



MAŁGORZATA ABRAMOWICZ

MODELOWANIE DRGAŃ PRZESTRZENNYCH I IDENTYFIKACJA PARAMETRÓW DYSKRETYCH MODELI STALOWO-BETONOWYCH BELEK ZESPOLONYCH

Streszczenie

Praca doktorska poświęcona jest tematyce modelowania drgań przestrzennych stalowo-betonowych belek zespolonych. Konstrukcje tego typu są powszechnie stosowane jako elementy stropów w budynkach oraz jako główne dźwigary nośne konstrukcji mostowych. Głównym celem rozprawy doktorskiej było opracowanie modelu przestrzennego belek stalowo-betonowych oraz metody estymacji parametrów modelu, to znaczy: współczynników sztywności i tłumienia.

Dyskretny, przestrzenny model obliczeniowy belki zespolonej opracowano w konwencji metody sztywnych elementów skończonych. Zastosowanie metody sztywnych elementów skończonych pozwala na efektywne wyznaczanie właściwości dynamicznych tego typu konstrukcji. Wybór techniki modelowania podyktowany był pozytywnymi efektami wcześniej prowadzonych prac modelowych z wykorzystaniem płaskich modeli sztywnych elementów skończonych. Niestety modele płaskie pozwalają na analizę jedynie wybranych form drgań konstrukcji: drgań giętnych pionowych i wzdłużnych. Opracowany model przestrzenny pozwala na analizę form drgań jak w modelu płaskim oraz form drgań skrętnych, giętnych poziomych, poprzecznych drgań pasa dolnego kształtownika stalowego i innych, w których występują składowe drgań na kierunku poziomym, prostopadłym do osi belki. Ze względu na brak komercyjnego oprogramowania bazującego na metodzie sztywnych elementów skończonych, na potrzeby pracy opracowano własny program w środowisku programowania MATLAB.

W pracy przedstawiono również wyniki badań doświadczalnych przeprowadzonych na trzech belkach zespolonych, płycie żelbetowej oraz kształtowniku stalowym. Trzy badane belki różniły się między sobą gęstością rozmieszczenia elementów zespalających, którymi były rozmieszczone parami stalowe kołki z łbami – najczęściej spotykany w praktyce rodzaj zespolenia. Badania mające na celu określenie charakterystyk dynamicznych takich jak częstotliwości, postaci drgań, współczynników tłumienia modalnego oraz częstotliwościowych funkcji przejścia prowadzono z zastosowaniem wymuszenia impulsowego.

Wyniki przeprowadzonych badań doświadczalnych wykorzystane zostały podczas estymacji parametrów modelu, którą prowadzono z wykorzystaniem nie tylko częstotliwości drgań własnych, ale również wykorzystując określone w trakcie badań postaci drgań własnych oraz przebiegi częstotliwościowych funkcji przejścia. Założono, że estymacji poddane zostaną następujące parametry opisujące sztywność modeli: zastępczy dynamiczny moduł sprężystości podłużnej betonu E_c , sztywność zespolenia na ścinanie, to jest translacyjna na kierunku stycznym do płaszczyzny styku stal-beton K_h , sztywność osiowa, czyli translacyjna sztywność zespolenia na kierunku normalnym do styku stal-beton K_v oraz sztywność rotacyjna na kierunku wokół osi belki $K_{R,x}$. Estymowano również właściwości tłumiące belki opisywane za pomocą współczynników strat określanych niezależnie dla betonu η_c , stali η_s i zespolenia η_z .

W ramach pracy opracowano dwa algorytmy identyfikacji parametrów. Jeden bazujący na porównaniu doświadczalnych i obliczeniowych częstotliwości oraz postaci drgań własnych. Drugi na podstawie porównania doświadczalnych i obliczeniowych częstotliwościowych funkcji przejścia. W celu pokazania przydatności i weryfikacji zaproponowanych algorytmów oraz opracowanego przestrzennego modelu zastosowano go do wykrywania wielkości uszkodzenia. Analizowano uszkodzenia kołków stalowych zespalających płytę żelbetową z kształtownikiem stalowym. Przeprowadzono badania symulacyjne, które wykazały dużą skuteczność opracowanych algorytmów