

Właściwości reologiczne betonu lekkiego na kruszywie spiekany

dr hab. inż. Paweł Lewiński, prof. ITB, mgr inż. Zbigniew Fedorczyk, inż. Łukasz Zacharski, Instytut Techniki Budowlanej, mgr inż. Anna Rogowska, SKB S.A.

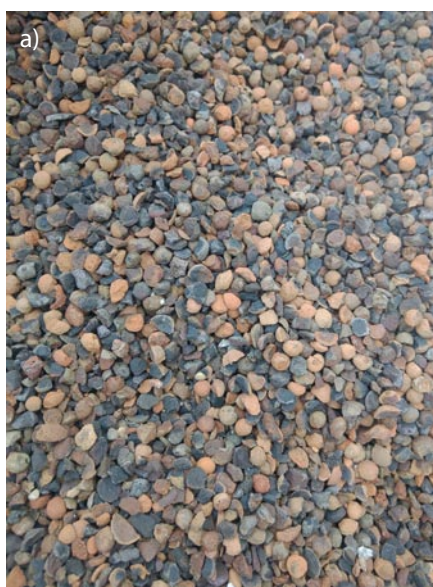
1. Wprowadzenie

Lekkie, wysoko wytrzymałe kruszywo jest wytwarzane według krajowej technologii. Powstaje w wyniku wysokotemperaturowego spiekania (1000–1200°C) odpowiednio przygotowanych minerałów antropogenicznych w kontrolowanych warunkach, a następnie rozfrakcjonowania i ewentualnie przekruszenia. Głównym surowcem do wytwarzania kruszywa jest popiół powstały ze spalania węgla kamiennego w kotłach miałowych [1]. Dzięki temu popiół jest recyklingowany i może zostać z powodzeniem użyty ponownie. Ponadto proces spiekania sprawia, iż kruszywo jest mniej nasiąkliwe i mrozoodporne. Ponieważ jest to produkt z recyklingu, zatem można go uznać za proekologiczny. Kruszywo spiekane i mieszankę betonową na tym kruszywie pokazano na rysunku 1.

Ponieważ betony lekkie stanowią grupę materiałów o zróżnicowanych właściwościach, potrzebna jest dokładna weryfikacja ich właściwości mechanicznych. Betony lekkie charakteryzują się większą jednorodnością strukturalną w stosunku do betonów zwykłych, która wynika ze szczególnej budowy strefy stykowej pomiędzy zaczynem a kruszywem. Zapewnia to m.in. regularny kształt ziaren kruszyw sztucznych. Ze względu na odmienną strukturę betony lekkie z reguły zachowują się w inny sposób pod wpływem obciążenia oraz wykazują inny mechanizm zniszczenia w porównaniu z betonami zwykłymi. W betonach z kruszywem lekkim pierwsze rysy od obciążenia pojawiają się dopiero przy wyężeniu wynoszącym około 85–90%. Zmagazynowana przez to duża energia sprężysta podczas obciążenia powoduje gwałtowną propagację rys, która nieodwracalnie prowadzi do nagłego zniszczenia materiału. W przypadku betonów zwykłych zniszczenie następuje zazwyczaj w strefie stykowej kruszywo – zaczyn.

W betonach lekkich rysa niszcząca przebiega zazwyczaj przez kruszywo, ze względu na fakt, iż w betonach tych to kruszywo stanowi najłabszy element struktury kompozytu, w wyniku czego betony lekkie są bardziej kruche. Przy tych samych proporcjach składników mieszanki betonu zwykłego i lekkiego w przypadku betonu lekkiego uzyskanie tej samej klasy wytrzymałości wymaga zwiększonej klasy cementu. W przypadku betonów lekkich na wytrzymałość mają wpływ te same cechy, co w przypadku betonów zwykłych, czyli: stosunek w/c, zawartość cementu oraz wiek betonu. Niemniej, ze względu na dużą absorpcję wody zarobowej przez kruszywo, trudno jest oszacować całkowity wpływ wskaźnika w/c na wartość wytrzymałości betonu na ściskanie. Moduł Younga betonu, będącego dwuskładnikowym kompozytem, uzależniony jest od parametrów zarówno kruszywa, jak i zaczynu, ich udziałów objętościowych oraz wzajemnej przyczepności. Ze względu na mniejszą gęstość w stosunku do betonu zwykłego beton lekki charakteryzuje się również znacznie niższym siecznym modulem sprężystości.

W laboratorium IMiKB Politechniki Krakowskiej badania właściwości betonu lekkiego na kruszywie z popiołów prowadzone są co najmniej od 2014 roku. [2–7]. Celem tych badań było określenie parametrów mechanicznych betonu, tj. wytrzymałości na ściskanie i wytrzymałości na rozciąganie,



Rys. 1. Kruszywo spiekane (a) i mieszanka betonowa na tym kruszywie (b)

modułu sprężystości, a także określenie rozwoju skurczu i pęcznienia betonu. Wyniki tych badań pokazują, że bez istotnych trudnień można uzyskać odpowiednio wysokie wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie do zastosowań w konstrukcjach sprężonych. Wyniki badań wskazują też na niski współczynnik pęcznienia betonu lekkiego na kruszywie spiekany. Badania w omawianym zakresie prowadzono również m.in. w Politechnice Łódzkiej [8] oraz w ITB [9, 10]. Na temat kruszyw lekkich powstało wiele obszernych publikacji, m.in. monografia [11]. Zostały w niej zaprezentowane właściwości kruszyw i betonów powstałych na bazie kruszyw popiołowych, a także betonów lekkich. Na całym świecie materiały te są cenione zarówno przez naukowców, jak i projektantów.

2. Program badań

Zakres pracy obejmuje wyznaczenie długotrwałych właściwości mechanicznych 2 mieszanek betonu lekkiego na specjalnym kruszywie ceramicznym, spiekany. Wykonano dwie mieszanki betonowe o wskaźnikach wodno-cementowych w/c odpowiednio: 0,4 i 0,5 przy wykorzystaniu składników przyjętych zgodnie z tabelą 1. Mieszanki przygotowano analogicznie, jak w pracy [4].

Tabela 1. Składy mieszanek betonowych

Składnik	Mieszanka C1 [kg/m ³]	Mieszanka C2 [kg/m ³]
Cement CEM I 42,5 N	409	419
Kruszywo Certyd (4/9 mm)	775	802
Piasek	682	703
Woda	164	209
Domieszki	BV 18	3,7
	SKY 686	3,7

W celu zapewnienia wymaganej jakości i jednorodności betonu wykonanie mieszanek miało miejsce w przedsiębiorstwie produkcji mas betonowych za pomocą specjalistycznego mieszalnika, zapewniającego jednorodność mieszanki. Cechy świeżych mieszanek betonowych określonych po transporcie przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Cechy świeżych mieszanek

Składnik	Mieszanka C1	Mieszanka C2
konsystencja metodą opadu stożka	140 mm	100 mm
	150 mm	110 mm
	klasa S3 [12]	klasa S3 [12]
zawartość powietrza	4,20%	4,30%
	4,50%	4,10%
gęstość mieszanki betonowej	1960 kg/m ³	1980 kg/m ³

Przeprowadzono serię badań w Laboratorium Zakładu Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu Instytutu

Techniki Budowlanej. W badaniach zostały wyznaczone następujące parametry: sieczny moduł sprężystości betonu i wytrzymałość na ściskanie kostek betonowych, wytrzymałość na rozciąganie osiowe, przy rozłupywaniu i przy zginaniu, a w zakresie badań reologicznych, rozwijanych w czasie – skurcz betonu i odkształcenia pęcznienia. Średnie współczynniki pęcznienia wyznaczono po upływie 1 roku. Wiek betonu jest elementem kluczowym dla jego parametrów wytrzymałościowych. Badania doświadczalne rozpoczęły się już w momencie wymieszania betonu. Beton został wytworzony w betoniarni za pomocą specjalistycznego mieszalnika, zapewniającego jednorodność mieszanki. Po zaformowaniu próbek i odpowiedniej pielęgnacji w warunkach laboratoryjnych badania zostały przeprowadzone zgodnie z odpowiednimi procedurami. Zakres badań obejmował oznaczenie właściwości betonu wg procedur zgodnych z postanowieniami odpowiednich norm [12–18] oraz Instrukcji ITB nr 194/88 [19]:

- sieczny moduł sprężystości betonu oznaczono zgodnie z [13],
- wytrzymałość na ściskanie zgodnie z [14],
- wytrzymałość na rozciąganie osiowe zgodnie z [19],
- wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu zgodnie z [15],
- wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu zgodnie z [16],
- skurcz zgodnie z [17] oraz [18] (na potrzeby oznaczenia odkształceń pęcznienia według [19]).

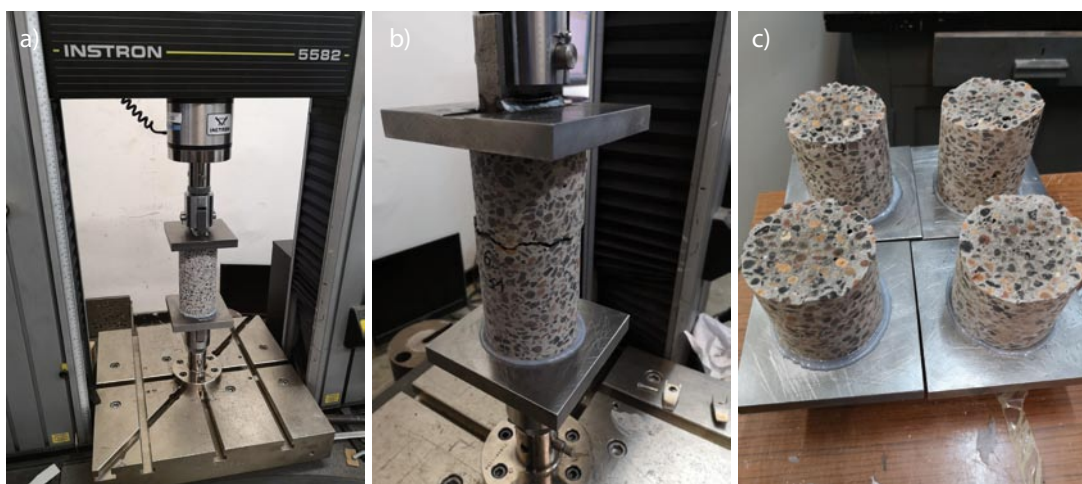
Zgodnie z planem badań, badania wytrzymałościowe zostały wykonane po 7 i 14 dniach, a kolejne po 28, 60 i 120 dniach i po roku. Badania skurczu prowadzono w odstępach czasowych zgodnych z dokumentem odniesienia [17] do momentu ustabilizowania się wyników (rys. 4). Badania odkształceń pęcznienia prowadzono na sześciu pełzarkach przez 722 dni w przypadku betonu C1 i przez 716 dni w przypadku betonu C2. Równocześnie badano skurcz według [18]. Wykonane badania pozwoliły określić wymienione parametry wytrzymałościowe betonów na lekkim kruszywie spiekany. Podstawowe urządzenia do badań właściwości mechanicznych betonu przedstawiono na rysunkach 2 i 3. Urządzenie zastosowane do badań wytrzymałości na rozciąganie osiowe, próbkę po badaniu i postacię przełamów próbek pokazano na rysunku 2, odpowiednio a, b i c. Urządzenie zastosowane do badań modułu sprężystości pokazano na rysunku 3a, a pełzarkę na rysunku 3b. Sprzęt do badań jest w pierwszej klasie dokładności.

3. Wyniki badań

3.1. Wyniki badań doraźnych

Wyniki badań doraźnych w zakresie wytrzymałości na ściskanie, wytrzymałości na rozciąganie osiowe, wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu, wytrzymałości

Rys. 2. Badanie wytrzymałości na rozciąganie osiowe: a) urządzenie zastosowane do badań, b) próbka po badaniu, c) postacię przekłmów próbek



Rys. 3. Urządzenie zastosowane do badań modułu sprężystości (a) i pełzarka (b)

na rozciąganie przy zginaniu oraz siecznego modułu sprężystości betonu zostały wcześniej przedstawione w pracach autorów [9, 10], toteż w obecnej pracy są one omawiane we wnioskach jedynie skrótowo.

3.2. Wyniki badań reologicznych Wyniki badań skurczu betonu

Skurcz mierzono dwiema metodami: normową metodą Amslera [17] oraz na próbkach walcowych metodą normową [18]. Wyniki badań prowadzonych według [17] obejmowały odczyty dokonywane początkowo w odstępach kilkudniowych, następnie tygodniowych, miesięcznych i dłuższych. Cały proces badawczy trwał 325 dni od wykonania próbek. Wyniki badań rozwoju skurczu betonu podano na rysunku 4. Otrzymane wyniki w zakresie odkształceń skurczowych są znacznie wyższe, niż w cytowanej pracy [4]. Próbkę betonów oznaczonych C1 i C2 wykazywały zbliżony przyrost skurczu w ciągu 58 dni. Ostatecznie w odniesieniu do obu rodzajów betonu lekkiego uzyskano spójne wyniki, przy czym skurcz betonu o oznaczeniu C1 okazał się nieznacznie niższy. Wyniki badań porównano do modelu obliczeniowego

(rys. 4) według normy EC2 [20], uwzględniając współczynnik zwiększający do skurczu wysychania $\eta_3 = 1,2$.

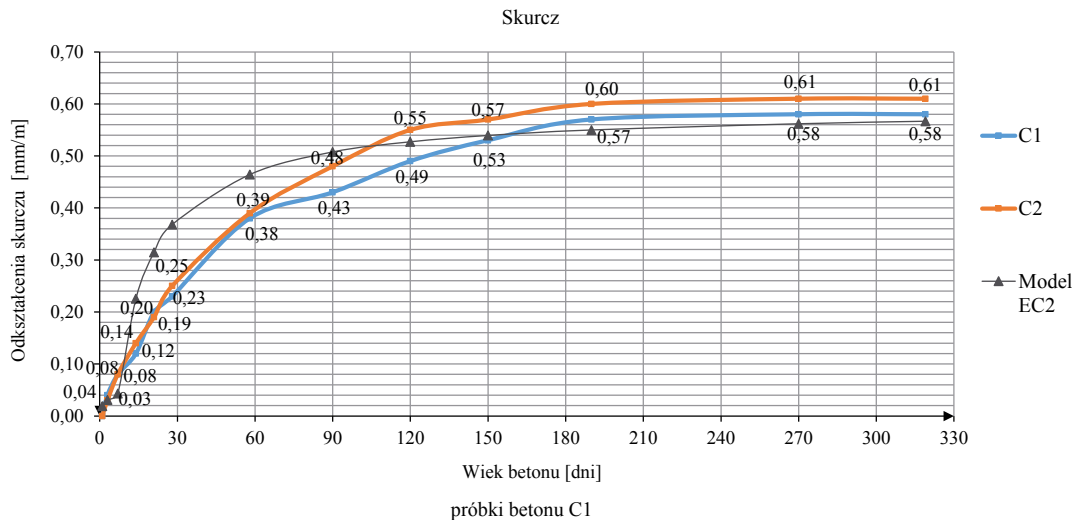
Wyniki badań pełzania betonu pod wpływem obciążeń cyklicznych

Badania pełzania przeprowadzono na próbkach z dwóch betonów: C1 i C2. Próbkom pełzania poddano 3 próbki betonu C1 i 3 próbki betonu C2. Wyniki badań odkształceń pełzania betonu C1 pokazano na rysunkach 5 i 6, a wyniki badań odkształceń pełzania betonu C2 – na rysunkach 7 i 8. Wyniki pomiarów samych odkształceń pełzania oraz odkształceń całkowitych próbek zamieszczono na poniższych wykresach (rys. 4–8). Wartości odkształceń pełzania określa się jako różnicę odkształceń całkowitych oraz odkształceń sprężystych i skurczowych (mierzonych na próbkach walcowych metodą normową [18]). Przeprowadzono też analizę odkształceń pełzania na podstawie 7. modeli reologicznych, a na wykresach zaznaczono wyniki uzyskane przy wykorzystaniu modelu dziedziczenia Arutiuniana [21]. Średni końcowy współczynnik pełzania (po okresie 1 roku – por. [19]) uzyskany z trzech próbek betonu C1 wyniósł 2,07, a w przypadku betonu C2 wyniósł on 1,90. Wyniki w przypadku betonu C2 charakteryzują się pewną dyspersją, co wynikało z pewnej niejednorodności mieszanki C2, na co z kolei laboratorium ITB nie miało wpływu. Przewidywane są dalsze badania uściślające w tym zakresie.

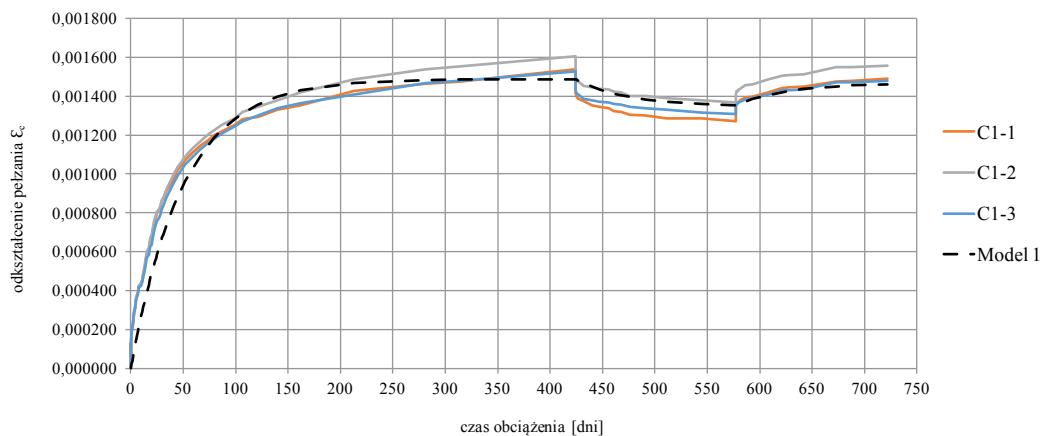
3.3. Parametryzacja i modelowanie związków konstytutywnych

Przeprowadzono analizę odkształceń pełzania przy obciążeniach cyklicznych, uwzględniając całkowite prawo dziedziczenia [21] i siedem następujących modeli reologicznych [21, 22, 20, 23, 24] według (1) teorii dziedziczenia ze starzeniem Arutiuniana, (2) teorii sprężystego dziedziczenia, (3) teorii starzenia, (4) zmodyfikowanej teorii dziedziczenia ze starzeniem Bażanta [22], (5) modelu normowego według EC2 [20], (6) modelu normowego według MC 2010 [23] oraz (7) modelu normowego według prEN 1992-1-1:2018 [24]. Wyniki poprawne ilościowo i jakościowo (i dość zbliżone) można dosyć łatwo uzyskać

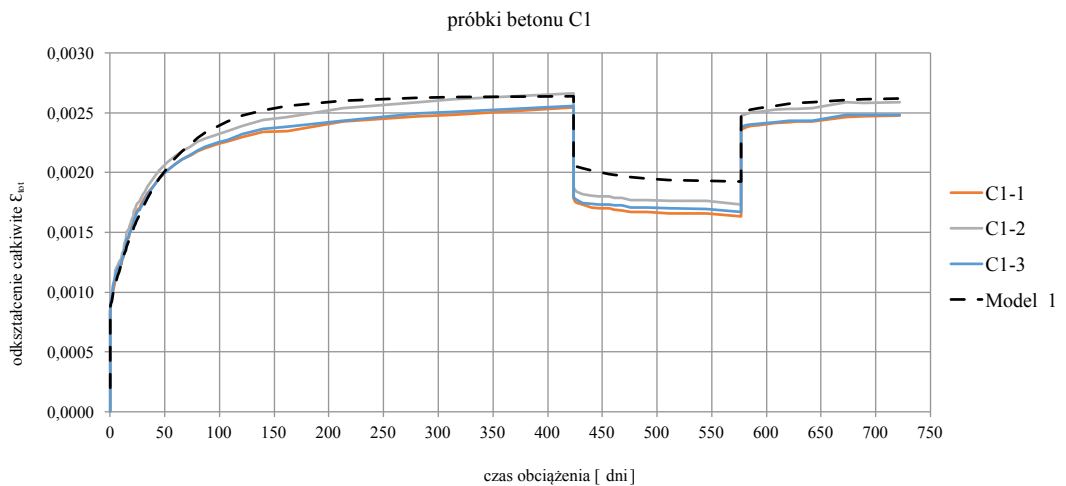
Rys. 4. Wyniki badań rozwoju skurczu – wartości średnie z 3 próbek dla betonów C1 i C2



Rys. 5. Odcztałcenia pełzania próbek wykonanych z betonu C1



Rys. 6. Odcztałcenia całkowite próbek wykonanych z betonu C1

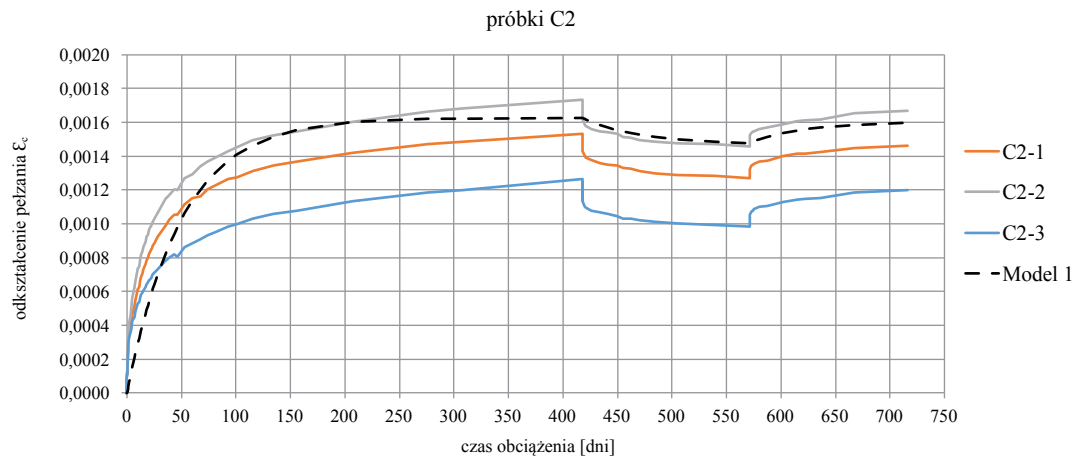


na podstawie (uwzględnionego na wykresach) modelu dziedzczenia (1) i modelu (4). Wyniki poprawne jakościowo można uzyskać na podstawie modeli normowych (5)–(7), z tym, że zgodnie z prenormą [24] miary pełzania i skurczu należy zaopatrzyć we współczynniki poprawkowe wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów, co powinno zapewnić zgodność ilościową modeli z wynikami badań. Natomiast modele (2) i (3) prowadzą do wyników niepoprawnych jakościowo, co dyskwalifikuje je w przypadku obciążeń cyklicznych rozpatrywanego betonu lekkiego.

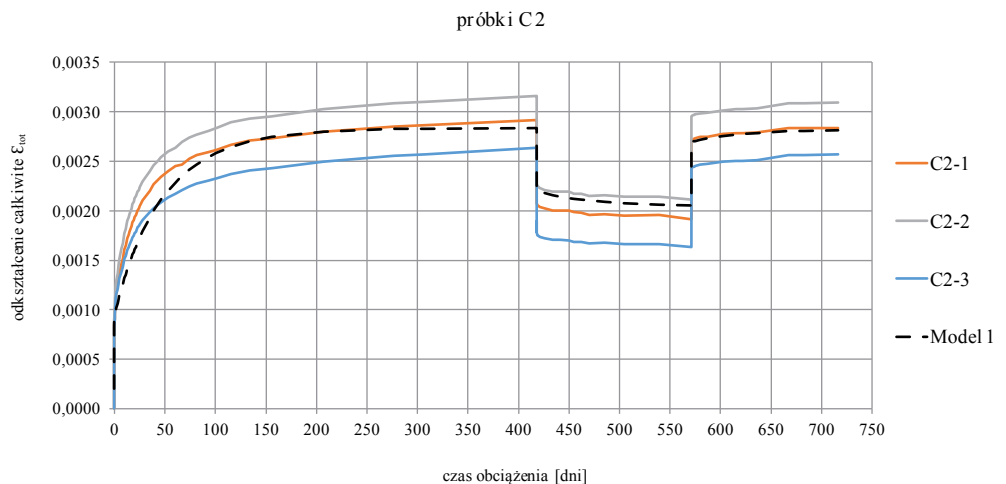
4. Podsumowanie

Najnowsze badania przeprowadzone w Laboratorium Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu ITB potwierdziły celowość wykorzystania betonu lekkiego na specjalnym kruszywie ceramicznym, spiekany, pochodzącym z popiołów, do konstrukcji sprężonych. Przebadano dwa typy betonu lekkiego o wskaźniku w/c odpowiednio dla receptury C1 równym 0,4 i C2 równym 0,5, które otrzymano dzięki niewielkiej modyfikacji składów mieszanek.

Rys. 7. Odształcenia pełzania próbek wykonanych z betonu C2



Rys. 8. Odształcenia całkowite próbek wykonanych z betonu C2



Badania te pozwoliły określić parametry wytrzymałościowe tego betonu po 7, 14, 28 i 60 dniach [9, 10]. Wytrzymałość na ściskanie omawianego betonu lekkiego po 28 dniach wynosiła według badań 57–58 MPa. Zgodnie z oczekiwaniami beton o recepturze C1 uzyskał nieznacznie wyższą wytrzymałość i niższy skurcz, niż ten o recepturze C2. Uzyskany siecny moduł sprężystości betonu wynoszący po 28 dniach ok. 25 GPa jest wprawdzie nieco niższy, niż w przypadku analogicznego betonu zwykłego, ale wpływ tego parametru jest rekompensowany poprzez niższy ciężar objętościowy omawianego betonu lekkiego. Co więcej, wytrzymałość na rozciąganie osiowe omawianego betonu lekkiego nie odbiega od wartości uzyskiwanych laboratoryjnie w przypadku betonu zwykłego klasy C20/25. Wyniki uzyskane w zakresie cech doraźnych nie różnią się w sposób istotny od wyników przedstawionych w pracy [4], co potwierdzono już w poprzednich pracach autorów [9, 10].

Istotne różnice dotyczą natomiast cech reologicznych. W zakresie badań skurczu otrzymane wartości dla wieku betonu ok. 116 dni są w przypadku obu betonów C1 i C2 prawie dwukrotnie wyższe, niż w cytowanych pracach [3, 4, 7] i są one wyższe od wartości właściwych dla betonu zwykłego, co jest zresztą zgodne z p. 11.3.3 normy [20]. W zakresie odkształceń pełzania betonu stwierdzono, że średni

końcowy współczynnik pełzania (po okresie 1 roku) w przypadku próbek betonu C1 wyniósł ok. 2,1, a w przypadku próbek betonu C2 wyniósł on ok. 1,9. Natomiast dla wieku betonu ok. 116 dni wartości współczynnika pełzania w przypadku obu betonów C1 i C2 uzyskano około trzykrotnie wyższe, niż w cytowanych pracach [3, 4, 7], jednak nie odbiegają one od wartości właściwych dla betonu zwykłego, co jest zgodne z p. 11.3.3 normy [20]. Różnice te wynikają z kilku przyczyn, m.in. z odmiennych metodologii badań. Przebieg odkształceń pełzania przy obciążeniach cyklicznych poprawnie modeluje teoria dziedziczenia ze starzeniem Arutiuniana [21] lub zmodyfikowana według Bażanta [22], a w sposób nieco mniej dokładny metody normowe [20, 23, 24], przy czym odpowiednie współczynniki poprawkowe powinny być wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów [24].

Konieczne jest zastrzeżenie, że wyniki przedstawione w tym i w poprzednich artykułach [9, 10] uzyskano w stałych warunkach laboratoryjnych. Wbudowany beton narażony na różne czynniki zewnętrzne może zmienić swoje właściwości, zależne od sposobu jego wykonania i układania.

Podziękowania

Autorzy artykułu pragną wyrazić podziękowania za umożliwienie realizacji badań w ramach Pracy Naukowej ITB Nr NZK-100.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Łuczaj K., Urbańska P., Certyd-nowe, lekkie, wysokowytrzymałe kruszywo spiekane, *Materiały Budowlane* 12/2015, str. 42–45
- [2] Domagała L., *Konstrukcyjne lekkie betony kruszywowe*, Monografia 462, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2014
- [3] Mieszczak M., Domagała L., *Lightweight Aggregate Concrete as an Alternative for Dense Concrete in Post-Tensioned Concrete Slab*, *Mat. Sci. Forum*, 926, 2018, str. 140–145
- [4] Mieszczak M., Szydłowski R., *Badania lekkiego betonu kruszywowego z przeznaczeniem do konstruowania stropów dużej rozpiętości*. Konferencja Naukowo-Techniczna *Konstrukcje Sprężone*, Kraków, 18–20 kwietnia 2018 (dok. pdf)
- [5] Mieszczak M., *Zastosowanie betonów lekkich do konstrukcji budowlanych, w szczególności do sprężonych płyt stropowych*, *Technical Issues* 4/2016, str. 55–61
- [6] Szydłowski R., Kurzyniec K., *Wpływ gęstości objętościowej lekkiego betonu kruszywowego na parametry wytrzymałościowe i użytkowe stropu płytowo-belkowego*, *Inżynieria i Budownictwo*, R. 74, 3/2018, str. 162–164
- [7] Szydłowski R. S., Łabuzek B., *Experimental Evaluation of Shrinkage, Creep and Prestress Losses in Lightweight Aggregate Concrete with Sintered Fly Ash*, *Materials* 14/2021, str. 3895, <https://doi.org/10.3390/ma14143895>.
- [8] Urban T., Gołdyn M., *Współczesne konstrukcje z betonu lekkiego*, XXXIV Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, Szczyrk 2019, tom II, str. 453–554
- [9] Rogowska A. M., Lewiński P. M., *Mechanical properties of lightweight concrete with sintered aggregate*, *MATEC Web of Conferences*, 2020, Vol. 323, Article number 01005, DOI: 10.1051/matec-conf/202032301005, str. 1–8
- [10] Rogowska A., Lewiński P., *Konstrukcyjny beton lekki na kruszywie spiekany jako materiał do wzmocnienia budowli*, XVI Konferencja Naukowo-Techniczna: Warsztat Pracy Rzeczoznawcy Budowlanego, Kielce-Cedzyna, 26–28 października 2020, Warszawa: Zarząd Gł. Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa, 2020, str. 483–491
- [11] Chandra S., Berntsson L., *Lightweight aggregate concrete*, Elsevier, 2002
- [12] PN-EN 206+A1:2016-12: *Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność*, PKN, Warszawa, 2016
- [13] PN-EN 12390-13:2014-02: *Badania betonu – Część 13: Wyznaczanie siecznego modułu sprężystości przy ściskaniu*, PKN, Warszawa, 2014
- [14] PN-EN 12390-3:2011: *Badania betonu – Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badań*, PKN, Warszawa, 2011
- [15] PN-EN 12390-6:2011: *Badania betonu – Część 6: Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu próbek do badań*, PKN, Warszawa, 2011
- [16] PN-EN 12390-5:2011: *Badania betonu – Część 5: Wytrzymałość na zginanie próbek do badań*, PKN, Warszawa, 2011
- [17] PN-84/B-06714/23: *Oznaczanie zmian objętościowych metodą Amslera*, PKN, Warszawa, 1984
- [18] PN-EN 12390-16:2020-03: *Badania betonu. Część 16: Oznaczanie skurczu betonu*, PKN, Warszawa, 2020
- [19] Brunarski L., *Badanie cech mechanicznych betonu na próbkach wykonanych w formach*, Instrukcja 194/98, ITB, Warszawa, 1998
- [20] PN-EN 1992-1-1:2008: *Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków (wraz z aneksami)*, PKN, Warszawa, 2008
- [21] Brunarski L., *Podstawy reologii konstrukcji z betonu*, ITB, Warszawa, 2019
- [22] Bažant Z. P., *Creep stability and buckling strength of concrete columns*, *Magazine of Concrete Research*, Volume 20 Issue 63, June 1968, str. 85–94
- [23] *Model Code 2010, First complete draft*, *fib Bulletin* 55, DCC Siegmars Kästl e. K., Germany, March, 2010
- [24] prEN 1992-1-1:2018 (Draft D3). *Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 1-1: General rules, rules for buildings, bridges and civil engineering structures*. CEN, Brussels, 2018



Zapraszamy na XVI Konferencję Naukowo-Techniczną „Problemy remontowe w budownictwie ogólnym i obiektach zabytkowych – REMO 2022” Szklarska Poręba, 6–9 grudnia 2022 r.

Tematyka konferencji

- zagadnienia remontów i konserwacji obiektów budowlanych • nowoczesne metody badań obiektów budowlanych • diagnostyka przyczyn destrukcji obiektów • naprawa, wzmocnianie, konserwacja obiektów budowlanych • nowe materiały i technologie w budownictwie remontowym i konserwacji zabytków • problemy rewaloryzacji i modernizacji budynków, w tym budynków wzniesionych metodami uprzemysłowionymi • problemy związane z posadowieniem • problemy badawcze i technologiczne związane z ochroną przeciwwilgociową istniejących budynków • problemy termomodernizacji obiektów budowlanych, w tym obiektów historycznych • zagadnienia ochrony przeciwpożarowej w obiektach budowlanych

Terminy

- przesłanie karty zgłoszenia uczestnictwa, tematu referatu, informacji o eksponatach na wystawę lub o wystąpieniu promocyjnym – 20.05.2022 r.
- przesłanie przez organizatorów informacji o zakwalifikowaniu tematu referatu i wzoru jego przygotowania – 31.05.2022 r.
- nadesłanie pełnego tekstu referatów – 15.07.2022 r.
- ostateczna kwalifikacja artykułów po recenzjach – 15.09.2022 r.
- ostateczny termin wniesienia opłaty konferencyjnej – 30.09.2022 r.

Organizatorzy

- Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa Oddział we Wrocławiu – przewodniczący Oddziału mgr inż. Janusz Superson

- Komitet Naukowy – przewodniczący prof. dr hab. inż. Krzysztof Schabowicz
- Komisja Rewaloryzacji, Modernizacji i Remontów Budowlanych – przewodniczący Komisji dr inż. Zygmunt Matkowski

Zgłoszenie uczestnictwa

- zgłoszenia referatu, wystąpień promocyjnych i wystaw sponosorów prosimy przesłać przez formularz zgłoszeniowy na stronie konferencji: <http://kbo-wbllw.pwr.edu.pl/konferencja-remo-2022> lub na adres e-mail: sekretariat@pzitb.wroclaw.pl lub listownie na adres: Oddział Wrocławski PZITB, ul. J. Piłsudskiego 74, 50-020 Wrocław, tel. (+48) 71 343 64

Pytania prosimy kierować na adres e-mail: remo@pwr.edu.pl