



SŁAWOMIR KARAS

Politechnika Lubelska
js.karas@pollub.pl
ORCID 0000-0002-0626-5582



IZABELA KAMIŃSKA

Generalna Dyrekcja Dróg
Krajowych i Autostrad
ikaminska@gddkia.gov.pl

Strefa nad filarem ciągłych ustrojów mostów zespolonych stal-beton – przegląd patentów

Przedmiotem artykułu jest prezentacja wybranych opisów patentowych dotyczących zagadnienia sformułowanego w tytule. Nie jest to częsta forma i tematyka artykułów technicznych, jednakże umożliwia uzyskanie wiedzy na temat ogólnego stanu i rozwoju różnych dyscyplin wiedzy technicznej. Do przeglądu dokumentów patentowych została wykorzystana przeglądarka internetowa *Espacenet* opracowana przez Europejski Urząd Patentowy wraz z państwami członkowskimi Europejskiej Organizacji Patentowej. Przeglądarka umożliwia dostęp do ponad 90 milionów opublikowanych zgłoszeń patentowych. Po wpisaniu tematyki zawartej w tytule, w różnych wersjach pojawiło się 537 wyników, które mają zawsze kilka linków do zbliżonych patentów. Spośród nich wyodrębniono kilkanaście patentów lub wzorów użytkowych, które zostały zamieszczone poniżej. Dodatkowo uwzględniono kilka historycznych dokumentów z zakresu dźwigarów zespolonych.

Przykłady mostów zespolonych o ciągłych ustrojach nośnych

Poza mostami z przęsłami swobodnie podpartymi, powszechnie są budowane mosty z zastosowaniem ustrojów

wieloprzęstowych ciągłych podpartych przegubowo. W tych przypadkach w strefie nad filarem stosowane są rozwiązania konstrukcyjne uwzględniające rozciąganie w dźwigarze zespolonym w jego górnej części, tj. betonowej płycie pomostowej. Poniżej zamieszcza się kilka przykładów takich mostów.

Most we wsi Neple nad Bugiem był odtworzeniem kształtu poprzedniego ustroju belkowego żelbetowego o zmiennej wysokości dźwigarów głównych, przy czym w projekcie zastosowano ustrój nośny zespolony. Przebudowano przyczółki i odnowiono filary.

Projekt przebudowy powstał w biurze projektowym DrogMost Lubelski w roku 2003, projektantem był Grzegorz Zieliński (fot. 1 i rys. 1). Nośność mostu odpowiada klasie obciążenia A wg normy PN-85/S-10030 [1]. Całkowita długość ustroju nośnego wynosi $L = 86$ m przy rozpiętościach podporowych $L_t = 24,0 + 31,0 + 24,0$ m (0,77 : 1,0 : 0,77). Zastosowano 4 dźwigary stalowe o zmiennej wysokości konstrukcyjnej od 80 cm w częściach środkowych przęseł do 160 cm nad filarami. Na zewnętrznych powierzchniach dźwigarów skrajnych, ze względów estetycznych, utrzymano gładkie powierzchnie środników, stosując jedynie żebra na pełnej wysokości w osiach podparcia nad filarami i przyczółkami. Wewnętrzne stężenia wykonano z belek HEB, przy czym stężenia w przęsłach są pojedyncze, a w części o zmiennej wysokości są podwójne. Most oddano do eksploatacji w 2008 roku.

W przypadku ustrojów ciągłych w strefach nad filarami występują momenty rozciągające włókna górne dźwigarów zespolonych (momenty ujemne). Zatem ma miejsce pełna inwersja koncepcji dźwigara zespolonego. Rozciągana jest



Fot. 1.
Widok ogólny mostu w Neplach



Rys. 1. Przekrój poprzeczny mostu w Neplach

plyta betonowa pomostu, a ściskana jest półka (pas) dolna wraz z fragmentem środnika belki stalowej. Poza zwiększeniem wysokości belki stalowej nad filarem, w praktyce projektuje się zwiększoną liczbę prętów zbrojenia w strefie nad filarem, w celu spełnienia kryterium na dopuszczalne graniczne rozwarcia rys w płycie betonowej. Dodatkowo można stosować kontrolowane wymuszenia przemieszczeń pionowych na tymczasowych łożyskach nad filarami. Trzeba pamiętać, że wymuszone przemieszczenia pionowe w zakresie sprężystym zmniejszają końcowe momenty zginające nad filarem przy jednoczesnym zwiększeniu zginających

momentów przęsłowych. W przypadku mostu w Neplach oraz mostów pokazanych na fotografii 2 wymuszone przemieszczenia pionowe dźwigarów nad filarami (przed betonowaniem płyty pomostowej) były rzędu 50 cm. W pierwszej dekadzie XXI wieku, wymuszenia wprowadzano przez stosowanie tzw. łożysk piaskowych.

Po zabetonowaniu i osiągnięciu wymaganej wytrzymałości przez beton płyty pomostowej, zespolony ustrój nośny mostu opuszczano na łożyskach tymczasowych nad filarami.

Estetyka mostów jest zawsze ważna, szczególnie w przypadkach mostów będących wyraźnymi elementami architek-

a)



b)



Fot. 2. Mosty zespolone z ustrojami ciągłymi o stałej wysokości konstrukcyjnej belki stalowej: a) most w Dorohucz (2006); b) most w Osuch (2008)

a)



b)



Fot. 3. Przykłady uciąglenia dźwigarów za pomocą sztywnej monolitycznej poprzecznicy: a) uciąglenie belek typu T, droga S12 Lublin (2021); b) budowa mostu zintegrowanego, dźwigary typu VFT, Piaski pod Lublinem (2009)

a)



b)



c)



Fot. 4. Most „Blaues Wunder” w Dreźnie nad Łabą: a) widok od strony napływu; b) i c) konstrukcja przegubu w osi mostu

tonicznymi wpisany w krajobraz nadrzeczny i jednocześnie nizinny. Przemysłane sytuacje projektowe owocują spokojnym i harmonijnym obrazem mostów (fot. 1 i 2 a). Z kolei most na fotografii 2 b), mimo że spełnia zasady estetyczne Wasiutyńskiego [2], w szczególności o rytmiczności elementów, wywołuje u autorów artykułu niewielką niepewność co do występującej serii żeber usztywniających środkiki.

Alternatywnym sposobem pełnego uciążlenia przęsła swobodnie podpartych jest wykonanie masywnego styku dźwigarów nad filarem (poprzecznicy betonowej). Jest to rozwiązanie wysoce efektywne, które jest powszechnie stosowane w technologii uciążlenia dźwigarów betonowych np. prefabrykowanych belek strunobetonowych typu T (fot. 3 a). Masywne poprzecznice betonowe są również zawsze stosowane w przypadku budowy obiektów mostowych z wykorzystaniem dźwigarów typu VFT (fot. 3 b), jak również przy pełnym uciążleniu przęsła z belek walcowanych.

Odchodząc nieco od tematu, na fotografii 4 pokazano przegub-uciążlenie historycznego mostu stalowego *Blaues Wunder* w Dreźnie. Schemat statyczny mostu to podwójna dwuwspornikowa kratownica stalowa, której budowę ukończono w 1893 r.

W środku długości mostu wykonano mechanicznie złożone połączenie przegubowe wspomagane ściąganiem (fot. 4 b) i c). W sensie użytkowym, bez wątpienia, jest to most o schemacie statycznym ciągłym przegubowym. Nazwa mostu pochodzi od unikalnej barwy wyrobów malarskich, którymi malowana jest konstrukcja stalowa obiektu.

Przegląd opublikowanych patentów z zakresu projektowania uciążlenia w strefie nad filarem

Przegląd patentów z wybranej dziedziny jest niezbędnym elementem wniosku patentowego. Z tego powodu takie przeglądy są nieczęste, a ich rezultaty są rzadko publikowane. Pretekstem do napisania rozdziału w publikowanym artykule jest zgłoszenie patentowe *Konstrukcja dźwigara zespolonego stal-beton nad filarem mostu o schemacie ciągłym* oznaczone symbolem P.440531. Przedmiot patentowa-

nia będzie przedstawiony w niezależnym artykule. Poniżej zamieszczono wyselekcjonowane z grupy 537 dokumentów patentowych o cechach zbliżonych do tytułu zgłoszenia patentowego. Ostatecznie wybrano 23 dokumenty patentowe.

Dokument patentowy jest zredagowany wg następującego schematu: zgłaszający patent, wynalazca, kody klasyfikujące patent, priorytety, wniosek patentowy, oznaczenie i data publikacji, tytuł, abstrakt, rysunki. W poniższym tekście będzie stosowany uproszczony, ale dostateczny sposób polegający na podaniu: oznaczenia patentu, daty publikacji, skrótowego opisu patentu i niektórych rysunków. Sposób opisu patentów jest różny. Część z nich jest bardzo dokładnym opisem i wskazaniem zastosowania patentu w wybudowanych konstrukcjach mostowych. Są również opisy znacznie skromniejsze, przy których konieczne jest dokładne analizowanie zamieszczonych rysunków. Rysunek jest znakomitym językiem dla inżynierów. Tak czy inaczej, jak się wydaje autorom, prezentowane patenty są czytelnie przedstawione. Zastosowano także grupowanie wybranych zgłoszeń patentowych, które nie jest przeprowadzone wg precyzyjnych zakresów, jednakże redukuje chaos wielości opisywanych przykładów. Rysunki w dokumentach patentowych nie mają tytułów, są opatrzone numerami. Dostosowując się do stosowanego przez redakcję miesięcznika *Drogownictwo* zwyczaju edycyjnego wprowadzono tytuły rysunków w treściach graficznych.

Znaczna liczba patentów pozwala określić tendencje we współczesnej inżynierii, pomimo tego że studiowany był wąski zakres tematyczny. Ogromna większość dokumentów patentowych to opracowania chińskie. Odnaleziono dwa patenty polskie. Publikacja patentów chińskich jest niestety w językach chińskich. Często są udostępnione tłumaczenia na język angielski. Autorom trudno jest rozstrzygnąć dlaczego po przetłumaczeniu nie pojawiają się terminy/nazewnictwo stosowane w Europie. Może to być skutkiem tłumaczeń lub, dopuszcza się, że mogą być stosowane inne nazwy niż te funkcjonujące w Polsce. Przykładem jest zespolenie łącznikami typu *dowel*, które pojawiają się po tłumaczeniu jako *łączniki doczołowe*. Z tego powodu poniżej zamieszcza się liczne rysunki z publikowanych dokumentów. Na zasadzie dopuszczalnego skrótu, przy omawianiu rysunków przywo-

fane zostały tylko niektóre oznaczenia, przy jednoczesnym pominięciu opisów oczywistych (dla czytelnika) elementów zamieszczonych na rysunkach. Podobnie, inaczej niż w Polsce, rozumiany jest termin ciągła konstrukcja swobodnie podpartego mostu z belek zespolonych (*continuous structure of simply supported composite beam bridge*) co, jak się wydaje, odpowiada belce zespolonej ciągłej podpartej przegubowo. Autorzy artykułu starali się stosować funkcjonującą obecnie w Polsce terminologię.

Język zapisów patentowych jest daleki od języka beletrystyki [3]. Nie tak dawno gościem jednej z inauguracyj roku akademickiego na Politechnice Lubelskiej był prof. Jerzy Bralczyk. Po wykładzie, został poproszony o komentarz o języku w patentach. Uchylił się od odpowiedzi. Język patentów jest inny niż tzw. język techniczny. Autorzy uznali, że ten język jest także interesującym poznawczo elementem artykułu.

Patenty historyczne

Przegląd patentów rozpoczyna grupa patentów historycznych (zabytkowych), pochodzących z XX w. Nie są to

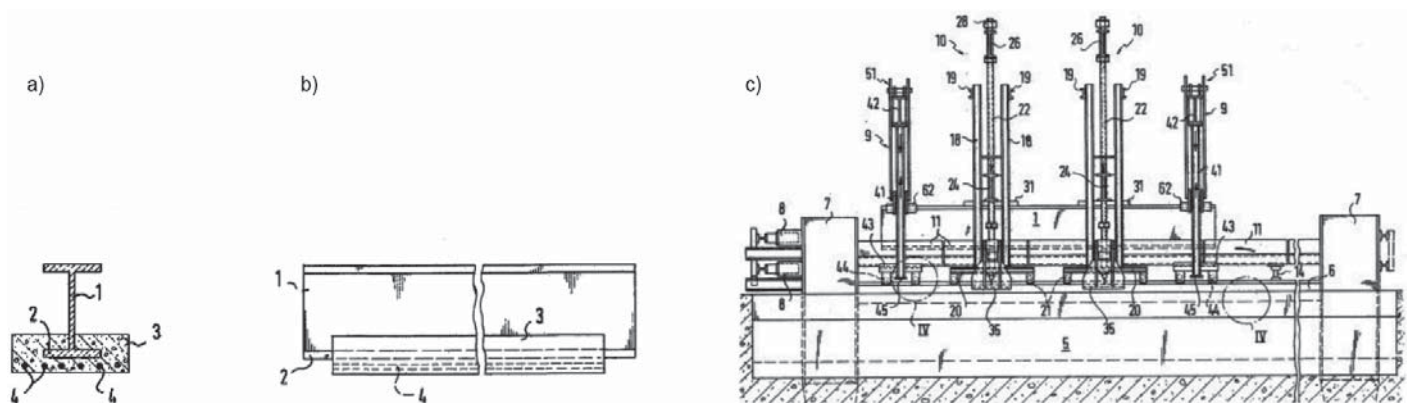
patenty ściśle powiązane z założoną tematyką, to raczej ciekawostki myśli technicznej, kiedyś innowacyjnej, a obecnie powszechnej.

DE2254908A1 1974-05-22 żelbetowa belka zespolona i urządzenie do produkcji belki zespolonej

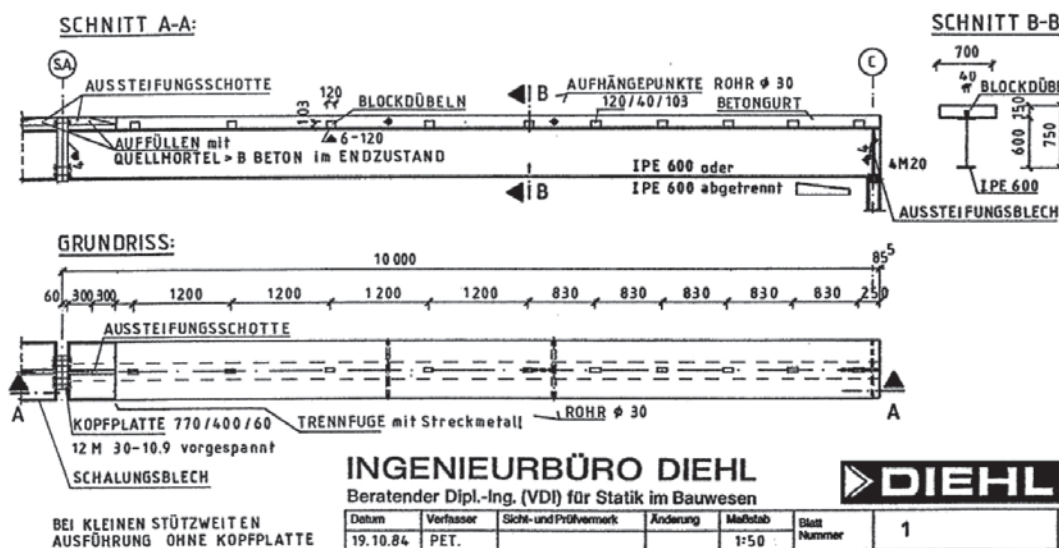
Patent dotyczy znanego w Polsce sposobu sprężania belki żelbetowej za pomocą wstępnie odkształconych sprężystości belek stalowych – znanych w Polsce jako metoda *pre-flex*. Przypomnijmy, że metodę *pre-flex* stosował w końcu latach 60. ubiegłego wieku Andrzej Brenneisen¹. W przypadku omawiania *pre-flex* istotna jest technologia wprowadzania wymuszonych deformacji. W dokumentach patentowych nie ma streszczenia. Jest natomiast kilka rysunków, które na zasadzie powszechnej wśród inżynierów mostownictwa wiedzy o metodzie *pre-flex* zostały opisane na rysunku 2.

Na rysunku 2 c) przedstawiono stanowisko do wymuszenia sprężystych deformacji belki stalowej wg schematu np. czteropunktowego zginania. Półka zdeformowanej sprężystości belki

¹ Andrzej Brenneisen pracował w Katedrze Mostów prowadzonej przez prof. Zbigniewa Wasiutyńskiego na PW.



Rys. 2. Metoda *pre-flex*: a) i b) przekrój poprzeczny i widok z boku belki zespolonej z wprowadzoną wstępną deformacją sprężystą belki stalowej redukującej stan ściskania w stanie obciążenia usuwalnych oraz użytkowych; c) stanowisko do wymuszeń wstępnej deformacji i zespolenia



Rys. 3. Dźwigar o rozpiętości 20 m złożony z dwóch prefabrykatów zespolonych

zostaje obetonowana (rys. 2 a) i b). Po zakończeniu wiązania i twardnienia betonu powstała belka zespolona jest wysuwana ze stanowiska wymuszającego wstępną deformację. Zatem, finalnie mamy belkę zespoloną stal-beton z wprowadzonym początkowym stanem odkształcenia i naprężenia, odpowiednio do potrzeb pracy elementu konstrukcyjnego. Metoda jest stosowana także współcześnie. Istnieje kilka wariantów wprowadzania wymuszeń i kilka końcowych kształtów belek.

DE3442543A1 1985-07-18 Prefabrykowany dźwigar zespolony

W opisie patentu jest streszczenie, jednakże rysunek jest wystarczający do rozpoznania wynalazku i nie wymaga szerszego komentarza. Prefabrykowany dźwigar zespolony został opracowany w celu zwiększenia rozpiętości dźwigarów stropowych w budownictwie ogólnym i przemysłowym (rys. 3).

Połączenie zespolone między stalową belką, a betonową płytą jest zapewnione przez łączniki sztywne w formie opórek, np. rur stalowych o profilu kwadratu lub prostokąta.

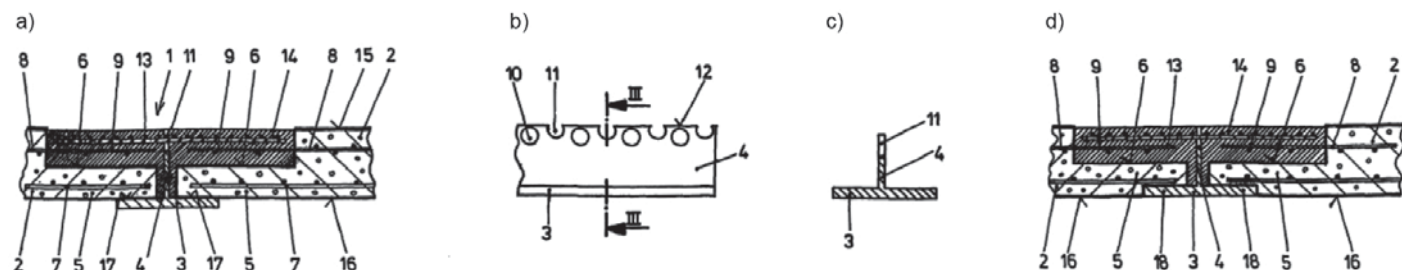
Podobne rozwiązanie zostało zastosowane przez Zbigniewa Szepietowskiego w przypadku mostu w Czarzyźnie w 1997 r. [4]. Tu należy przypomnieć, że w tamtych latach dostęp do patentów zagranicznych był bardzo trudny, dlatego Szepietowski o opisywanym patencie mógł nie wiedzieć.

EP1227198A2 2002-07-31 Strop kompozytowy stal-beton (Composite steel floor)

Istota patentu jest zobrazowana na rysunku 4, na którym zamieszczono oznaczenia cyfrowe wymieniane w opisie patentu. Od razu trzeba wskazać, że na rysunkach 4 a) i 4 d) są przedstawione dwa warianty zespolenia prefabrykowanych paneli stropowych, które optycznie różnią się niewiele, jednakże w sensie ilościowym różnice są znaczne.

Założono, że jest to metoda łączenia dwóch paneli prefabrykowanych 2 za pomocą złącza zespolonego stal-beton dzięki stalowemu teownikowi i dodatkowemu zbrojeniu, które po wprowadzeniu mieszanki betonowej i jej stwardnieniu tworzą zespolony element scalający. Stalowy teownik o półce od spodu 3, 4, jest górą łączony poprzez zbrojenie 13, jednocześnie z paneli są wyprowadzone końcówki zbrojenia paneli 8, 9. Złącze scalające jest formowane in situ w niecce paneli 6. W ten sposób powstaje górna półka dźwigara 14 zespolonego.

Na rysunku 4 b) widoczny jest system wcięć i otworów 10, 11 w teowniku stalowym 3, 4, które umożliwiają przepuszczenie prętów zbrojenia górnego paneli i złącza zespolonego 9, 11, 13, 14. Sposób kształtowania krawędzi środnika 4 jest, w zmodyfikowanej formie, obecnie często stosowany. Podczas wykonania stropu konieczne jest stosowanie podpór/rusztowania tymczasowego, przy czym po modyfikacji proponowanego patentem rozwiązania, można wyeliminować konieczność podparć tymczasowych.



Rys. 4. Zespolenie prefabrykowanych paneli żelbetonowych: a) i d) dwa warianty kształtowania zespolenia; b) widok z boku teownika z dostosowaną krawędzią środnika do przepuszczenia prętów górnej półki złącza; c) przekrój poprzeczny teownika stalowego z półką dolną

Scalanie przęseł mostowych

CN211772737U 2020-10-27 Wzór użytkowy montażu mostowej belki zespolonej

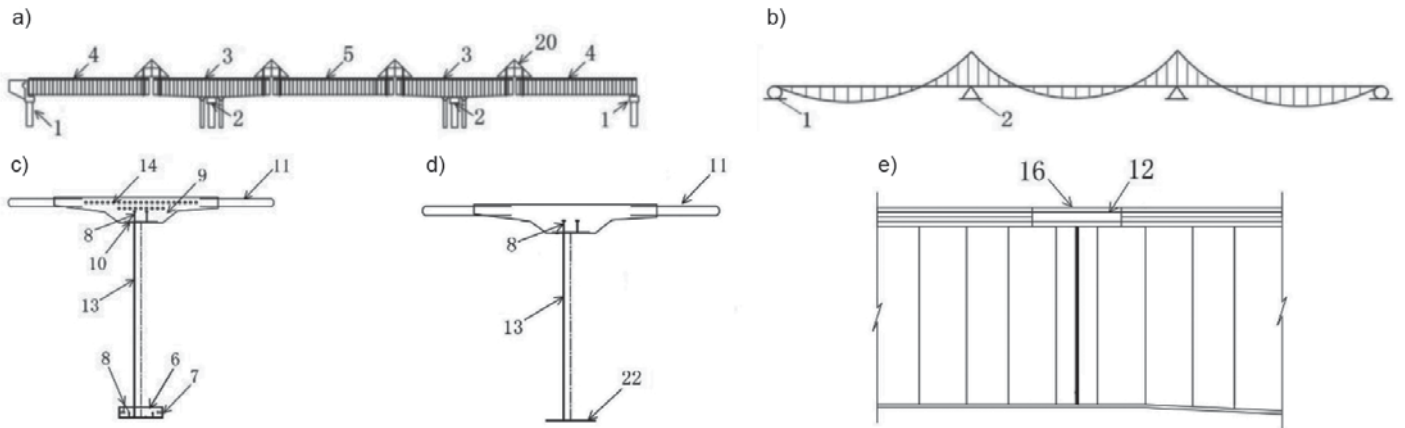
Patent dotyczy prefabrykowanego mostu zespolonego o pierwotnym montażowym schemacie statycznym belki ciągłej przegubowej, który zostaje przebudowany do jednolitego ustroju ciągłego (rys. 5). Stosowane są prefabrykowane elementy belkowe: skrajne 4, nadfilarowe 3 i pośrednie 5. Belka stalowa ma środnik z blachy falistej, przy czym występuje niewielka, liniowa zmienność wysokości belki nadfilarowej – odpowiednio do zmienności momentu ujemnego (hogging moment). W strefie rozciągania płyty betonowej nad filarami zastosowano kable sprężające, a półka dolna ma kształt litery U (dokładniej – położonego ceownika) wypełnionej betonem zespolonym z półką dolną (rys. 5 c).

CN109356034A 2019-02-19 System górnej konstrukcji ciągłego mostu belkowego, sprężonej podłużnie i poprzecznie prętami/kablami CFRP

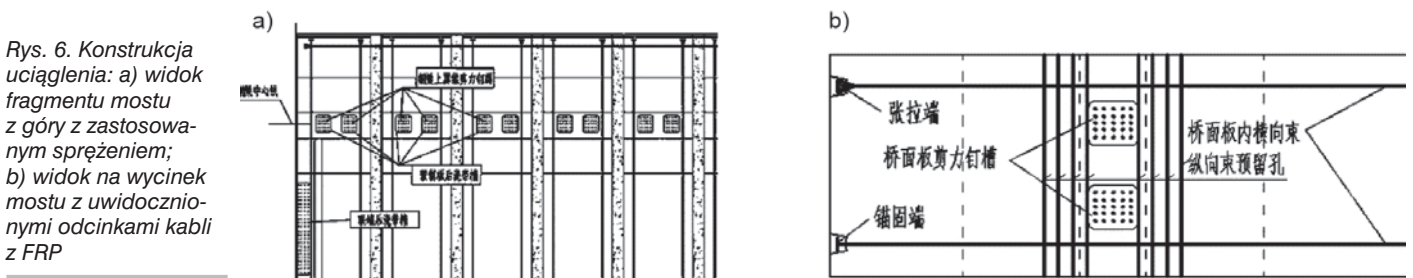
W patencie przedstawiony został wariant składający się z dwóch belek stalowych zespolonych z płytą betonową (*twin I-shaped steel composite bridge girder*) (rys. 6). Belki stalowe o przekroju teowym o stałej wysokości są zespolone z płytą betonową o stałej grubości. Pomost mostu jest wykonany z prefabrykowanych płyt. W kierunku poprzecznym prefabrykacja obejmuje całą szerokość mostu. Zatem, ściśle, nie jest to uciąglenie w strefie ujemnych momentów, chociaż może być wykorzystane także w tym celu. Stosowane są pręty/kable sprężające z CFRP. W płycie pomostu przewidziano otwory do przepuszczenia kabli. Zamki są wypełniane mieszanką betonową BFRP (*Basalt Fiber Reinforced Polymer* – beton włóknisty) łączącą płytę z belkami stalowymi.

Poprzeczne kable sprężające wykonano jako 4Ø10 z CFRP. Sprężanie kabli przebiega naprzemiennie, jednostronnie. Naprężenie w kablu wynosi 1395 MPa. W prefabrykowanych elementach płyty zastosowano beton włóknisty polipropylenowy (włókna rozproszone) o konsystencji wg metody opadu stożka 6–10 cm. W części wylewanej na miejscu zastosowano wysokowydajny beton włóknisty BFRP klasy C40/50 z kompensacją skurczu. Ciężna sprężona CFRP są w rozstawie > 180 mm.

Niestety rysunki w publikowanym patencie są opisane tylko w języku chińskim, co jest znacznym utrudnieniem przy



Rys. 5. Prefabrykowany most zespolony, stany montażowe: a) schemat uciąglenia zamków 20 elementów belkowych; b) wykres momentów zginających od obciążeń stałych w fazie użytkowej; c) przekrój poprzeczny prefabrykowanej belki nadfilarowej; widoczne sprężenie w betonie półki górnej oraz rozbudowana półka dolna belki stalowej; d) przekrój poprzeczny prefabrykowanej belki przęsłowej skrajnej 4 i pośredniej 5; e) zamek połączenia elementów belkowych w węźle, uciąglenie płyty betonowej w technologii na mokro

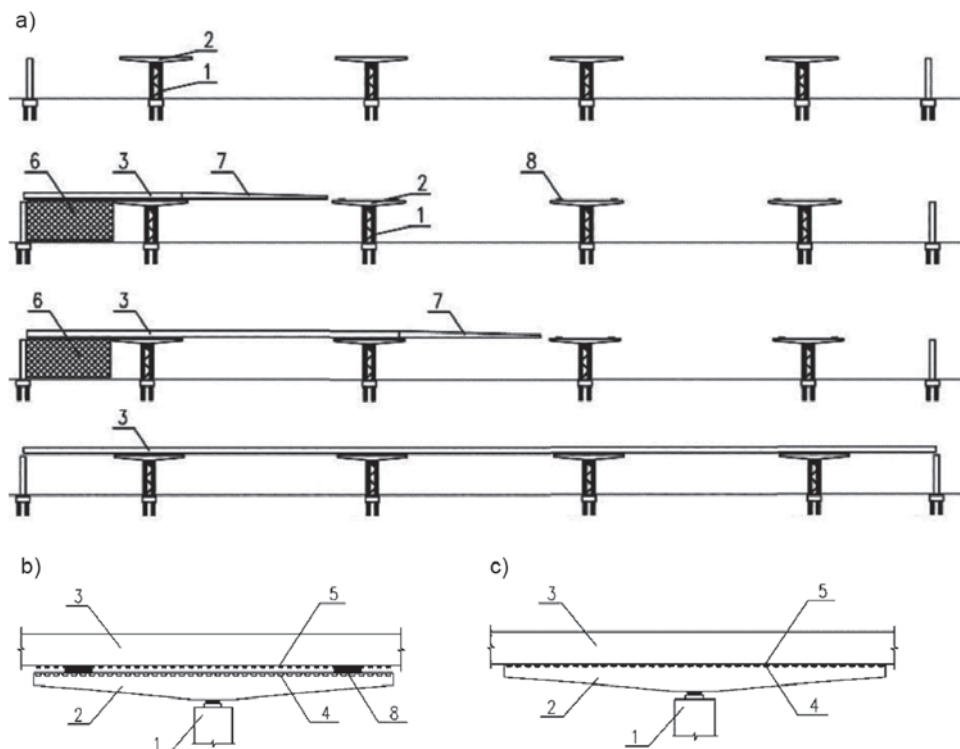


Rys. 6. Konstrukcja uciąglenia: a) widok fragmentu mostu z góry z zastosowanym sprężeniem; b) widok na wycinek mostu z uwidocznionymi odcinkami kabli z FRP

rozpoznaniu konstrukcji uciąglenia, jednakże jest możliwa przynajmniej pogładowa interpretacja. Zdaniem autorów jest to sposób na scalenie płyt prefabrykowanych w płytę betonową zespoloną z belką stalową.

CN210458905U 2020-05-05 Most zespolony ciągły stal-beton o zmiennej wysokości belki nad podporą

Wzór użytkowy dotyczy dźwigara zespolonego typu stal-beton o zmiennej wysokości nad podporą. Rozwiązanie



Rys. 7. Most zespolony ciągły stal-beton o zmiennej wysokości belki nad podporą: a) technologia zastosowana we wzorze użytkowym – schemat postępu nasuwania belki stalowej; b) nasunięta belka na podporę wspornikową; c) belka stalowa po scaleniu z podporą wspornikową; d) przekrój poprzeczny mostu

polega na wytworzeniu wsporników nad filarem. Wysięg poszczególnych wsporników wzdłuż osi mostu wynosi ok. 0,15 do 0,25 długości przylegającego przęsła mostu. Tradycyjna belka stalowa o zmiennej wysokości w strefie nad filarem została zastąpiona przez przyjęcie modelu łączenia belki stalowej o stałej wysokości umiejscowionej od góry ze wspornikiem strunobetonowym o zmiennej wysokości usytuowanym od dołu. Na zamieszczonych rysunkach pokazano etapy nasuwania belki stalowej (*pushing process*) na przygotowane filary ze wspornikami sprężonymi (rys. 7). Na rysunku 7 zastosowano następujące oznaczenia numerami: 1 – filar mostu, 2 – wspornik ze sprężonego betonu, 3 – belka stalowa, 4 – rowki/wpusty w miejscach łączenia wspornika i belki stalowej, 5 – grupy łączników sworzniowych, 6 – platforma montażowa, 7 – belka prowadząca/awanbek (*launching nose*), 8 – sprzęt do podnoszenia nasuwanej belki (*jacking equipment*).

W trakcie nasuwania działają urządzenia podnoszące nasuwaną belkę, która na swej dolnej półce/powierzchni ma przyspawane grupy łączników sworzniowych, które przesuwają się wzdłuż przygotowanych wpustów na górnej powierzchni wspornika (rys. 7 a). Po zakończeniu nasuwania, wpusty są wypełniane mieszanką betonową, a urządzenia podnoszące są usuwane. Powstaje belka zespolona typu stal beton o zmiennej wysokości w strefie filarów (rys 7 c). W trakcie montażu filar w kierunku podłużnym jest połączony monolitycznie ze wspornikiem sprężonym.

Uciąglenia niepełne ustrojów swobodnie podpartych zespolonych

Przez uciąglenie niepełne lub uciąglenie użytkowe rozumie się ten typ wypełnienia szczeliny dylatacyjnej, który obejmuje tylko wysokość płyty betonowej lub alternatywnie

taki mechanizm, który tylko częściowo przenosi zginanie w strefie nad filarem.

CN212103670U 2020-12-08 Półsztywna ciągła konstrukcja pomostu mostu zastosowana do swobodnie podpartego żelbetowego mostu z belkami zespolonymi

Przedmiotowy patent polega na wprowadzeniu elementu uciągającego nad filarem oraz na odcinkach końców dźwigarów zespolonych z betonem (rys. 8b). Element uciągający umieszczony we wcześniej przygotowanej niecce składa się z płyty z betonu UHPC (*ultra-high performance concrete*) 3 oraz warstwy bitumicznej 4.

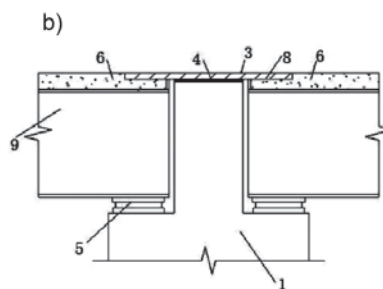
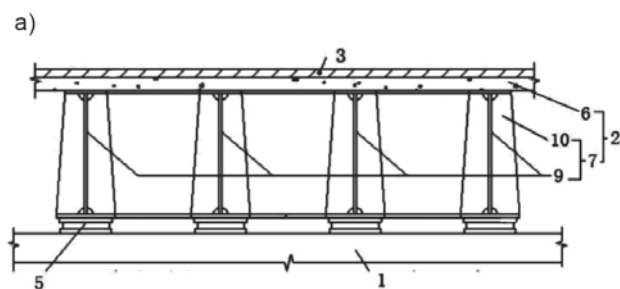
Uciąglenie ma zastosowanie do obiektów, których filary posiadają zredukowaną szerokość na wysokości belek swobodnie podpartych (rys. 8 b), w/w fragment filara jest czasem nazywany *duszą* i biegnie między końcami belek swobodnie podpartych.

CN211200026U 2020-08-07 Zespolona konstrukcja ciągła z belek swobodnie podpartych

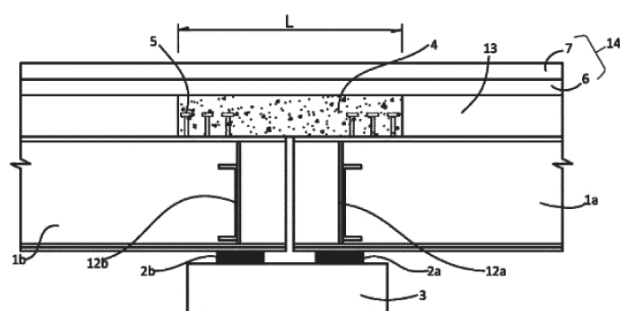
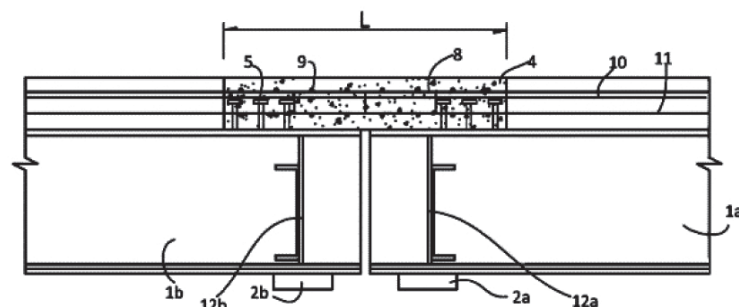
Wzór użytkowy polega na wprowadzeniu częściowego uciąglenia sąsiadujących ustrojów zespolonych nad filarem. Uciągającą płytę żelbetową wykonaną na mokro zespała się stosując łączniki sworzniowe z główkami (rys. 9).

Strefę uciąglenia (L) przejęto o długości $100 \text{ mm} < L < 180 \text{ mm}$. Momenty ujemne są przenoszone częściowo w zakresie odpowiednim do sztywności giętej płyty uciągającej. Istotne oznaczenia cyframi: 8, 11 – podłużne zbrojenie prętami stalowymi, zbrojenie poprzeczne. Wskazanie 10 nie zostało opisane.

CN211772849U 2020-10-27 Ciągły pomost belkowy mostu zespolonego typu stal-beton, zastosowanie łączników pierścieniowych

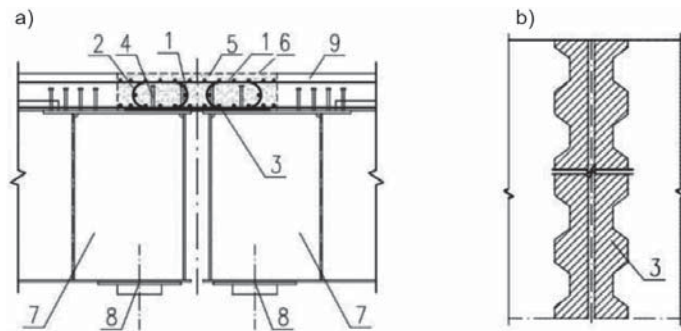


Rys. 8. Uciąglenie niepełne belek stalowych swobodnie podpartych na filarze z tzw. duszą: a) przekrój poprzeczny mostu; b) częściowe/ niepełne uciąglenie przęsła



Rys. 9. Uciąglenie sąsiadujących belek swobodnie podpartych w strefie nad filarem

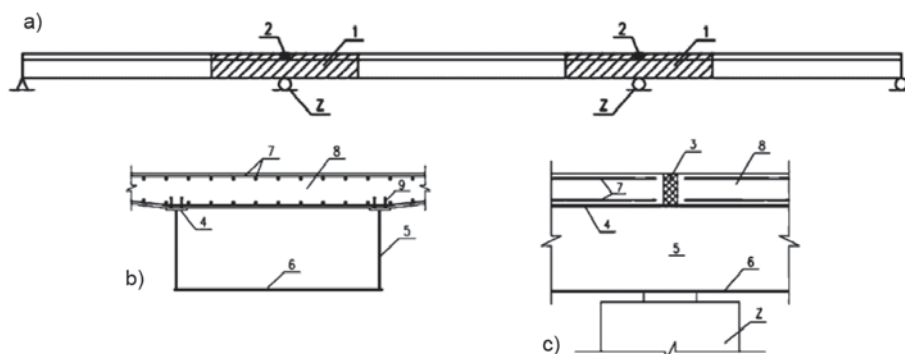
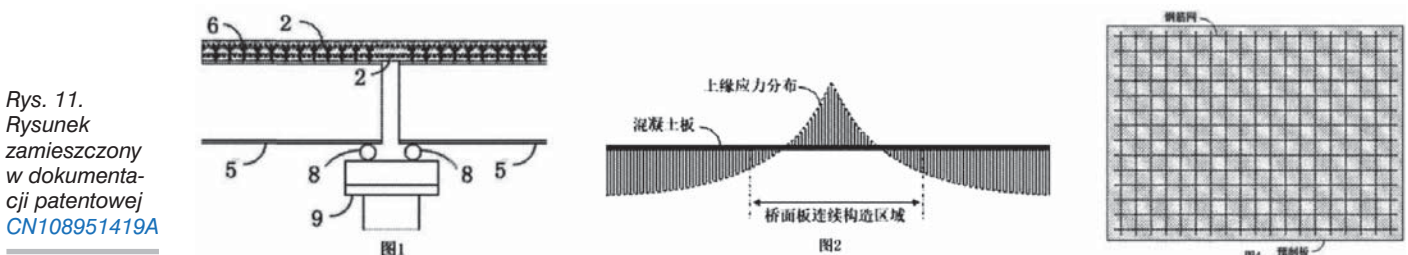
Patent dotyczy częściowego uciąglenia sąsiadujących ustrojów swobodnie podpartych poprzez wprowadzenie ciągłego odcinka płyty betonowej nad szczeliną dylatacyjną za pomocą rozwiązania będącego znamienną propozycją patentową. Patent cechuje to, że beton jest zbrojony pętlami/pierścieniami z prętów stalowych 2 (rys. 10 a) oraz prętami podłużnymi zbrojenia 1, wypuszczonymi z końców płyt betonowych nad podporą pośrednią. Płyta złącza 5 jest wykonana z betonu wysokowartościowego UHPC. W widoku w planie płyta stalowa uciągająca 3 ma wycięcia w kształcie trapezowym i jest mocowana do górnych półek belki stalowej (rys. 10 b).



Rys. 10. Uciąglenie sąsiadujących swobodnie podpartych ustrojów nośnych zespolonych stal-beton: a) elementy uciąglenia w przekroju podłużnym; b) kształt stalowej płyty uciągającej w widoku z góry

CN108951419A 2018-12-07 Przeciwwzarysowaniowa konstrukcja ciągłej części pomostu mostu zespolonego swobodnie podpartego dźwigara zespolonego

Patent jest znamienny tym, że w strefie nad filarem mostu zespolonego wieloprzęsłowego z ustrojów swobodnie podpartych, w miejscu występowania momentów ujemnych, zastosowano płytę ciągłą zbrojoną w formie siatki z prętów zbrojeniowych (rys. 11). Zatem, jest to uciąglenie niepełne/użytkowe, w którym za sprawą wprowadzonej siatki zbroje-



Rys. 12. Most zespolony przy zastosowaniu urządzenia dylatacyjnego teleskopowego typu rozprężnego: a) strefa wpływu momentów ujemnych 1, urządzenie dylatacyjne 2; b) skrzynkowy dźwigar stalowy 4, 5 z płytą denną 6, zespolony 9 z płytą betonową 8 zbrojoną poprzecznie i podłużnie 7; c) przekrój podłużny płyty betonowej i mostu ze schematycznym układem podłużnych prętów zbrojenia oraz urządzeniem dylatacyjnym 3

nia są zredukowane spękania betonowej płyty. W zamieszczonym opisie patentu nie ma przypisania nazw do zastosowanych oznaczeń liczbowych, tym niemniej rysunki są dostateczne czytelne.

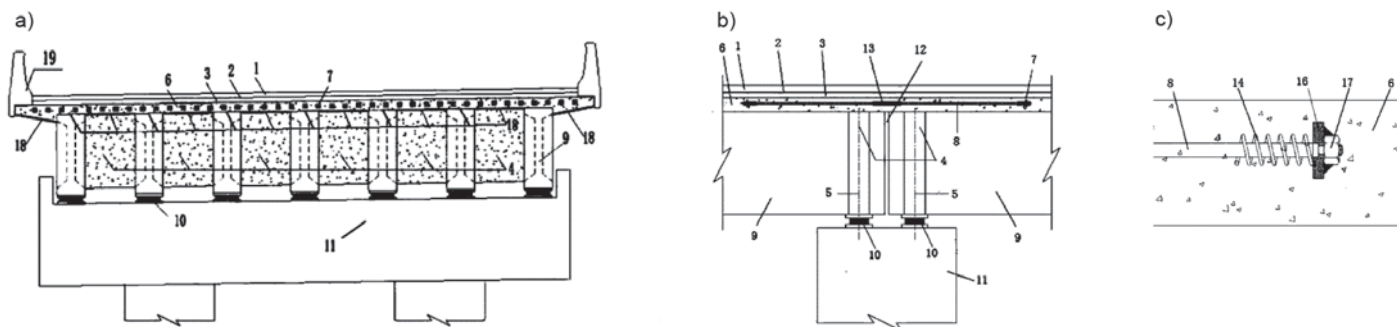
CN104727218A 2015-06-24 Strefa przeciwwzarysowaniowa od momentów ujemnych w ciągłych belkach mostów zespolonych

Patent dotyczy belki zespolonej ciągłej. Jest znamienny tym, że celem rozwiązania patentowego jest ograniczenie rys w płycie betonowej od działania momentów ujemnych. Zastosowano urządzenie dylatacyjne teleskopowe typu rozprężnego (*expansion type structural body*) nad podporą pośrednią, które ma podwójną rolę: realizuje uciąglenie mechanizmem lepko-sprężystym oraz odpowiednio odkształca się redukując spękania płyty betonowej (rys. 12).

W opinii autorów artykułu przedstawiony patent jest interesującą koncepcją ponieważ jego celem nie jest eliminacja deformacji od momentów ujemnych a uniknięcie ich skutków przez redukcję celu uciąglenia do ciągłości strefy nad filarem przy jednoczesnej szczelności strefy nad filarem. Jest to zatem uciąglenie niepełne/użytkowe.

CN108316122A 2018-07-24 Swobodnie podparty most drogowy zespolony typu beton-beton z połączeniem uciągającym i jego budowa

Patent dotyczy swobodnie podpartej mostowej belki zespolonej typu beton-beton i metody jej budowy. Belki prefabrykowane są zakończone skrajnymi poprzecznikami. Uciąglenie konstrukcji mostowej jest znamienne tym, że w strefie nad podporą, w płycie uciągającej zastosowano ściąg z pręta stalowego nagwintowanego o średnicy > 16 mm. Pręt jest chroniony tuleją ochronną. Pręt nie jest wstępnie naprężony. Na końcach pręta są podkładki pod nakrętki kotwiące. Zastosowano spirale redukujące naprę-



Rys. 13. Uciąglenie mostu zespolonego typu beton-beton: a) przekrój poprzeczny; b) przekrój podłużny przez uciąglenie; c) ściąg stalowy w miejscu zakotwienia

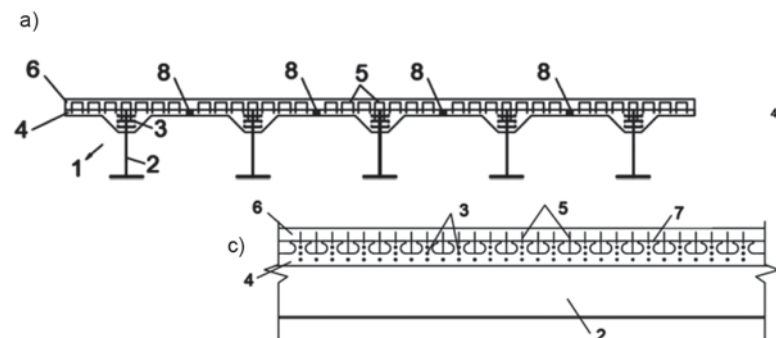
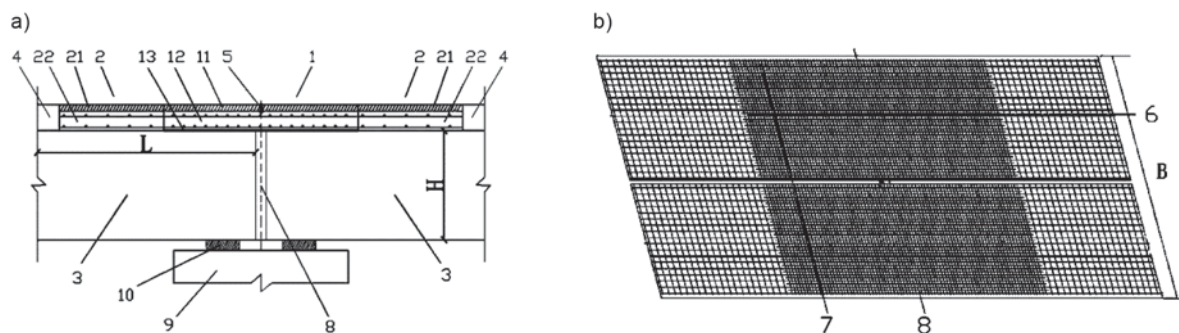
żenia rozciągające przy punktowym docisku do betonu (rys. 13).

CN106480818A 2017-03-08 Metoda wykonania zespolonej płyty łączącej swobodnie podparty most

Wynalazek dotyczy belkowego mostu zespolonego swobodnie podpartego uciągłonego w sensie użytkowym przez odpowiednią aranżację zbrojenia uciąglenia. Nie ma tu mowy o momentach ujemnych. Rozwiązanie patentowe jest znamienne tym, że strefa uciąglenia jest zbrojona siatkami z prętów stalowych, przy czym w strefie sąsiadującej z podporą siatka zbrojenia jest zagęszczona (rys. 14). Istotne jest również to, że oznaczona na rysunku warstwa 13 jest warstwą poślizgową.

Na rysunku 14 zastosowano następujące istotne oznaczenia: 1 – odcinek uciąglenia niepowiązany z belką stalową 3, 11 – warstwa z betonu asfaltowego, 12 – warstwa z betonu zbrojonego, 13 – warstwa poślizgową, 2 – strefa zespolona uciąglenia, 21 – beton asfaltowy, 22 – beton zbrojony, 4 – płyta pomostowa, 5 – szczelina poprzeczna, 6-7 – pręty zbrojenia.

Rys. 14. Uciąglenie częściowe mostu: a) przekrój podłużny b) siatka zbrojenia uciąglenia w widoku z góry



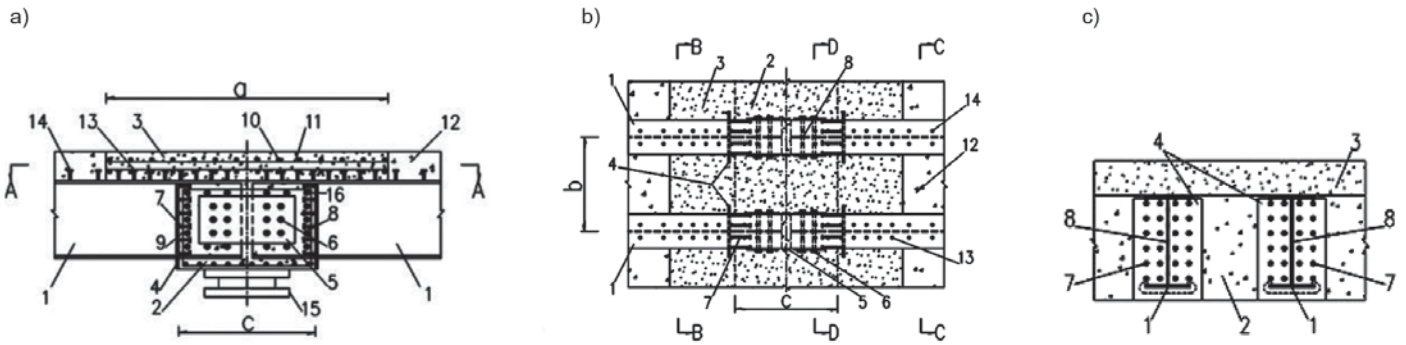
Rys. 15. Most z prefabrykowanymi dźwigarów stalowych z półką żelbetową: a) przekrój poprzeczny ustroju mostu zespolonego; b) dźwigar zespolony prefabrykowany; c) przekrój podłużny – listwa łącznika z otworami do przepuszczenia prętów poprzecznych

Pełne uciąglenie

CN112502017A 2021-03-16 Trwały typ złącza doczołowego prefabrykowanego mostu belkowego zespolonego i metoda budowy

Istotą wynalazku jest stosowanie prefabrykowanych dźwigarów zespolonych z półką żelbetową, która jednocześnie stanowi deskowanie pomostu aktywnie współpracujące przy przenoszeniu obciążeń stałych i użytkowych (rys. 15). Prefabrykaty ustawiane są obok siebie na uprzednio przygotowanych podporach i łączone ze sobą na czas montażu. Następnie wykonywana jest na nich na mokro płyta pomostowa oraz poprzecznice podporowe. W ten sposób powstaje przęsło monolityczne. W zgłoszeniu patentowym półka żelbetowa prefabrykatu nazwana jest pokładem dolnym a część płyty pomostowej wykonywanej in situ nazwana jest pokładem górnym.

Istotne oznaczenia cyframi: belka stalowa 2, zbrojenie poprzeczne (nails) wzmocnienie kotwiące/sworznie 3, pokład dolny 4, pokład górny 6, łącznik/listwa typu dowel 7, zamek 8.



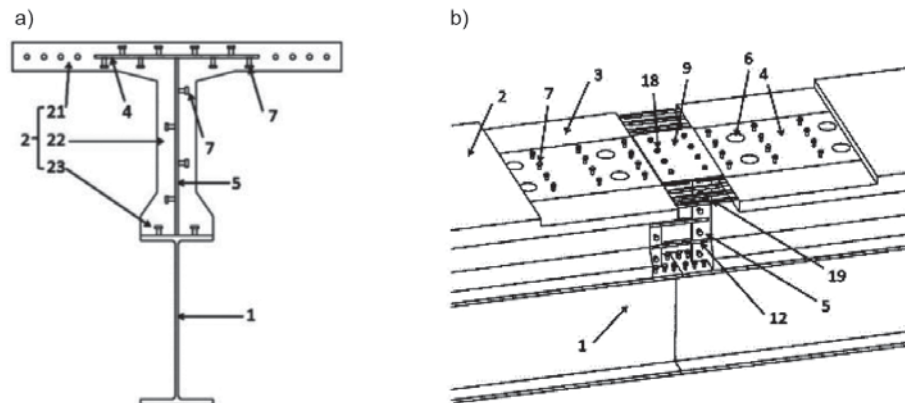
Rys. 16. Most zespolony typu stal-beton: a) przekrój podłużny; b) widok z góry; c) przekrój poprzeczny

CN110847007A 2020-02-28 *Obszar momentów ujemnych w dźwigarze zespolonym typu stal-beton przy wykorzystaniu materiałów wysokiej jakości*

Dokument patentowy zawiera opis technologii łączenia dwóch dźwigarów zespolonych swobodnie podpartych do wytworzenia ciągłej belki zespolonej nad podporami pośrednimi. Technologia jest znamienna tym, że stosowane jest połączenie belek stalowych obudową stalową zespoloną/wypełnioną betonem HPC (*High Performance Concrete*). Płyta betonowa powstałego zespolenia nad podporą jest wykonywana in situ z HPC, oznaczenie 3 na rysunku 16. Beton wysokiej jakości HPC układany jest na długości a strefy ujemnych momentów.

CN210621439U 2020-05-26 *Zespolony zespół dźwigara stalowego z belką obetonowaną*

Wzór użytkowy opisuje belkę zespoloną składającą się z dwóch części/zespołów (*units*). Pierwsza część to belka stalowa a druga część to belka zespolona obudowana betonem UHPC (wariant *filler beam*). Opatentowana belka zespolona jest znamienna tym, że w płaszczyźnie pionowej belka stalowa jest usytuowana na dole, a część zespolona jest na górze, przy czym górna półka belki stalowej jest półką dolną części zespolonej. Cechą rozwiązania jest to, że belki zespolone mogą być belką ciągłą przez zastosowanie zamka łączącego wykonanego z płaskowników stalowych



Rys. 17. Belka stalowa z belką zespoloną obudowaną betonem UHPC (*filler beam*): a) przekrój poprzeczny; b) rysunek aksonometryczny zamka

(rys. 17 b). Omawiany patent dotyczy technologii, która ma kilka opcji, w tym również tę gdy rozpatrywana jest zwykła belka zespolona. Występuje również różnorodność uciąglenia. Na rysunku 17 przedstawia się tylko wariant główny.

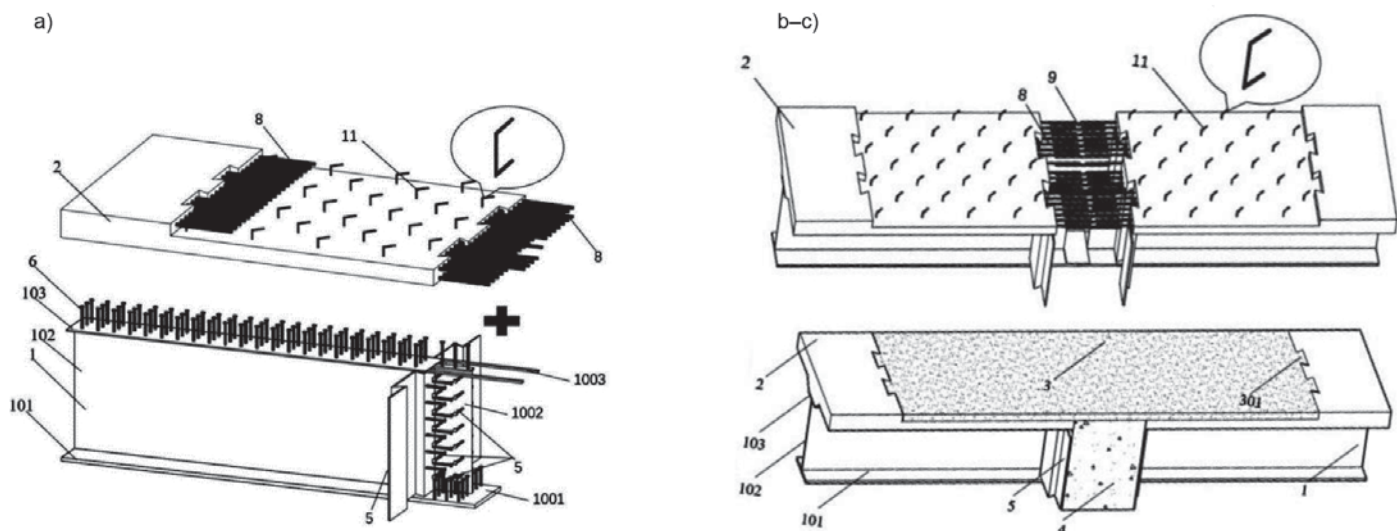
Na rysunkach występują między innymi następujące istotne oznaczenia cyfrowe: stalowa belka główna 1, belka betonowa z betonu UHPC 2, płyta/półka górna zestawu belek stalowych 4.

Opisany powyżej patent występuje również z oznaczeniem CN106480818B, przy czym jest to wersja uproszczona.

CN112211089A 2021-01-12 *Kształtowanie strefy momentów ujemnych ciągłej belki zespolonej typu stal-beton*

Przedmiotem patentu jest pełne uciąglenie przęseł swobodnie podpartych mostu zespolonego typu stal-beton. Na rysunkach patentowych przedstawiono złącze uciągające gwarantujące przeniesienie ujemnych momentów zginających występujących w ciągłym dźwigarze zespolonym. Złącze jest konstrukcją stalowo-betonową o wielu łącznikach zespalających, wiążących belkę stalową z zastosowanym blokiem betonowym oraz zbrojeniem wypuszczonym z płyty betonowej. Zastosowano uzupełnienie płyty belki zespolonej o zmniejszonej wysokości nad złączem warstwą betonu, zespoloną z obniżonym przekrojem płyty betonowej dźwigara zespolonego (rys. 18).

W opisie patentu zamieszczono łącznie dziewięć rysunków, przy czym w artykule przedstawia się tylko trzy. Na rysunkach występują oznaczenia cyframi o następujących znaczeniach: 1 – belka stalowa, w tym: 101 półka dolna belki stalowej, 102 średnik, 103 półka górna, 1001 odcinek przedłużenia półki dolnej, 1002 obszar przedłużenia średnika, 1003 przedłużenie półki górnej; 2 – płyta betonowa belki zespolonej, 3 – płyta betonowa, o zredukowanej grubości, uciągająca płytę dźwigara zespolonego nad filarem, gdzie 301 prostokątna płyta z UHPC z trapezoidalnymi węglami; 4 – blok betonowy (zespolenie stal-beton) przez łączniki, 401 rozbudowany element (blok) uciągający; 5 – element kończący belkę stalową (nazwany przegrodą); 6 – łączniki sworzniowe z główkami;



Rys. 18. Pełne uciąglenie dźwigara zespolonego w strefie nad filarem: a) elementy składowe uciąglenia; b) widok z góry na obniżoną płytę betonową z łącznikami; c) obraz po uciąganiu

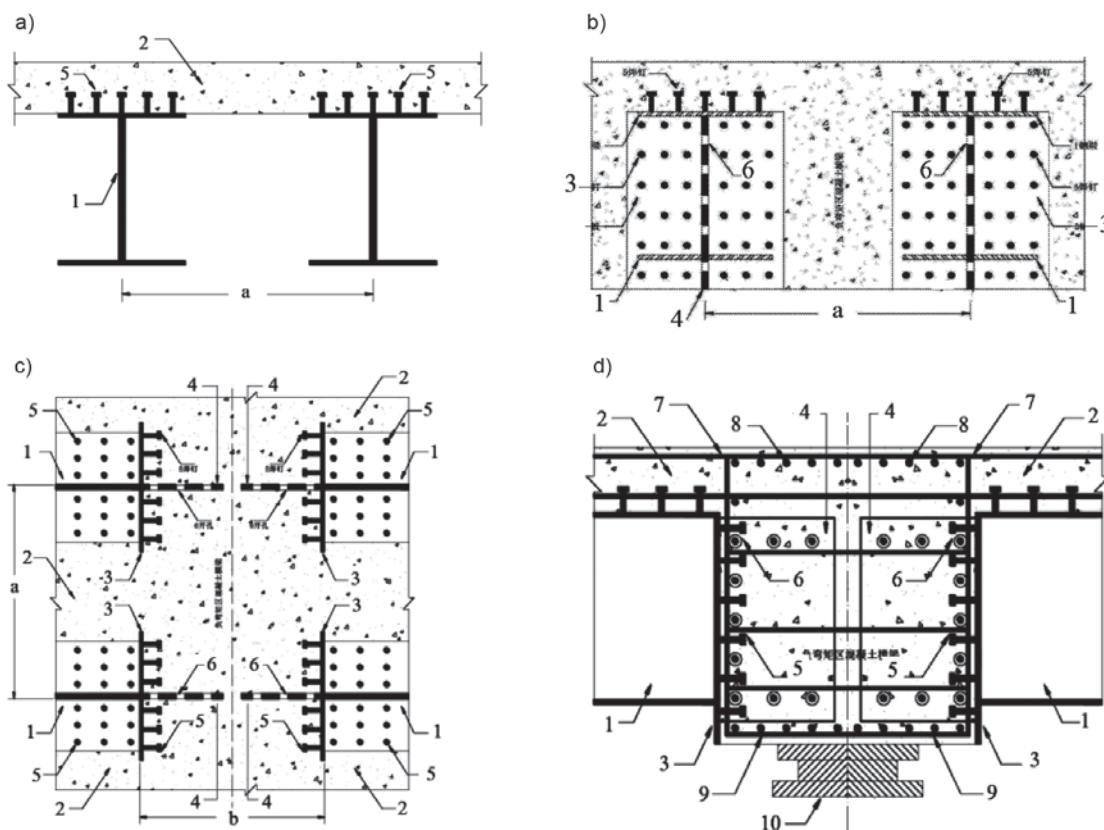
8 – pręty stalowe wypuszczone z płyty betonowej dźwigara zespolonego; 9 – stalowe pręty łączenia na zakład; 11 – łączniki interfejsowe w płycie betonowej pomostu nad filarem. Na rysunkach i w opisie patentowym nie wskazano miejsc ustawienia łożyska stałych i ewentualnie montażowych.

CN106930181A 2017-07-07 Konstrukcja strefy ujemnego momentu żelbetowego mostu zespolonego początkowo swobodnie podpartego, a następnie uciągniętego

W strefie ujemnego momentu zginającego stosuje się poprzeczne belki żelbetowe, poprzecznice podporowe. Beki stalowe są połączone z betonowymi belkami poprzecznymi poprzez łączniki prętowe z główkami (*shear connectors*) (rys. 19 b) i c). Patent dotyczy mostu o długości mniejszej niż $L = 30$ m. W początkowej fazie budowy belki stalowe są swobodnie podparte na podporach montażowych, a następnie w strefie nad filarem docelowym wykonuje się monolityczny węzeł zapewniający pełne uciąglenie ustroju zespolonego.

W opisie patentu podkreśla się, że rozwiązanie patentowe jest bardzo proste w realizacji, społecznie użyteczne i ekonomiczne. Zamieszczone w dokumencie patentowym rysunki nie są wysokiej jakości. Do celu artykułu rysunki zostały specjalnie dostosowane.

Wybrane oznaczenia cyfrowe na rysunku 19: 1 – belka stalowa; 2 – betonowy pomost mostu; 3 – blacha czołowa belki stalowej; 4 – podłużna blacha stalowa (przedłużenie środka belki stalowej); 5 – łączniki podatne, sworznie z główkami; 6 – otwory do przepuszczenia zbrojenia zwykłego betonu; 7, 8



Rys. 19. Uciąglenie pełne dźwigara zespolonego: a) przekrój poprzeczny w przęśle; b) przekrój poprzeczny belki uciągającej; c) widok z góry uciąglenia; d) przekrój podłużny belki uciągającej

– zbrojenie podłużne i poprzeczne; 9 – zbrojenie konstrukcyjne; 10 – łożysko.

Z rysunków odczytujemy, że belki stalowe 1, są typu HEB z łącznikami podatnymi na górnej półce belki stalowej oraz na blachach poprzecznych 3. Nie stosuje się poprzeczników pośrednich. Zastosowano wygodne podczas budowy zespolenie płyty betonowej z belką stalową bez odsadzek i skosów (rys. 19 a). Końce belek stalowych nad filarem są swobodne, mają przygotowane otwory w środku belek 4, do przepuszczenia prętów belki żelbetowej poprzecznej 6. Szerokość uciągającej belki żelbetowej jest wyznaczona przez poprzeczne do średnic belek stalowych dospawane blachy 3. Wysokość dospawanych blach jest większa od wysokości belek stalowych o naddatek od spodu (rys. 19 b) i d). Po ułożeniu tak przygotowanych belek stalowych wykonywana jest poprzecznicą uciągającą żelbetowa zespolona, w opisie bez numeru ale oznaczona znakami chińskimi, z końcówkami belek stalowych przez łączniki podatne z główkami. Prawdopodobnie poprzecznicą jest betonowana razem z płytą pomostu.

W betonowej płycie pomostu występują dwie warstwy zbrojenia podłużnego, górna i dolna, w rozstawie 10 cm. Średnica dolnego zbrojenia podłużnego (ściskanego) nie powinna być mniejsza niż 16 mm. Długość górnego zbrojenia podłużnego znajdującego się w obszarze ujemnych momentów powinna wynosić $c \geq 0,15 L_c$, gdzie L_c jest rozpiętością obszaru oddziaływania tych momentów.

Jest to interesująca technologia uciąglenia, przy czym w kontekście zawartych w tytule opisu patentowego momentów ujemnych, dotyczy tylko momentów ujemnych od ciężarów wyposażenia i obciążeń użytkowych, co i tak jest znaczącym zyskiem w sensie mechaniki dźwigara zespolonego.

CN112252150A 2021-01-22 Most z dźwigarów zespolonych i metoda jego budowy

W opisie patentowym zamieszczono jedynie krótkie streszczenie treści wynalazku, opis jest niekompletny, nato-

miast rysunki dają możliwość ogólnego rozpoznania technologii. Kolejność rysunków zamieszczona w artykule wynika z odczytanej sekwencji montażu mostu zespolonego. Numeracja na rysunkach nie jest opisana, jednakże znaczenie wyróżnionych elementów jest oczywiste (rys. 20).

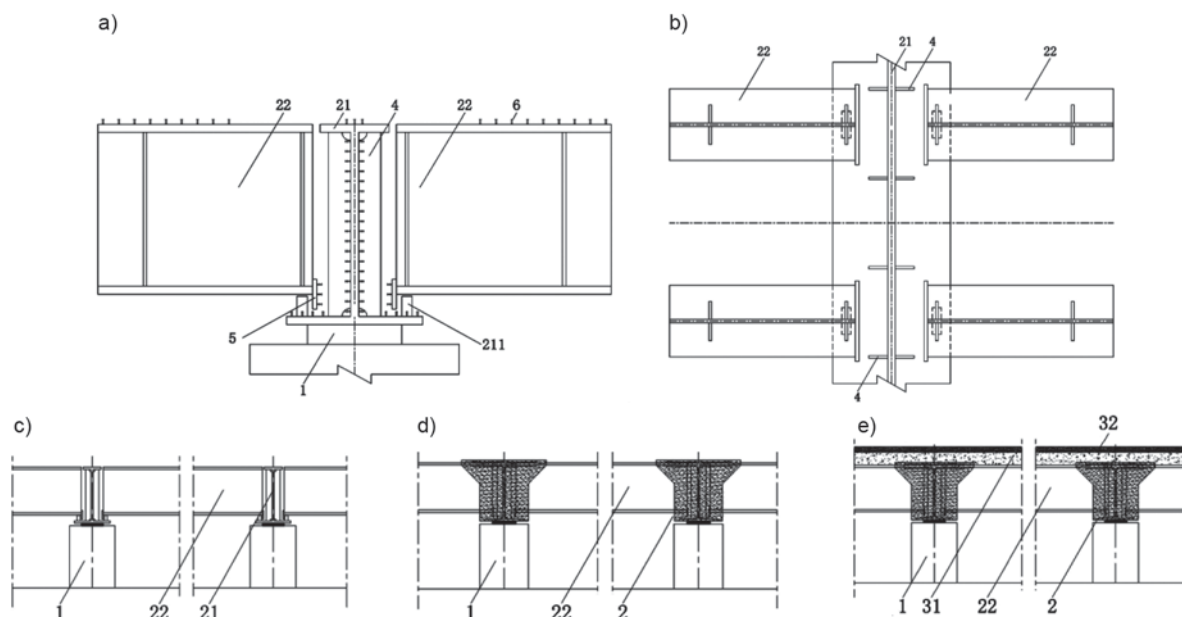
W streszczeniu wynalazku zastosowano nazwę *kombinowany most belkowy*, zaiste jest to taki sposób budowy, który omija łączenie stalowych prefabrykatów przez spawanie. Zamiast łączenia belek podłużnych i poprzecznych przez spawanie stosowana jest belka/filer obejmująca końce belek podłużnych z łącznikami w obrębie półki dolnej wraz z całą belką poprzeczną (rys. 20 a). Prawdopodobnym zamysłem braku łączników w obrębie półki górnej dźwigara, a jedynie lokalne występowanie łączników na półkach górnych belek poprzecznych jest częściowe wyłączenie górnej strefy z rozciągania (rys. 20 d). Ostatni etap to wykonanie płyty betonowej całego pomostu (rys. 20 e). Nie jest wiadomy, ale na pewno budzi ciekawość, sposób zbrojenia płyty betonowej w strefie nad filarem. W streszczeniu wynalazku uznano za zalety: stabilność konstrukcji, wygodny montaż, oszczędności materiałów, krótki czas budowy, atrakcyjny wygląd i długą żywotność.

Polskie patenty

W przeglądarce *Espacenet*, w zakresie rozpatrywanej tematyki odnaleziono dwa polskie patenty, które stanowią ostatnią grupę przeglądu patentów. Oba patenty wiąże autor/współautor Wojciech Lorenc.

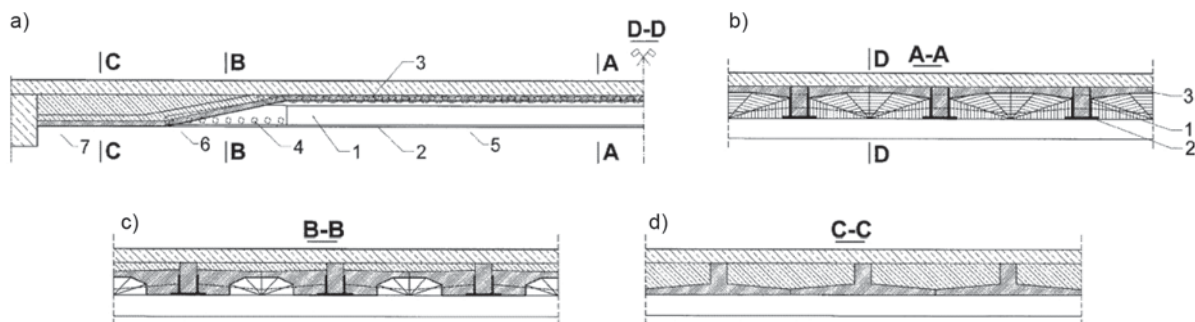
PL227501B1 2017-12-29 Dźwigar zespolony do stosowania w mostach lub wiaduktach

W dokumencie patentowym występują dwa zestawy rysunków. W artykule zdecydowano o prezentacji jednego z zestawów (rys. 21). Stosując skrót myślowy, to proponowane rozwiązanie dźwigara zespolonego zawiera trzy różniące się części. Są to odpowiednio: przekrój betonowy podporo-



Rys. 20. Kombinowany most belkowy: a) szczegół przedstawiający sposób ustawienia prefabrykowanych belek stalowych podłużnych i poprzecznych wraz z łącznikami; b) widok z góry; c) widok z boku przed wykonaniem betonowej poprzecznic; d) wykonanie betonowej poprzecznic uciągającej; e) wykonanie mostu zespolonego

Rys. 21. Prefabrykowany dźwigar zespolony: a) przekrój podłużny D-D; b) przekrój poprzeczny A-A w przęśle; c) przekrój poprzeczny B-B w strefie przejściowej; d) przekrój poprzeczny C-C w strefie podporowej



wy (rys. 21 d); przekrój przejściowy zespolony z pogrubioną płytą betonową, przy czym wysokość belki stalowej liniowo maleje w kierunku podparcia a odpowiednio grubość płyty betonowej rośnie (rys. 21 c) oraz przekrój pręślowy strictly zespolony (rys. 21 b). Całość dźwigara jest prefabrykatem.

Na rysunku 21 a) zastosowano oznaczenia cyfrowe o następującym znaczeniu: 1 – belka stalowa; 2 – półka dolna belki stalowej; 3 – półka/płyta górna z betonu zbrojonego; 5 – strefa pręśłowa dźwigara zespolonego; 6 – strefa przejściowa; 7 – strefa podporowa. Oznaczenie 4 nie jest opisane.

Przedmiotowa belka zespolona jest na swych końcach monolitycznie połączona z masywną poprzecznicą podporową.

EP3327200A1 2018-05-30 Prefabrykowany dźwigar mostowy

Ten patent ma elementy wspólne z patentem [PL227501B](#), jednakże jest inny. Zaproponowano cztery warianty dźwigara. Podobieństwo sprowadza się do występowania trzech stref w wariacie na rysunku 22 a) o stałej wysokości dźwigara i wariacie pokazanym na rysunku 22 b) o zmiennej wysokości dźwigara. W pozostałych wariantach występują cztery strefy w dźwigarach, tj. w wariacie na rysunku 23 a) o stałej wysokości dźwigara oraz wariacie, rysunku 23 b) o zmiennym przebiegu pasa dolnego.

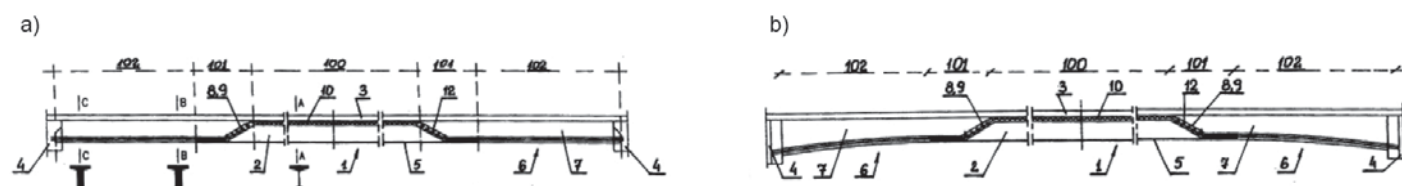
W wariantach z rysunku 22 występują 3 strefy dźwigara: strefa pręśłowa 100, strefy przejściowe 101 oraz strefy podporowe 102. W przypadku wariantów z rysunku 23 wy-

różniono 4 strefy dźwigara. Strefa czwarta jest modyfikacją/rozbudową końca strefy podporowej. Zmienność pasa dolnego dwóch z prezentowanych dźwigarów nasuwa podobieństwo do tzw. belki Jacksona² stosowanej w pierwszych koncepcjach belek sprężanych. Jednakże w tym patencie nie występuje sprężanie.

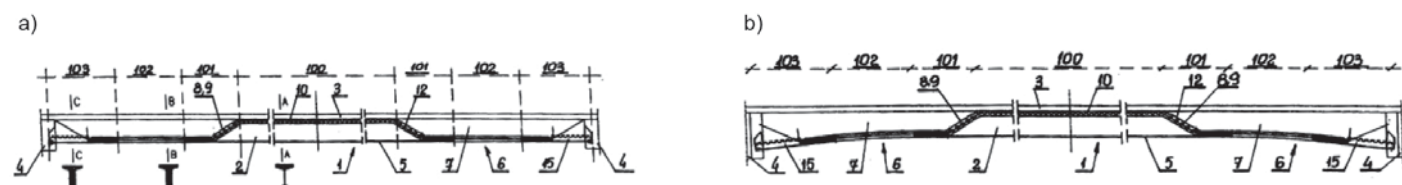
W patencie znajduje się krótki opis do rysunku 22 a) o następującej treści:

- prefabrykowany dźwigar mostowy składa się ze strefy pręśłowej 100 oddzielonej strefami przejściowymi 101 od stref podporowych 102,
- strefa pręśłowa 100 składa się z poziomej części nośnej w postaci stalowego teownika 1, którego środnik 2 z poziomą górną krawędzią skierowany jest ku górze,
- do górnej krawędzi środnika 2, stalowego teownika 1, przymocowany jest wzdłużny żelbetowy pas górny 3,
- w strefie przejściowej 101, środnik 2 stalowego teownika 1 jest stopniowo obniżany tworząc ukośną górną krawędź 9, a na końcu strefy przejściowej 101, środnik 2 jest o 50% niższy niż środnik 2 stalowego teownika 1 w strefie pręśła 100 i zawiera poziomą górną krawędź,
- w strefie przejściowej 101, górny pas żelbetowy 3 przyjmuje postać żelbetowego teownika, którego środnik 7 skierowany w dół i posiada ukośną dolną krawędź 8, równoległą do ukośnej górnej krawędzi 9 środnika 2 stalowego teownika 1,

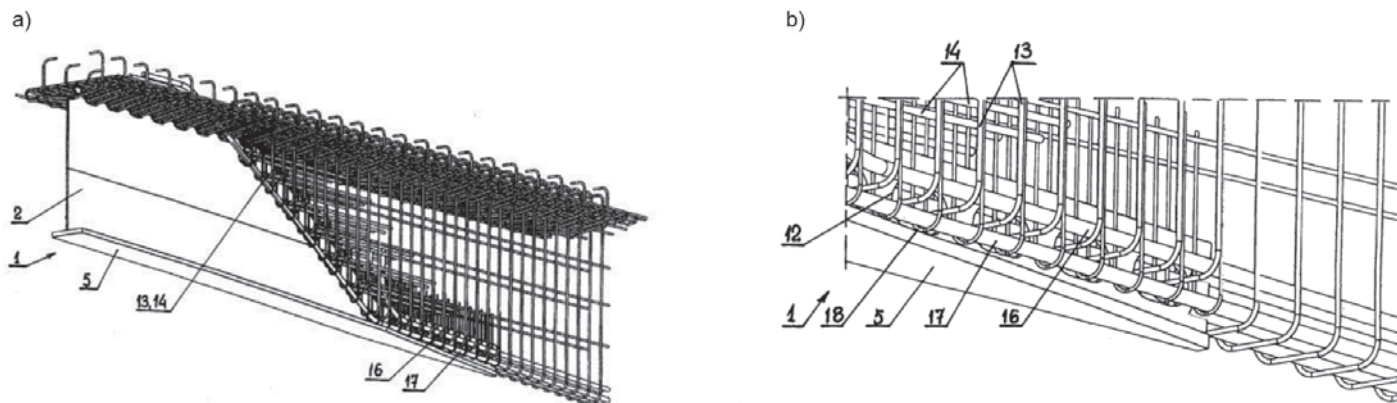
² Peter H. Jackson – Patent No. US126396 (1872) New York; US375999 (1888)



Rys. 22. Warianty dźwigara o trzech strefach: a) dźwigar o stałej wysokości; b) dźwigar o zmiennej wysokości pasa dolnego



Rys. 23. Warianty dźwigara o czterech strefach: a) dźwigar o stałej wysokości; b) dźwigar o zmiennej wysokości pasa dolnego



Rys. 24. Zbrojenie strefy przęsłowej i podporowej – aksonometria: a) rysunek belki zespolonej ze zbrojeniem; b) szczegół zbrojenia strefy przejściowej

- żelbetowy pas 3 w strefie przęsła 100 i żelbetowy teownik 6 w strefie przejściowej 101 zawierają elementy łączące je z elementami łączącymi na górnych krawędziach średnika 2 stalowego teownika 1,
- na końcu strefy przejściowej 101, od strony strefy podporowej 102, średnik 2 stalowego teownika 1 ma stałą wysokość, niższą o 50% od średnika 2 w strefie przęsłowej 100,
- na końcu strefy przejściowej 101 znajduje się co najmniej jeden poziomy pręt wzmacniający 16 po każdej stronie średnika 2, który przechodzi przez zamknięte strzemie pionowe 13.

Poza rysunkami 22 i 23, w dokumentacji patentowej zamieszczono jeszcze rysunki aksonometryczne ze szczegółami rozmieszczenia zbrojenia w strefach przęsłowej i podporowej (rys. 24 a) i b)).

Podsumowanie

Podczas pisania dokumentów patentowych stosowana jest zasada, że *nie należy ujawniać istoty wynalazku*, a to skutkuje oględnością opisów i rysunków. W przypadku patentów chińskich, w większości z nich zapisano, że były wykorzystane przy budowie rzeczywistych konstrukcji. To bardzo silny argument, jednakże jest to tylko warunek konieczny. Warunkiem dostatecznym będzie ocena zastosowanego wynalazku po min. 20 latach eksploatacji mostu, przy czym może tu trzeba przyjąć przedział czasu równy 50 lat, który odpowiada założeniu o połowie umownej trwałości obiektu. Na pewno te patenty, które obniżają koszty i złożoność konstrukcji mają szanse na zastosowania w mostownictwie. Z powyższego przeglądu wynika, że istnieje duże zainteresowanie uciąganiem użytkowym strefy między prefabrykowanymi belkami sąsiadujących pomostów. W tym dziale opisano nowe koncepcje z zastosowaniem tradycyjnych materiałów i materiałów nowoczesnych. Pełne uciąglenia to przede wszystkim wykonanie masywnej poprzecznicy nad

filarem w różnych wariantach tj. jako złącze betonowe lub betonowo-stalowe.

Zaskakującym rozwiązaniem jest zespolenie belki stalowej z dźwigarem zespolonym typu filler pokazanym na rysunku 17. Zaskakującym dlatego, że w strefie ściskanej pracuje cały fragment betonowo-stalowy podczas gdy w strefie rozciągania pracuje niemal całe pole belki stalowej. W sensie mechanicznym ta propozycja ma wiele mankamentów, jednakże technologicznie jest niemal bezbłędna. Dodatkowo, jak zapisano w dokumencie patentowym, istnieje możliwość wariantowania od typowej belki zespolonej typu VFT. Zatem propozycja patentowa dotyczy szerokiej klasy dźwigarów zespolonych.

Nową koncepcją mechaniczną jest pełne/niepełne uciąglenie sąsiadujących przęseł elementem podatnym w przestrzeni między końcami płyt betonowych belek sąsiadujących przęseł mostu, rysunek 12, przy czym belka stalowa jest tu ciągła. Innowacyjność myślenia polega na tym, że analogiczne uciąglenie podatne może przecież obejmować również końce nieciągłych belek stalowych. W takim przypadku zdolność do przenoszenia naprężeń rozciągających od momentów ujemnych jest mocno zredukowana, ale za to mamy ciągłość użytkową, znaczący wpływ na dynamiczne cechy mostu oraz formę połączenia odpornego na oddziaływanie sejsmiczne.

Pomimo to, że występuje duża liczba dokumentów patentowych z zakresu rozpatrywanego zagadnienia, nie można mówić, że istnieje dominująca technologia. Przeciwnie, zaobserwowano dużą różnorodność proponowanych rozwiązań. Jak widać studia patentów nie muszą ściśle dotyczyć tego co w patentach zaprezentowano, ale mogą też inspirować do dalszych uogólnień.

Bibliografia

- [1] PN-85/S-10030 Obiekty Mostowe. Obciążenia.
- [2] Wasiutyński Z., *O architekturze mostów*, PWN, 1971, s. 650.
- [3] Pryża A., *Poradnik wynalazcy*, Urząd Patentowy RP, 2009, s. 278.
- [4] Karaś S., Jukowski M., *Mosty zespolone na dźwigarach INP*, „Drogownictwo”, 1/2018, s. 13–23.