

mgr inż. Michał Pieńko*
mgr inż. Aleksander Robak*

Możliwości wykonania projektów technicznych nietypowych deskowań

The possibilities of elaboration technical projects of non-standard formwork

Streszczenie. W artykule przedstawiono problematykę dotyczącą opracowywania i modelowania nietypowych konstrukcji deskowań. W przypadku nietypowych kształtów i dużej wysokości obiektów oprócz standardowych rozwiązań systemowych deskowań konieczne jest wykorzystanie dodatkowej konstrukcji wsporczej z elementów systemowych, a w bardziej skomplikowanych sytuacjach np. w postaci rusztowań. Ze względu na skomplikowaną budowę poszczególnych elementów systemów deskowań ich projektowanie wymaga indywidualnego podejścia i pewnych uproszczeń modelu numerycznego.

Słowa kluczowe: systemy deskowań, rusztowania wsporcze, schematy statyczne.

Abstract. The paper deals with problems of modeling non-typical formwork. In the case of unusual shapes and considerable height in addition to systemic solution is necessary to use an additional supporting structures made of scaffolds. Due to the complicated shape of formwork elements, design require an individual approach and some simplification.

Keywords: formwork systems, supporting scaffolds, static shemes.

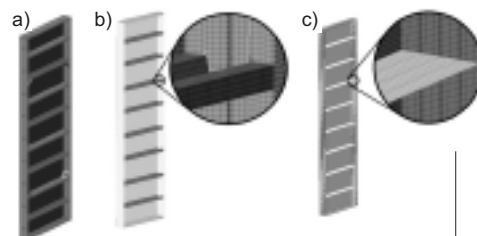
W przypadku typowych obiektów o prostym układzie konstrukcyjnym i wysokości do 5,4 m wykonanie projektu technicznego deskowania polega jedynie na doborze odpowiednich rozmiarów poszczególnych elementów systemu. Firmy, zajmujące się wypożyczaniem deskowań, wykorzystują gotowe programy, w których po wprowadzeniu geometrii automatycznie dobierane są płyty deskowania i ich układ. Problemy pojawiają się w przypadku obiektów o nieregularnym kształcie i wielu pochyleniach, np. przęsł oraz przyczółków wiaduktów. Podstawowym problemem jest wykonanie deskowania na znacznej wysokości [1]. Takie deskowanie wymaga podpór w postaci rusztowań lub wież wsporczych. Ze względu na znaczne rozmiary problematyczne staje się zapewnienie stabilnego podłoża pod konstrukcją wsporczą [2]. Należy również pamiętać, że deskowanie powinno być tak skonstruowane, aby zapewnić bezpieczeństwo osobom, wykonującym prace na wysokości [3].

W artykule przedstawiono przykłady deskowań, wykonane z elementów systemowych jednego z producentów

obecnych na polskim rynku. W analizie numerycznej zastosowano uproszczony model całej konstrukcji deskowania wraz z prętowym modelem konstrukcji wsporczej.

Zastępczy model numeryczny

Pomimo intensywnego rozwoju programów komputerowych, umożliwiających przeprowadzenie analiz numerycznych, precyzyjne zamodelowanie całego układu deskowania (ze szczegółami) jest praktycznie niemożliwe. Końieczne więc jest przeprowadzenie wielu analiz numerycznych na pojedynczych precyzyjnych modelach płyt, a następnie stworzenie modelu zastępczego (rysunek 1). Tok postępowania przy przeprowadzeniu tego typu analiz został opisany w pracy [5]. Model zastępczy umożliwia zestawienie większej liczby płyt w układ dostosowany do konstrukcji obiektu. W modelu szczegółowym wszystkie elementy, wchodzące w skład płyty, można zamodelować jako elementy powłokowe. Powinny one zachować wymiary profili, z których zostały wykonane belki wewnętrzne oraz obramowanie (rysunek 1b). Następnie należy stworzyć model uproszczony w postaci powłok płaskich z dodatkowymi prętami (rysunek 1c). Zadaniem dodatkowych prętów jest usztywnienie po-



Rys. 1. Model płyty systemowej: a) geometria płyty; b) szczegółowy model numeryczny; c) model uproszczony

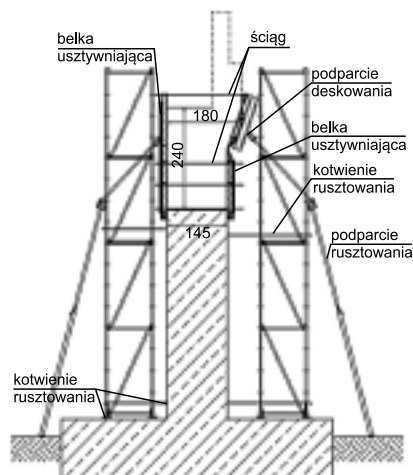
szczególnych belek i uzyskanie modelu, którego odpowiedź na obciążenie będzie taka sama jak modelu szczegółowego. Dokładność uzyskanego modelu określają wartości przemieszczeń całej płyty oraz naprężenia występujące w sklejce. Dzięki znacznemu ograniczeniu liczby elementów skończonych, uzyskany model uproszczony, odwzorowujący zachowanie płyty, może zostać wykorzystany do przeprowadzenia obliczeń statyczno-wytrzymałościowych zestawu płyt.

System deskowań z konstrukcją wsporczą

Przykładem wykorzystania rusztowania jako konstrukcji wsporczej deskowania jest rozwiązanie zaproponowane podczas wykonywania wiaduktu Wa258 nad linią kolejową Skierniewice-Łowicz w ciągu autostrady A2 Stry-

* Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury

ków-Konotopa. Wiadukt ten ma przyczółki wysokości 10,00 m i grubości 145 cm. Przyczółek wymagał zastosowania dodatkowych podparć wykonanych z rusztowań, które ustawiono na wcześniej wykonanym fundamencie przyczółka. Dodatkowo, ponieważ ściany wykonano do wysokości 4,90 m, możliwe było zakotwienie do nich rusztowania. Charakterystyczny kształt uzyskano, stosując narożniki przegubowe oraz płyty szalunkowe. Ze względu na pochylenie ściany konieczne było podparcie tej części konstrukcji za pomocą rur uniwersalnych z głowicami regulowanymi z umieszczonymi dźwigarami drewnianymi (rysunek 2). Rusztowanie ustawione w bezpośrednim sąsiedztwie ściany stanowiło nie tylko dodatkowe podparcie, ale również umożliwiło wykonanie zbrojenia i ustawienie deskowania.

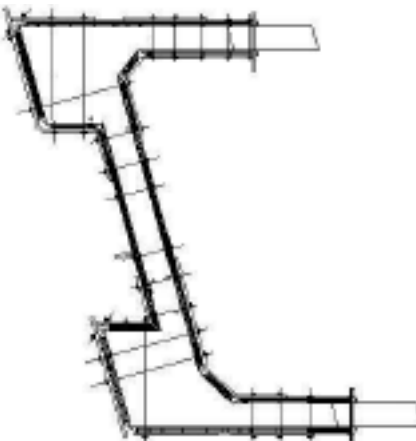


Rys. 2. Przekrój poprzeczny deskowania przyczółka wiaduktu wraz z konstrukcją wsporcą wykonaną z rusztowania

Ze względu na pochylenie ściany oraz znaczną wysokość betonowanego fragmentu przyczółka, konieczne było przeprowadzenie analizy statycznej zaproponowanego rozwiązania. W analizie wykorzystano uprzednio stworzone modele uproszczone płyt szalunkowych oraz narożników. W modelu zastosowano rozwiązania modelujące zachowanie zamka oraz możliwość obrotu narożników przegubowych. Do powierzchni płyt przyłożone zostało parcie mieszanki zróżnicowane na wysokości betonowanego fragmentu. Zgodnie z instrukcją producenta rusztowania przyjęto, że prędkość betonowania wynosi 1,5 m/h. W wyniku przeprowadzonych analiz uzyskano

maksymalną siłę w ściąгах równą 78 kN oraz przemieszczenia wypadkowe wartości 6,7 mm.

Wykonanie statycznych obliczeń sprawdzających było także konieczne w przypadku skrajnych podpór mostu przez rzekę Wisłok w miejscowości Budy Łańcuckie w ciągu drogi powiatowej nr 1516R. Wysokość betonowania tych podpór wynosiła 3,8 m. Na ogół nie stanowi to problemu, jednak już z początkowej oceny wizualnej rzutu podpory oraz po wstępnym doborze płyt, z których miało być zmontowane deskowanie, zastrzeżenia budziły narożniki ze względu na brak możliwości wstawienia w tej strefie dostatecznej liczby ściągów. Pierwszym etapem zwiększenia nośności deskowania było wykonanie dodatkowych otworów w poszyciu płyt i wstawienie w tych miejscach dodatkowych ściągów. Na rysunku 3 przedstawiono rzut poziomy przyczółka z dobranymi płytami deskowania i rozmieszczeniem ściągów. Tak opracowany układ zamodelowano w programie obliczeniowym. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono przekroczenie dopuszczalnych sił w ściągach i w miejscach połączeń poszczególnych płyt. Wymusiło to wprowadzenie do obliczeń ramowej konstrukcji wsporników kozłowych, których użycie po odpowiednim rozmieszczeniu doprowadziło do zmniejszenia sił w zagrożonych strefach i w konsekwencji pozwoliło spełnić wszystkie wymagane stany graniczne. Wsporniki kozłowe zamocowane zostały do stopy fundamentowej. Ich rozmieszczenie w trakcie realizacji deskowania pokazano na fotografii.



Rys. 3. Rzut poziomy przyczółka mostu na rzece Wisłok z dobranymi płytami deskowania i rozmieszczeniem ściągów



Widok montażu deskowania z rozmieszczeniem wsporników kozłowych

Podsumowanie

Nietypowe obiekty oprócz doboru elementów systemu deskowania wymagają opracowania projektu technicznego, w którym powinny zostać zawarte wszelkie wytyczne dotyczące montażu wraz ze szczegółowymi rysunkami konstrukcyjnymi. Szczególną uwagę należy zwrócić na liczbę zastosowanych ściągów oraz sposób zapewnienia stabilności deskowania w postaci zakotwień i dodatkowych podpór. Należy bezwzględnie przestrzegać prędkości betonowania podanej przez producenta deskowania [4]. Jej zwiększenie w znacznym stopniu zwiększa wyłączenie elementów systemu, a tym samym może doprowadzić do ich zniszczenia. Dostępne programy komercyjne umożliwiają przeprowadzenie analiz statycznych układu deskowań. Wymagane są jednak pewne uproszczenia i dokładna analiza poszczególnych elementów składowych systemu. Brak statycznych obliczeń, sprawdzających konstrukcję deskowania odbiegającą od wytycznych producenta, może doprowadzić do narażenia życia i zdrowia osób przebywających na budowie.

Literatura

- [1] Matyga J. Deskowania firmy ULMA na budowie mostu na rzece Skawie, Materiały Budowlane, nr 10/2009, str. 11.
- [2] Hołowaty J. Rusztowania mostowe w budowie wiaduktów dojazdowych przeprawy przez rzekę Regalicę w Szczecinie, Inżynieria i Budownictwo, nr 8/2009, str. 441 – 445.
- [3] Gnot D., Kieciak P. Bezpieczeństwo budowy i eksploatacji rusztowań, Materiały Budowlane 10/2009, str. 19 – 22, 29.
- [4] Gołaszewski J, Drewniak M., Dobór deskowań systemowych do wykonywania konstrukcji z betonu samozagęszczonego, Inżynieria i Budownictwo, nr 1/2010, str. 23 – 26.
- [5] Robak A., 2011, Numeryczne badania wytrzymałości pomostów umieszczanych na rusztowaniach, Budownictwo i Architektura, 8/2011 (8), str. 67 – 81.