

Przęsło mostu drogowego

Przedmiotem wynalazku jest przęsło mostu drogowego, którego główne elementy nośne, takie jak dźwigary główne (belki), poprzecznice oraz płyta pomostu są wykonane z użyciem materiałów kompozytowych FRP (ang. *fibre reinforced polymer* – polimer zbrojony włóknami). Elementy wyposażenia przęsła, takie jak kapy chodnikowe, bariery, balustrady, deski gzymsowe, krawężniki, mogą również być wykonane z zastosowaniem materiałów FRP lub materiałów konwencjonalnych (stal, beton, drewno).

W materiale kompozytowym FRP wyróżnia się dwa podstawowe składniki: włókna (szklane, węglowe, aramidowe) oraz matrycę (osnowę) polimerową (żywica epoksydowa, poliestrowa, winylowa, itp.). Rolą włókien jest zapewnienie pożądanej wytrzymałości i sztywności elementu kompozytowego. Matryca polimerowa pozwala na redystrybucję obciążenia pomiędzy poszczególnymi włóknami, zapewnia ochronę włókien przed czynnikami środowiskowymi oraz nadaje kształt elementu, tj. element przyjmuje postać formy w czasie sieciowania polimeru. Do największych zalet materiałów kompozytowych FRP należą m.in.: duża wytrzymałość, duża sztywność (w przypadku kompozytu z włókien węglowych), duża wartość odkształceń granicznych, doskonała odporność na korozję, wysoka trwałość oraz mała masa konstrukcji, wykonanej z kompozytu FRP.

Z amerykańskiego opisu patentowego US 6455131 B2 jest znana konstrukcja panelu z materiałów kompozytowych FRP o budowie modułowej, który można zastosować do wykonania płyty pomostu mostu drogowego. Panel składa się z elementów o przekroju heksagonalnym i trapezoidalnym, które są łączone wzajemnie na zasadzie klinowania się lub przy użyciu dodatkowych łączników mechanicznych. Istnieje możliwość ułożenia i zespolenia dodatkowej, zewnętrznej warstwy kompozytu (laminatu, tkaniny) w celu uzyskania równej powierzchni na scalonym pomoście. Wolne przestrzenie w elementach można wypełnić izolacją termiczną lub dźwiękową. Wszystkie elementy są wykonane metodą infuzji VARTM (ang. *Vacuum Assisted Resin Transfer Molding*) lub w procesie pultruzji, z użyciem tkanin z włókien wysokiej wytrzymałości, ułożonych w osnowie (matrycy) z żywic polimerowych.

Również z amerykańskiego opisu patentowego US 4079476 jest znana konstrukcja kładki dla pieszych z materiałów kompozytowych FRP. Przęsło kładki składa się z jednego dźwigara

głównego o przekroju w kształcie litery U, którego środniki stanowią jednocześnie balustradę, pas górny ukształtowany jest w postaci jej pochwyty, natomiast pas dolny stanowi jednocześnie pomost dla pieszych. Dźwigar jest wzmocniony na długości zewnętrznymi żebrami, które zapewniają stabilność kształtu dźwigara i jego sztywność na skręcanie. Wszystkie elementy dźwigara są wykonane z kompozytu FRP, zbudowanego z tkanin, mat oraz rovingu szklanego, ułożonych w osnowie z żywicy polimerowej. Ze względu na dużą odporność kompozytu FRP na korozję, kładka idealnie sprawdza się w środowisku agresywnym, np. w oczyszczalniach ścieków, gdzie tradycyjne kładki stalowe lub betonowe ulegają degradacji w bardzo krótkim czasie.

Celem wynalazku jest konstrukcja przęsła mostu drogowego o bardzo dużej nośności i wytrzymałości, doskonałej odporności na korozję, a co za tym idzie wysokiej trwałości, oraz małej masie, co jest możliwe dzięki wykonaniu konstrukcji przęsła z zastosowaniem kompozytów FRP.

Przęsło mostu według wynalazku składa się z kompozytowych dźwigarów głównych o przekroju skrzynkowym otwartym oraz betonowych poprzecznic podporowych i płyty pomostu, zbrojonych prętami kompozytowymi FRP, przy czym końce dźwigarów głównych są osadzone w betonowych poprzecznicach podporowych, które jednocześnie stężają dźwigary i pozwalają przenieść obciążenie z przęsła na podpory, a płyta pomostu jest oparta na dźwigarach głównych i zespolona z nimi przez sprzężenie za pomocą specjalnych łączników sworzniowych. Dźwigary główne są wykonane z materiałów kompozytowych FRP metodą infuzji VARTM, gdzie na materiał pasów, środników oraz żeber usztywniających dźwigara składają się materiały kompozytowe, składające się z tkanin z włókien szklanych i/lub węglowych oraz matrycy (osnowy) z żywicy epoksydowej, poliestrowej lub winylowej. Rozwiązanie według wynalazku umożliwia także zwiększenie sztywności dźwigara przez zastosowanie w jego elementach konstrukcji warstwowej z wykorzystaniem materiału rdzeniowego (np. pianki z tworzyw sztucznych, balsy lub struktur typu plaster miodu). Rodzaj włókien, układ tkanin, rodzaj żywicy polimerowej oraz rodzaj materiału rdzeniowego zależy od wymaganej nośności, sztywności i trwałości przęsła mostu drogowego. Poprzecznice podporowe i płyta pomostu przęsła są wykonane z betonu lekkiego (LB), zbrojonego prętami z materiałów kompozytowych FRP. Kompozytowe pręty zbrojeniowe są wykonane metodą pultruzji z włókien szklanych lub węglowych w osnowie z żywicy epoksydowej lub winylowej.

Zespolecie betonowej płyty pomostu z dźwigarami kompozytowymi zapewnia ich współpracę (współodkształcalność) oraz pozwala na uzyskanie wysokiej nośności i sztywności przęsła mostu. Zespolecie jest realizowane poprzez specjalne łączniki stalowe, składające się ze sworzni i blachy. Sworznie są zgrzewane lub spawane do blachy, która następnie jest łączona z pasem górnym dźwigara kompozytowego. Siła ścinająca (rozwarstwiająca) w zespoleniu jest przenoszona poprzez docisk sworzni do betonu płyty oraz poprzez ścinanie połączenia blachy z dźwigarem głównym.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony w przykładowym wykonaniu na rysunkach schematycznych na których Fig.1 przedstawia dźwigar główny mostu wraz z płytą pomostu i poprzecznicą podporową w widoku aksonometrycznym, Fig.2 przedstawia przekrój podłużny przęsła mostu; Fig.3 przedstawia widok przykładowego mostu z boku wraz z jego przekrojem podłużnym, Fig.4 przekrój poprzeczny przęsła mostu nad podporą (wraz z poprzecznicą), Fig.5 przedstawia przekrój poprzeczny mostu w środku przęsła.

Przykład

Wynalazek w przykładowym wykonaniu przedstawia most drogowy na rzece Ryjak w miejscowości Błazowa k. Rzeszowa

Przęsło tego mostu charakteryzuje się następującymi parametrami:

- Schemat statyczny: belka swobodnie podparta,
- Rozpiętość teoretyczna (L): 21,00 m,
- Szerokość całkowita pomostu (B): 10,02 m,
- Wysokość całkowita przęsła (H): 1,44 m,
- Smukłość przęsła (L/H): 1/14,5,
- Nośność: 40 ton.

Przęsło mostu drogowego na rzece tworzą cztery dźwigary główne 1, które mają żebra usztywniające 2 wykonane z kompozytów FRP oraz płyta pomostu 3, wykonana z betonu lekkiego, zbrojonego prętami kompozytowymi 5 i zespolona z dźwigarami głównymi 1 za pomocą specjalnych łączników 7 w postaci sworzni. Dźwigar główny 1 jest niejednorodnym elementem o przekroju skrzynkowym, otwartym, którego pasy są kompozytem naprzemiennie ułożonych laminatów szklanych i węglowych.

Środniki dźwigara są kompozytami warstwowymi, składającymi się z dwóch zewnętrznych laminatów szklanych oraz materiału rdzeniowego z pianki PVC. Dźwigary główne 1 są stężone na końcach betonowymi poprzecznicami podporowymi 4, które są wykonane z betonu lekkiego,

zbrojonego kompozytowymi prętami głównymi 5 oraz strzemionami 6 z kompozytu FRP. W poprzecznicach podporowych 4 na obu końcach przęsła są zamocowane modułowe urządzenia dylatacyjne. Kompozytowe dźwigary główne 1 współpracują z betonową płytą pomostu 3 w przenoszeniu obciążeń, a współpracę zapewnia zespolenie tych elementów specjalnymi łącznikami 7 w postaci sworzni, przyspawanych do blachy stalowej nierdzewnej 11, która jest trwale i nierozłącznie zamocowane do pasa górnego dźwigara głównego 1.

Na płycie pomostu 3 są ułożone betonowe kapy chodnikowe 8, wykonane z betonu lekkiego, zbrojonego prętami kompozytowymi. Kapy chodnikowe 8 są ograniczone prefabrykatami z polimerobetonu: z jednej strony krawężnikiem, a z drugiej strony deską gzymsową. Na jezdni drogowej jest ułożona cienkowarstwowa nawierzchnia bitumiczna, natomiast na kapie chodnikowej cienkowarstwowa nawierzchnia epoksydowo-poliuretanowa. Na krawędziach pomostu są zainstalowane barieroporęcze stalowe 12.

Przęsło mostu jest oparte na podporach za pomocą łożysk elastomerowych. Podpory mostu są wykonane w postaci masywnych przyczółków betonowych 9, posadowionych pośrednio na palach/studniach fundamentowych 10 o średnicy 150 cm. Przyczółki 9 są wykonane z betonu zwykłego, zbrojonego prętami kompozytowymi.