Streszczenie

Właściwości kompozytów cementowych modyfikowanych dodatkami pylastymi a morfologia powierzchni przełomu

Podjęte w pracy doktorskiej badania i analizy dotyczą obszaru, który dotychczas nie został jeszcze należycie rozpoznany, tj. zależności między parametrami wytrzymałościowymi kompozytów cementowych a parametrami struktury określanej na podstawie morfologii powierzchni przełomu. W założeniach do pracy przyjęto rozpoznawanie zależności właściwości–struktura dla zapraw modyfikowanych dwoma dodatkami pylastymi, tj. metakaolinitem lub zeolitem, o zmiennym udziale w spoiwie.

Pierwszy etap zrealizowanych prac obejmował usystematyzowanie wiedzy na temat stosowania dodatków do betonów, w postaci metakaolinitu i zeolitu. Dodatki te są dość dobrze przebadane w zastosowaniach do betonów, ale rozpoznawanie zależności między właściwościami mechanicznymi a strukturą wymaga dalszych badań.

Ogromne możliwości badawcze powstały wraz z rozwojem nowych metod i technik badawczych, między innymi w obszarze precyzyjnego skanowania powierzchni przełomu i oprogramowania umożliwiającego komputerowe przetwarzanie danych. Właśnie takie narzędzia wraz z zastosowanym do skanowania morfologii powierzchni profilometrem laserowym umożliwił uzyskanie dużej ilości informacji (łącznie przebadano 5 tys. profili wydzielonych z powierzchni przełomu), stanowiącej obszerną bazę do poszukiwania zależności funkcyjnych pomiędzy właściwościami a strukturą kompozytów o matrycy cementowej modyfikowanych metakaolinitem lub zeolitem.

W pracy, dla każdej linii profilowej, wydzielonej z powierzchni przełomów zapraw, określano dwa parametry fraktograficzne: wymiar fraktalny oraz wysokość profilu. Dodatkowo analizę przeprowadzono na wyodrębnionym z linii profilowych profilu chropowatości, wyznaczając dla niego również wymiar fraktalny profilu chropowatości oraz wysokości profilu chropowatości. Podejście tego typu nie było jeszcze przedmiotem badań w zakresie kompozytów o matrycy cementowej.

Przedmiotem badań były zaprawy cementowe, w których każdy z dodatków stanowił zamiennik części cementu w ilości od 5% do 14% początkowej masy cementu. Zmienną w opracowanym planie eksperymentu był także stosunek woda/spoiwo,

w przedziale od 0,49 do 0,53. Założoną konsystencję zapraw uzyskiwano zmienną ilością dozowanej doświadczalnie domieszki superplastyfikatora. Zaprawy poddawano 28 i 90 dniowej pielęgnacji wilgotnościowej. Przyjęty plan centralny kompozycyjny przewidywał wykonanie dziewięciu serii zapraw o zróżnicowanym składzie. Badania stwardniałych zapraw przeprowadzono po 28 i 90 dniach dojrzewania. Określono właściwości zapraw, takie jak: wytrzymałość na ściskanie, rozciąganie przy zginaniu, rozciąganie przy rozłupywaniu i na rozciąganie osiowe.

Zarówno etap planowania eksperymentu, jak i analizę uzyskanych wyników przeprowadzono z wykorzystaniem programu Statistica. W analizach wyników wykorzystano dodatkowo metodę wskaźnika pojemności informacyjnej.

Ze względu na charakter badań, poszukiwanie zależności między morfologią przełomu a parametrami wytrzymałościowymi analizowano wstępnie metodą zależności korelacyjnych, a następnie, w oparciu o tak uzyskane wyniki analizowano w sposób bardziej ścisły weryfikując uzyskane zależności. Do tego celu wykorzystano metodę regresji wielorakiej.

Parametry wykryte podczas analizy fraktalnej wskazują na istnienie relacji między fraktalną morfologią a wytrzymałością badanych kompozytów cementowych. Wyznaczone zależności funkcyjne, współczynniki korelacji i wskaźniki pojemności informacyjnej na podstawie wyników przeprowadzonych własnych badań laboratoryjnych stanowią podstawę sformułowanych stwierdzeń i wniosków.

Zrealizowany szeroki zakres badań laboratoryjnych oraz analiza ich wyników z wykorzystaniem narzędzi probabilistycznych umożliwiła zweryfikowanie tez pracy oraz osiągnięcie celów głównych i szczegółowych pracy.

Słowa kluczowe: *zaprawa, właściwości wytrzymałościowe, dodatki pylaste, metakaolinit, zeolit, analiza fraktalna,*

Summary

Properties of cement composites modified with dusty additives and morphology of the fracture surface

The research and analysis undertaken in the PhD thesis concern an area that has not been properly recognised, i.e. the relationship between the strength parameters of cement composites and the parameters of the structure as determined by the morphology of the fracture surface. The assumptions for the work are that property-structure relationships are recognised for mortars modified with two dusty additives, i.e. metakaolinite or zeolite, with a variable proportion in the binder.
The first stage of the work involved systematising the knowledge of the use of additives for concrete, in the form of metakaolinite and zeolite. These additives are fairly well studied in concrete applications, but recognising the relationship between mechanical properties and structure requires further research.

With the development of new research methods and techniques, including in the area of precise surface scanning, fracture and computer data processing software, tremendous research opportunities have emerged. With these tools and the laser profilometer used to scan the morphology of the surface, a large amount of information has been obtained (a total of 5,000 profiles separated from the surface of the fracture have been studied), providing a comprehensive basis for the search for functional relationships between the properties and structure of cement matrix composites modified with metakaolinite or zeolite.

In the work, two fractographic parameters were determined for each profile line separated from the surface of the mortar fracture: the fractal dimension and the profile height. In addition, the analysis of the roughness profile separated from the profile lines was conducted, also determining the fractal dimension of the roughness profile and the height of the roughness profile. This type of approach has not been the subject of research in the field of cement matrix composites before.

The subject of the research was cement mortars in which each of the additives replaced a portion of the cement amounting to between 5% and 14% of the original cement mass. The variable in the developed experimental design was also the water/binder ratio in the range from 0.49 to 0.53. The assumed consistency of the mortars was obtained with a variable amount of an experimentally dosed addition of superplasticiser. The mortars were subjected to 28 and 90-day maturation. The adopted central composition plan predicted the execution of nine series of mortars of different compositions. Studies of the hardened mortars were performed after 28 and 90 days of maturation. The properties of the mortars

such as: compressive strength, blending tensile strength, splitting tensile strength and axial tension were determined.

Both the design of the experiment and the analysis of the results obtained was performed using the Statistica programme. In the analysis of the results, the Hellwig's information capacity method was additionally used.

Due to the nature of the study, the search for relationships between the morphology of the fructure and the strength parameters was first analysed using the method of correlation relationships and based on the results obtained in this way, analysed more rigorously by verifying the relationships obtained. For this purpose, the multiple regression method was used.

The parameters obtained in the fractal analysis indicate that there is a relationship between the fractal morphology and the strength of the analysed cement composites. The determined functional relationships, correlation coefficients and information capacity indicators, which are based on the results of own laboratory tests, form the basis for the formulated statements and conclusions.
The completed wide range of laboratory tests and the analysis of their results with the help of probabilistic tools made it possible to verify the theses of the work and also to achieve the main and detailed objectives of the work.

Keywords: mortar, strength properties, dusty additives, metakaolinite, zeolite, fractal analysis