

Określanie cech materiałowych próbek betonowych z dodatkiem tufów zeolitowych

(streszczenie)

Jacek Szulej, Wojciech Franus

Politechnika Lubelska, Polska

W pracy przedstawiono wyniki drugiego etapu badań parametrów materiałowych betonowych próbek z dodatkiem tufów zeolitowych i plastyfikatora. Część pierwsza badań została już przedstawiona na konferencji Krynica 2014 w pracy (Szulej i inni 2014), gdzie przedstawiono wyniki badań parametrów tłumienia żelbetowych płyt ze zmodyfikowanym spoiwem i parametry materiałowe zmodyfikowanego betonu bez dodatku plastyfikatora. Próbki poddane badaniom posiadały zmodyfikowane spoiwo, w którym część cementu zastąpiono zeolitem (stosowano 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dodatek zeolitu). Określono następujące cechy materiałowe zmodyfikowanego betonu: wytrzymałość na ściskanie (po 3, 7, 14, 28 dniach), mrozoodporność, nasiąkliwość, ścieralność oraz wartości modułu Younga i współczynnika Poissona.

W przyrodzie według (Franus 2012; Franus i Dudek 1999; Franus i Wdowin 2010) znanych jest ponad 100 odmian różnego rodzaju minerałów zeolitowych. Najbardziej rozpowszechnionym minerałem zeolitowym i zarazem najczęściej wykorzystywanym jest klinoptilolit. Najczęściej podawana formuła krystalograficzna wzoru klinoptilolitu ma postać $(K_2, Na_2, Ca)_3[Al_6Si_{30}O_{72}] \cdot 24H_2O$. Zeolity naturalne a zwłaszcza klinoptilolit wchodząc w reakcje z $Ca(OH)_2$ jest w stanie utworzyć typowe żelowe produkty hydratacji (C-S-H, C-A-H). Zawartość $Ca(OH)_2$ w produktach hydratacji zmniejsza się znacznie, co jest przyczyną zwiększonej odporności chemicznej i niższej porowatości układów z cementem zawierającym klinoptilolit. Dlatego też minerał ten stanowi naturalny cenny dodatek pucolanowy do produkcji betonu.

W literaturze (Ahmadi i Shekarchi 2010; Bilim 2011; Najimi i inni 2012; Yilmaz i inni 2007) dostępne są wyniki badań próbek betonowych z dodatkiem tufów zeolitowych pochodzących ze złóż występujących na świecie, dowodzą one znacznej efektywności naturalnego zeolitu oddziałującego pozytywnie między innymi na:

- penetrację wodną,
- stopień korozji oraz skurcz betonu,
- zwiększenie wytrzymałości i trwałości,
- odporność na korozję.

Do badań wpływu zeolitu na cechy materiałowe zmodyfikowanego betonu wybrano klinoptilolit pochodzący ze złoża tufów zeolitowych w Sokyrnytsya (obwód Zakarpacki, Ukraina). Wykonano pięć serii próbek betonowych, w których skład wchodziły próbki sześciennego ($15 \times 15 \times 15$ cm) i walcowego ($d = 15$ cm, $h = 30$ cm), które zawierały te same ilości kruszywa, wody i plastyfikatora, różniły się natomiast ilością cementu i zeolitu (zawierały 0%, 10%, 20%, 30%, 40% udział zeolitu zamiast cementu). Próbki wykonano z cementu I 32,5, 0,5% plastyfikatora w stosunku do masy cementu, kruszywa naturalnego otoczkowego 2–8 mm i piasku 1–2 mm.

Celem badań było określenie jak największej ilości cech materiałowych zmodyfikowanego betonu. Badania przeprowadzono w Laboratorium Budownictwa WBiA PL. Określając moduł Younga i współczynnik Poissona wykorzystano tensometry, które naklejano na próbki walcowe.



Rys. 1. Przykładowa seria próbek betonowych wykonanych w laboratorium

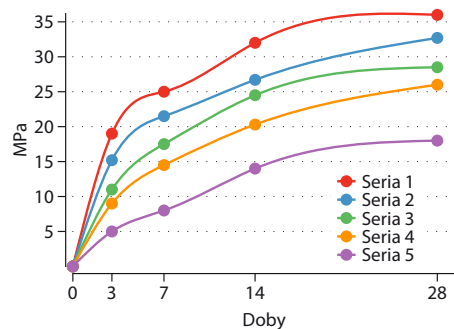


Rys. 2. Próbkę walcową z naklejonymi tensometrami

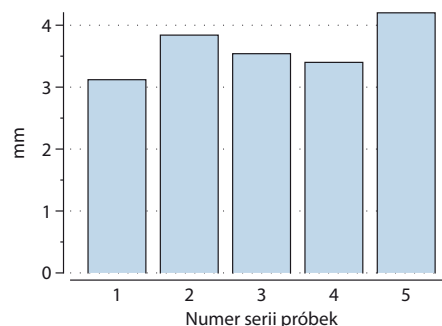
Wytrzymałość na ściskanie mierzono na próbkach sześciennych $15 \times 15 \times 15$ cm, po 3, 7, 14 i 28 dniach. Wartości modułu Younga współczynniki Poissona określano wykorzystując tensometry naklejane na próbki walcowe równolegle i prostopadłe do kierunku działania siły. Poziom ścieralności określano wykorzystując tarcze Boehmego. Mrozoodporność badano po przeprowadzeniu 150 cykli zamrażania i odmrażania próbek. Średnie wartości pokazanych niżej parametrów materiałowych otrzymano badając każdorazowo trzy próbki. Wyniki przeprowadzonych badań zestawiono na zestawionych niżej tabeli i rysunkach.

Tab. 1. Wytrzymałość na ściskanie próbek betonowych mierzona po 150 cyklach zamrażania i odmrażania

Nr próbki modelu	$f_{c,cube}$ (MPa) po cyklu zamrażania i odmrażania	$f_{c,cube}$ (MPa) próbki bazowe	Spadek $f_{c,cube}$ (%)
1	37,41	36,58	-2,27
2	36,90	35,49	-3,98
3	34,27	32,48	-5,48
4	26,20	27,38	4,33
5	21,58	21,85	1,23



Rys. 1. Średnie wytrzymałości na ściskanie



Rys. 2. Poziom ścieralności

Wnioski

- Próbkę serii 1 wykazywały największe wartości wytrzymałości na ściskanie, próbki serii 2 charakteryzowały się nieco niższymi wartościami. Różnice te były coraz mniejsze im dłuższy był okres dojrzewania próbek betonowych.
- Najmniejszy ubytek wymiarów wynoszący 3,12 mm osiągnęły próbki serii 1, natomiast dodatek 10% zeolitu spowodował ubytek sięgający 3,83 mm. Próbkę betonową serii 3 i 4 osiągnęły poziom ścieralności wynoszący 3,5 mm.
- Przeprowadzając cykl 150 mrożeń i odmrożeń próbek stwierdzono wzrost rzędu 5% wytrzymałości na ściskanie próbek zamrażanych, dotyczyło to serii próbek 1, 2 i 3, natomiast seria próbek z 30% i 40% udziałem wykazała ok. 4% spadek wytrzymałości na ściskanie. Wzrost wytrzymałości na ściskanie serii 1, 2 i 3 spowodowany być może dużym rozrzutem wytrzymałości na ściskanie badanych próbek.

Literatura

- AHMADI B., SHEKARCHI M. (2010): *Use of Natural Zeolite as a Supplementary Cementitious Material*. „Cement & Concrete Composites”, nr 32 (2), s. 134–141.
- BILIM C. (2011): *Properties of Cement Mortars Containing Clinoptilolite as a Supplementary Cementitious Material*. „Construction and Building Materials”, nr 25 (8), s. 3175–3180.
- FRANUS W. (2012): *Characterization of X-type Zeolite Prepared from Coal Fly Ash*. „Polish Journal of Environmental Studies”, nr 21 (2), s. 337–343.
- FRANUS W., DUDEK K. (1999): *Clay Minerals and Clinoptilolite from the Variegated Shales Formation in the Skole Unit, Polish Flysch Carpathians*. „Geologica Carpathica”, nr 50, s. 23–24.
- FRANUS W., WDOWIN M. (2010): *Removal of Ammonium Ions by Selected Natural and Synthetic Zeolites*. „Gospodarka Surowcami Mineralnymi-Mineral Resources Management”, nr 26 (4), s. 133–148.
- NAJIMI M., SOBHANI J., AHMADI B., SHEKARCHI M. (2012): *An Experimental Study on Durability Properties of Concrete Containing Zeolite as a Highly Reactive Natural Pozzolan*. „Construction and Building Materials”, nr 35, s. 1023–1033.
- SZULEJ J., PIEŃKO M., FRANUS W. (2014): *Wstępne badania parametrów dynamicznych i materiałowych elementów żelbetowych z dodatkiem tufów zeolitowych*. „Budownictwo i Architektura”, nr 13 (2), s. 317–324.
- YILMAZ B., UCAR A., OTEYAKA B., UZ V. (2007): *Properties of Zeolitic Tuff (Clinoptilolite) Blended Portland Cement*. „Building and Environment”, nr 42 (11), s. 3808–3815.