

Łukowe obiekty inżynieryjne z prefabrykatów żelbetowych typu TechSpan®

tekst: mgr inż. MARCIN CHUDEK, zdjęcia: FREYSSINET POLSKA Sp. z o.o.

Inwestorzy przykładają coraz większą wagę do kosztów społecznych budowy nowej infrastruktury komunikacyjnej w Polsce. Większy nacisk kładziony jest również na czas realizacji inwestycji. Chociaż nowo budowanych lub modernizowanych dróg i linii kolejowych przybywa, to jednak w tym samym czasie w szybkim tempie wzrasta również grono ich użytkowników. Fakt ten powoduje, że w debacie społecznej liczba i tempo prowadzonych inwestycji są wciąż powodem do wielu dyskusji. Współczesne technologie budowy mostów wychodzą naprzeciw tym oczekiwaniom i są narzędziem wspierającym inwestorów w ich staraniach o sprawną realizację planów.

Charakterystyka systemu TechSpan®

System budowy łukowych obiektów inżynieryjnych z prefabrykatów żelbetowych typu TechSpan® należy do kategorii łukowych konstrukcji sklepionych. Składa się z żelbetowych prefabrykatów łukowych oraz elementów uciągających służących do budowy obiektów inżynieryjnych dwu- i trójprzegubowych, zaprojektowanych i wykonanych z pojedynczego lub podwójnego elementu łuku. Z oczywistych względów konstrukcje typu TechSpan® nie wymagają łożysk ani dylatacji. Jest to konstrukcja o przekroju zamkniętym, która służyć może do przeprowadzania drogi, szlaku kolejowego, samodzielnego ciągu pieszego lub pieszo-rowerowego, cieku wodnego, szlaku wędrówek zwierząt dziko żyjących lub innego rodzaju komunikacji gospodarczej lub produkcyjnej (np. rurociąg, taśmociąg) przez lub pod przeszkodą terenową.



Ryc. 1. Kolejowy i drogowy tunel wiaduktu ekologicznego w technologii TechSpan® w Mosinie koło Poznania

Kształt obiektów inżynieryjnych może być kołowy lub paraboliczny, jest on każdorazowo optymalizowany w zakresie skrajni ruchu, rozpiętości, wyniosłości oraz wymaganych obciążeń. Zastosowanie w projektowaniu MES umożliwia optymalny dobór krzywizny łuku, tak aby był on zgodny z tzw. linią ciśnień, która znajduje się w rdzeniu przekroju. W takiej sytuacji cały przekrój, niezależnie od obciążeń, jest zawsze ściskany. Cecha

ta jest charakterystycznym wyróżnikiem łukowych mostów sklepionych.

Konstrukcja żelbetowa typu TechSpan® jako klasyczne sklepienie łukowe nie jest konstrukcją podatną, a więc nie występuje w niej zjawisko tzw. przesklepienia zasyпки, charakterystyczne dla konstrukcji gruntowo-powłokowych. Zasyпка w moście łukowym pełni rolę podłoża pod nawierzchnię, a dla samej konstrukcji jest wypełnieniem i stanowi obciążenie stałe. Konstrukcja sama w sobie jest konstrukcją sztywną. W odróżnieniu od konstrukcji gruntowo-powłokowych podczas układania zasyпки nie mamy do czynienia z deformacją elementów. Wykazują to zarówno obliczenia teoretyczne, jak i wyniki uzyskane z pomiarów wykonanych już obiektów. Po uciągnięciu prefabrykatów w kluczu konstrukcja Techspan® jest w sensie statycznym identyczna jak łukowa konstrukcja monolityczna wykonywana na szalunkach na budowie.

Przykład realizacji wiaduktu kolejowego w technologii TechSpan®

W kwietniu 2014 r. w północnej części Krakowa w ramach rewitalizacji linii kolejowej nr 8 Kozłów – Kraków Główny rozpoczęto przebudowę znajdującego się w złym stanie technicznym żelbetowego wiaduktu kolejowego przekraczającego ul. Opolską, ciąg pieszo-jezdny oraz niewielką rzekę Białuchę. Linia kolejowa ma w tym miejscu przekrój dwutorowy i przebiega w odcinku prostym, który tuż za wiaduktem przechodzi w łagodny łuk poziomy.

Jednym z warunków, jakie inwestor postawił przed wykonawcą, było stałe utrzymanie ruchu pociągów w czasie przebudowy po jednym z dwóch torów. Oznaczało to konieczność pozyskania odpowiedniej dla tego celu technologii oraz podział etapów budowy na kilka faz. Generalny wykonawca zdecydował o wyborze technologii z prefabrykatów żelbetowych typu TechSpan®.

Po przełożeniu ruchu pociągów na jeden tor pierwszy etap robót obejmował wyburzenie połowy wiaduktu znajdującego się pod wyłączonym z ruchu torem, przebudowę podpór i odbudowę nowej konstrukcji obiektu, a także ścian czołowych wykonanych z gruntu zbrojonego Freyssisol, na których bez-



Ryc. 2. Wiadukt kolejowy w Krakowie przed przebudową

pośrednio ułożono nawierzchnię kolejową. Następnie ruch pociągów przełożono na nowo wybudowaną połowę wiaduktu i rozpoczęto rozbiórkę drugiej części obiektu. Należy dodać, że cała operacja montażu konstrukcji przeszła z elementów TechSpan® pod pierwszym torem zajęła zaledwie 5 godzin. Przygotowane transporty z prefabrykatami TechSpan® oraz dźwigi do montażu w godzinach późnowieczornych zajęły północną część jezdni ul. Opolskiej, by już po kilku godzinach, nad ranem, wycofać się po zakończeniu operacji zamontowania gotowej konstrukcji przeszła. Dzięki temu okoliczni mieszkańcy oraz użytkownicy jednej z głównych arterii komunikacyjnych Krakowa nie odczuli żadnych utrudnień. Za całość robót związanych z zaprojektowaniem, wykonaniem oraz montażem i uszczelnieniem konstrukcji odpowiedzialna była firma Freyssinet Polska Sp. z o.o. Po zamontowaniu konstrukcji przeszła łukowego rozpoczęto montaż zamykających ścian czołowych.



Ryc. 3. Wiadukt łukowy TechSpan® – strona zewnętrzna ze ścianami z gruntu zbrojonego TerraClass®

Od strony docelowej wiaduktu wykonano konstrukcję z gruntu zbrojonego Freyssisol w systemie TerraClass® z panelami prefabrykowanymi ze zbrojeniem nasypu w postaci żebrowanych pasów stalowych.

Dzięki temu, tak jak w przypadku całej konstrukcji przeszła, prace nie wymagały użycia rusztowań, szalunków, wykonywania robót zbrojarskich, betoniarskich itd. Od strony wewnętrznej dla zamknięcia korony wiaduktu ścianę czołową wykonano



Ryc. 4. Wiadukt łukowy TechSpan® – strona wewnętrzna ze ścianami z gruntu zbrojonego TerraTrel®

jako tymczasową, stosując technologię konstrukcji z gruntu zbrojonego Freyssisol w systemie TerraTrel®, której elementem okładzinowym jest panel z siatki stalowej, a zbrojeniem nasypu są, tak jak w przypadku systemu TerraClass®, żebrowane pasy stalowe (ryc. 4).

W analogiczny sposób w lipcu 2014 r. wykonana została druga część konstrukcji wiaduktu kolejowego pod torem nr 2 (ryc. 7 i 8). Zwraca uwagę fakt, że szerokość konstrukcji podtrzymującej tor wykonany w pierwszym etapie wynosiła zaledwie 4,5 m (ryc. 4 i 5). Całość oparta została na czterech elementach typu TechSpan®, które w kluczu zwieńczono żelbetową belką uciągającą. Nasyp wiaduktu zwieńczono ścianami z gruntu zbrojonego w rozstawie niespełna 4,5 m (ryc. 9), na których ułożono nawierzchnię kolejową. Przy wyniosłości konstrukcji łukowej mierzącej zaledwie 3,58 m rozpiętość przeszła wynosi 14,34 m.

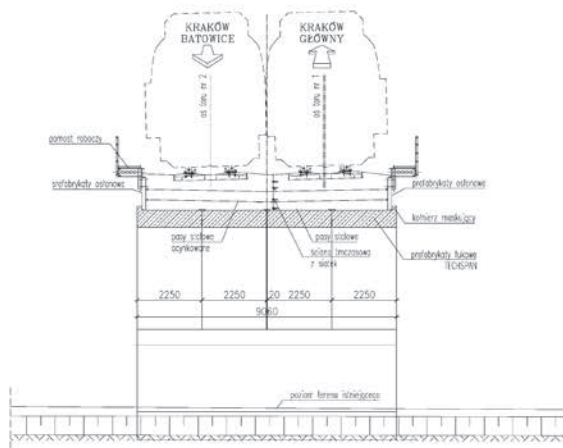


Ryc. 5 i 6. Konstrukcja TechSpan® pod torem nr 1



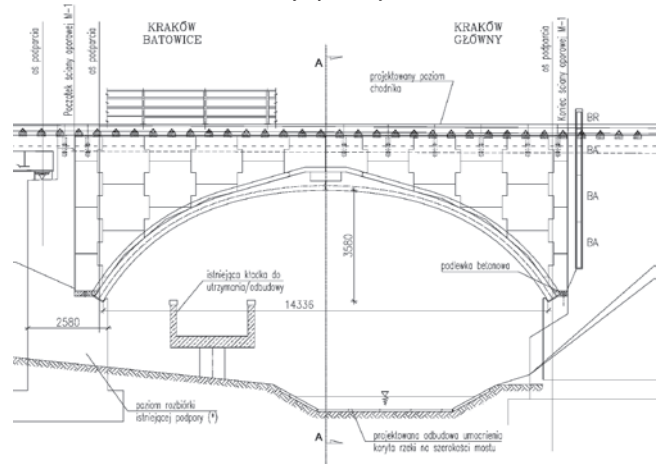
Ryc. 7 i 8. Wykonanie drugiego etapu montażu – konstrukcja TechSpan® pod torem nr 2

Przekrój poprzeczny A-A



Ryc. 9. Przekrój poprzeczny przez wiadukt kolejowy typu TechSpan® w Krakowie

Widok ściany oporowej M-1



Ryc. 10. Widok z boku wiaduktu kolejowego typu Techspan® w Krakowie ze ścianami zamykającymi TerraClass®

Atuty technologii

Na przykładzie realizacji wiaduktu kolejowego nad ul. Opolską w Krakowie widać, w jaki sposób współczesne technologie mogą przyczynić się do usprawnienia procesu realizacji zadań inwestycyjnych w infrastrukturze. Przykład pokazuje, że oprócz tego, iż są to technologie optymalizujące koszt inwestycji, to przy ich zastosowaniu czas realizacji zadania można skrócić do absolutnego minimum. Jest to możliwe dzięki wyspecjalizowanej wiedzy i szerokiemu wykorzystaniu prefabrykacji, a więc wykonaniu i przygotowaniu większości elementów poza placem budowy.

Technologia TechSpan® nie wymaga łożysk i dylatacji, znacznie obniża koszt realizacji inwestycji, charakteryzuje się szybkością i łatwością montażu, nie wymaga rusztowań ani szalunków, jest odporna na korozję, a prace można prowadzić bez względu na porę roku i warunki atmosferyczne. Obiekty projektowane i wykonywane są pod najwyższe, zgodne z polskimi i europejskimi normami klasy

obciążeń, zarówno kolejowe, jak i drogowe. Szczególny nacisk położono na rozwiązanie uszczelnienia systemu, ponieważ zagadnienie to, zwłaszcza w polskich warunkach klimatycznych, jest szczególnie istotne. Opracowana przez Freyssinet technologia uszczelnienia obiektów inżynierskich TechSpan® jest wieloetapowa. Obejmuje ona zabezpieczenie styku pomiędzy prefabrykatami oraz izolację powierzchniową całej konstrukcji. Zabezpieczenie styków odbywa się w dwóch etapach: najpierw styki wypełnia się materiałami trwale plastycznymi, a następnie na całą dylatację przykleja się ciągłą, specjalnie do tego celu zaprojektowaną taśmę uszczelniającą. W ostatniej fazie całość konstrukcji pokrywana jest przeciwwodnym zabezpieczeniem powierzchniowym.

Podsumowanie

Przemysł budownictwa infrastrukturalnego na świecie może pochwalić się nieustannym rozwojem. W Polsce okazją do tego rozwoju stały się plany wprowadzenia w życie programu budowy szybkich dróg, autostrad oraz modernizacji połączeń kolejowych. Technologie opracowane przez Terre Armée International z Grupy Freyssinet znacznie przyczyniły się do tego rozwoju, a jednym z naszych celów stało się podtrzymanie tradycji innowacyjności. Po rozpropagowaniu pod koniec XX w. konstrukcji z gruntu zbrojonego wprowadzenie systemu budowy łukowych obiektów inżynierskich z prefabrykatów żelbetowych typu TechSpan® jest kolejnym wyrazem kontynuowania tej tradycji.

Referat zaprezentowany podczas Wrocławskich Dni Mostowych *Współczesne technologie budowy mostów*, Wrocław, 27-28 listopada 2014 r.



Ryc. 11. Prace wykończeniowe na wiadukcie kolejowym TechSpan® w Krakowie