



WYDZIAŁ BUDOWNICTWA * POLITECHNIKA ŚLĄSKA

KATEDRA KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH



W DYSCYPLINIE: INŻYNIERIA LĄDOWA, GEODEZJA I TRANSPORT

PRACA DOKTORSKA

Analiza nośności i rysoodporności muru zabytkowego poddanego zginaniu w płaszczyźnie

mgr inż. Dariusz Sanewski

Promotor:

prof. dr. hab. inż. Łukasz Drobiec

Promotor pomocniczy:

dr inż. Adam Piekarczyk

Streszczenie

Realizację pracy wywołał aspekt techniczno-ekonomiczny naprawy pęknięć nad nadprożami okiennymi dziewiętnastowiecznej kamienicy w Olsztynie. Ekspertyza budynku wskazywała na dość drogie wykonanie „zszycia” murów ceramicznych brytyjską metodą wykorzystującą stal nierdzewną w postaci metalicznych prętów spiralnych na zaprawie z żywicy epoksydowej. Autorskie rozwiązanie polegało na wzmocnieniu pękniętych ścian prętami kompozytowymi z włókien szklanych lokowanych przypowierzchniowo w spoinach wspornych na zaprawie modyfikowanej. Głównym celem dociekań było ustalenie wpływu wzmocnienia przypowierzchniowego murów ceglanych prętami GFRP umieszczanymi w spoinach wspornych na zaprawie modyfikowanej oraz powierzchniowo siatką FRCM na ich nośność i odkształcalność. Dodatkowym celem było ustalenie, czy pręty kompozytowe GFRP średnicy \varnothing 6 mm na zaprawie modyfikowanej spełniają kryterium wytrzymałości i rysoodporności w naprawie murów ceramicznych.

Zasadnicze badania przeprowadzono z zastosowaniem elementów murowych historycznie zbliżonych do elementów ceramicznych z różnych okresów. Wykorzystano w nich cegłę renesansową (R) pozyskaną z rozbiórki zabudowań koło Pasłęka i cegłę gotycką (G) wykonaną historycznymi metodami produkcji w manufakturze w Gniewie. Do badań pozyskano też cegłę z lat dwudziestych XX w. z rozbiórki obiektu w Czeladzi (N), powstałego w okresie porównywalnym do wybudowania zabytkowego osiedla „Nikiszowiec” w Katowicach. Na przegrodach wymienionego osiedla wzorowano eksperymentalne ściany ceramiczne wymurowane do badań w rzeczywistej skali na belce podatnej stanowiska badawczego.

W rozdziale 3. przybliżono rozwój budownictwa ceramicznego do czasów współczesnych. Po krótko omówiono czynniki wpływające na trwałość ceglanych budowli. Usystematyzowano osiągnięcia naukowców w zakresie wzmocniania murów od czasów H. Hilsdorfa aż do Ł. Drobca. Określono zastosowanie w budownictwie prętów kompozytowych. Ponadto pogłębiono mechanizm tworzenia się rys i pęknięć na ścianach ceramicznych. Zaproponowano autorski sposób naprawy pękniętego muru prętami kompozytowymi z włókna szklanego z wykorzystaniem zaprawy modyfikowanej oraz określono, czy wybrane materiały naprawcze spełniają wymogi wytrzymałościowe. Założono, że proponowane materiały posiadają parametry techniczne podobne do tych, jakie mają materiały stosowane, m.in. w konserwacji zabytków (metoda naprawy pęknięć ścian metalicznymi prętami spiralnymi na żywicy epoksydowej).

Dla cegły renesansowej dopasowano współczynnik historyczny wynoszący $\kappa = 0,28$. Wskaźnik ten spełniał dane normowe do wyliczenia średniej charakterystycznej wytrzymałości muru na ściskanie oraz korespondował z wynikami wytrzymałości na ściskanie badanych cegieł renesansowych.

W rozdziale 4. przeanalizowano badania materiałowe głównych komponentów służących do wzmocnienia murów ceramicznych. Przybliżono budowę zapraw z prezentacją skanogramów ich struktury widzianej pod mikroskopem. Przebadano cegły z różnych czasookresów historycznych. Wyznaczono normową wytrzymałość zapraw na ściskanie i rozciąganie przez zginanie. W warunkach laboratoryjnych przeprowadzono badania normowe klasy z różnych okresów. Podano także właściwości prętów GFRP. W trakcie realizacji badań zupełnie przypadkowo ustalono sposób wyodrębnienia z pręta kompozytowego pojedynczego „rovingu” i wyznaczenia jego charakterystycznej wytrzymałości na ściskanie.

Rozdział 5. poświęcono badaniom normowym wytrzymałości murów na ściskanie dla różnych modeli ścian wybudowanych na stanowiskach badawczych w laboratorium Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach. W pierwszym etapie badań wykonano normowe mury w celu określenia ich klasy. Następnie na stanowiskach badawczych, na belce podatnej, wymurowano rzeczywistej wielkości modele dwóch ścian oznaczając je jako model C-1 i C-2. Modele te poddano pionowemu obciążeniu z jednoczesnym uginaniem belki podatnej. Na murach, po obu stronach lic ścian, rozmieszczono bazy pomiarowe z czujnikami PJX umożliwiającymi rejestrację danych z przemieszczeń. Zaobserwowane rysy i pęknięcia w modelach C-1 i C-2 udokumentowano w postaci rysunków i zdjęć. Po badaniach przedmiotowe ściany (wzorowane na przegrodach z osiedla „Nikiszowiec” w Katowicach) wzmocniono i ponownie obciążono nadając im oznaczenia - model C-1.1 i model C-2.1. Model C-1.1 określał wzmocnioną powierzchniowo ścianę z zastosowaniem zbrojenia kompozytowego w postaci siatki FRCM na zaprawie modyfikowanej. Model C-2.1 określał ścianę ceramiczną wzmocnioną przypowierzchniowo prętami kompozytowymi GFRP $\varnothing 6$ rozmieszczonymi w spoinach wspornych nad łukiem i w części złamanego nadproża strefy ściskanej. W rozdziale tym opisano technologię wykonania wzmocnienia ściany przy wykorzystaniu prętów kompozytowych z włókna szklanego na zaprawie modyfikowanej. Przebieg badań przedstawiono na wygenerowanych komputerowo wykresach dla kąta odkształcenia poprzecznego pod ugięciem oraz obciążeniem. Odczytane dane zestawiono w tabelach i przeanalizowano. Wnioski końcowe z badań zamieszczono w rozdziale 6. Praca

ma charakter nowatorski w zakresie wykorzystania nowych materiałów w naprawie pękniętych murów ceglanych przegród budowlach niewymagających ognioodporności. Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowane w naprawie murów ceramiczne wzmocnienia zapewniają nośność odpowiednią dla ścian.