

Wpływ domieszek upłynniających (SP), napowietrzających (AEA), przeciwpieniących (AFA) i stabilizujących lepkość (VMA) na mikrostrukturę i charakterystykę porowatości oraz wytrzymałość SCC

Beata Łązniewska

Streszczenie

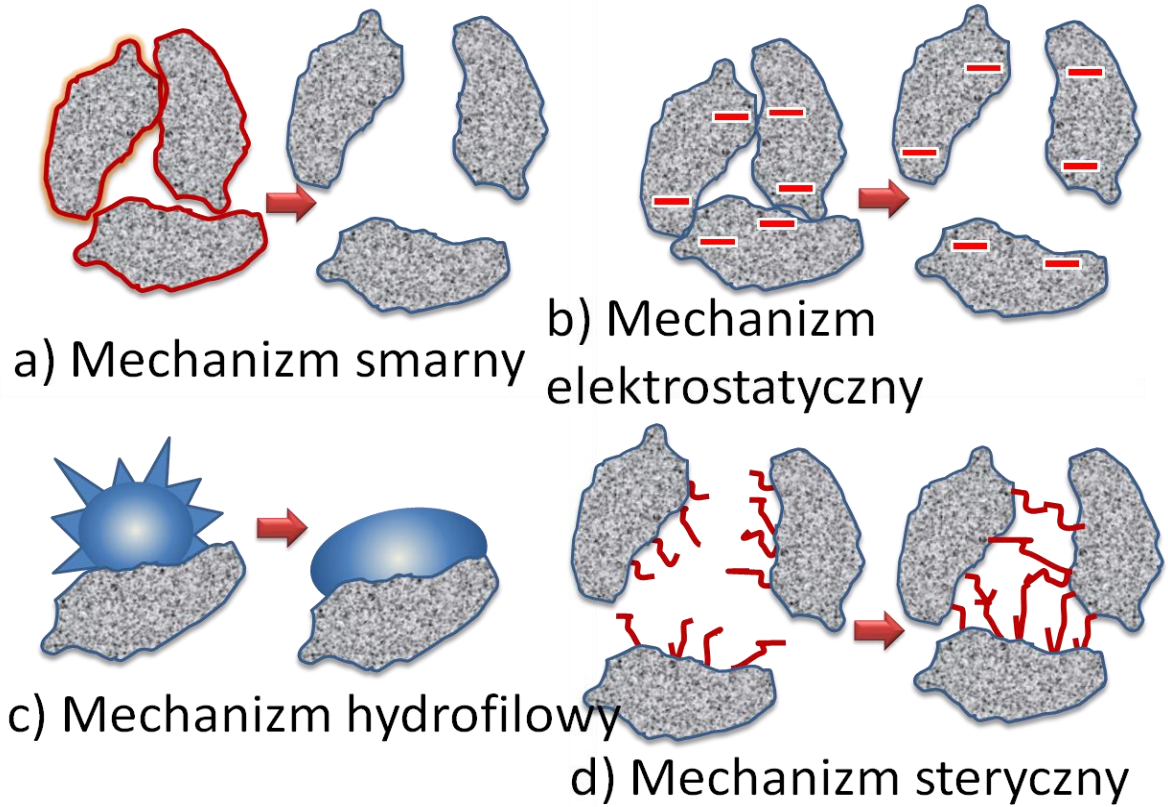
W referacie przedstawiono wyniki badań wpływu domieszek, SP, AEA, AFA, VMA na budowę mikrostruktury zaczynu weryfikowaną analizą SEM, wytrzymałość i charakterystykę porowatości wg PN-EN 480-11 stwardniałego betonu samozagęszczalnego. Zidentyfikowani także całkowitą zawartość porów na podstawie badań porozymetrycznych. Rezultaty badań wykazały, że wymienione domieszki znacząco wpływają na wymienione rezultaty badań.

1. Wprowadzenie

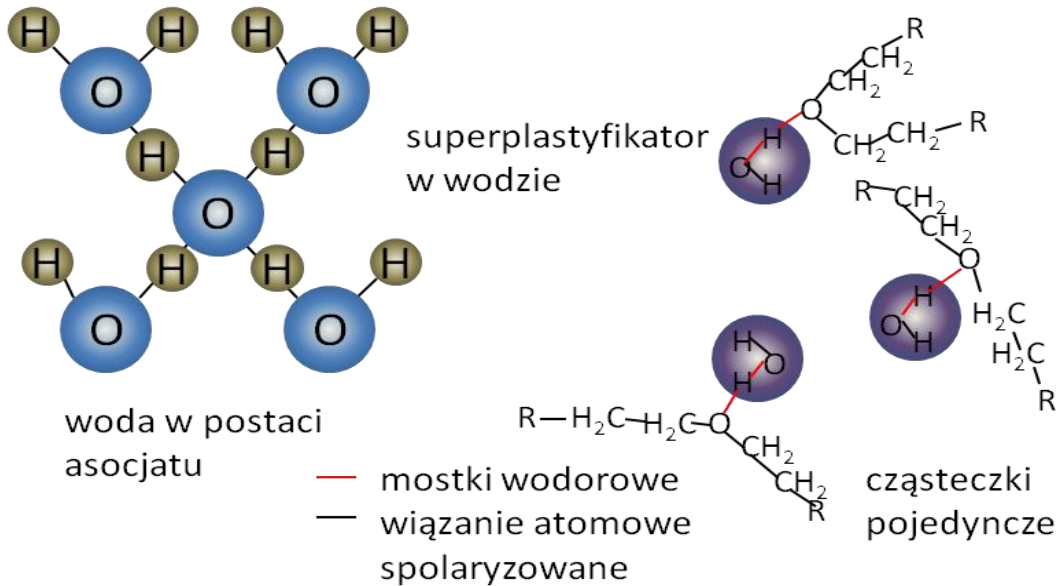
Superplastyfikatory należą do szeroko rozumianej grupy substancji powierzchniowo czynnych. Większość z cząstek superplastyfikatorów jest wydłużona, asymetryczna, ma biegun dodatni i ujemny, i wskutek tego, stały moment dipolowy. Jedną część cząsteczki stanowi zwykle naładowana dodatnio hydrofobowa grupa węglowodorowa, drugą – naładowana ujemnie grupa hydrofilowa [8], [14]. Znajdujący się na końcu anion skierowany jest w stronę fazy ciekłej, powodując efekt odpychający (rys. 1). Efekt ten, związany jest z hydrofilowym działaniem superplastyfikatora.

W zależności od chemicznej bazy superplastyfikatorów, mogą one wywoływać w mieszance betonowej następujące efekty (rys. 1) [8],[14], [13]:

- 1) powstawanie na ziarnach cementu i mikrowypełniaczy warstwy „smarnej”, zmniejszającej tarcie wewnętrzne mieszanki betonowej (SMF – sulfonowane żywice melaminowoformaldehydowe),
- 2) otaczanie ziaren cementu ładunkami ujemnymi, powodującymi ich wzajemne odpychanie (SNF – sulfonowane żywice naftalenowo-formaldehydowe); rodzaj superplastyfikatora dyktuje wartość siły dyspersji cząstek, której miarą jest potencjał powierzchni dzeta, wraz ze wzrosytem wartości tego potencjału rośnie siła dyspersji cząstek,
- 3) zmniejszanie powierzchniowego napięcia wody w stosunku do cementu i mikrowypełniaczy (MLS – modyfikowane lignosulfoniany wapniowe lub sodowe; inne produkty, to kopolimery kwasu mrówkowego z kwasem naftaleno-sulfonowym lub z kwasem metylonaftaleno-sulfonowym, kopolimery kwasu metakrylowego z solą sodową lub z glikolem polietylenowym),
- 4) steryczne – tworzą długie łańcuchy polimeru, fizycznie uniemożliwiające ziarnom cementu zbliżanie się do siebie (nowa – druga – generacja domieszek upłynniających; substancje z grupy polikarboksylantów (PC), kopolimerów kwasu akrylowego z akrylanami (CAE) oraz sieciowych żywic akrylowych (CLAP)). Mechanizm ten powoduje, że domieszki nowej generacji działają „zapobiegawczo” – zamiast rozbijać już powstałe aglomeraty ziaren cementu, nie dopuszczają do ich utworzenia.

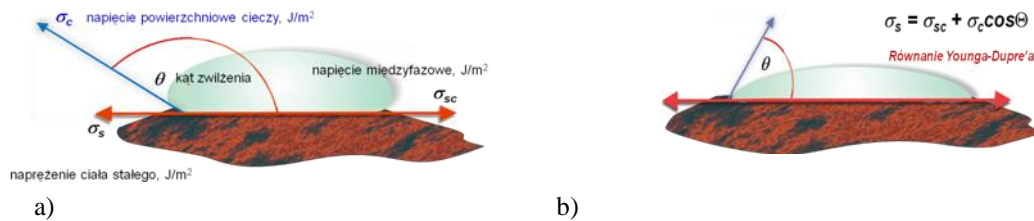


Rys. 1. (a) rodzaje mechanizmów wywołanych oddziaływaniem superplastyfikatora [13]. (



Rys. 2. Wpływ superplastyfikatora na strukturę wody i jej rozpad na pojedyncze cząstki, czego efektem jest obniżenia napięcia powierzchniowego [16]

Obecność wymienionych grup funkcyjnych (tlenu w postaci grupy eterowej z wiązaniem (-O-), grupy hydroksylowej (-OH) i grupy karboksylowej) wywołuje zmniejszenie napięcia powierzchniowego wody (rys. 3) wywołując flokulację asocjatów i zwiększenie zwilżalności nie tylko ziaren cementu, ale całego szkieletu mineralnego (rys. 2) [16].



Rys. 3. Stan równowagi na granicy faz: ciało stałe – ciecz – powietrze,
(a) mniejsza zwilżalność, (b) większa zwilżalność

W grupie superplastyfikatorów występują takie, które wykazują się działaniem tylko dyspergującym, nie zmniejszając napięcia powierzchniowego. Są to np. sole kwasów hydrokarboksylowych, sulfonowane żywice melaminowo formaldehydowe, sole pikondensatów formaldehydowych kwasu beta-naftalensulfonowego [14].

Na skutek znacznej płynności mieszanki betonowej pęcherzyki powietrza znajdujące się w jej objętości ulegają niekontrolowanym zachowaniom, np. koalescencji, zanikaniu, czy też wypływowi pod wpływem siły wyporu [5], [6], [7], [11]. Ponadto, niektóre rodzaje superplastyfikatorów (SP) powodują powstanie nadmiernej zawartości powietrza w samozagęszczalnej mieszance [20], pomimo tego, że zawierają już w swym składzie domieszkę zmniejszającą zawartość powietrza (AFA). Domieszki zmniejszające zawartość powietrza, skutecznie obniżają nadmierną zawartość powietrza [12], lecz ich dodanie, w pewnych przypadkach, może powodować segregację samozagęszczalnej mieszanki. Wtedy stosuje się domieszki stabilizujące lepkość (VMA).

W przypadku celowo napowietrzonego betonu samozagęszczalnego (SCC) problem doboru odpowiedniej domieszki jest także złożony. Zawartość powietrza w betonie w stanie związania (stwardniałym), będąca efektem działania superplastyfikatora nadmiernie zwiększającego zawartość powietrza może wynosić aż 8% i więcej [20]. Niemniej jednak, tak powstałe pory powietrzne charakteryzują się zbyt dużymi rozmiarami (przeważnie ok. 1 mm), żeby były korzystne z uwagi na mrozoodporność betonu, i przyczyniają się tylko do obniżenia jego wytrzymałości i zwiększenia nasiąkliwości [20]. Alternatywą jest stosowanie SP nie zwiększających zawartości powietrza, i dodanie AEA. W pewnych przypadkach, wprowadzenie AEA może spowodować nadmierne upłynnienie mieszanki, gdyż AEA jest środkiem powierzchniowoczynnym. W takiej sytuacji należy stosować kolejną domieszkę, czyli VMA.

Stosowanie AFA i VMA, zależnie od rodzaju SP, może powodować istotne zmiany, założonych właściwości mieszanki oraz napowietrzonego i nienapowietrzonego SCC. Celem prezentowanych badań było określenie wpływu wymienionych układów domieszek (tabl. 2) na wytrzymałość i charakterystykę porowatości (według PN-EN 480-11) oraz mikrostrukturę stwardniałego SCC.

Literatura

- [1] ASTM C 666: Standard Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing, Annual Book of ASTM Standards, 1991.
- [2] Fu X., Chung D.D.L.: Effect of methylcellulose on the mechanical properties of cement, Cement and Concrete Research, Vol. 26, No. 4, 1996, s. 535-538.
- [3] Gołaszewski J.: Influence of viscosity enhancing agent on rheology and compressive strength of superplasticized mortars, Journal of Civil Engineering and Management International Research and Achievements, Vilnius: Technika, Vol. 15, No 2, June 2009, s. 181-188.
- [4] Kamal H., K. Khayat H.: Viscosity-Enhancing Admixture for Cement-Based Materials – An Overview, Cement and Concrete Composites 20, 1998, s.171-188.

- [5] Kamal H., Khayat K. H., Assaad J.: Air-Void Stability in Self-Consolidating Concrete, *ACI Materials Journal*, V. 99, No. 4, July-August, 2002, s. 408-416.
- [6] Khayat K. H.: Optimization and performance of the air-entrained, self-consolidating concrete, *ACI Materials Journal*, Vol. 97, 2000, No. 5, s. 526-535.
- [7] Kobayashi M., Nakakuro E., Kodama K., Negami S.: Frost resistance of superplasticized concrete, *ACI SP-68*, 1981, s. 269-282.
- [8] Kucharska L.: *Tradycyjne i współczesne domieszki do betonu zmniejszające ilość wody zarobowej*, *Cement, Wapno, Beton*, 2/2000, s. 46-61.
- [9] Lachemia M., Hossaina K. M. A., Lambrosa V., Nkinamubanzib P.-C., Bouzoubaa B N.: Self-consolidating concrete incorporating new viscosity modifying admixtures, *Cement and Concrete Research* 34 (2004), s. 917-926.
- [10] Leemann A., Winnfield F.: The effect of viscosity modifying agents on mortar and concrete, *Cement & Concrete Composites* 29 (2007), s. 341-349.
- [11] Litvan G.: Air entrainment in the presence of superplasticizers, *ACI Journal*, Vol. 80, No. 4, 1983, s. 326-331.
- [12] Łaźniewska-Piekarczyk B.: Wpływ domieszki przeciwpieniącej na właściwości mieszanki oraz samozagęszczającego się betonu, *Cement-Wapno-Beton* 3/2010, s. 164-168.
- [13] Łukowski P.: *Domieszki do betonu – stan obecny i perspektywy rozwoju*, *Materiały Budowlane* 7'2003.
- [14] Młodecki J., STEBNICKA I.: *Domieszki do betonu*, COIB, Warszawa 1996.
- [15] Rols S., Ambroise J., Péra J.: Effects of different viscosity agents on the properties of self-leveling concrete, *Cement and Concrete Research* 29 (1999), s. 261-266.
- [16] Rudnicki T.: *Naturalne i syntetyczne domieszki uplastyczniające oraz mechanizmy ich oddziaływania w mieszance betonowej*, *Magazyn Autostrady* 4/2004, str. 22-25.
- [17] Şahmaran M., Christianto H.A., Yaman İ.Ö.: Effect of chemical and mineral admixtures on the fresh properties of self compacting mortars; *Cement and Concrete Composites*, Volume 28, Issue 5, May 2006, s. 432-440.
- [18] Saric-Coric M., Khayat K. H., A. Tagnit-Hamou A.: Performance characteristics of cement grouts made with various combinations of high-range water reducer and cellulose-based viscosity modifier, *Cement and Concrete Research* 33 (2003), s.1999-2008.
- [19] Szwabowski J., Łaźniewska-Piekarczyk B.: Wymogi względem parametrów struktury porowatości mrozoodpornego samozagęszczalnego betonu (SCC), *Cement-Wapno-Beton*, nr 3, 2008, s. 156-165.
- [20] Szwabowski J., Łaźniewska-Piekarczyk B.: Zwiększenie napowietrzenia mieszanki pod wpływem działania superplastyfikatorów karboksylowych, *Cement-Wapno-Beton*, nr 4, 2008, s. 205-215.