

## ZASTOSOWANIE METOD DOSTRAJANIA MODELI DYSKRETNYCH ORAZ TRANSFORMATY FALKOWEJ DO DIAGNOSTYKI USZKODZEŃ BELEK ZESPOLONYCH

Stalowo-betonowe belki zespolone są najczęściej elementami nośnymi stropów obiektów użyteczności publicznej lub obiektów przemysłowych. Wykorzystywane są również jako dźwigary nośne mostów drogowych lub przejść dla pieszych. Ze względu na sposób wykorzystania takich elementów budowlanych należy zwrócić szczególną uwagę na pracę oraz stan techniczny nieraz strategicznych obiektów. Kontrola stanu technicznego obiektów jest dziedziną SHM (ang. Structural Health Monitoring), który poprzez system kontrolno-pomiarowy ma na celu informować użytkownika o ewentualnych zmianach, co może świadczyć o uszkodzeniu. Wczesnie wykryte uszkodzenie pozwala na naprawę obiektu a tym samym wydłużenie czasu jego użytkowania.

W niniejszej pracy analizowano wykorzystanie metod dostrajania modeli dyskretnych oraz transformaty falkowej w celu diagnostyki uszkodzeń belek zespolonych. Opracowano dwupoziomowy algorytm do detekcji i lokalizacji uszkodzeń *U-DL* (tj. *Uszkodzenie - Detekcja Lokalizacja*). Podczas detekcji uszkodzeń analizowano zmiany w parametrach dynamicznych oraz statycznych belek (tj. zmiany w częstotliwości drgań własnych, postaciach drgań własnych, tłumienia modalnego, widmowych funkcjach przejścia, linii ugięć, naprężeń). Lokalizację uszkodzeń w belkach zespolonych przeprowadzono na podstawie dyskretnej transformaty falkowej DWT. *U-DL* zweryfikowano na podstawie analiz modelu dyskretnego stalowo-betonowych belek zespolonych dla trzech niezależnych symulacji tj. uszkodzenie pasa dolnego, płyty żelbetowej oraz sworzni stalowych dla modelu belki swobodnej i wolnopodpartej. Analizowano m. in. częstotliwości drgań własnych, postaci drgań własnych, linię ugięć czy naprężenia modelu dyskretnego uszkodzonego i nieuszkodzonego.

Dyskretne modele obliczeniowe opracowano w konwencji Metody Elementów Skończonych (MES) na podstawie autorskiego programu do modelowania, przy wykorzystaniu języka do programowania Python oraz platformy obliczeniowej Abaqus. Zdefiniowano wielopoziomowy proces dostrajania, tj. identyfikacji wybranych parametrów modeli dyskretnych (*ID-IS-IT*, tj. *Identyfikacja parametrów Dynamicznych - Identyfikacja parametrów Statycznych - Identyfikacja parametrów Tłumienia*). Proces identyfikacji przeprowadzono na podstawie wyników z badań doświadczalnych, podczas których wyznaczono parametry statyczne oraz dynamiczne stalowo-betonowych belek zespolonych. Procedury przeprowadzono łącząc zaawansowane programy obliczeniowe (Python, Abaqus, Matlab) w automatyczne pętle optymalizacyjne. Warunki brzegowe oraz schematy obciążeń modeli obliczeniowych podczas analiz były zgodne z tymi, jakie stosowano podczas badań doświadczalnych.

Wyniki procesu dostrajania modeli obliczeniowych wg *ID-IS-IT* wskazują na wysoką zbieżność wyników analiz modeli obliczeniowych z wynikami badań doświadczalnych. Wyniki przeprowadzonych analiz pozytywnie weryfikują opracowany algorytm *D-LU* do diagnostyki uszkodzeń stalowo-betonowych belek zespolonych.

20 kwietnia 2015  
A. Petwo-Joselew