

BOGUSŁAW KAMIŃSKI, ANDRZEJ CZERNIAK

Zastosowanie wapna posodowego do mineralizacji gleb organicznych przy stabilizacji cementem

Wstęp

Przydatność gruntu do stabilizacji cementem określa się na podstawie: analizy granulometrycznej, oznaczenia granic konsystencji (dla gruntów spoistych), oznaczenia odczynu pH gruntu oraz ilości części organicznych. Grunty o wskaźniku stężenia jonów wodorowych pH poniżej 4,5 oraz o zawartości ponad 2% części organicznych nie nadają się do stabilizacji cementem. Grunty te jednak mogą być stabilizowane po uprzednim ulepszeniu ich dodatkami: wapna (2–4%), popiołów lotnych (5–10%) lub chlorkiem, wapnia (0,5–1%). Dodatki te zmniejszają negatywne oddziaływanie odczynu kwaśnego na prawidłowe wiązanie cementu. Przeciwdziałają także nasiąkliwości i higroskopijności substancji organicznej oraz przyspieszają wiązanie cementu.

W praktyce przy budowie dróg leśnych o podłożu nie nadającym się do stabilizacji cementem stosuje się wymianę gruntu. Wymiana taka jest celowa jeśli miąższość gruntu organicznego jest mała a koszty przywozu gruntu nowego niskie. Zastosowanie środków mineralizujących umożliwia po stabilizacji uzyskanie gruntocementu o polepszonych właściwościach fizyczno-mechanicznych (wytrzymałość na ściskanie, nasiąkliwość i mrozoodporność itp.).

Przy produkcji sody kalcynowanej powstają duże ilości odpadów w postaci szlamów wapiennych, które składowane są w wielkokubaturowych zbiornikach zwanych "białymi morzami". Skład chemiczny tych odpadów (chlerek wapnia, węglan wapnia) (3) sugerował możliwość wykorzystania go jako mineralizatora gruntów organicznych.

Celem niniejszej pracy było określenie czy kilkuprocentowy dodatek wapna posodowego zneutralizuje niekorzystne oddziaływanie części organicznych na wiązanie cementu.

Materiały użyte do badań

Grunty pobrano na siedlisku boru świeżego warstwowo — spod ściółki leśnej (namuł — 0,0 do 0,1 m; piasek próchniczny — 0,2 do 0,3 m). Materiał pochodził z terenu leśnictwa Laski (Nadleśnictwo Siemianice).

Jako mineralizatora użyto odpadów poflotacyjnych z Janikowskich Zakładów Sodowych powstałych przy produkcji sody kalcynowanej — wapno posodowe o wilgotności równej 230%. Grunty z dodatkiem odpadów stabilizowano cementem portlandzkim marki 35.

Metodyka badań

Skład granulometryczny materiałów określono metodą sitową według obowiązującej normy. Wapno posodowe w ilości 3% i 5% dodano do gruntów na 14 dni przed zagęszczaniem w celu zmineralizowania substancji organicznej. Zmineralizowane grunty stabilizowano 6% i 12% dodatkiem cementu. Wykonano również dwie porównawcze serie próbek bez mineralizatora.

TABELA 1
Skład granulometryczny materiałów użytych do badań

Frakcja	Piasek próchniczny	Namuł	Wapno posodowe
>2	0,18	0,13	—
2–1,0	2,03	0,74	—
1–0,5	13,31	0,90	—
0,5–0,25	29,96	13,64	2,22
0,25–0,1	50,46	82,43	6,53
0,1–0,073	3,04	1,58	6,21
<0,073	1,02	0,58	85,04

Dla każdego gruntu uzyskano 6 wariantów mieszanek o następującym składzie:

- grunt z dodatkiem 6% cementu (Pd/6c)
- grunt z dodatkiem 6% cementu i 3% wapna posodowego (Pd/6c/3)
- grunt z dodatkiem 6% cementu i 5% wapna posodowego (Pd/6c/5)
- grunt z dodatkiem 12% cementu (Pd/12c)
- grunt z dodatkiem 12% cementu i 3% wapna posodowego (Pd/12c/3)
- grunt z dodatkiem 12% cementu i 5% wapna posodowego (Pd//12c/5)

Wilgotność optymalną oraz maksymalną gęstość pozorną szkieletu mieszanek określono metodą Proctora I. Test wytrzymałości na ściskanie przeprowadzony na próbkach cylindrycznych $h=d=8$ cm obejmował trzy rodzaje pielęgnacji: optymalną (R), wodną (R_m), wodno-mrozową (R_z) dla okresów 7 i 28 dniowych zgodnie z obowiązującą normą.

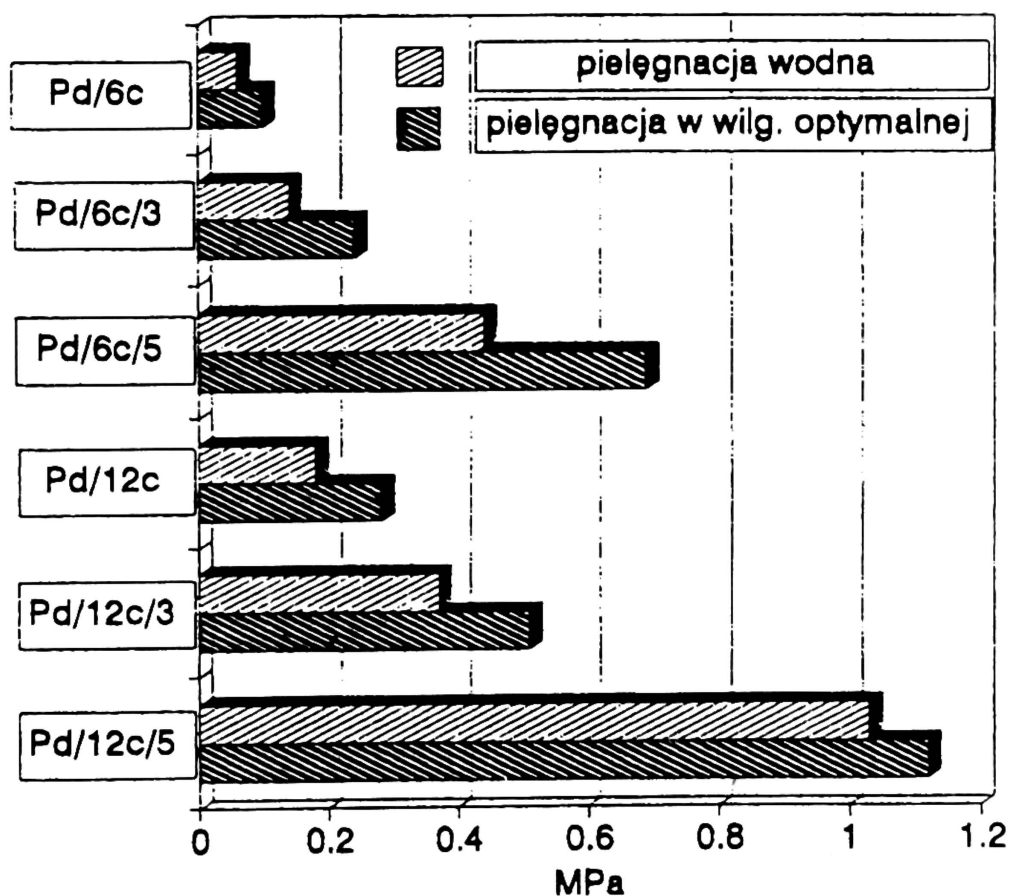
TABELA 2
Odczyn mieszanek przed i po mineralizacji

Piasek próchniczny			Namuł		
Dodatek wapna posodowego	odczyn pH		dodatek wapna posodowego	odczyn pH	
	w H ₂ O	w HCl		w H ₂ O	w HCl
0%	4,55	4,00	0%	3,60	3,00
3%	5,80	5,45	3%	5,20	5,00
5%	7,15	7,05	5%	6,55	6,25

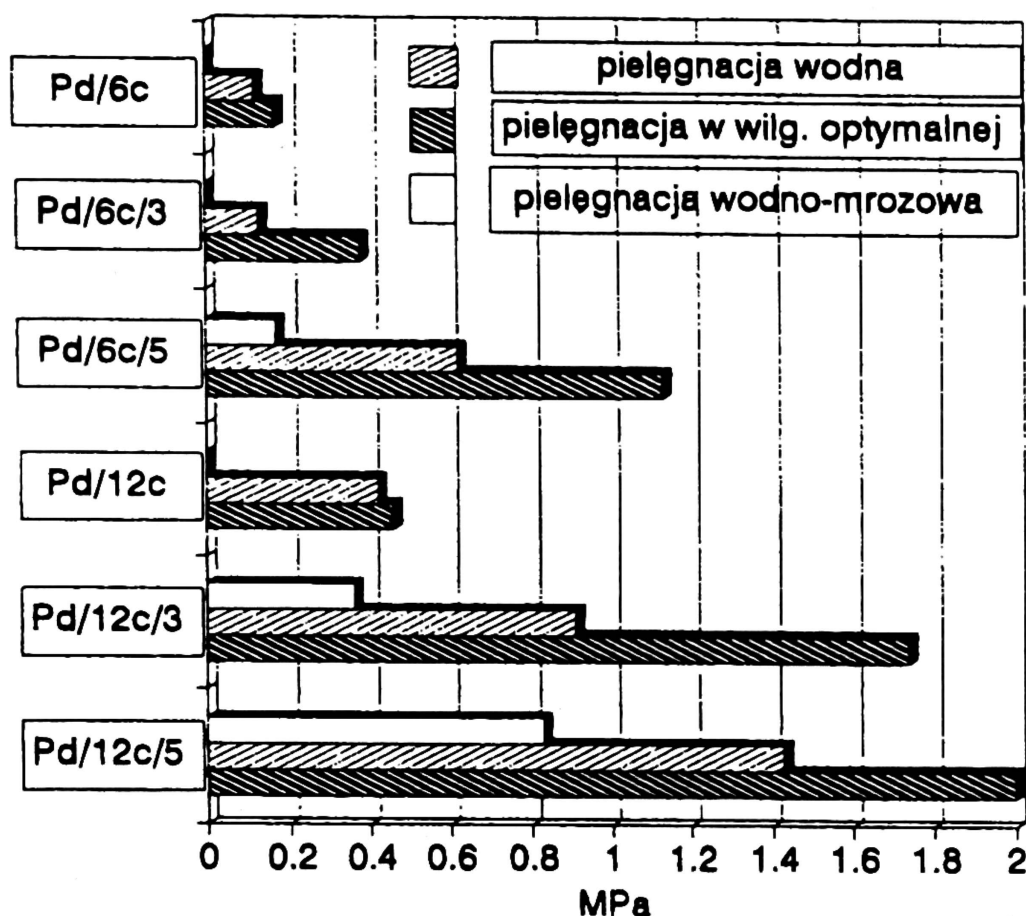
Analiza wyników badań

Składy granulometryczne mineralnej części gruntów użytych w badaniach odpowiadały piaskom drobnoziarnistym. Odczyn pH dla piasku próchnicznego wynosił w H₂O 4,65 a w KCl 4,0; straty utleniania 4,1%. Namuł — pH odpowiednio 3,6 i 3,0; straty utleniania 11,8% (1,3,6).

Pod wpływem dodatku mineralizatora obydwie grunty w wyniku podniesienia się pH znalazły się w strefie zalecanej kwasowości przy stabilizacji cementem (S. Rolla 1985).



RYC. 1. Wytrzymałości na ściskanie mieszanek piasku próchnicznego ze stabilizatorami po pielęgnacjach siedmiodniowych. Rd/6c/3 — grunt (6% cementu) 3% wapna posodowego

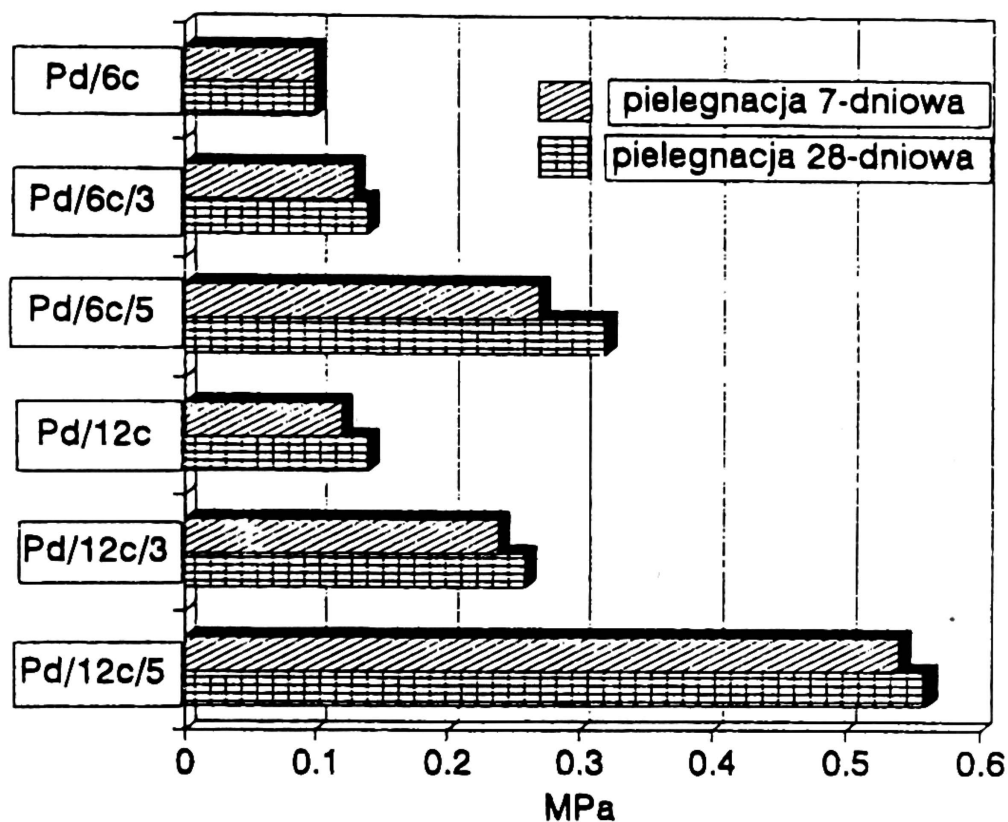


RYC. 2. Wytrzymałości na ściskanie mieszanek piasku próchniczego ze stabilizatorami po pielęgnacjach 28 dniowych; oznaczenia kodowe jak w ryc. 1

Względna nasiąkliwość wagowa próbek z piasku próchniczego z dodatkiem 6 i 12% cementu w obu terminach dojrzewania była zbliżona i przekraczała nieznacznie 8%. W analogicznych przypadkach nasiąkliwość wagowa namułu była większa o ponad 3%. Mineralizowanie wapnem posodowym obu gruntów przed stabilizacją cementem spowodowało zdecydowany spadek nasiąkliwości wszystkich analizowanych mieszanek. W

TABELA 3
Wyniki badań mrozoodporności i nasiąkliwości mieszanek z piaskim próchnicznym

Rodzaj gruntu	Piasek organiczny					
Dodatek cementu i wapna	6c	6c/3	6c/5	12c	12c/3	12c/5
Ilość cykli zamrażeń	5	6	14	11	14	14
Względna nasiąkliwość wag. próbek [%]	R7 8,06	4,80	3,92	8,34	4,92	4,13
	R28 8,32	4,63	4,03	8,72	4,39	3,87
Współczynnik mrozoodporności	0,00	0,00	0,27	0,00	0,40	0,52



RYC. 3. Wytrzymałości na ściskanie mieszanek namułu ze stabilizatorami po pielęgnacji wodnej; oznaczenia kodowe jak na ryc. 1

przypadku piasku próchnicznego dodatek 3% wapna posodowego obniżył nasiąkliwość o 41%, a 5% dodatku o 51% natomiast w namule spadki nasiąkliwości były jeszcze większe i wynosiły analogicznie 46% i 58%.

Parametry wytrzymałościowe badanych mieszanek przedstawiono na rycinach 1–3. Obydwa grunty z 6% dodatkiem cementu przy wszystkich rodzajach pielęgnacji dały małe wytrzymałości próbek mieszczące się w granicach 0,06–0,17 MPa. Podwojenie dawki cementu zwiększyło o 180% wytrzymałości próbek z piasku próchnicznego, natomiast w analogicznych mieszankach z namulem wzrost ten był stosunkowo niski.

Znaczną poprawę wytrzymałości osiągnięto przez wcześniejszą mineralizację gruntów wapnem posodowym. Próbki z mieszanek piasku próchnicznego z 6% cementu z dodatkiem 3% wapna w porównaniu do serii z samym cementem, po pielęgnacji R_7^m zwiększyły wytrzymałość o 130%, a z 5% mineralizatora aż o 630%. Nieco mniejsze wzrosty wystąpiły w analogicznych mieszankach z 12% udziałem cementu. W przypadku namułu mineralizowanego 3 i 5% dodatkiem wapna posodowego z 6% cementu w stosunku do próbek z samym cementem nastąpił wzrost wytrzymałości odpowiednio o 130 i 170%. Mrozoodporność gruntów z dodatkiem 6–12% cementu była niska a próbki rozpadły się między 5 i 11 cyklem zamrażeń (tab. 3). Poprawę mrozoodporności uzyskano przez wcześniejsze mineralizowanie gruntów. W przypadku piasku próchnicznego z 12% cementu i 3% wapna posodowego wskaźnik mrozoodporności wynosił 0,40, a przy 5% dodatku zbliżył się do 0,60.

TABELA 4
Wyniki badań mrozoodporności i nasiąkliwości mieszanek z namułem

Rodzaj gruntu	Namuł					
	6c	6c/3	6c/5	12c	12c/3	12c/5
Dodatek cementu i wapna						
Ilość cykli zamrażeń	5	8	12	6	9	13
Względna nasiąkliwość wagowa próbek [%]	R7	11,26	6,20	5,11	11,61	6,20
	R28	11,98	6,63	5,23	12,22	6,09
Współczynnik mrozoodporności	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Wnioski

- Grunty stabilizowane samymi cementami miały wysoką nasiąkliwość względną, którą zmniejszyła o 50% wcześniejsza mineralizacja wapnem posodowym.
- Badania potwierdziły małe parametry wytrzymałościowe gruntów próchnicznych stabilizowanych cementem. W przypadku gruntu o mniejszym udziale części organicznych (piasek próchniczny) podwojenie dawki cementu zwiększyło zdecydowanie wytrzymałość, czego nie zaobserwowano w przypadku namułu.
- Dodatek 3 i 5% wapna posodowego spowodował kilkakrotne zwiększenie wytrzymałości na ściskanie mieszanek gruntowo-cementowych po pielęgnacji wodnej oraz znacznie zwiększył ich mrozoodporność.
- Mieszanka z piasku próchnicznego z 5% wapna posodowego i 12% dodatkiem cementu spełniła kryteria normowe w zakresie dolnej warstwy podbudowy drogowej.

*Z Katedry Inżynierii Leśnej
Akademii Rolniczej w Poznaniu*

Literatura

1. **Abramski K.** Budowa wewnętrzna szlamów odpadowych przemysłu sodowego na tle właściwości fizyko-mechanicznych i chemicznych. Archiwum Hydrotechniki Gdańsk 1977.
2. **Buca B., Ziębicki W.** Oznaczanie zawartości części organicznych w gruntach budowlanych. Inżynieria Morska i Geotechnika 1991, 3.
3. **Czerniak A., Kamiński B.** Wstępne badania nad zastosowaniem szlamów odpadowych przemysłu sodowego w drogownictwie. Sylwan 1992.

4. **Długaszek M.** Jeszcze raz o substancji organicznej w gruntach. Inżynieria Morska i Geotechnika 1991.
5. **Rolla S.** Badania materiałów i nawierzchni drogowych. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności 1985.
6. **Sanecki L.** Oznaczanie części organicznych w gruntach. Drogownictwo 1980.

Summary

The paper presents the results of investigations on stabilization of humific grounds (4.1% and 11.8% of organic matter) with cement after prior mineralization with soda lime (at 3% and 5%).

Figures on compression strength, absorbability, and frostproofness were calculated. It was found at the end that prior mineralization with waste soda lime had improved several times all resistance parameters of the materials studied. The ground with the content of 4.1% of organic matter, mineralized with 5% of soda lime and stabilized with 12% of cement has reached resistance parameters being close to the criteria normative for the lower basement layer.