

BV Nieuws



Hét kennisnetwerk voor
de betonbouw

2

jaargang 2018 | mei

Thema
Constructeursdag



De Catharinabrug Ranke UHSB-brug in hartje Leiden

In de komende uitgaven van ons BV-Nieuws schenken we aandacht aan de winnaars van de Betonprijs 2017. In dit nummer “De Catharinabrug” winnaar in de categorie “Bruggen en Viaducten”

Op een prominente plek in het historisch centrum van Leiden is een zeer slanke brug van ultra-hogesterktebeton (UHSB) gerealiseerd. Met een lengte van 36 m en een slankheid van 1:81 is het de slankste en langste UHSB-brug van Nederland. De brug is van boven gezien S-vormig en het dek is dubbel gekromd om goed aan te sluiten op de kades. Ondersteuning en dek zijn geprefabriceerd en ter plaatse met een speciaal type UHSB aan elkaar gestort.

De Catharinabrug is een voetgangers- en fietsersbrug en ligt op het punt waar de Oude en Nieuwe Rijn samenkomen. De brug krijgt een belangrijke functie in het drukke winkelgebied dat een metamorfose ondergaat. Ze ligt in het verlengde van de nieuwe Catharinasteeg en verbindt de Haarlemmerstraat met de Breestraat. Op deze manier ontstaat een nieuw winkelrondje volgens het stedenbouwkundig plan van Rijnboutt.

Ontwerp

De brug, met een totale lengte van ruim 36 meter en een breedte van 6 meter, wordt ondersteund door twee V-vormige pijlers op een onderlinge afstand van 22,5 meter. De twee steunpunten staan in het water om de brug los te houden van de kades die onderdeel zijn van het beschermd stadsgezicht. Bijzonder aan de brug is het zeer slanke en vloeiende uiterlijk van het brugdek. De ranke brug is van boven gezien S-vormig en het dek is dubbelgekromd om goed aan te sluiten op het stratenpatroon en vloeiende verkeersstromen over de weg en het water mogelijk te maken. Daarnaast waren de maximale overspanning, zo hoog mogelijke doorvaarthoogte en een comfortabele helling voor mindervaliden bepalend voor de vorm van de brug. De combinatie van deze wensen resulteerde in de vraag naar een zo slank mogelijk brugdek.

De opdracht was dan ook om alles uit de kast te halen wat er met UHSB mogelijk was. Door het dek van EPS te voorzien is gewicht bespaard om het nog slanker te maken. Dit resulteerde uiteindelijk in een dek met een verlopende dikte van 425 mm boven de steunpunten tot slechts 275 mm in het midden van de overspanning. De rand van het brugdek loopt taps toe naar een dikte van 80 mm.

Met dit slanke ontwerp lukte het de gewenste doorvaarthoogte van 1,75 m te behalen over een breedte van 3,6 m en een doorvaarthoogte van 1,5 m over een breedte van wel 11,1 m. Desondanks heeft de brug een helling van slechts 1:20.

Balustrade

De balustrade bestaat uit stalen strips die onzichtbaar met het dek zijn verbonden. Dit is gedaan door de voetplaten in een gootje te bevestigen en vervolgens aan te gieten met gietmortel K70. Dit betekende wel dat de constructieve rand, die al slank was gehouden, nog eens is verjongd. Met behulp van beproevingen is aangetoond dat de ankers ondanks de geringe betondoorsnede de belastingen kunnen opnemen. De aanwezige staalvezels zorgen ervoor dat met zeer korte verankeringen kan worden volstaan. Op de balusters is een speciaal geëxtrudeerde en in vorm gewalste railing met LED sfeerverlichting aangebracht.





ir. Mirte de Graaff,
Pieters Bouwtechniek
Delft BV



ir. Rogier van Nalta,
Pieters Bouwtechniek
Delft BV

Plaatsing van de elementen. Wapening valt als een kam in elkaar. (foto: Gerda van Ekris)

Natte knopen

De brug is opgebouwd uit geprefabriceerde dubbelgekromde elementen. Het brugdek is in de lengte opgedeeld in 8 elementen die ter plaatse aan elkaar zijn gestort. Dit was nodig vanwege de beperkte ruimte op de locatie, maar ook omdat het toegepaste UHSB, Hi-Con's Compact Reinforced Composite (CRC), eigenlijk alleen in een fabriek goed is te verwerken.

De elementen zijn met het speciaal voor natte knopen ontwikkelde UHSB JointCast aan elkaar gestort. Om een onzichtbare verbinding te realiseren zijn inkassingen in de elementen gemaakt. Aan de onder- en zijkanten langs de elementrand loopt een dunne schil door die aansluit op het aangrenzende element. De bakjes die op deze manier ontstaan worden van

bovenaf volgestort en vervolgens weggevoerd onder de slijtlaag. De wapening van twee aansluitende elementen grijpt als een kam in elkaar en door de uitstekende aanhechting van het JointCast is maar een hele kleine overlap nodig.

Uit het Juryrapport:

De Catherinabrug in Leiden is bijzonder mooi. Door de toepassing van ultra-hogesterktebeton zijn de ontwerpers erin geslaagd een superdunne brug te maken, slechts 27 centimeter dik. Hierdoor is het gelukt een zeer geringe helling te maken voor de voetgangers en fietsers, terwijl er wel voldoende hoogte is gecreëerd voor de plezierboten en andere vaartuigen. Daarnaast is dit zeer dichte beton minder gevoelig voor aantasting en vervuiling. Hier zijn door de toepassing van een bijzondere technologie vele vliegen in één klap geslagen. Leiden heeft er een modern monument bij.

Toleranties

Er is bijzonder veel aandacht besteed aan de kwaliteit en toleranties van de elementen om ervoor te zorgen dat de Catharinabrug eruit zou komen te zien als één vloeiend doorlopende witte lijn.

De delingen in het dek moesten zo onzichtbaar mogelijk zijn. Daarom is de lat voor het schoonbeton extreem hoog gelegd met toleranties van slechts 2-3mm. In de productie is continu gecontroleerd of de afmetingen voldeden aan de specificaties en de afwijkingen binnen de gestelde toleranties vielen. De wapening van de elementen, met een dekking van slechts 15 mm, is daarom volledig in de mal gevlochten, waarbij ook de gewichtbesparende EPS-blokken zijn meegenomen.



Een vernieuwende brug die ingetogen opgaat in de omgeving. (foto: Kees Hummel)



Een vloeiende witte lijn, zoals dit in het ontwerp bedoeld was. (foto: Kees Hummel)

Om passingsproblemen te voorkomen en indien nodig vóór de montage te kunnen oplossen zijn alle stekken na de productie van ieder element ingemeten. Vervolgens zijn alle elementen in een 3D-model in elkaar gepast om de aansluitingen te controleren.

Uitvoering

De Catharinabrug ligt in het historische hart van Leiden. Qua transport en kraancapaciteit was de uitvoering van de brug zeer uitdagend. Zowel het verkeer op de weg als op het water moest ongehinderd doorgang kunnen vinden rond en tijdens de installatie van de brug.

Voor de montage van de elementen is een verstelbare staalconstructie bedacht, zodat de elementen direct vanaf de vrachtwagen op de juiste positie konden worden geplaatst en op elkaar uitgelijnd. Door een uitsparing in de constructie konden de rondvaartboten gewoon passeren.

Ultra-hogesterktebeton

Voor het UHSB is het materiaal Compact Reinforced Composite (CRC) van Hi-Con toegepast, dat uitgaat van een combinatie van staalvezels en traditionele wapening. CRC is een dikke, yoghurtachtige substantie en wordt gekenmerkt door een optimale korrelpakking en het achterwege laten van grove toeslagmaterialen. De sterkte varieert tussen de 120 N/mm² voor de pijlers tot 170 N/mm² voor de natte knopen. Dit materiaal is ontwikkeld in Denemarken in de jaren tachtig door Hans Bache [1, 2] en sinds die tijd zeer uitgebreid beproefd en gedocumenteerd. Voor de

Catharinabrug is een recent ontwikkelde variant gebruikt van het originele CRCi2. Deze CRCi3-mix is oorspronkelijk ontwikkeld voor windmolens met zware dynamische omstandigheden. De verwerkbaarheid is zeer lastig, maar de dynamische stijfheid is aanzienlijk beter. Dit maakt CRCi3 zeer geschikt voor slanke infraprojecten zoals de Catharinabrug.

Conclusie

Voor de Catharinabrug is een zeer ambitieus ontwerp gemaakt, dat alleen in UHSB mogelijk was. De eisen lagen hoog en er werd veel verwacht, zowel

wat betreft de onderbouwing van de constructie als de hoge afwerkingskwaliteit en zeer kleine toleranties. Door een optimaal UHSB-mengsel toe te passen in combinatie met uitgebreide documentatie en ervaring, is het onhaalbare mogelijk gebleken. Het resultaat mag er wezen: de sierlijke brug pas perfect tussen de historische bebouwing en is een aanwinst voor de Leidse binnenstad.

Literatuur

- [1] Bache, H.H.: Compact Reinforced Composite, Basic Principles, CBL Report No. 41, Aalborg Portland, 1987.
- [2] Aarup, B; Jensen, B.C.: Bond Properties of High-Strength Fibre Reinforced Concrete, ACI-publication SP-180, Bond and Development of Reinforcement, 1998. Weert

Projectgegevens

Opdrachtgever:	Gemeente Leiden
Architect:	DP6 architectuurstudio, Delft
Constructieadviseur:	Pieters Bouwtechniek, Delft
Uitvoering:	Gebr. Schouls, Leiden
Leverancier:	UHSB: Hi-Con Nederland, Weert