

STRESZCZENIE

Praca ma charakter doświadczalny, zawiera 9 rozdziałów oraz 7 załączników. Zasadniczym jej celem jest zbadanie, na podstawie studiów piśmiennictwa oraz własnych badań doświadczalnych i analiz numerycznych, szerokości rozwarcia rys w stanie granicznym użytkowalności belek zbrojonych stalą wysokiej wytrzymałości SAS670/800, wykonanych z betonu zwykłego i betonu o wysokiej wytrzymałości.

W rozdziale pierwszym zestawiono wybrane badania belek zbrojonych różnymi stalami wysokiej wytrzymałości. W niewielu z nich wykorzystano dostępną na polskim rynku stal SAS 670/800. W dalszej części rozdziału przedstawiono cel i zakres pracy oraz sformułowano następujące tezy pracy:

Teza 1 - Szerokość rozwarcia rys w żelbetowych elementach zginanych, zbrojonych stalą wysokiej wytrzymałości SAS 670/800 przy poziomie obciążeń użytkowych nie różni się znacząco od szerokości rozwarcia rys elementów zbrojonych stalą zwykłą.

Teza 2 - Zastosowanie zbrojenia przypowierzchniowego w żelbetowych elementach zginanych ogranicza szerokość rys zarówno na poziomie zbrojenia głównego belek, jak i powyżej niego.

W rozdziale drugim przedstawiono charakterystyki stali SAS 670/800 oraz opisano szczegółowo wyniki dotychczasowych badań elementów belkowych zbrojonych tą stalą.

W dalszej części pracy, w rozdziale trzecim, opisano mechanizm powstawania rys, a następnie skupiono się na metodologii teoretycznego wyznaczania ich szerokości. Przedstawiono zaczerpnięte z literatury wzory do obliczania szerokości rys oparte na metodzie analitycznej, półanalitycznej oraz empirycznej. Opisano również sposoby obliczania szerokości rys według norm EN 1992-1-1:2004, Model Code 2010 oraz ACI 318.

Kolejnym celem pracy jest zbadanie efektywności zbrojenia przypowierzchniowego w kontekście ograniczenia szerokości rozwarcia rys belek zbrojonych stalą SAS 670/800. Stąd w rozdziale czwartym skupiono się na wytycznych dotyczących stosowania zbrojenia przypowierzchniowego zawartych w normach: EN 1992-1-1:2004, PN-B-03264:1999, ACI 318-19 i Model Code 2010. Następnie przywołano badania, których celem była weryfikacja potencjalnego wpływu średnicy zbrojenia przypowierzchniowego na skuteczność ograniczania szerokości rys.

Program oraz metodykę badań własnych opisano w rozdziale piątym. Badania doświadczalne obejmowały osiem elementów belkowych o identycznej geometrii. Belki były poddawane krótkotrwałemu obciążeniu przy takim samym sposobie podparcia i obciążenia. W sześciu belkach zastosowano zbrojenie rozciągane ze stali SAS 670/800, a w pozostałych dwóch – ze stali B500SP. Belki wykonano z betonu dwu klas: C40/50 i C60/75. W pięciu badanych belkach zastosowano zbrojenie przypowierzchniowe ze stali B500A. Zbrojenie to występowało w trzech wariantach, różniących się średnicą prętów. Na zakończenie rozdziału piątego zestawiono i opisano przeprowadzone badania materiałowe oraz ich wyniki.

W następnym rozdziale zaprezentowano wyniki otrzymane dla poszczególnych belek: pomierzone ugięcia, naprężenia w zbrojeniu, odkształcenia na powierzchni belek, mapy odkształceń uzyskane z metody korelacji obrazów cyfrowych oraz morfologię zarysowania belek.

W rozdziale siódmym przeprowadzono analizę otrzymanych w badaniach wyników. Zaprezentowano wartości teoretycznych sił niszczących i momentów rysujących i porównano z wartościami z doświadczenia. Zestawiono odnotowane wartości odkształceń zbrojenia dolnego oraz ugięć w środku rozpiętości belek. Przedstawiono w formie tabelarycznej i na wykresach pomierzone na poszczególnych belkach szerokości rys (średnie i kwantyle 95%) oraz ich rozstawy (średnie i kwantyle 95%). Wyniki te porównano z wynikami prognozowanymi zgodnie z EN 1992-1-1:2004, Model Code 2010 oraz ACI 318-95. Następnie przedstawiono wyniki obliczeń wykonanych za pomocą metody elementów skończonych programem ABAQUS. Analiza posłużyła przede wszystkim do skontrolowania zgodności wyników przeprowadzonych badań doświadczalnych z przestrzennym modelem obliczeniowym i sprawdzenia przydatności zastosowanego modelu w predykcji szerokości rys elementów zginanych.

W podsumowaniu zebrano wnioski wynikające z przeprowadzonych prac, wskazano dalsze kierunki działań oraz przeprowadzono weryfikację tez. Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły pierwszą tezę - szerokość rozwarcia rys w zbadanych elementach belkowych zbrojonych stalą wysokiej wytrzymałości SAS 670/800 przy poziomie obciążeń użytkowych nie różniła się znacząco od elementów zbrojonych stalą zwykłą. Druga teza została częściowo zweryfikowana pozytywnie. W przebadanych elementach szerokości rys (średnie i maksymalne) mierzone powyżej zbrojenia dolnego w belkach ze zbrojeniem przypowierzchniowym były mniejsze niż w odpowiadających im belkach bez zbrojenia przypowierzchniowego. Wyniki badań nie były jednak rozstrzygające w kwestii wpływu zbrojenia przypowierzchniowego na szerokość rys na wysokości zbrojenia dolnego.