

TUIBRUG ZEVENAAR

J.H. Reusink

In tegenstelling tot de ons omringende landen zijn staal-betonbruggen nog een schaars goed in Nederland. Mondjesmaat worden er tegenwoordig bruggen in staal-beton uitgewerkt. Door Railinfrabeheer als projectorganisatie Betuwelijn is voor de lokatie Babberichse weg te Zevenaar een overkluizend viaduct uitgewerkt als staal-beton tuibrug. Het referentie-ontwerp is vervolgens als onderdeel van een design and constructopdracht op de markt gebracht. Ten opzichte van een stalen tuibrug kent een staal-betonontwerp een aantal bijzondere aandachtspunten zoals het niet-lineair spannings-rek gedrag, dat tevens afhankelijk is van korte en lange duur belasting, de begrenzing aan de lokale schuifkrachtoverdracht door het aantal te plaatsen deuvels en de invloed van het tijdsafhankelijk gedrag van beton op vervorming en zegg.

Onmiskenbaar voordeel van het betondek is dat de statische voorbelasting van de tuien door eigen gewicht veel groter is waardoor vermoeiing en aërodynamische instabiliteit minder dominant zijn.



Pyloon met tuikabels

De Betuweroute is een spoorverbinding ten behoeve van goederentransport van de Maasvlakte naar Duitsland via Rotterdam, Kijfhoek en Zevenaar. Onderdeel hiervan is "kunstwerk118" Tuibrug Babberichse Weg van het Betuweroute traject Gelderse Poort. Als gevolg van de aanleg van de HSL-Oost bij Zevenaar zal het aantal sporen aldaar worden uitgebreid van 2 naar 6. Mede ten aanzien van de veiligheid dienen de bestaande

spoorwegovergangen te worden vervangen door ongelijkvloerse kruisingen. Het kunstwerk 118 Babberichse weg betreft een verkeersbrug van ca. 90 m lengte. De spoorbaan en naastgelegen wegen worden onder een hoek van ca. 73 graden gekruist waarmee het brugdek een parallellogramvorm krijgt. Het kunstwerk wordt uitgevoerd als een stalen tuibrug met een samenwerkend betonnen brugdek. Overspanningen zijn 17,1 m (2 x 8,55 m) tussen landhoofd en pendelpoot en 50,13 m (5 x 10,026 m) voor de middenoverspanning. De brugdekbreedte bedraagt 18,2 m, waarvan 15,5 m functioneel. De tuien zijn opgebouwd als parallelstrengensysteem waarbij de steile tuien een doorsnede hebben van 4650 mm² en de overige van 6300 mm³. Door de opbouw van de dwarsdragers en hoofdliggers zijn deze onderhevig aan composietwerking tijdens de gebruikstoestand. Voor de opleg- en tuidwarsdragers worden kokervormige doorsneden toegepast. Het B45 betondek wordt uitgevoerd met behulp van voorgespannen platen tussen de dwarsdragers.

Markant zijn de vorm en positionering van pylonen en pendelpoten die onder een hellingshoek zijn aangebracht. De toegepaste pendelpoot heeft daarbij de vervelende eigenschap dat het brugdek ten opzichte van de naastgelegen tuien "hard" wordt opgelegd waardoor steunpuntsmomenten in de composietligger hoge geconcentreerde trekrekken in het beton oplevert. Volgende reden om, speciaal bij composietbruggen harde opleggingen te plaatse van de pyloon te vermijden.

Ten opzichte van het referentie-ontwerp zijn op voorhand een aantal wijzigingen doorgevoerd. De belangrijkste hiervan is dat de kokerhoofdliggers zijn vervangen door plaatliggers. Los van het feit dat hierdoor een eenvoudiger aansluiting van dwarsdragers mogelijk is (zonder inwendige schotten) wordt tevens het statisch systeem inzichtelijker. Door de torsiestijfheid van de hoofdliggers ondervinden dwarsdragers bij de aansluiting inklemningsmomenten waardoor het betondek op trek wordt belast en lokaal als gescheurd geen bijdrage meer levert aan de stijfheid. Tevens is getracht om de zeer slanke tuiconsoles een meer robuuste aansluiting te geven op de hoofddragconstructie. Doch dit werd door de betrokken architect niet toegestaan met als gevolg zware uitwaaierende consoleflensplaten met grote concentraties deuvels ter plaatse.



Tuibrug Zevenaar

Bij de landhoofden is een gescheiden oplegsysteem toegepast: Schalmen ter plaatse van de hoofdliggers voor de opname van verticale krachten en doken in het hart van de brug voor de opname van horizontale reacties. Aan een zijde is de dook van een sleufgat voorzien voor de langsuitzetting van de brug. Om langs- en dwarsuitzettingen in combinatie met een trekbelasting te kunnen opnemen is dus gekozen voor schalmen als verticaal oplegsysteem van het brugdek ter plaatse van de landhoofden. Uit het oogpunt van duurzaamheid en om grote wrijvingskrachten te voorkomen is een GE-kogelgewrichtslager toegepast. Dit lager is in principe onderhoudsvrij maar kan door (na)smeren een lagere wrijving ontwikkelen. In verband met een beperkte beschikbare hoogte is de schalm deels in de dwarsdrager doorgezet. Dit betekent dat de onderflens van de kokervormige einddwarsdrager deels onderbroken is. De capaciteit van de onderflens is nauwelijks verminderd omdat het afrondingsschot tussen dwarsdrager en hoofdligger lokaal is vergroot. Pendels en pylonen worden van gelijke pot-opleggingen voorzien. De horizontale stabilisatiestang tussen pyloon en brugdek is een bijzonder element. Omdat uit de berekening kleine krachten resulteren en het onderdeel aan weers-

manente belasting voorziet in een duidelijke opwaartse zee. De bij de fabricage aan te houden vorm moet, rekening houdend met effecten van kruip, storten van beton, kabelverlenging en elastische doorbuiging door later aan te brengen slijtlagen zo goed mogelijk hierbij aansluiten. De staalconstructie wordt uitgevoerd door onderaannemer HBG-staal, het betondek door hoofdaannemers-combinatie BTC. De stalen brug wordt in liggersecties aangevoerd en nadat deze op de bouwplaats tot brugdelen zijn samengesteld, op tijdelijke ondersteuning en de pendelpoten gehesen en afgelast. De tijdelijke ondersteuning zijn geheide buisprofielen en grijpen aan ter plaatse van de lijven van de tuikokerdwarsdrager bij de hoofdligger. Door het aanbrengen van vijzels onder de opleggingen kan de positie van de brug worden beheerst. De brug wordt met een beperkte overhoogte geplaatst. Vervolgens worden breedplaten aangebracht en het constructieve beton gestort. Na het uitharden wordt de brug enigszins afgelaten waardoor de hele ligger een positief moment krijgt opgedrongen en het betondek op druk wordt voorbelast. Omdat de tuien op dezelfde positie aangrijpen als de stoppingen behoeft slechts de reactie te worden overgenomen tot de brug juist spanningsloos in de ondersteuning hangt. Door het aanbrengen van rustende belasting komen de tuien verder op spanning en zakt de constructie naar zijn uiteindelijk vorm waarmee de pendelpoot aan komt te liggen.



Fundering van de pyloon

zijden geflankeerd wordt door zware, vervormende constructieonderdelen is besloten om het onderdeel tenminste met een capaciteit van 500 kN uit te rusten. Hiermee wordt vermeden dat het onderdeel als gevolg van onvoorziene omstandigheden overbelast wordt en bezwijkt. De door de opdrachtgever geëiste eindvorm onder per-



Inhijzen brugdeel. Let op aansluitingspunt voor de tuikabel



Fraai vormgegeven aansluitpunt voor de tuikabel