7
Masa powierzchniowa (EN 965)	g/m ²	155	180

and a share a second

Badania przeprowadzono z zastosowaniem maszyny wytrzymałościowej Zwick 1476 o dokładności pierwszej klasy, wykorzystując oprzyrządowanie i procedury zgodne z następującymi normami:

- Metoda 1: Przebicie z zastosowaniem standardowego tłoka i cylindra jak w badaniu CBR (wg PN-EN ISO 12236),
- Metoda 2: Przebicie z zastosowaniem piramidki (wg PrEN 189066 Załącznik A).

Badania, opisane w normie PN-EN ISO 12236 oraz w projekcie normy PrEN 189066 zmodyfikowano. Modyfikacja polegała na wprowadzeniu podparcia podatnego, na którym układano geowłókninę. Jako podparcie odkształcalne zastosowano pianki poliuretanowe, które po zdjęciu obciążenia powracały do swojej pierwotnej postaci (tab.2). Pianki umieszczano wewnątrz standardowego cylindra w formie walca o średnicy 150 mm i wysokości 160 mm [1]. Schemat cylindra wraz z tłokiem obciążającym (piramidką) przedstawiono na rys.2.

Tabela 2

Dane techniczne pianek poliuretanowych zastosowanych jako podparcie odkształcalne

Pianka	T-25 H	Pianka – PU
Gęstość pozorna [kg/m ³]	23,0-25,5	96 ± 5
Twardość min. [kPa]	4,0	$13,6 \pm 2$

Dane według producenta

Dane wg PrEN 189066 Załącznika A.

Do badań geosyntetyków wycięto próbki stosując specjalny szablon o wymiarach 250 x 250 [mm], które następnie zamocowano pomiędzy dwoma pierścieniami za pomocą sześciu śrub, w celu zabezpieczenia przed wysunięciem. Przeprowadzono badania dla 10 próbek na każdej geowłókninie. Próbki umieszczono na wierzchu cylindra. Pierścienie, cylinder oraz tłoki przebijające wykonane zostały z wysokogatunkowej stali nierdzewnej.

W zależności od metody badań na próbki oddziaływał trzpień przebijający:

a). standardowy tłok CBR o średnicy 50 ± 0.5 mm i wysokości 75 mm - metoda 1,

b). piramidka - tłok cylindryczny o średnicy $25 \pm 0,1$ mm i końcówce w kształcie piramidki z zaokrąglonym wierzchołkiem o promieniu $0,5 \pm 0,02$ mm i kącie wierzchołkowym 90° - *metoda 2* (rys.1).



Rys.1. Schemat tłoka obciążającego (PrEN 189066) Fig. 1. Test configuration the load piston (PrEN 189066)



Rys. 2. Cylinder wypełniony pianką poliuretanową – podparcie podatne Fig. 2. Cylinder with PU-foam - soft supports

W metodzie 1 moment zniszczenia materiału przyjęto w chwili gwałtownego spadku siły, jaka oddziaływała na badaną próbkę, natomiast w metodzie 2, ze względu na kształt tłoka obciążającego, trudno jest ustalić moment zniszczenia materiału, dlatego pomiędzy badaną próbką a poliuretanową pianką umieszczono giętką, cienką metalową folię kontaktową o średnicy 20 mm, która znajdowała się bezpośrednio pod tłokiem piramidki (rys.2). W momencie przebicia geowłókniny, na skutek zetknięcia piramidki z folią metalową, następowało zamknięcie obwodu elektrycznego sygnalizowane zapaleniem się lampki.



Rys. 3. Przebicie geowłókniny tłokiem CBR (a) i piramidką (b) Fig. 3. Puncture of non-woven geotextiles by a CBR piston (a) and pyramid (b)

Badanie prowadzono przy prędkości przemieszczenia tłoka 50 ± 5 mm/min aż do momentu zniszczenia (przebicia) materiału. Na rysunku 3 przedstawiono przebijanie geowłókniny tłokiem (rys. 3a) i piramidką (rys.3b). Wyniki badań zawierają:

- obciążenie powodujące przebicie dla każdej badanej próbki w [N],
- wartość średniego obciążenia dla wszystkich próbek w [N],
- przemieszczenie tłoka w chwili przebicia w [mm] (metoda 1)
- odkształcenie przy przebiciu w [%] (metoda 2),
- współczynnik zmienności obciążenia w [%],
- odchylenie standardowe.

3. Analiza wyników

Wyniki geowłókniny A i geowłókniny B, zgodnie z wyżej opisaną procedurą, przedstawiono w postaci funkcji siła-odkształcenie (rys. 4 i rys. 6) oraz siła-przemieszczenie (rys. 5 i rys. 7).

Na wykresie 4a można zauważyć, że tylko trzy krzywe opadają. Na wykresie 4b cztery krzywe wykazują załamanie, a pozostałe krzywe zarówno na wykresie 4a, jak i 4b nie wykazują załamania. Natomiast krzywe przedstawione na rys.6 w ogóle nie opadają. Wynika to z innego sposobu zniszczenia w obu badaniach. Tłok przebijający ma kształt piramidki (zaostrzona końcówka) i po przebiciu geowłóknina nadal ulega znacznym odkształceniom, pomimo że zniszczenie nastąpiło wcześniej. W przypadku przebicia tłokiem CBR, który ma kształt cylindryczny (końcówka ma krawędzie zaokrąglone), tego zjawiska nie obserwuje się. W momencie zniszczenia materiału krzywe gwałtownie opadają (rys. 5. i rys. 7)



Rys. 4. Krzywe siła – odkształcenie dla geowłókniny A i B (przebicie piramidka) Fig. 4. Force – elongation curves for non-woven geotextiles A and B (pyramid)



Rys. 5. Krzywe siła – przemieszczenie dla geowłókniny A i B (przebicie tłokiem CBR) Fig. 5. Force – displacement curves for non-woven geotextiles A and B (piston CBR)



Rys. 6. Krzywe siła – odkształcenie dla geowłókniny A i B (przebicie piramidką) Fig. 6. Force – elongation curves for non-woven geotextiles A and B (pyramid)



Rys. 7. Krzywe siła – odkształcenie dla geowłókniny A i B (przebicie tłokiem CBR) Fig. 7. Force – elongation curves for non-woven geotextiles A and B (piston CBR)

Na rysunkach 4 i 6 przedstawiono wyniki badań z zastosowaniem podparcia o wskaźniku podatności CBR = 0,026, natomiast na rysunkach 5 i 7 wyniki z zastosowaniem podparcia o wskaźniku CBR = 0,115. Podatności te odpowiadają gruntom w stanie luźnym lub miękkoplastycznym. Analizując przedstawione wykresy, stwierdzono, że w badaniu piramidką wraz ze wzrostem wskaźnika podatności wartość siły przebijającej maleje

(porównując wykresy 4a z 6a oraz 4b z 6b). Natomiast w przypadku badania ze standardowym tłokiem (wg PN-EN ISO 12236) wartość siły przebijającej wraz ze wzrostem wskaźnika CBR prawie nie ulega zmianie (wykresy 4b i 6b oraz 5b i 7b). Stwierdzenia te świadczą o bardzo wyraźnym wpływie rodzaju materiału zasypu na mechanizm zniszczenia.

4. Podsumowanie

Odwzorowanie rzeczywistej pracy geosyntetyków w gruncie w badaniach klasyfikacyjnych wykonywanych przy sztywnym podparciu (metoda piramidki) lub bez podparcia (CBR) w wielu przypadkach nie oddaje warunków rzeczywistej pracy geosyntetyków w gruncie. Zdaniem Autorów właściwym rozwiązaniem jest powiązanie klasycznych badań na przebicie (np. CBR, piramidka, stożek) z własnościami podłoża, a w szczególności ze wskaźnikiem CBR podłoża oraz wskazanie doboru metody badania do rodzaju materiału zasypowego (obtoczony lub ostrokrawędzisty).

Przedstawione wyniki badań odporności na przebicie geowłóknin umieszczonych na podparciu charakteryzowanym przez wskaźnik CBR wskazują, że ten kierunek poszukiwań jest właściwy. Istotny jest kształt tłoków przebijających, które mają symulować różnego rodzaju kruszywo (zarówno kruszywo o krawędziach ostrych, jak i zaokrąglonych) oraz rodzaj podłoża.

Przedstawione problemy i wnioski są ważne dla wyrobów stosowanych jako materiał zabezpieczający i rozdzielający. Klasyfikację tych wyrobów prowadzi się z zastosowaniem badań zgodnych z PrEN 189066 oraz PN-EN ISO 12236, wyznaczając maksymalne obciążenie oraz odkształcenie materiału. Wartości tych parametrów pozwalają określić przydatność danego materiału geosyntetycznego i klasyfikować wyroby, nie odpowiadają jednak na pytanie, jak będzie zachowywał się dany materiał w budowli.

Przedstawiona propozycja wyznaczania odporności geosyntetyku na przebicie pozwala uwzględnić projektowane parametry podłoża oraz rodzaj materiału zasypowego (ostrokrawędzisty lub obtoczony).

LITERATURA

- PN-EN ISO 12236 Geotekstylia i wyroby pokrewne Statyczne badanie na przebicie (CBR).
- PrEN 189066 Geosynthetics Determination of the pyramid puncture resistance of supported geosynthetics.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Zbigniew Młynarek