

Urządzenie do badań betonów podwodnych w warunkach oddziaływania ciśnienia hydrostatycznego

Dr hab. inż. Elżbieta Horszyczaruk, mgr inż. Piotr Brzozowski, dr inż. Tomasz Rudnicki, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

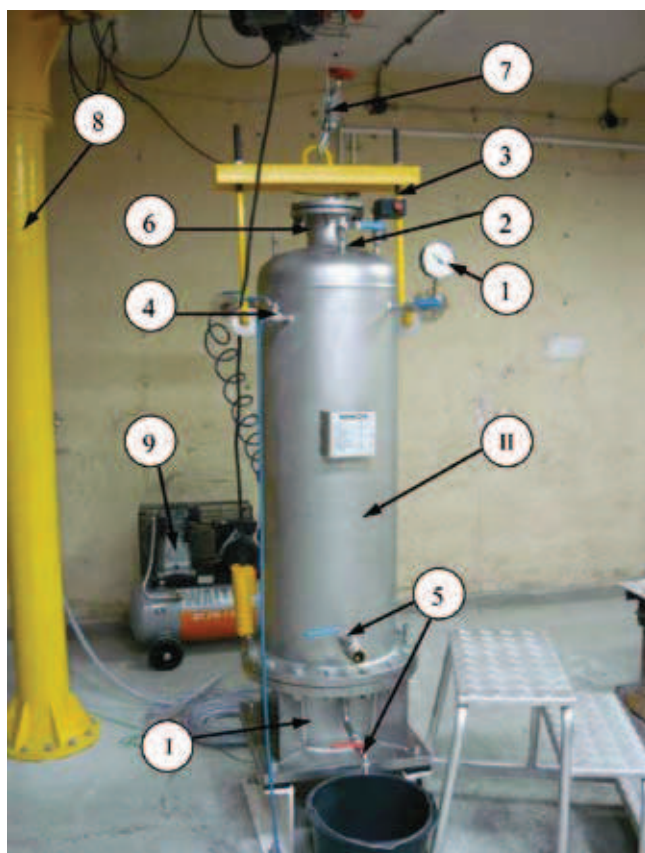
1. Wprowadzenie

Zagadnienie badania betonów układanych pod wodą (określanych w literaturze przedmiotu jako betony podwodne) w warunkach bezpośredniego oddziaływania ciśnienia hydrostatycznego jest dotychczas nierozwiązane z uwagi na brak urządzeń do prowadzenia tego typu badań. Problemy z uzyskaniem dobrej przyczepności podwodnego betonu do naprawianego podłoża,

w warunkach prowadzenia robót pod wodą, sygnalizowane były autorom przez wielu wykonawców. Opracowane przez autorów unikalne stanowisko badawcze, którego zasadniczą część stanowi zbiornik ciśnieniowy do badań betonów podwodnych, ma symulować jak najbardziej zbliżone do naturalnych warunki układania i dojrzewania betonów podwodnych zarówno konstrukcyjnych, jak i naprawczych w warunkach oddziaływania ciśnienia hydrostatycznego. Konstrukcja zbiornika umożliwia uzyskanie ciśnienia wody 0,5 MPa.

2. Budowa urządzenia do badania betonów podwodnych w warunkach oddziaływania ciśnienia hydrostatycznego

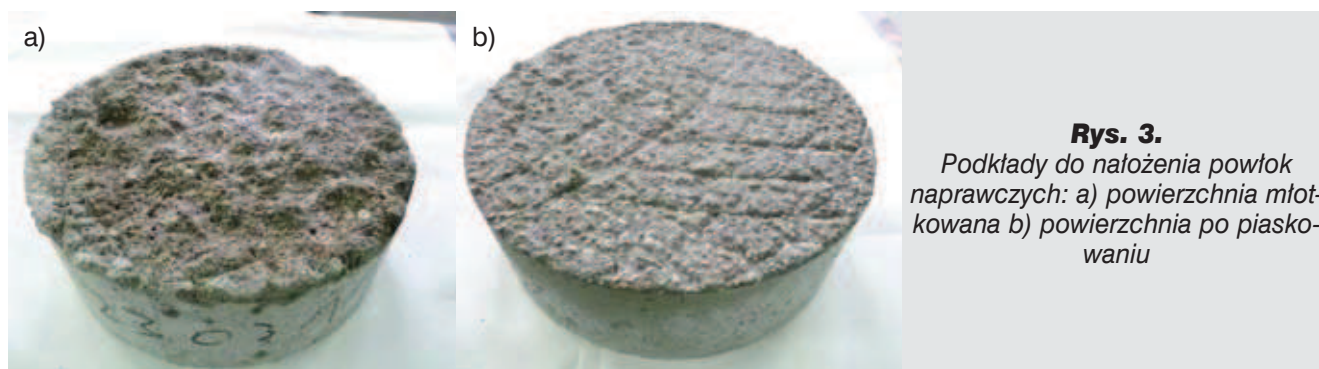
Urządzenie składa się ze zbiornika stalowego wykonanego z wysokowęglowej stali nierdzewnej (rys. 1). Zbiornik składa się z dwóch części: części dolnej w kształcie dzwona stożkowego usztywnionego czterema żebrami oraz części górnej w kształcie walca o przekroju elipsoidalnym. Płaszcz części dolnej jest tak spasowany, aby do środka można włożyć wymienną formę wykonaną z PVC, która jest przeznaczona na badany be-



Rys. 1. Urządzenie badawcze: I – część dolna zbiornika, II – część górna zbiornika, 1 – manometr, 2 – zawór odpowietrzający, 3 – regulator ciśnienia, 4 – zawór przelewowy, 5 – zawory spustowe, 6 – rura załadownicza, 7 – hak wciągarki, 8 – żuraw, 9 – sprężarka



Rys. 2. Wymywanie ciała próbnego po zakończeniu badania

**Rys. 3.**

Podkłady do nałożenia powłok naprawczych: a) powierzchnia młotkowana b) powierzchnia po piaskowaniu

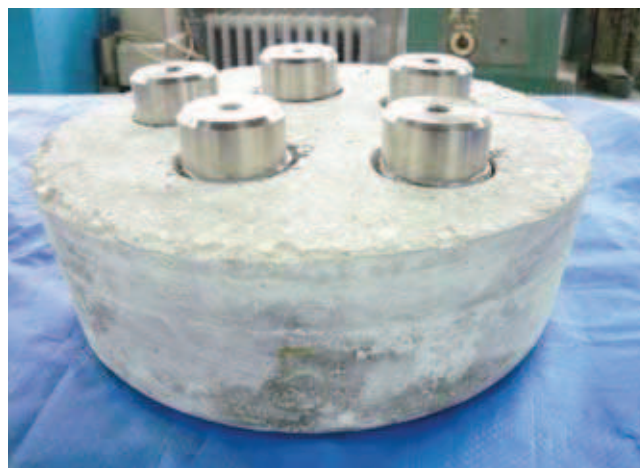
ton. Objętość formy wynosi 22 l. Część górna zbiornika posiada centralnie zamocowaną rurę zasypową o średnicy wewnętrznej 100 mm, służącą do podawania mieszanki betonowej i zakończoną kołnierzem zamykanym dnem płaskim na śruby stalowe. W górnej części zbiornika znajduje się dopływ sprężonego powietrza, dopływ wody, manometr, zawór bezpieczeństwa, zawór odpowietrzający, zawór przelewowy i sterownik ciśnienia. Wysokość górnej części zbiornika jest tak dobrana, aby poziom wody w zbiorniku był stały i wynosił 1,0 m od górnej krawędzi dolnej części zbiornika. Maksymalne ciśnienie robocze zbiornika wynosi 0,5 MPa, a ciśnienie dopuszczalne 0,6 MPa i może być regulowane z dokładnością do 0,01 MPa.

Obie części zbiornika łączone są ze sobą za pomocą stalowego kołnierza skręcanego na śruby. Płyta podstawy części dolnej zbiornika jest mocowana do dwóch ceowników, które są zakotwione w posadzce za pomocą śrub. Pod płytę zastosowano 20 mm podkładki z twardego polipropylenu, w celu izolacji dolnej części zbiornika od fundamentu. Sprężone powietrze doprowadzane jest do zbiornika za pomocą sprężarki o maksymalnym ciśnieniu 1,0 MPa. Opróżnianie zbiornika odbywa się dwoma zaworami spustowymi, zasadniczym – zlokalizowanym w odległości 90 mm od dolnej krawędzi (kołnierza) górnej części zbiornika, oraz drugi zawór do usuwania wody, która znajduje się w części dolnej zbiornika. Z uwagi na znaczną wagę zbiornika (193 kg), do transportu i montażu części górnej zbiornika zastosowano wciągarkę elektryczną, o nośności 250 kg, poruszającą się na wysięgniku stalowego żurawia wspornikowego.

3. Metodyka prowadzenia badań

Badania betonów w zbiorniku można prowadzić dwoma metodami. Pierwsza metoda opiera się na wykorzystaniu amerykańskiej technologii betonowania tremie, gdzie mieszanka jest układana pod wodą za pomocą rur stalowych lub z tworzywa i zasypywana grawitacyjnie z wykorzystaniem podajników w postaci kosza. Po założeniu formy do dolnej części zbiornika i skręceniu obu części, zbiornik napełnia się wodą, a następnie przez rurę spustową wlewa badaną mieszankę betonową, o objętości maksymalnie 22 l. Nadmiar wody zostaje odprowadzo-

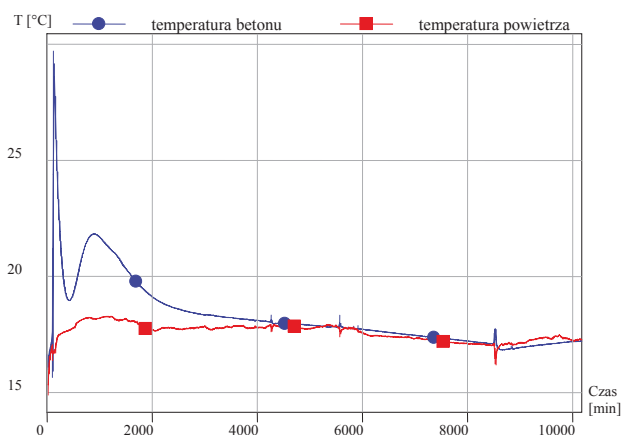
ny przez zawór przelewowy. Następnie zakręca się pokrywę górnego kołnierza i wprowadza zadane ciśnienie, które jest utrzymywane przez czas założony w eksperymencie. Po zakończeniu badania wyłącza się ciśnienie, spuszcza powietrze i opróżnia zbiornik z wody. Po zdjęciu górnej części zbiornika można wyjąć ciało próbne. Z uwagi na znaczną masę ciała próbnego zastosowano przed badaniem specjalne uchwyty wykonane ze stali zbrojeniowej gładkiej, które są mocowane w formie przed wylaniem betonu (rys. 2). Dodatkowo wewnętrzna powierzchnia dolnej części zbiornika jest smarowa-



Rys. 4. Próbką z powłoką naprawczą z betonu podwodnego po badaniu pod ciśnieniem 0,5 MPa przygotowana do badania pull-off

na środkiem antyadhezyjnym przed włożeniem formy. Otrzymane po rozformowaniu ciało próbne o objętości ok. 20 l pozwala na wycięcie próbek do badań wytrzymałościowych, korozyjnych czy mikrostrukturalnych. Metodę tę można stosować do badania betonów konstrukcyjnych, jak i betonów naprawczych o maksymalnej średnicy kruszywa do 20 mm.

W przypadku badań cienkich powłok wykonanych z betonów cementowych lub innych materiałów ochronnych należy przed badaniem przygotować podkłady betonowe na których zostanie ułożona badana warstwa naprawcza. Podkłady takie wykonuje się w formach, które później są umieszczane w zbiorniku. Skład mieszanki do wykonania podkładu powinien być zgodny lub zbliżony do składu naprawianego betonu. Na tak przygo-



Rys. 5. Wykres zmian temperatury betonu dojrzewającego w zbiorniku przez 7 dni pod ciśnieniem 0,3 MPa

towany podkład układamy warstwę naprawczą. W zależności od wymagań technologicznych powierzchnia podkładu może być wcześniej poddana dodatkowej obróbce, np. piaskowanie czy młotkowanie (rys. 3). W zależności od warunków w jakich układana jest warstwa naprawcza (naprawa konstrukcji następuje przy stałym kontakcie z wodą lub konstrukcja w trakcie naprawy nie jest narażona na kontakt z wodą) można za-

raz po wykonaniu powłoki umieścić podkład z nałożoną powłoką w zbiorniku lub badanie wykonać dopiero po uzyskaniu przez powłokę wymaganych właściwości i wykonaniu określonych technologią czynności pielęgnacyjnych. Po umieszczeniu podkładu w zbiorniku i skręceniu obu części napełnia się go wodą i zadaje określone ciśnienie.

Tak wykonane ciało próbne pozwala na przeprowadzenie następujących badań: określenie przyczepności powłoki do podłoża metodą pull-off (rys. 4) lub badania wytrzymałości na rozciąganie przez rozłupywanie, a także pobranie próbek do badań mikroskopowych.

Dodatkowo urządzenie jest wyposażone w układ do pomiaru temperatury dojrzewającego w formie betonu podczas badania ciśnieniowego. Termopara jest mocowana w płycie dennej za pomocą specjalnie przygotowanego korka i pozwala na dokonanie pomiaru temperatury betonu w odległości 10 cm od dna podstawy. W układzie pomiarowym wykorzystano aparat i oprogramowanie firmy Pico Technology. Przykładowy wykres zmian temperatury betonu podwodnego dojrzewającego w zbiorniku przez okres 7 dni po ciśnieniu 0,3 MPa pokazano na rysunku 5.

Praca wykonana w ramach projektu badawczego Narodowego Centrum Nauki N N506 233139.

Stal zbrojeniowa EPSTAL...

WYSOKA CIĄGLIWOŚĆ
Stal w gatunku B500SP – EPSTAL spełnia wymagania klasy C wg Eurokodu 2

ODPORNOŚĆ NA OBCIĄŻENIA DYNAMICZNE
Wysoka odporność na obciążenia cykliczne oraz zmęczeniowe zwiększa bezpieczeństwo konstrukcji

TERAZ NOWE ŚREDNICE:
14, 28 i 40 mm!



GWARANCJA STABILNOŚCI PARAMETRÓW
Dodatkowa stała kontrola statystyczna wyników badań materiałowych

ŁATWA IDENTYFIKACJA
Znak EPSTAL nawałcowany na każdym pręcie

PEŁNA SPAJALNOŚĆ
Stal spawalna i zgrzewalna we wszystkich produkowanych średnicach

www.cpjs.pl

... gwarancja bezpieczeństwa konstrukcji