

Beton należy do najczęściej stosowanych materiałów do budowy obiektów inżynierii lądowej. Podstawowym problemem w eksploatacji konstrukcji wykonanych z betonu jest ich skłonność do rysowania się i pękania. Degradacja właściwości mechanicznych betonu zachodzi pod wpływem obciążeń środowiskowych i eksploatacyjnych. Zanim jednak pojawi się makro-pęknięcie, w elemencie betonowym rozwijają się mikro-rysy. Wykrywanie uszkodzeń betonu w skali mikro na wczesnym etapie degradacji nie jest zadaniem trywialnym i ma duże znaczenie w inżynierii lądowej.

Proponowane badania są motywowane potrzebą poprawy bezpieczeństwa konstrukcji betonowych. Do tego celu zostanie użyta metoda bazująca na zjawisku propagacji fal sprężystych. Charakterystyki propagujących fal w elemencie betonowym poddanym degradacji mechanicznej ulegają znaczącej zmianie, dzięki czemu możliwe jest wykrycie rozwijających się uszkodzeń. W szerszej perspektywie wyniki projektu będą miały znaczący wpływ na rozwój technik monitorowania konstrukcji betonowych. Wiarygodna ocena stopnia degradacji betonowych elementów konstrukcyjnych pozwoli na racjonalizację kosztów ich utrzymania, a także przedłużenie żywotności konstrukcji.

Celem projektu jest wyjaśnienie mechanizmu propagacji i rozpraszania fal sprężystych na poziomie kruszywa oraz ich interakcji z mikro- i makro-pęknięciami w elementach betonowych poddanych monotonicznemu obciążeniu quasi-statycznemu. Badania składają się z dwóch uzupełniających się części: eksperymentalnej i numerycznej. W części doświadczalnej zostanie przeprowadzony kompleksowy program monitorowania rozwoju mikro- i makro-pęknięć w próbkach betonowych za pomocą fal sprężystych. Zostaną zastosowane dwa podejścia wykorzystujące fale sprężyste, tj. technika propagacji fal ultradźwiękowych, w której fala sprężysta jest generowana za pomocą przetwornika piezoelektrycznego przymocowanego do badanego elementu oraz technika emisji akustycznej, w której fala sprężysta jest generowana przez pęknięcie betonu. Dodatkowo, do obrazowania trójwymiarowej mezostruktury betonu i rozwoju pęknięć, zostanie wykorzystana mikro-tomografia komputerowa.

Z uwagi na fakt, że beton ma szczególną strukturę, która jest nieciągła i niejednorodna, mechanizm propagacji fal sprężystych w elementach betonowych zostanie opisany za pomocą zaawansowanego modelu matematycznego, bazującego na rozszerzonej metodzie elementów dyskretnych. W części obliczeniowej projektu zostanie zastosowany 4-fazowy model betonu złożony z kruszywa, matrycy cementowej, makroporów i międzyfazowych stref przejściowych wokół ziaren kruszywa. Obliczenia propagacji fal sprężystych w elementach betonowych zostaną przeprowadzone z uwzględnieniem ich rzeczywistej mezostruktury otrzymanej za pomocą mikro-tomografii komputerowej.

Sprzężone badania doświadczalno-numeryczne pozwolą uzyskać nowy wgląd w propagację fal sprężystych w materiałach niejednorodnych. Zbadany zostanie wpływ mezostruktury betonu na rozpraszanie fal sprężystych. Zdefiniowane zostaną związki między mikro- i makro-pęknięciami a charakterystykami propagujących fal akustycznych i ultradźwiękowych na poziomie kruszywa. Opracowane zostaną nowe algorytmy do wykrywania stref mikro-defektów przed powstaniem widocznych uszkodzeń.