

# **Efektywność wzmocniania żelbetowych elementów na zginanie wstępnie naprężonymi taśmami z włóknami węglowymi**

Dotychczasowe badania żelbetowych elementów wzmocnionych na zginanie przy użyciu zewnętrznych (Externally Bounded - EB) materiałów kompozytowych (Fiber Reinforced Polymer - FRP), przyklejonych do rozciąganej powierzchni betonu, wykazały ograniczoną efektywność tej techniki ze względu na nagłe odspojenie kompozytu od powierzchni betonu przed osiągnięciem jego granicznych odkształceń. Należy podkreślić, że wzmocnienie na zginanie przy zastosowaniu przyklejonych w sposób bierny materiałów FRP, zwiększa nośność elementu, ale jednocześnie ma niewielki wpływ na stan graniczny użytkowalności (zarysowanie i ugięcia elementu). Sprężanie materiału kompozytowego FRP zostało zaproponowane w celu zwiększenia stopnia wykorzystania wytrzymałości materiału kompozytowego na rozciąganie i poprawy efektywności wzmocnienia w stanie granicznym użytkowalności.

Program badań obejmował trzy serie płyt żelbetowych, zróżnicowanych pod względem stopnia stalowego zbrojenia (4#12  $\rho_s=0.49\%$  i 4#16  $\rho_s=0.87\%$ ), wytrzymałości betonu, poziomu wyężenia elementu w chwili wykonywania wzmocnienia oraz przyczepności taśmy CFRP do powierzchni betonu i zastosowanego zakotwienia.

Praktyczny aspekt programu badań koncentruje się na wpływie poziomu wstępnego obciążenia elementu, na efektywność wzmocnienia przy użyciu sprężonych taśm CFRP. W praktyce inżynierskiej bardzo często można spotkać elementy konstrukcyjne wyężone przed wzmocnieniem, w których doszło nawet do przekroczenia dopuszczalnych warunków stanu granicznego użytkowalności (zarysowania lub ugięć). Wpływ wcześniejszego wyężenia zginanych elementów konstrukcyjnych wzmocnionych przy użyciu naprężonych kompozytów był dotąd bardzo rzadko analizowany w pracach badawczych.

Rozważono dwa poziomy wstępnego obciążenia elementów przed wzmocnieniem: wyłącznie pod ciężarem własnym oraz pod ciężarem własnym i obciążeniem zewnętrznym. W prezentowanych badaniach obciążenie ciężarem własnym stanowiło 25% i 14% nośności elementu niewzmocnionego, odpowiednio w elementach o niższym i wyższym stopniu zbrojenia stalowego. Wyższy poziom wyężenia płyt równy 76% nośności na zginanie elementu niewzmocnionego, został wybrany w celu analizy wpływu tak wysokiego stopnia wyężenia elementu przed wzmocnieniem jaki w zasadzie jest bliskim uplastycznieniu zbrojenia zwykłego.

Przeprowadzone badania doświadczalne dały obiecujące wyniki zarówno w odniesieniu do stanu granicznego nośności, jak i użytkowalności. Stopień wzmocnienia zdefiniowany jako stosunek różnicy nośności elementu wzmocnionego i niewzmocnionego do nośności elementu niewzmocnionego, wahał się w zakresie od 0.64 do 1.20. W pracy omówiono wpływ wszystkich rozważanych parametrów, a więc stopnia zbrojenia zwykłego, przyczepności taśmy do betonu, poziomu wstępnego wyężenia elementu podczas wzmocnienia i poziomu wstępnego naprężenia kompozytu.

Zaproponowano model obliczeniowy do nieliniowej analizy odkształcalności elementów żelbetowych w całym zakresie obciążeń. Model pozwala uwzględnić różne poziomy wyężenia elementu przed wzmocnieniem, a uzyskane wyniki bardzo dobrze odwzorowują pracę elementów badawczych.

