

„ZMORA” NASIĄKLIWOŚCI

Przedmiotem artykułu są rozważania nad zasadnością zaostrzania zapisów normowych, dotyczących parametru nasiąkliwości

dr inż. Grzegorz Śmierzka

Dyrektor ds. produkcji
ZPB Kaczmarek

Przestawiciel producenta, mający kontakt ze szczegółowymi specyfikacjami technicznymi, przedkładanymi mu przed złożeniem oferty na dostawę prefabrykatów betonowej galanterii drogowej, niejednokrotnie spotkał się z problemem rozbieżności w zapisach normowych i SST. Wśród wymaganych parametrów techniczno-użytkowych, w większości przypadków tzw. wysokich elementów (krawężnik, obrzeże i opornik), parametr nasiąkliwości zaniżany jest z wartości 6 do 4%. Dzieje się to za przyzwoleniem bądź nawet na zalecenie jednostek nadzorujących procesy inwestycyjne w Polsce z ramienia głównego inwestora, którym najczęściej jest Państwo Polskie, a instytucje te nieraz posiadają w swojej nazwie przymiotnik – badawczy lub naukowy.

Aktualne normy [1, 2, 3] definiują graniczną nasiąkliwość jako 6%. Podyktowane jest to wieloma względami, na temat których autor w niniejszym tekście nie chciałby się rozpisywać, z uwagi na bogatą literaturę fachową. Postara się jednakże w prosty i wiarygodny sposób przedstawić:

- wady metodyki określania parametru nasiąkliwości, a tym samym możliwej w świetle przepisów ingerencji w oczekiwane wartości;
- brak korelacji pomiędzy wynikami z różnych próbek, pobranych z tego samego betonu;
- zalety powierzchni betonowych o „niezaniżonej” nasiąkliwości, pod warunkiem spełnienia zapisów normowych.

WYMOGI NORMOWE

Aktualne normatywy [1, 2, 3] zawierają w załącznikach E szczegółowe wytyczne, dotyczące metodyki badania laboratoryjnego nasiąkliwości. Przygotowane zgodnie z nimi próbki powinny mieć wagę od 2,5 do 5,0 kg. W przypadku elementów większych należy je pionowo „przeciąć wzdłuż całej wysokości, w celu uzyskania próbki o masie nie większej niż 5,0 kg”. Brak w tym miejscu zapisu o jednej z ważniejszych cech próbek badawczych, mających wpływ na nasiąkliwość, a mianowicie ich kształtu.

TEORIA

Nasiąkliwość to zdolność do wchłaniania wody przez dany materiał, opisująca maksymalne nasycenie wodą jego struktury [4]. Można ją przedstawić masowo, jako stosunek masy pochłoniętej wody do masy próbki w stanie suchym, według wzoru:

$$W_a = 100\% \times (M_1 - M_2) / M_2$$

w którym:

M_1 – początkowa masa próbki w [g],

M_2 – końcowa masa próbki w [g];

bądź objętościowo, poprzez stosunek masy pochłoniętej wody do objętości danej próbki V , według wzoru:

$$W_a = 100\% \times (M_1 - M_2) / V.$$

Nasiąkliwość zależy od dwóch zmiennych, tj. przesiąkliwości betonu, oznaczającej



FOT. G. ŚMIERTKA

Tempo wysychania – wielkości nasiąkliwości 2 części przekroju poprzecznego krawężnika (wierzchniej i spodniej – konstrukcyjnej)

zdolność materiału do przepuszczania danej substancji (najczęściej wody) pod wpływem wywieranego na niego ciśnienia, wyrażaną w jednostce długości (na jednostkę czasu), oraz o czym bardzo rzadko się mówi, „powierzchni właściwej” próbki badawczej, wyrażanej w jednostce powierzchni. Dopiero iloczyn tych dwóch wielkości, tj. objętość betonu maksymalnie nasyconego wodą pozwala, przy znanym ciężarze bądź objętości całej próbki, określić nasiąkliwość betonu danej próbki wodą, wyrażoną w jednostce wagi lub objętości.

SYMULACJE LICZBOWE

Chcąc w uproszczeniu przedstawić powyższe twierdzenie, na przykładzie betonowych kostek brukowych przeanalizowane zostaną 3 warianty badania.

Wariant 1. Objętość kostki sześciennej o wymiarze boku 14 cm wynosi 2744 cm^3 . Założona przepiękliwość betonu dla wody

OBJĘTOŚĆ BETONU MAKSYMALNIE NASYCONEGO WODĄ POZWALA, PRZY ZNANYM CIĘŻARZE BĄDŹ OBJĘTOŚCI CAŁEJ PRÓBKIE, OKREŚLIĆ NASIĄKLIWOŚĆ BETONU DANEJ PRÓBKIE WODĄ, WYRAŻONĄ W JEDNOSTCE WAGI LUB OBJĘTOŚCI

o wartości 2 cm spowoduje, iż objętość betonu nienasączonego wodą wynosić będzie 1000 cm^3 ($14 \text{ cm} - 2 \times 2 \text{ cm}$)³, natomiast nasączonego 1744 cm^3 ($2744 \text{ cm}^3 - 1000 \text{ cm}^3$). Stosunek objętości betonu nasączonego wodą do objętości całej próbki wyniesie więc 63,56%.

Wariant 2. Objętość kostki sześciennej o wymiarze boku 11 cm wynosi 1331 cm^3 . Założona przepiękliwość betonu dla wody o wartości 2 cm spowoduje, iż objętość betonu nienasączonego wodą wynosić bę-

dzie 125 cm³, natomiast nasączonego 1206 cm³. Stosunek objętości betonu nasączonego wodą do objętości całej próbki wyniesie więc 90,61%.

Wariant 3. Objętość kostki prostopadłościennej o wymiarach boków 7x14x28 cm wynosi 2744 cm³. Założona przesiąkliwość betonu dla wody o wartości 2 cm spowoduje, iż objętość betonu nienasączonego wodą wynosić będzie 720 cm³, natomiast nasączonego 2024 cm³. Stosunek objętości betonu nasączonego wodą do objętości całej próbki wyniesie więc 73,76%.

WYNIKI

Analizując powyższe symulacje, można jednoznacznie stwierdzić, iż pomimo:

- zachowania kształtu próbek badawczych, podczas porównywania wyników symulacji z wariantu 1 oraz 2,

- zachowania stałej objętości próbek badawczych, podczas porównywania wyników symulacji z wariantu 1 oraz 3,

otrzymane wyniki wskazywać będą betony różnej nasiąkliwości, pomimo wykonania ich z betonów tej samej jakości, gdyż o stałej przesiąkliwości 2 cm. Bazując na wyliczonym procentowym „nasączeniu” wodą próbek betonu, można stwierdzić, iż przy założeniu nasiąkliwości próbki z wariantu 1 jako 4,0%, nasiąkliwość próbek z wariantu drugiego, z powodu większych wymiarów, wyniesie $4,0\% \times (90,61\% / 63,56\%) = 5,7\%$, natomiast z wariantu 3, z powodu innego kształtu – $4,0\% \times (73,76\% / 63,56\%) = 4,6\%$. Oznacza to, iż umiejętne dobieranie próbek w zakresie ich kształtu i dopuszczalnej przez normatywy wagi pozwala ingerować w oczekiwaną wartość nasiąkliwości. Dokładne wyliczenia przeprowadzone na bryle krawężnika 15x30x100 cm, a następnie zweryfikowane laboratoryjnie na rzeczywistym prefabrykacie, przedstawiono w artykule „Niejednoznaczności w interpretacji wyników nasiąkliwości prefabrykatów betonowej, wibroprasowanej galanterii drogowej” [5].

Należy dodać, iż powyższy model zakłada jednakową nasiąkliwość na całej powierzchni zewnętrznej próbek, co nie do końca jest prawdą, gdyż przesiąkliwość w narożach próbek nie jest równa przesiąkliwości w połowie długości ich ścian. Zaburzenia te jednakże są minimalne i nie są w stanie

UMIĘJĘTNE DOBIERANIE PRÓBEK W ZAKRESIE ICH KSZTAŁTU I DOPUSZCZALNEJ PRZEZ NORMATYWY WAGI POZWALA INGEROWAĆ W OCZEKIWANĄ WARTOŚĆ NASIĄKLIWOŚCI

zniwelować jednoznacznych różnic w wynikach porównywanych symulacji matematycznych.

DOSZCZELNIANIE BETONU

Zaniżanie nasiąkliwości prefabrykatów betonowych, szczególnie w zakresie nawierzchni brukowych, prowadzi do znacznego ograniczenia zdolności wchłaniania wody podczas opadów atmosferycznych, opisanej wprost przez przesiąkliwość betonu. Skrajne doszczelnienie wierzchniej warstwy betonu, najczęściej poprzez domieszki doszczelniające – hydrofobizujące, może doprowadzić w okresach jesienno-zimowych do zbierania się znacznych ilości wody, które to, z powodu licznych wahań temperatur powietrza w okolicy 0°C, zamarzając tworzą niebezpiecznie śliską nawierzchnię [6]. Zmniejsza to diametralnie odpowiadającą za bezpieczeństwo użytkowania cechę betonu, a mianowicie („chwilową”, bo podczas temperatur ujemnych powietrza) odporność na poślizgnięcie..

WYGLĄD A JAKOŚĆ

Nasiąkliwość betonu jest bezpośrednio powiązana z zaprojektowanym stosem okrucinowym mieszanki betonowej. Optymalne składy betonów wibroprasowanych zawierają w swoim składzie, poza piaskiem 0/2, żwir granulacji 2/8, a nawet 8/16 – w zależności od asortymentu. Normatywy [1, 2, 3] dopuszczają produkcję betonowej galanterii drogowej w wersji jedno- lub dwuwarstwowej. W pierwszym przypadku całe wyroby wytwarzane są z mieszanki tej samej jakości, a więc o przewidywanej nasiąkliwości. W drugim wariantcie część konstrukcyjna prefabrykatu z betonu o „lepszej” jakości pokryta jest warstwą wierzchniej, zaprojektowaną w pierwszej kolejności pod wygląd (maksymalny wymiar kruszywa 3 – 4 mm), a następnie na odporność na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem soli odladzających

oraz ścieranie. Różnicę w „zachowaniu się” dwóch różnych betonów krawężnika – konstrukcyjnego i wierzchniego po opadach atmosferycznych, przedstawiono na fot. 1.

WNIOSKI

Przedstawione powyżej argumenty w opinii autora dyskryminują nasiąkliwość jako główny, a niejednokrotnie jedyny, parametr określający jakość betonu. Niezwykle zastanawiające jest to, iż nigdy nie spotkał się on z zastrzeżeniem przez opracowujących SST parametrów naprawę decydujących o trwałości wyrobów betonowych, a mianowicie odporności na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem soli odladzających oraz ścieralności. Badania te zależą liniowo, tj. ilości złuszczonego materiału w jednostce wagi bądź objętości na jednostkę powierzchni. Zalety metodyki tych badań w świetle ewidentnych wad badania nasiąkliwości, wykazanych w „Wynikach”, wydają się bezdyskusyjne i niewymagające dalszych rozważań.

Dokładna analiza tworzonych dokumentacji nie pozwala oprzeć się wrażeniu, iż może być to spowodowane zbyt częstym stosowaniem w trakcie pracy przy komputerze kombinacji klawiszy Ctrl C – Ctrl V. Innym aspektem jest to, iż inżynierowie budownictwa z wieloletnim doświadczeniem przypominają, ile problemów (czasowych i logistycznych) stwarzało w powojennej Polsce wykonanie badań mrozoodporności np. F150, według nieaktualnych już norm [7]. Prościej było sztucznie zaniżyć nasiąkliwość do 4% i „zapomnieć” o pozostałych, tzw. badaniach odporności na warunki atmosferyczne. Metodyka badań, dostępność osprzętu oraz ilość jednostek badawczych uległy diametralnej poprawie, jednakże w zakresie podejścia do nasiąkliwości istnieje, można by rzec, skuteczny opór na wiedzę, czego dowodem może być całkowite lekceważenie zawartości licznych publikacji potwierdzających, na podstawie badań przeprowadzonych na rzeczywistych obiektach inżynierskich w skali 1:1, tezę, iż niska nasiąkliwość może doprowadzić do niskiej mrozoodporności, a tym samym niskiej jakości betonu [8]. Niestety nadal znaczna część środowiska budowlanego warunkuje potwierdzenie 50-letniej trwałości prefabrykatów, zgodnie z normą [9], dokładnością wycierania betonowych próbek, aż do uzyskania matowej powierzchni [10].

NISKA NASIĄKLIWOŚĆ MOŻE DOPROWADZIĆ DO NISKIEJ MROZOODPORNOŚCI, A TYM SAMYM NISKIEJ JAKOŚCI BETONU

Nie chcąc być posądzonym o przejawianie pewnych zachowań i sytuacji, autor tekstu jest zwolennikiem racjonalnego podejścia do badania jakości prefabrykatów betonowych. Nasiąkliwość powinna być każdorazowo badana, lecz w przypadku niespełnienia postawionych wymogów (zastrzeżonych – nie normowych) trzeba przeprowadzić dodatkowe, bardziej rygorystyczne badania jakościowo-trwałościowe: odporności na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem soli odladzających oraz odporności na ścieranie. W przypadku ich spełnienia możliwe jest dopuszczenie wyrobu do stosowania w budownictwie. ■

LITERATURA

1. PN-EN 1338:2005/AC:2007 „Betonowe kostki brukowe. Wymagania i metody badań”.
2. PN-EN 1339:2005/AC:2007 „Betonowe płyty brukowe. Wymagania i metody badań”.
3. PN-EN 1340:2007/AC:2009 „Krawężniki betonowe. Wymagania i metody badań”.
4. Neville A.M.: *Właściwości betonu*. Kraków 2000.
5. Śmiertka G.: *Niejednoznaczności w interpretacji wyników nasiąkliwości prefabrykatów betonowej, wibroprasowanej galanterii drogowej*. Konferencja „Dni betonu”, Wisła 2012.
6. Śmiertka G.: *Hydrofobizować – czy wszystko i wszędzie?* „Brukbiznes”, nr 5/2012.
7. PN-B-06250 „Beton zwykły”.
8. Glinicki A. M.: *Widmo nasiąkliwości*. „Budownictwo, Technologie, Architektura”, nr 3/2007.
9. PN-EN 206-1:2003/AC:2004 „Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność” + krajowe uzupełnienie PN-B-06265:2004.
10. Śmiertka G.: *Prefabrykaty wytwarzane w oparciu o normę PN-EN 1340 w badaniach zakładowego laboratorium*. „Brukbiznes”, nr 1/2013.