

OKREŚLANIE CECH MATERIAŁOWYCH PRÓBEK BETONOWYCH Z DODATKIEM TUFÓW ZEOLITOWYCH

Jacek SZULEJ¹, Wojciech FRANUS²

¹Politechnika Lubelska, WBiA, Katedra Mechaniki Budowli, tel. (081)5384437, e-mail: j.szulej@pollub.pl,

²Politechnika Lubelska, WBiA, Katedra Geotechniki, tel. (081)5384416, e-mail: w.franus@pollub.pl

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 [8], gdzie przedstawiono wyniki badań parametrów tłumienia żelbetonowych płyt ze zmodyfikowanym spoiwem i parametry materiałowe zmodyfikowanego betonu bez dodatku plastyfikatora. Próbkę 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 wg [1, 2, 3] 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 reakcję 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 [4, 5, 6, 7] 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 sześciennie (15cm x 15cm x 15cm) i walcowe (d=15cm, h=30cm), 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.



Przykładowa seria próbek betonowych wykonanych w laboratorium



Próbki walcowe z naklejonymi tensometrami

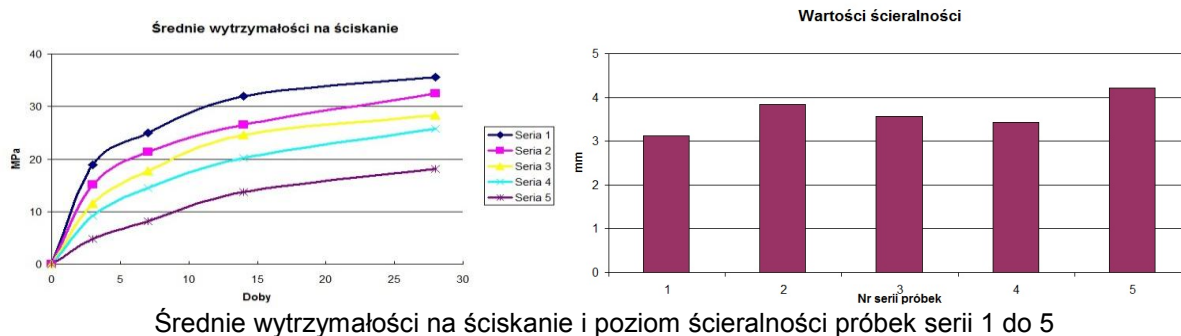
Celem badań było określenie jak największej ilości cech materiałowych zmodyfikowanego betonu. Badania przeprowadzono w Laboratorium Budownictwa WBiA PL. Określając moduł Younga i współczynnik Poissona wykorzystano tensometry, które naklejano na próbki walcowe.

Wytrzymałość na ściskanie mierzono na próbkach sześciennych 15cm x 15cm x 15cm, 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.

Tabela 3. 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



Średnie wytrzymałości na ściskanie i poziom ścieralności próbek serii 1 do 5

WNIOSKI

- Próbki 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. Próbki betonowe serii 3 i 4 osiągnęły poziom ścieralności wynoszący 3,5mm.
- 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.

Badania sfinansowano w ramach projektu No IPBU.01.01.00-06-570/11-00.

Literatura

- 1 Franus W. Characterization of X-type zeolite prepared from coal fly ash. Polish Journal of Environmental Studies, vol. 21/2, (2012) s. 337-343,
- 2 Franus W, Wdowin M. Removal of ammonium ions by selected natural and synthetic zeolites. Mineral Resources Management, vol. 26/4 (2010) s. 133 -148,
- 3 Franus W, Dudek K. Clay minerals and clinoptilolite of Variegated Shales Formation of the Skole Unit. Polish Flysch Carpathians. Geologica Carpathica, vol. 50 (1999) p. 23-24,
- 4 Meysam Najimi i inni. An experimental study on durability properties of ceoncre containing zeolite as a highly reactive natural pozzolan. Construction and Building Materials 35 (2012) 1023–1033,
- 5 Ahmadi B., Shekarch M. Use of natural zeolite as a supplementary cementitious material. Cement & Concrete Composites 32 (2010) 134–141,
- 6 Yilmaz B. i inni. Properties of zeolitic tuff (clinoptilolite) blended portland cement. Building and Environment 42 (2007) 3808–3815,
- 7 Bilim C. Properties of cement mortars containing clinoptilolite as a supplementary cementitious material. Construction and Building Materials 25 (2011) 3175–3180,
- 8 Szulej J., Pieńko M., Franus W. Wstępne badania parametrów dynamicznych i materiałowych elementów żelbetowych z dodatkiem tufów zeolitowych, Konferencja Naukowa PZITB i PAN, Lublin - Krynica 2014, Architektura i Budownictwo 13(2) 2014, s. 317 – 324