

SYNERGIA ODDZIAŁYWAŃ KRZEMIONKOWYCH POPIOŁÓW LOTNYCH I MIKROKRZEMIONKI NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI BETONÓW

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań autora dotyczące wpływu dodatków mineralnych w postaci krzemionkowych popiołów lotnych i mikrokrzemionki zagęszczonej na właściwości fizyko – mechaniczne betonów konstrukcyjnych, oraz przedstawiono zasadność ich zastosowania w produkcji betonu z uwzględnieniem aspektów ekologicznych i ekonomicznych.

W pierwszej części pracy podsumowano stan wiedzy dotyczący modyfikacji betonu dodatkami mineralnymi i domieszkami chemicznymi. Skupiono się głównie nad dodatkami pucolanowymi typu II, zgodnie z normą PN-EN 206.

W badaniach zastosowano krzemionkowy popiół lotny (FA) z Zakładów Azotowych Puławy, oraz mikrokrzemionkę zagęszczoną (SF) z Huty Łaziska. Badania zostały przeprowadzone na zaczynach oraz betonach, których skład różnił się ilością wykorzystanych dodatków pucolanowych oraz cementu – przy tym samym wskaźniku $w/s = 0,4$. Zastosowano zasadę ograniczenia zużycia cementu, stosując zamiennie dodatki pucolanowe i uzyskując kompozyty:

- bez dodatków;
- z dodatkiem 10% mikrokrzemionki;
- z dodatkiem 10% popiołów lotnych oraz 10% mikrokrzemionki;
- z dodatkiem 20% popiołów lotnych oraz 10% mikrokrzemionki.

Dysertacja zawiera opis ewolucji mikrostrukturalnych, analizowanych różnymi metodami, przy zastosowaniu nowoczesnych technik badawczych tj.; skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM), mikrotomografii komputerowej (CT) i dyfraktometrii rentgenowskiej (XRD). Dodatkowo przeanalizowano podstawowe parametry mechaniczne betonów takie jak: wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu oraz odporność na pękanie przy I i II modelu pękania. W zakresie pracy było również wykonanie badań parametrów fizycznych betonów takich jak: nasiąkliwość, wodoszczelność i mrozoodporność. Część eksperymentalna została uzupełniona analizami parametrów materiałów, które wykorzystano do wykonania kompozytów.

Na podstawie wyników badań stwierdzono, że każdy z analizowanych kompozytów spełnia wymagania dotyczące promieniotwórczości naturalnej materiałów budowlanych stosowanych w budynkach przeznaczonych na pobyt ludzi do inwentarza żywego. Wykazano również bardzo dobry wpływ połączenia dwóch pucolan do produkcji betonu na parametry wytrzymałościowe,

fizyczne oraz odporności na pękanie – gdzie uzyskano znaczną poprawę parametrów w stosunku do betonu referencyjnego. Wykonanie badań w różnych okresach czasu, pozwoliło na uzyskanie informacji, jak zmieniają się poszczególne parametry kompozytów, wykonanych na bazie spoiwa mineralnego, w trakcie postępującego – półrocznego okresu dojrzewania..

Korzyści środowiskowe, ekonomiczne, a także fizykomechaniczne, będące wynikiem synergii oddziaływania dodatków SF i FA w betonie, są bardzo wyraźne. Można zatem antycypować, że wykorzystanie betonów konstrukcyjnych tego rodzaju w przemyśle budowlanym będzie coraz bardziej powszechne.

SYNERGY OF INTERACTION OF SILICEOUS FLY ASHES AND SILICA FUME ON SELECTED PROPERTIES OF CONCRETES

Abstract

The dissertation presents the results of the author's research on the effect of mineral additives in the form of siliceous fly ashes and concentrated silica fume on the physical and mechanical properties of structural concretes. Also the validity of their application in the production of concrete including ecological and economic aspects was presented.

The first part of the work summarizes the state of knowledge regarding the modification of concrete with mineral additions and chemical admixtures. The focus was mainly on the type II of the pozzolanic additives, in accordance with the PN-EN 206 standard.

The siliceous fly ash (FA) from the Nitrogen Factory Puławy and the concentrated silica fume (SF) from the Łaziska Steelworks were used in the research. The tests were carried out on cement pastes and concretes, the composition of which varied with the amount of the pozzolanic additives and cement used – with the same w/s ratio = 0.4. The principle of limiting cement consumption was applied, using the pozzolanic additions interchangeably and obtaining composites:

- without additions,
- with the addition of 10% of silica fume,
- with the addition of 10% of fly ashes and 10% of silica fume,
- with the addition of 20% of fly ashes and 10% of silica fume.

The dissertation contains a description of microstructural evolutions, analyzed by various methods, using modern research techniques, i.e., the scanning electron microscopy (SEM), computer microtomography (CT), and X-ray diffraction (XRD). In addition, the basic mechanical parameters of concretes were analyzed, such as: compressive strength, splitting tensile strength and fracture toughness at the I and II model of cracking. The scope of the research also included testing physical parameters of concrete such as water absorption, water resistance, and frost resistance. The experimental part was supplemented with the analysis of the parameters of materials that were used to produce the composites.

Based on the results of the research, it was found that each of the analyzed composites meets the requirements for natural radioactivity of building materials used in buildings intended for people and livestock. It was also shown that the combination of the two pozzolans for the production of concrete has a very good impact for strength, physical, and fracture properties – where a significant improvement in parameters compared to the reference concrete was

achieved. Performing tests at different time periods, it allowed to obtain information on how the various parameters of composites, made on the basis of a mineral binder, change during the advancing half-year maturation period.

The environmental, economic, and physico-mechanical benefits resulting from the synergy of the interaction of SF and FA additives in concrete are very clear. Therefore, it can be anticipated that the use of constructional concrete of this kind in the construction industry will become more and more common.