

dr inż. Anna Kotwa<sup>1)</sup>

# Analiza wybranych parametrów betonów z dodatkiem pyłów mineralnych i włókien polimerowych

## *Analysis of some properties of concrete with additive of mineral dust and polymer fibres*

DOI: 10.15199/33.2015.05.22

(Oryginalny artykuł naukowy)

**Streszczenie.** W artykule omówiono wpływ pyłu mineralnego i włókien polimerowych na zmianę wybranych parametrów betonu, tj. wytrzymałości na ściskanie, podciągania kapilarnego i nasiąkliwości. Z przeprowadzonych badań wynika, iż im większa ilość pyłu mineralnego dodanego do mieszanki betonowej, tym większy jest przyrost wytrzymałości na ściskanie. Analizując wyniki badania podciągania kapilarnego można stwierdzić, że wszystkie betony z dodatkami pyłów mineralnych i włókien polimerowych mają ok. 10% mniejszą zdolność do pochłaniania wody w porównaniu ze zwykłym betonem. Im większa ilość dodatku w postaci pyłu mineralnego, tym mniejszy przyrost masy próbek w badaniu nasiąkliwości. Następuje ogólne polepszenie wyników analizowanych parametrów betonów.

**Słowa kluczowe:** pył mineralny, beton, włókna polimerowe.

**Abstract.** This article applies to determine the effect of mineral dust and polymer fibers for altering parameters, of concrete, compressive strength, capillary and absorbency. The study shows that the greater the amount of mineral dust added to the concrete mix, the higher the increase in compressive strength. Analyzing the results of capillary action, it can be concluded that all concrete with additives mineral dust and polymer fibers are approximately 10% less capacity to absorb water compared to ordinary concrete. The greater the amount of additive in the form of mineral dust, the lower the weight gain of the samples in the study of absorption. Followed by a general improvement of concrete results analyzed parameters.

**Keywords:** mineral dust, concrete, polymer fibers.

Oporność betonu na czynniki atmosferyczne uzależniona jest od odpowiedniego doboru jego składników. Obecnie zdecydowanie ułatwia to dostępność różnego rodzaju domieszek chemicznych i dodatków mineralnych dodawanych do mieszanki betonowej [1 ÷ 3].

Pył mineralny użyty w badaniach laboratoryjnych jest materiałem odpadowym, powstającym w każdej kopalni kruszywa. Wykorzystywany jest w niewielkim stopniu do wykonywania warstw podkładowych, np. przy budowie dróg. Pył ma takie same właściwości jak kruszywo, z którego pochodzi, zatem nie jest niebezpieczny, ale ma negatywny wpływ na środowisko naturalne. Obecnie pyły nie są wykorzystywane do produkcji betonów [1, 2].

### Badania laboratoryjne

Celem badań laboratoryjnych było opracowanie składu mieszanek betonowych z dodatkiem włókien polimerowych i pyłu mineralnego. Wykonano

sześć serii badań po 21 próbek sześciennych o boku 10 cm i 24 próbki o wymiarze 4 x 4 x 16 cm. Plan obejmował określenie wytrzymałości na ściskanie, podciągania kapilarnego i nasiąkliwości. Mieszanki betonowe wykonano z cementu CEM I 42,5R. Charakteryzowały się stałym stosunkiem wodno-cementowym wynoszącym 0,54. Skład mieszanek betonowych podano w tabeli.

Mikrobrojenie użyte do badań to okrągłe włókna polimerowe do betonu i zapraw, długości 18 mm i średnicy 32 μm. Zapobiegają one pęknięciom skurczowym, poprawiają przy tym wy-

trzymałość na ściskanie i zginanie, zwiększają mrozoodporność i zmniejszają podatność na korozję. Włókna należy dozować do suchej masy, przed dodaniem wody zarobowej i plastyfikatora, w ilości 0,75 ÷ 0,9 kg/m<sup>3</sup> betonu. W badaniach użyto także superplastyfikatora Stachement 2750, który charakteryzuje się przede wszystkim bardzo dobrym działaniem upłynniającym i bardzo szybkim przyrostem początkowej wytrzymałości na ściskanie. Producent zaleca dawkę 0,3 ÷ 1,5 kg superplastyfikatora na 100 kg cementu. W badaniach zastosowano 0,5 kg na każde 100 kg cementu.

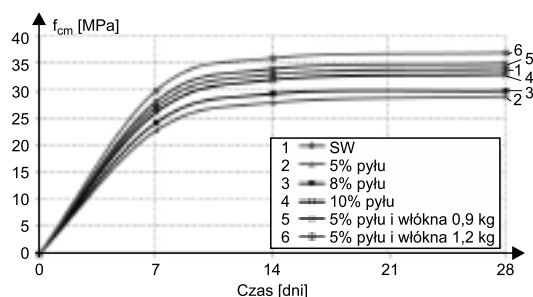
### Skład mieszanek betonowych

#### Concrete composition

Składniki betonu [kg/m <sup>3</sup> ]	Beton zwykły oznaczony SW	Beton z dodatkiem				
		5% pyłu	8% pyłu	10% pyłu	pyłu (5%) i włókien	
Cement	273,75	273,75	273,75	273,75	273,75	273,75
Woda	147,5	147,5	147,5	147,5	147,5	147,5
Piasek	653,75	621,06	601,45	588,37	621,06	621,06
Dolomit 4/8	715	679,25	657,8	643,5	679,25	679,25
Dolomit 8/16	715	679,25	657,8	643,5	679,25	679,25
Pył mineralny	–	104,19	166,7	208,38	104,19	104,19
Włókna polimerowe	–	–	–	–	0,9	1,2

<sup>1)</sup> Politechnika Świętokrzyska, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska; e-mail: a.ceglarska@tu.kielce.pl

**Wytrzymałość na ściskanie** badano na próbkach sześciennych o boku 10 cm, które po zaformowaniu dojrzewały w wodzie w temperaturze  $+18 \pm 2$  °C. Oznaczano ją po 7, 14 i 28 dniach (rysunek 1). Próbę wytrzymałościową



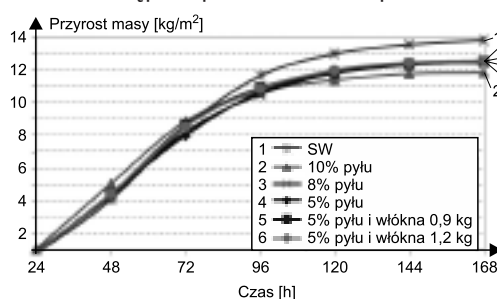
Rys. 1. Przyrost wytrzymałości na ściskanie  
Fig. 1. Compressive strength gain of the specimens

przeprowadzano jednocześnie na trzech próbkach [4]. Analizując uzyskane wyniki badań laboratoryjnych, można stwierdzić, iż największą wytrzymałością na ściskanie charakteryzują się próbki betonowe wykonane z dodatkiem 5% pyłu mineralnego oraz włókien polimerowych w ilości  $1,2 \text{ kg/m}^3$  betonu. Próbkę wykonaną ze zwykłego betonu oraz betonu z dodatkiem pyłu mineralnego w ilości 5% masy kruszywa i  $0,9 \text{ kg/m}^3$  włókien polimerowych uzyskały podobny przyrost wytrzymałości na ściskanie. Z wykresu wynika, że im większa ilość dodanego pyłu mineralnego, tym większy jest przyrost wytrzymałości na ściskanie betonu. Wnioskować można, że nie będzie on wzrastał bez końca. Należy więc przeprowadzić dalsze badania laboratoryjne mające na celu weryfikację maksymalnej ilości dodawanego pyłu mineralnego do mieszanki betonowej.

**Badanie podciągania kapilarnego** przeprowadzono na próbkach, które po zaformowaniu dojrzewały przez 7 dni w wodzie w temperaturze  $+18$  °C. Następnie przechowywano je do 28 dnia w warunkach powietrzno-suchych w temperaturze  $+18$  °C. Po tym czasie zostały wysuszone do stałej masy. Temperaturę w komorze klimatyzacyjnej podnoszono stopniowo, aż do osiągnięcia stałej temperatury  $+105$  °C. Po wyjęciu z komory boki próbek zaizolowano w celu zabezpieczenia przed niekontrolowaną wymianą wilgoci z otoczenia. Wszystkie zostały zabezpieczone w identyczny sposób. Badanie podciągania kapilarnego polegało na umieszczeniu zaizolowanych próbek na rusztach z tworzywa sztucznego w pojemnikach z wodą.

Kontrolowano przyrost masy próbek, z dokładnością  $0,01 \text{ g}$  (rysunek 2). Z analizy wykresu (rysunek 2) wynika, że podczas badania podciągania kapilarnego przyrost masy próbek betonowych z dodatkiem pyłu mineralnego oraz włókien jest ok. 10% mniejszy w porównaniu z betonem zwykłym. Początkowo masa wszystkich próbek przyrasta porównywalnie, a różnica jest zauważalna po upływie trzech dni.

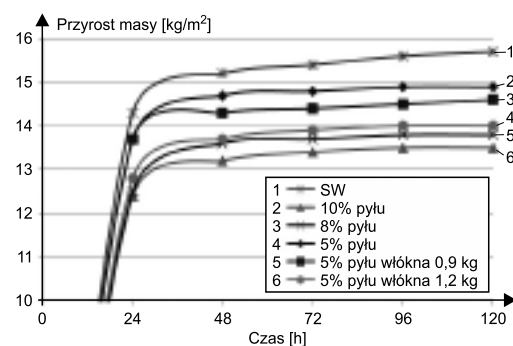
**Badanie nasiąkliwości** wykonano na próbkach sześciennych o boku 10 cm, które po zaformowaniu dojrzewały przez 7 dni w wodzie w temperaturze  $+18$  °C, a następnie przez 21 dni w po-



Rys. 2. Przyrost masy próbek podczas badania podciągania kapilarnego

Fig. 2. Mass gain during the capillary action test of the specimens

wietrzu w temperaturze  $+18$  °C  $\pm$  2 °C. Po tym czasie umieszczono je w komorze klimatyzacyjnej, gdzie zostały wysuszone do stałej masy w temperaturze  $+105$  °C. Następnie próbki umieszczono w wodzie do połowy wysokości przez pierwsze 24 h, a potem zalano całkowicie wodą. Ważono je co 24 h. Przyrost masy próbek przedstawiono na rysunku 3. Z analizy uzyskanych wyników nasiąkliwości wynika, że próbki wykonane z betonu zwykłego



Rys. 3. Przyrost masy próbek podczas badania nasiąkliwości

Fig. 3. Mass gain during the absorption of the specimens

charakteryzują się największym przyrostem masy. Im większa ilość dodatku w postaci pyłu mineralnego, tym mniejszy przyrost masy próbek. Związane jest to z uszczelnieniem struktury zaczynu. Włókna polimerowe nie wykazały poprawy wyników badania nasiąkliwości.

## Podsumowanie

Najlepsze wyniki wytrzymałości na ściskanie osiągnęły próbki betonowe wykonane z dodatkiem 5% pyłu mineralnego oraz włókien polimerowych w ilości  $1,2 \text{ kg/m}^3$  betonu. Analizując badanie podciągania kapilarnego, można stwierdzić, że wszystkie betony z dodatkami pyłów mineralnych i włókien mają ok. 10% mniejszą zdolność do pochłaniania wody niż beton zwykły. Im większa ilość dodatku w postaci pyłu mineralnego, tym mniejszy przyrost masy próbek w badaniu nasiąkliwości.

Interesujący jest fakt, że wszystkie uzyskane wyniki badań wskazują na nieliniowy, nieregularny wpływ ilości dodawanego do mieszanki betonowej pyłu mineralnego na analizowane parametry. Istnieje, więc konieczność dalszych badań laboratoryjnych mających na celu zweryfikowanie kolejnych wyników.

Uzyskane wyniki są podstawą do dalszych badań laboratoryjnych, określających wpływ wybranych dodatków na właściwości betonów.

## Literatura

- [1] Głodkowska W., Wpływ włókien stalowych na kształtowanie właściwości kompozytu drobnokruszywowego, Materiały Budowlane, Wydawnictwo Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2013 r. str. 91 – 100.
- [2] Urban M., 2008, Reologiczne podstawy uzyskiwania betonów samozagęszczalnych o wysokiej wytrzymałości, Cement Wapno Beton, nr 5, str. 241-253.
- [3] Gołaszewski J., Wpływ superplastyfikatorów na właściwości reologiczne mieszanek na spoiwach cementowych w układzie zmiennych czynników technologicznych. Zeszyt Naukowy Politechniki Śląskiej, seria Budownictwo z. 106, Gliwice 2006 r.
- [4] PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.

Otrzymano 07.01.2015 r.