ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2003
Seria: BUDOWNICTWO z. 97 Nr kol. 1573

Adam BOLT, Monika PIOTROWSKA
Politechnika Gdańska

BADANIE GEOSYNTETYKÓW NA PRZEBICIE

Streszczenie. W niniejszym artykule przedstawiono procedurę badawczą oraz analizę wyników badań odporności na przebicie materiałów geosyntetycznych, które przeprowadzono zgodnie z PrEN 00189066 (Załącznikiem A). Badanie to jest podobne do standardowego badania CBR (PN-EN ISO 12236).

PUNCTURE RESISTANCE TESTING OF GEOSYNTHETICS

Summary. The paper presents the test procedure of puncture resistance of supported geosynthetics and the analysis of results, conducted as defined in PrEN 00189066 (Annex A). Procedure of this test is similar to standard CBR test (PN-EN ISO 12236).

1. Wprowadzenie

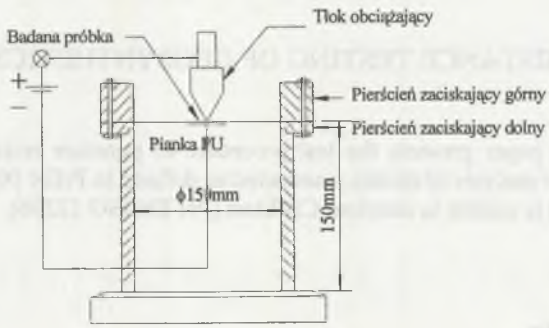
Geosyntetyki znalazły szerokie zastosowanie w budowlach ziemnych. Odporne są na chemikalia i mikroorganizmy znajdujące się w podłożu i wodzie, a także na starzenie się w warunkach atmosferycznych. Tworzywa te są trwałe, pod warunkiem, że nie zostaną uszkodzone w czasie prac ziemnych i będą chronione przed szkodliwym wpływem światła.

W zależności od roli, jaką będą spełniać geosyntetyki w konstrukcji, przed zastosowaniem należy przeprowadzić odpowiednie badania. Procedura badań powinna być związana z późniejszym sposobem pracy materiału geosyntetycznego. Standardowe dane podawane w katalogach nie zawsze wystarczają do prawidłowego doboru geosyntetyków. Badania te stosuje się również w celu kontroli podatności dostarczonych materiałów.

W referacie przedstawiono propozycję badania metodą piramidki. Ilustracje metody stanowią wyniki badania przedstawione w formie zależności obciążenie – odkształcenie. Podano również zależności pozwalające obliczyć odkształcenie geosyntetyków.

2. Badanie odporności na przebicie geowłókniny umieszczonej na odkształcalnym podłożu

Badanie, dla dwóch rodzajów geowłóknin (których parametry przedstawiono w tablicy 1), przeprowadzono w maszynie wytrzymałościowej o pierwszej klasie dokładności, zgodnie z Załącznikiem A PrEN 00189066, w którym opisano procedurę badania na podatnym podłożu. Jako podłoże do projektu normy zastosowano poliuretanową piankę, która pod wpływem obciążenia odkształca się, a po zdjęciu obciążenia powraca do swojej pierwotnej postaci. Piankę umieszczono wewnątrz cylindra wykonanego z wysokogatunkowej stali nierdzewnej, który stosuje się do standardowego badania CBR zgodnie z normą PN-EN ISO 12236. Na rysunku 1 przedstawiono schemat typowego cylindra CBR.



Rys.1. Schemat badania z podatnym podłożem (PrEN 00189066)
Fig. 1. Test configuration with soft supports (PrEN 00189066)

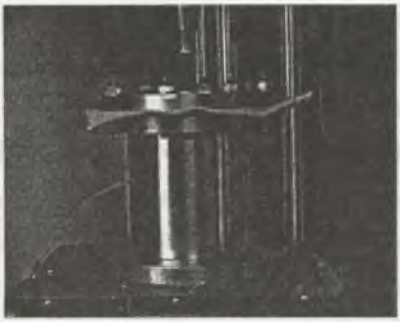
W celu zabezpieczenia próbki przed poślizgiem (rys. 2) zamocowano ją na górze cylindra za pomocą specjalnych pierścieni oraz śrub. Pomiędzy badaną próbką a poliuretanową pianką umieszczano giętką, cienką blaszkę kontaktową o średnicy 20 mm, która znajdowała się bezpośrednio pod tłokiem piramidki (rys. 3). W momencie przebicia geowłókniny, na skutek zetknięcia piramidki z blaszką, następowało zamknięcie obwodu elektrycznego sygnalizowane zapaleniem się lampki.

Tablica 1

Parametry geowłóknin zastosowanych w badaniach*

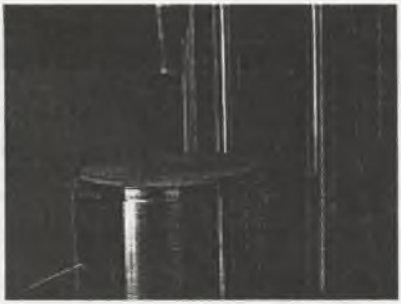
Właściwości	Jednostka	Geowłóknina A	Geowłóknina B
Rodzaj produktu	-	mechanicznie wzmacniana geowłóknina z włókien ciągłych	
Surowiec	-	100% polypropylen przeciw promieniowaniu UV	
Odporność na przebicie statyczne (metoda CBR)	N	4250	7800
Wytrzymałość na rozciąganie			
- wzdłuż pasma	kN/m	28,0	49,0
- wszerz pasma	kN/m	28,0	49,0
Wydłużenie przy zerwaniu			
- wzdłuż pasma	%	80	80
- wszerz pasma	%	40	85
Grubość			
- przy nacisku 2 kPa	mm	3,2	7,2
- przy nacisku 200 kPa	mm	1,5	6,0
Masa powierzchniowa	g/m^2	385	800

* według danych producenta



Rys. 2. Zamocowanie geowłókniny
Fig. 2. Fixing of non-woven geotextiles

W badaniu zastosowano cylindryczny tłok obciążający o średnicy 25 mm z wyszlifowaną i utwardzoną końcówką w kształcie piramidki. Badanie to przeprowadzono dla 10 próbek o wymiarach 200 x 200 mm, które wycinano za pomocą specjalnego szablonu dla każdego rodzaju materiału.



Rys. 3. Blaszka kontaktowa umieszczona na piance poliuretanowej bezpośrednio pod piramidką
Fig. 3. Contact plate sheet placed directly beneath the pyramid piston on PU-foam

Rys. 4. Przebicie geowłókniny piramidką
Fig. 4. Puncture of non-woven geotextiles

Badanie prowadzi się przy prędkości przemieszczenia maszyny 50 ± 5 mm/min aż do zniszczenia (przebicia) materiału. Na rysunku 4 przedstawiono moment przebijania geowłókniny piramidką.

Wyniki badania powinny zawierać takie parametry, jak:

- obciążenie powodujące przebicie dla każdej badanej próbki w [N],
- wartość średniego obciążenia dla wszystkich próbek w [N],
- odkształcenie przy przebiciu w [%] (rys. 5), które należy wyznaczyć na podstawie następującego wzoru:

$$\varepsilon = \frac{x-a}{a} \cdot 100 \tag{1}$$

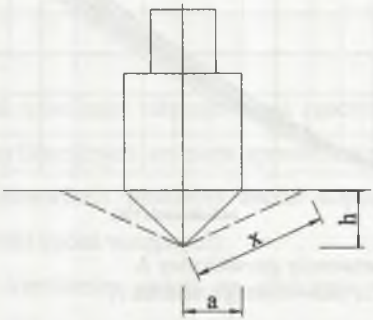
gdzie: x – odległość pomiędzy wewnętrznym brzegiem zaciskającego pierścienia a wierzchołkiem piramidki w chwili przebicia w [mm]:

$$x = \sqrt{a^2 + h^2} \tag{2}$$

h – zagłębienie tłoka w [mm],

a – odległość pomiędzy wewnętrznym brzegiem zaciskającego pierścienia a wierzchołkiem tłoka piramidki przed deformacją badanej próbki w [mm],

- współczynnik zmienności obciążenia w [%],
- odchylenie standardowe.

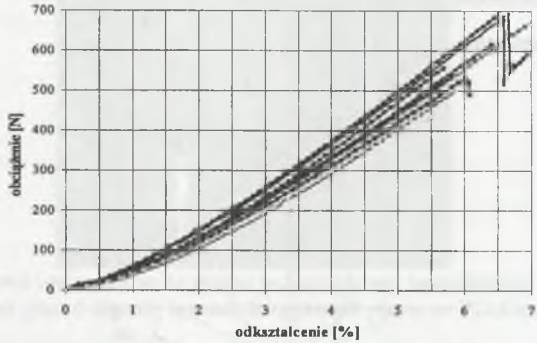


Rys. 5. Deformacja podłoża (pianka poliuretanowa)
Fig. 5. Deformations of support (PU-foam)

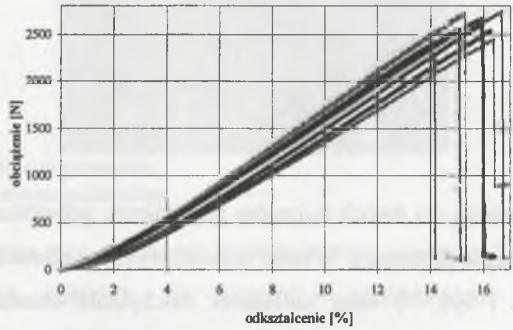
3. Analiza wyników

Przeprowadzono badania dla dwóch rodzajów geowłóknin: geowłókniny A i geowłókniny B, zgodnie z wyżej opisaną procedurą. Wyniki przedstawiono w postaci funkcji obciążenie – odkształcenie (rys. 6 i rys. 7) oraz obliczono: odchylenie standardowe, średnią siłę przebijającą, średnie odkształcenie i współczynnik zmienności (tablica 2).

Na rysunku 6 przedstawiono zależność obciążenie-odkształcenie dla geowłókniny A, tylko dla trzech krzywych widać wyraźny moment przebicia – krzywe opadają. Pozostałe krzywe nie wykazują załamania, ze względu na dużą odkształcalność materiału. Natomiast na rysunku 7 przedstawiono krzywe obciążenie - odkształcenie geowłókniny B, które narastają aż do osiągnięcia momentu pikowego, a następnie gwałtownie opadają. Geowłóknina B charakteryzuje się większą wytrzymałością oraz mniejszą odkształcalnością niż geowłóknina A (tablica 1), dlatego jej przebicie jest bardziej widoczne. W przypadku geowłókniny A prowadzenie badania jest skomplikowane, ponieważ odkształcalność tego materiału jest dość duża.



Rys. 6. Krzywe obciążenie – odkształcenie geowłókniny A
Fig. 6. Load – elongation curves for non-woven geotextiles A



Rys.7. Krzywe obciążenie – odkształcenie geowłókniny B
Fig. 7. Load – elongation curves for non-woven geotextiles B

Tablica 2

Zestawienie wyników badań dla próbek geowłóknin A i B

Parametry	Geowłóknina A		Geowłóknina B	
	F [N]	ε [%]	F [N]	ε [%]
SD	90,428	0,478	110,821	0,835
$\overline{F}, \overline{\varepsilon}$	573,133	6,132	2579,171	15,522
v	15,778	7,796	4,297	5,383

gdzie: SD – odchylenie standardowe,

$\overline{F}$ – średnia siła, przy której nastąpiło przebicie badanej próbki w [N],

$\overline{\varepsilon}$ – średnie odkształcenie próbki w [%],

v – współczynnik zmienności w [%], który oblicza się za pomocą następującego wzoru:

$$v = \frac{SD}{\overline{F}} \cdot 100 \tag{3}$$

4. Podsumowanie

Trwająca dyskusja nad sposobami odwzorowania rzeczywistej pracy geosyntetyków w gruncie w badaniach klasyfikacyjnych wymaga sprawdzenia możliwych metod badań. W niniejszym referacie przedstawiono problemy badań odporności na przebicie wyrobów geosyntetycznych oraz wyniki badań wstępnych.

Referat ma na celu zwrócenie uwagi na problemy dotyczące przebicia tworzyw geosyntetycznych w przypadku stosowania ich jako materiał zabezpieczający i rozdzielający.

Za pomocą badań zgodnych z PrEN 00189066 oraz PN-EN ISO 12236 można wyznaczyć maksymalne obciążenie oraz odkształcenie materiału, znając wartości tych parametrów można dobrać odpowiedni materiał geosyntetyczny odporny na przebicie.

W referacie przedstawiono propozycję wyznaczania odporności geosyntetyku na przebicie metodą dotychczas nie stosowaną, która jest trochę zbliżona do metody CBR. Stosując wzory (1) i (2) można obliczyć odkształcenie materiału przy maksymalnej sile przebijającej tworzywo.

W badaniu tym należy zwrócić uwagę na poprawność jego prowadzenia. Duże znaczenie ma uchwycenie momentu przebicia (moment zapalenia się lampki) i określenie w danej chwili wartości siły niszczącej. Oznacza to potrzebę pełnej automatyzacji procesu badania.

LITERATURA

1. PN-EN ISO 12236 Geotekstylia i wyroby pokrewne – Statyczne badanie na przebicie (CBR).
2. PrEN 00189066 Geosynthetics – Determination of the pyramid puncture resistance of supported geosynthetics.

Recenzent: Prof. zw. dr hab. inż. Bohdan ZADROGA

Abstract

Tests of puncture resistance of supported geosynthetics were conducted as defined in PrEN 00189066. A steel pyramid and a CBR-cylinder were used in the tests. A resilient PU-foam, which returns to original form after unloading, was put in this cylinder. Tests were conducted for two types of non-woven geotextiles (geotextile A and geotextile B), of standard dimensions as in the CBR method (PN-EN ISO 12236). Tests were conducted at machine speed of 50 ± 5 mm/min until perforation of the specimen occurred. Electrical circuits for each test specimen registered the push-through load (in N), following the evaluation of specimens' elongation (in %). Results were presented in a graph: loading versus elongation; the following parameters were calculated: average push-through load, standard deviation, coefficient of variation. The obtained results were analysed.