

Badanie okrągłych płyt betonowych (RDP)

Niezawodne i spójne metody charakterystyki betonu modyfikowanego włóknami i torkretu modyfikowanego włóknami są obecnie szeroko stosowane w praktyce. Okrągłe, podparte na obwodzie płyty (ang. RDP, Round Determinate Panel) są badane poprzez obciążenie przyłożone punktowo w środku płyty. Podczas tak prowadzonego badania wytrzymałości z kontrolowaną wartością przemieszczenia dokonujemy pomiaru odkształcenia elementu w funkcji przyłożonego obciążenia.

W ciągu ostatnich 20 lat w budownictwie dokonano się znaczący postęp. W materiałoznawstwie bardzo szybko rozwijają się nowe technologie. Nowoczesne projekty budynków i metody budowlane pozwalają inżynierom rozwijać właściwości betonu aż do granic możliwości, by zrealizować oczekiwania wiązane z danym projektem. Na światowej scenie pojawia się coraz więcej nowych betonowych obiektów, które spełniają coraz większe wymagania. Imponujące, wysokie, smukłe betonowe wieże powstające na Bliskim Wschodzie przyspieszają postęp w budownictwie również w innych częściach świata. Betony o dużej wytrzymałości (HSC) i betony wysokowartościowe (HPC) cieszą się coraz większym uznaniem dzisiejszej branży budowlanej i niosą ze sobą potencjał do dalszego rozwoju w przyszłości. W dalszym ciągu będą w istotny sposób przyczyniały się do poprawy jakości i wydajności w tworzeniu infrastruktury i społeczeństwa w kolejnym stuleciu.

Badanie wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu belek wykonanych z betonu modyfikowanego włóknami (FRC)

Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu belek z betonu modyfikowanego włóknami określa się w oparciu o normową metodykę badawczą. Pozwala ona wyznaczyć odporność na pęknięcie na podstawie parametrów wytrzymałościowych, określonych w oparciu o badania belek z betonu modyfikowanego włóknami, (powierzchnia pod krzywą opisującą zależność między obciążeniem a odkształceniem, otrzymana w wyniku badania 3- lub 4-punktowego podparcia badanego elementu). Siła zastosowana w badaniu jest źródłem informacji na temat zdolności pochłaniania energii przez próbkę, a jej wartość zależy bezpośrednio od geometrii próbki i sposobu obciążania.

Wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu można określić w oparciu o zależność między obciążeniem a odkształceniem

zgodnie z normą ASTM C1018/C1609, lub w oparciu o zależności między obciążeniem a rozwarciem rysy (CMOD) zgodnie z normą EN 14651.

W pierwszym przypadku wyznacza się powierzchnię pod krzywą opisującą zależność między obciążeniem a odkształceniem w momencie pojawienia się pierwszej rysy, w drugim przypadku natomiast wyznacza się resztkową wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu na podstawie rozwarcia rysy.

Badanie RDP elementów betonowych modyfikowanych włóknami

Aktualne badania [7] belek i okrągłych płyt o tych samych właściwościach mechanicznych i tej samej zawartości włókien pokazują, że duży rozrzut wyników, stwierdzony w przypadku badań belek, jest uwarunkowany przede wszystkim ich stosunkowo małymi wymiarami i niewielkim obszarem zarysowania, który nie odzwierciedla dobrze zachowania całego elementu konstrukcyjnego. W rzeczywistości konstrukcje charakteryzują się podparciem nieokreślonym statycznie, w przypadku którego zmiany naprężeń powodują powstawanie większych obszarów zarysowania.

Aby otrzymać realne wyniki badań betonu modyfikowanego włóknami, należy badać próbki charakteryzujące się większym obszarem zarysowania. Potrzebne są więc większe belki lub próbki o zupełnie innym kształcie, jak np. płyty, w których możliwe jest zmienne rozmieszczenie naprężeń. Obciążając kwadratową lub okrągłą płytę w jej geometrycznym środku można obliczyć ilość pochłanianej energii w oparciu o zależność między obciążeniem a odkształceniem. Zasadniczo dla kwadratowych i okrągłych próbek ugięcie, przy którym powstają rysy o dużym rozwarciu, wynosi ok. 1/20 wysokości próbki, mierzzonej w kierunku działania siły obciążającej. Podczas badania wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu próbek kwadratowych (np. EN 14488-5, UNI 10834) próbki spoczywają na sztywnej ramie i są obciążane kwadratową stalową głowicą o nacisku regulowanym przemieszczeniem.

Coraz częściej bada się też próbki okrągłe w oparciu o normę ASTM C1550. Próbką



1: Model 50-C1601/FR 300kN, sztywna rama badawcza do badań zgodnie z normą ASTM C1550.

spoczywa na trzech stalowych kulach, więc ma statycznie określone podparcie. Charakterystyka rys jest przewidywalna, dzięki czemu można lepiej przewidzieć właściwości materiału po powstaniu pierwszych rys. Równomiernie powstające zniszczenie, wywołane symetrycznym podparciem, przyczynia się do mniejszych odchyłań w wartości pochłanianej energii, co pozwala otrzymać bardziej zbliżone wartości ugięcia na środku próbki [5].

Wytrzymałość próbki oblicza się w oparciu o ilość energii pochłoniętej w obszarze zarysowania pomiędzy wybranymi wartościami odkształcenia na środku próbki.

Wykorzystanie do badania okrągłych próbek nie wymaga ich przycinania do prostopadłościennego kształtu, co jest konieczne w przypadku torkretu. Grubość znamionowa płyt wynosi 70 mm a średnica 800 mm. Z doświadczenia wynika, że grubość płyty ma duży wpływ na rezultat badania jej właściwości, znacznie większy niż średnica, której wpływ jest niewielki [5]. Duża masa okrągłych płyt nie sprawia na placu budowy żadnego problemu, gdyż zazwyczaj dostępne są odpowiednie dźwigi i urządzenia transportowe. Biorąc pod uwagę zdecydowanie większą niezawodność badania okrągłych płyt i związaną z nią znacznie mniejszą liczbą potrzebnych próbek, dodatkowo znacznie obniża się koszt przeprowadzenia badania jakości płyt w porównaniu z badaniem belek. Szalunki dla okrągłych płyt składają się zazwyczaj z normalnych, okrągłych drewnianych płyt, do których gwoździami przybija się stalowy pierścień, który nadaje płycie odpowiedni kształt. Szerokość stalowego pierścienia dobiera się tak, że głębokość formy wynosi 75 mm.



2: 50-C9842 ADVANTEST 9, bardzo czuła serwohydrauliczna jednostka sterująca.

Do podstawy formy można przymocować listwy, które ułatwią manipulowanie gotowymi próbkami, ważącymi ok. 90 kg. Po napełnieniu formy należy dokładnie wygładzić powierzchnię mieszanki betonowej, by uzyskać jednolitą grubość próbki, przesądzającą o spójności wyników badania. Wytrzymałość płyty może podlegać znacznym wahaniom w zależności od ostatecznej grubości i równomierności próbki.

Maszyna do badania okrągłych płyt metodą RDP

Maszyna do badania okrągłych płyt metodą RDP musi być wyposażona w serwohydrauliczną jednostkę sterującą oraz zamknięty obieg regulacyjny. Umożliwia to samoczynną regulację maszyny w oparciu o skok tłoka lub ugięcie próbki, zapewniając równomierne ugięcie próbki podczas badania, bez konieczności ingerencji operatora. Musi istnieć możliwość ciągłego dopasowywania ciśnienia oleju do danego rodzaju obciążenia w celu zagwarantowania równomiernej, liniowej regulacji bez dużych odchyłań. Do kontrolowania przepływu oleju wykorzystywane są serwowawory, które poprzez ciągłe porównywanie stanu zadanego z rzeczywistym zapewniają liniową regulację obciążenia.

Taki tryb pracy pozwala nie tylko dokładnie kontrolować przepływ oleju, lecz również jego ilość i ciśnienie robocze, które zmienia się za każdym razem, gdy otwiera się zawór. W celu zbilansowania sił zwrotnych z czułością zamkniętego obiegu regulacyjnego konieczne jest dodatkowe usztywnienie całego systemu włącznie z ramą, puszką do pomiaru siły i całą konstrukcją wsporczą, by jego wytrzymałość znacznie przekraczała 200 kN/mm [2].

Ze względu na wymiary okrągłych płyt odstęp między kolumnami maszyny musi wynosić minimum 900 mm. Próbki powinno się dać wygodnie umieścić w maszynie.

Maszyna powinna być dostarczana wraz z oprogramowaniem, które pozwala zestawiać dane dotyczące klientów, przedsiębiorców budowlanych, receptury i placu budowy z wynikami badań. Wyniki badań są przesyłane do bazy danych w komputerze i automatycznie wprowadzane do tabeli wyników. Komputer zawierający bazy danych z wynikami badań może być bezpośrednio połączony z serwerem online, na którym przechowywane są zapisane katalogi dla każdego klienta i przedsiębiorcy budowlanego. Gwarantuje to zdalny dostęp do wszystkich potrzebnych danych.

Nowoczesne systemy zapewniają niezawodne wyniki w zakresie spójnej charakterystyki zachowania konstrukcyjnego próbek i umożliwiają komunikację z innymi komputerami i programami w obrębie sieci przedsiębiorstwa. Zwiększa to wydajność i niezawodność procedur badawczych, a także obniża ich koszt.

■ Bibliografia

- [1] EN 14651. Test method for metallic fibered concrete - Measuring the flexural tensile strength (limit of proportionality (LOP), residual), 2005.
- [2] EN 14488-5. Testing sprayed concrete. Determination of energy absorption capacity of fibre reinforced slab specimens, 2006
- [3] ASTM C1018. Standard test method for flexural toughness and first crack strength of fibre-reinforced concrete (using beam with third-point loading), 2005
- [4] ASTM C1609. Standard test method for flexural performance of fibre-reinforced concrete (using beam with third-point loading), 2005.
- [5] ASTM C1550. Standard test method for flexural toughness of fibre-reinforced concrete (using centrally loaded round panel). 2005
- [6] UNI 10834. Sprayed concrete, 1999.
- [7] Minelli F., Plizzari G. Round Panel vs beam tests toward a comprehensive and harmonic characterization of FRC material,
- [8] di Prisco M., Failla C., Polizzari G.A., Toniolo G. Italian guidelines on SRFC, 2004.
- [9] Bernard, E. S., Point load capacity in Round steel Fibre reinforced Concrete Panels. Civil engineering report CE, School of Civil engineering and Environment, University of western Sydney, Nepean, 1998.
- [10] Bernard, E. S., Correlations in the behaviour of Fibre reinforced shotcrete beams and panel specimens. Materials and Structures, Vol. 35, 2002.

WIECEJ INFORMACJI

CONTROLS

Controls S.R.L.
Via Aosta, 6
20063 Cernusco s/N. (MI), Włochy
T +39 029 21841
F +39 029 2103333
controls@controls.it
www.controls.it