Mostownictwo: beton pokonał stal

Utworzono: czwartek, 03, marzec 2011 08:22 Agnieszka Serbeńska



Na polskiej sieci dróg jest 30 tys. mostów (łącznie mierzą 540 000 m). W tej liczbie mosty liczące powyżej 50 lat stanowią 29,7%, w przedziale wiekowym 20-50 lat zawiera się 32,7% mostów, a obiektów liczących mniej niż 20 lat mamy w liczbie ogólnej aż 37,6%. - Do tej pory przekonani byliśmy, że polska infrastruktura mostowa jest dosyć stara. Jednak w ostatnim dwudziestoleciu wykonaliśmy ogromny wysiłek, dzięki czemu ponad jedna trzecia naszych mostów drogowych ma mniej niż 20 lat. Rocznie budujemy około 500 obiektów mostowych. To jest bardzo dobrze. Można stwierdzić, że szybko odrabiamy zaległości w zakresie mostowej infrastruktury drogowej – podkreśla prof. Wojciech Radomski z Politechniki Warszawskiej.

Według danych z 2007 roku w liczbie 480 tys. mostów na sieci dróg Unii Europejskiej udział polskich obiektów drogowych stanowi 6,3%. Przęsła mostów drogowych na obszarze państw UE w 71,3% wykonane są z betonu, a 8,9% - ze stali. Obiekty murowane (wykonane z kamienia bądź cegły) mają 17,5% udziału, a niejednorodne (np. zespolone) – 2,3%. W Polsce materiałem dominujący w przęsłach mostowych jest również beton – 87%. Następne są obiekty stalowe – 8%. Mosty murowane na polskiej sieci dróg stanowią 2,6%, a zespolone typu „stal-beton”) – 2,4%.

Mosty betonem stoją

W budownictwie mostowym skala zastosowania betonu jest więc duża, biorąc również pod uwagę zarówno liczbę obiektów betonowych, jak i konstrukcji zespolonych (stal-beton). Beton ma ponadto znaczny udział w budowie pylonów mostów podwieszanych oraz dominuje on w podporach i fundamentach.

- Beton jest wiodącym materiałem w mostownictwie. Dlaczego? Odpowiedź

Phoca PDF

zamykam w nazwie zawodów „trójboju”. Pod tym kryją się: cechy wytrzymałościowe – trwałość – cena. Z tymi pojęciami wiążą się różne parametry, na przykład z trwałością związana jest mrozoodporność. Mówiąc kolokwialnie: w tym trójboju beton nie ma konkurencji. Oczywiście, można sobie na przykład wyobrazić most z platyny, który będzie wieczny, ale jego cena będzie niewspółmiernie wielka – tłumaczy prof. Wojciech Radomski. Przy tym wyraźną tendencją współczesnego mostownictwa jest coraz szersze stosowanie materiałów niekonwencjonalnych. Obok więc betonów wysokowartościowych o normalnej gęstości, tj. z kruszywem naturalnym oraz wysokowartościowych betonów lekkich, tj. na ogół z kruszywem sztucznym i betonów samozagęszczonych stosuje się również fibrobetony, polimery z włóknami, głównie węglowymi, syntetycznymi lub szklanymi, także stale wysokowartościowe, udoskonalone stopy aluminium, oraz stosuje się kombinacje tych wymienionych materiałów.

Na przykład użycie kompozytów polimerowych rozważane jest w projekcie mostu przez Cieśninę Giblartarską. W najwęższym miejscu głębokość cieśniny mierzy 700 m. Dlatego przygotowano warianty przepraw dłuższych, przerzuconych nad płytszymi odcinkami cieśniny. W tych projektach przewidziano przęsła o rozpiętości 5 km. Równocześnie jednak wykonano studium, w którym analizowano zastąpienie stali w przęsłach kompozytami polimerowymi oraz wykonanie z nich również cięgien podwieszenia. – Okazało się, że pod względem wytrzymałości można uzyskać konstrukcję, która ma niewiarygodne rozpiętości, tj. 8 400 m. Dzięki temu można wybudować most w tym najwęższym miejscu cieśniny Giblartarskiej – podkreśla prof. W. Radomski.

Do materiałów niekonwencjonalnych należy na przykład beton samozagęszczony. Nie wymaga on wibrowania, nie jest zatem podatny na błędy wykonawstwa. Most Zamkowy w Rzeszowie (2002 r.) jest jednym z pierwszych przykładów zastosowania konstrukcyjnego betonu samozagęszczonego. Wykonano z niego trzy łuki, na których położony jest pomost. – Jest to dotąd jedno z największych zastosowań tego betonu w Europie: zużyto około 900 m sześciennych – mówi prof. W. Radomski.

Z betonem szybciej i taniej

- Obecnie, między innymi dzięki badaniom prowadzonym na Politechnice Krakowskiej, potrafimy już wytwarzać betony, których wytrzymałość na ściskanie przekracza 300 MPa. Oczywiście te osiągające powyżej 100-150 MPa z powodzeniem służą do wykonywania obiektów prototypowych, natomiast w powszechniej praktyce używa się materiały uzyskujące do 100 MPa – zaznacza prof. W. Radomski. – Ciekawą sprawą jest to, że nie chodzi o to, że tak wysoka wytrzymałość na ściskanie jest szczególnie potrzebna, natomiast w tym przypadku istotną cechą jest trwałość (niska przepuszczalność mediów ciekłych i gazowych, wysoka mrozoodporność). Jest ona znacznie większa w stosunku do betonów konwencjonalnych. Miałkość mikrokrzemionki używanej do betonów wysokowartościowych jest wielokrotnie mniejsza od miałkości ziaren cementu, czyli wszystkie pory występujące w strukturze betonu - mówiąc w pewnym skrócie - są zalepiane mikrocząstkami mikrokrzemionki. Poza tym uzyskuje się wysoką wczesną

wytrzymałość, co ma znaczenie w skróceniu cyklu technologicznego budowy – podkreśla profesor.

Na czym polega istota wysokiej wczesnej wytrzymałości? Obrazuje to przykład projektu mostu w Amsterdamie (1998 rok). Zaprojektowano go w dwóch wariantach, tj. z betonu B45 oraz z betonu B85. W drugim przypadku osiągnięto cieńsze przekroje betonu w konstrukcji. – Zatem po polsku określany tzw. wózek montażowy przy mniejszym przekroju wykona dłuższy odcinek obiektu, a to właśnie przyspiesza budowę – mówi prof. Wojciech Radomski.

W polskim mostownictwie koszt betonu stanowi około 8-10% całkowitych kosztów budowy obiektu. - Zmiana betonu z C30/37 na C50/60 zwiększa koszty jednostkowe (za m sześć.) o 15-20%. Inwestor z reguły zarzeka się, że ten materiał jest droższy, więc go nie chce. Trzeba jednak pamiętać, że zwiększenie procentowe kosztów odnosi się do procentowej wartości betonu w całkowitych kosztach budowy obiektu. Przy tej samej kubaturze betonu zwiększenie sumaryczne kosztów sięga więc tylko 1,2-2%. W zamian uzyskujemy lepszą jakość konstrukcji, a więc wysoką jej trwałość. Jeśli dodatkowo posłużymy się argumentem, że można na kubaturze betonu uzyskać oszczędność nawet do 30%, to okaże się, że stosowanie betonów wysokowartościowych jest naprawdę ekonomicznie uzasadnione – tłumaczy prof. W. Radomski.

Różnorodność ustrojów konstrukcyjnych i technologii wykonawczych

W mostownictwie betonowym najczęściej stosowane ustroje to: płytowe, belkowe, ramownicowe. Powszechne i dość charakterystyczne są też obiekty o ustrojach łukowych, kratownicowych i wiszących. Na przykład ciekawym rozwiązaniem kratownicowych mostów betonowych są francuskie wiadukty w Sylans. Ale też pojawiają się oryginalne ustroje konstrukcyjne jak: podwieszone, typu „extradosed” i wstęgowe.

- Powszechnie uważa się, że nie ma betonowych mostów wiszących. Wydawałoby się, że ta konstrukcjach zarezerwowana jest przez stal. Jest jednak kilka tego typu obiektów betonowych. One pochodzą z dawnych lat. Przykładem jest betonowy most wiszący na drodze z Gandawy do Brukseli, który powstał w latach 1958-59. Podstawowa różnica pomiędzy betonowym a stalowym mostem wiszącym polega na tym, że w obiekcie betonowym główny kabel topiony jest w przęśle, bo siła naciągu tego kabla, a właściwie składowa pozioma tego naciągu, spręża konstrukcję, podczas gdy w mostach stalowych wyprowadzany jest do niezależnych komór w przyczółkach – wyjaśnia prof. Wojciech Radomski. - Podobnie dzieje się w przypadku zwisu tego kabla. W mostach betonowych jest on mniejszy niż w stalowych, a to powoduje, że składowa pozioma jest większa.

Również od dawna tworzone są konstrukcje mostów wstęgowych. Na początku lat 70. minionego stulecia ogłoszono międzynarodowy konkurs na most przez Cieśninę Bosfor. Właśnie zgłoszony wówczas projekt niemieckiego konstruktora Ulricha Finserwaldera proponował wstęgową konstrukcję (projekt niezrealizowany). –

Phoca PDF

Uznano wówczas, że ta konstrukcja jest zbyt śmiała, ale pokazuje ona, że już wiele lat temu potrafiono tak projektować, że w najwęższym miejscu wstęga mostu ma 30 cm przy długości przęsła 408 m. Tymczasem w już istniejących realizacjach współczynnik h do l wynosi przeciętnie mniej więcej 1 do 200 – podkreśla prof. W. Radomski.

Na szczególną uwagę zasługują mosty „extradosed”. W języku polskim nie ma dotąd właściwego odpowiednika tej nazwy. Powszechnie określa się je jako mosty doprężane bądź z dodatkowym doprężeniem. - Idea tej konstrukcji sprowadza się do tego, że pylon jest znacznie niższy niż w mostach podwieszonych i z tego względu składowa pozioma cięgien jest dość duża, można więc te mosty traktować jako sprężone kablami sprężającymi wyprowadzonymi poza obrys przekroju – wyjaśnia profesor. W Polsce już mamy tego rodzaju mosty. Taki obiekt funkcjonuje w Koninie (dł. 80 m; realizacja 2007 r.), a w trakcie budowy jest most w Kwidzyniu z przęsłami mierzącymi 204 m, co będzie rekordem Europy w tego typu obiektach. – Te mosty są tańsze od klasycznych obiektów podwieszonych. Szeroka klasa rozpiętości jaką osiągają te konstrukcje, tj. od 80 do 300 m, dla polskich warunków jest w zupełności wystarczająca. A skoro są tańsze w realizacji, uważam, że warto by się upowszechniły w kraju – zaznacza prof. W Radomski.

Agnieszka Serbeńska

Materiał na podstawie wystąpienia prof. Wojciecha Radomskiego podczas V Seminarium Technicznego „Aktualne zagadnienia budownictwa komunikacyjnego”, zorganizowanego przez zarząd białostockiego oddziału Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji RP (Augustów, 19-21 stycznia 2011 r.).

Phoca PDF