

Obróbka świeżego betonu za pomocą promieniowania gamma

Kinga Dzedzic, Aneta Antolik, Mariusz Dąbrowski, Michał A. Glinicki

Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk

Wprowadzenie

Uszkodzenia betonu wywołane długotrwałym napromienieniem są przedmiotem badań w odniesieniu do trwałości konstrukcji osłonowych stosowanych w obiektach energetyki jądrowej. Jak dotąd, nie zbadano jednak wpływu promieniowania jonizującego na beton podczas jego twardnienia. Taka technika ewentualnego wzmocnienia wczesnej wytrzymałości może być przydatna do rozwoju techniki druku 3D, zwłaszcza żeby uniknąć słabych połączeń między warstwami. Ze względu na niezbędną ochronę biologiczną przed promieniowaniem, takie podejście nie nadaje się do stosowania w typowych wytwórniach prefabrykatów betonowych. Ewentualną przydatność można przewidywać w przypadku wykorzystania urządzeń bezzałogowych w obszarach kontrolowanej radiacji lub w lokalizacjach pozaziemskich.

Cel i zakres

Rozpoznanie wpływu promieniowania gamma na wiązanie cementu, wczesną wytrzymałość i mikrostrukturę zaprawy cementowej. Zakres badań obejmował efekty mikro- i nanododatków do zaprawy, stosowanych do sterowania kinetyką wiązania cementu i wczesnego twardnienia zaprawy.

Materiały i próbki

Wykonano próbki zapraw cementowych z piaskiem kwarcowym o wymiarach 10x10x150 mm.

SKŁAD ZAPRAWY:

- cement / piasek = 1/2
- w/c= 0,45
- dodatki mineralne w niewielkich ilościach CEM I 52,5 R

OZNACZENIA PRÓBEK:

- referencyjna (52)
- napromieniona (γ)
- z dodatkiem uleksytu (U) 0.5% lub 0.75%
- z dodatkiem kolemanitu (C) 3% lub 6%

Napromienienie próbek

Czas ekspozycji na promieniowanie gamma: 8 h

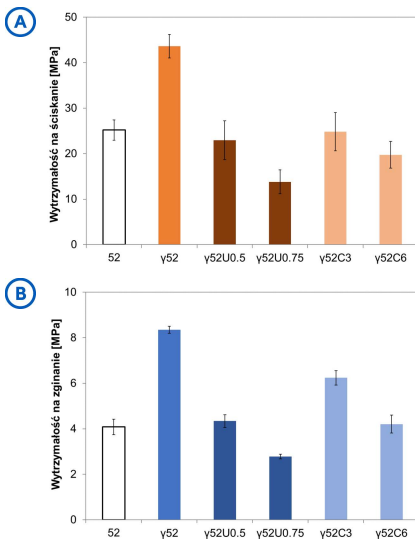
Moc dawki pochłoniętej: 4,6 kGy/h



Komora napromienienia z przętami paliwowymi w JINR Sosny i forma z próbkami 8 h po ekspozycji

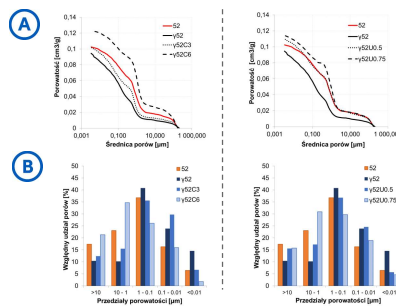
Wytrzymałość wczesna

Wpływ promieniowania gamma na wytrzymałość próbek zapraw a) na ściskanie b) na zginanie



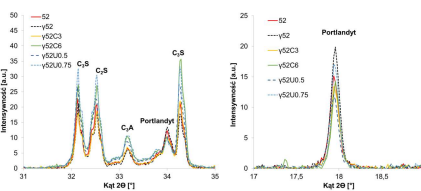
Porowość

Wpływ promieniowania gamma na rozkład wielkości porów mierzony metodą porozymetrii rтęciowej a) całkowita objętość porów, b) procent porów w wybranym zakresie wielkości



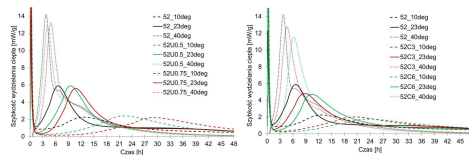
Skład fazowy

Wpływ promieniowania gamma na skład fazowy oznaczony metodą XRD



Kinetyka wiązania

Szybkość wydzielania ciepła hydratacji cementu metodą izotermiczną

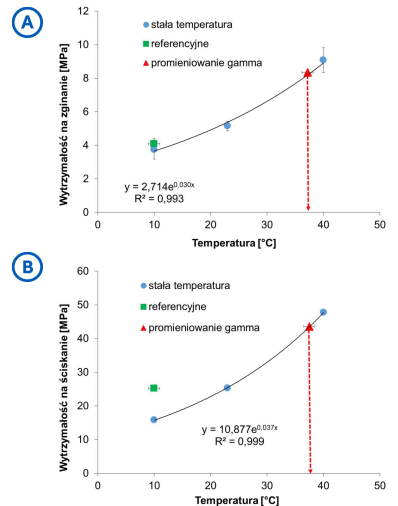


Oznaczenie czasu wiązania zaczynu cementowego przy zastosowaniu aparatu Vicata

Czas wiązania	Zaczyn cementowy				
	52	52U0.5	52U0.75	52C3	52C6
początek [min]	202	423	451	317	350
koniec [min]	337	768	781	467	570

Temperaturowy równoważnik promieniowania

Wpływ temperatury utwardzania na wczesną wytrzymałość zaprawy a) na zginanie, b) na ściskanie



Wnioski

Ekspozycja świeżej zaprawy na promieniowanie gamma powoduje:

- wzrost wczesnej wytrzymałości do 100%
- znaczne zmniejszenie porowości kapilarnej i rozdrobnienie wielkości porów
- zwiększenie zawartości portlandytu – zwiększenie hydratacji cementu

W odniesieniu do wczesnej wytrzymałości na ściskanie i na rozciąganie, oddziaływanie promieniowania gamma na twardniejącą zaprawę okazało się równoważne oddziaływaniu podwyższonej temperatury w warunkach wilgotnych. Temperaturowy równoważnik napromienienia jest skorelowany z kinetyką twardnienia zaprawy: ze skróceniem okresu przyspieszonego wydzielania ciepła i ze skróceniem czasu wiązania.

Praca została przygotowana jako rezultat badań finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Projektu Nr V4-Korea/2/2018 pt. „Wpływ składu chemicznego na właściwości betonu poddanego długotrwałym oddziaływaniom radiacyjnym” (NCBIR V4-Korea Joint Research Program), 2018-2021.