

Gelezen in Structural Concrete

Structural Concrete Vol. 21/6

(december 2020) is gewijd aan het conceptueel ontwerp van constructies. Het nummer is uitgebracht naar aanleiding van het *International fib Symposium on Conceptual Design of Structures*, gehouden in Madrid in september 2019. Het gaat over creatieve processen in de constructietechniek, die door grondige, systematische en ambitieuze inspanningen moeten leiden tot de meest adequate oplossingen. Hierbij bieden moderne tools en technologieën en nieuwe materialen interessante mogelijkheden.



RUBRIEK STRUCTURAL CONCRETE

Een van de meest toonaangevende internationale vakbladen over betonconstructies is *Structural Concrete* (SC). SC is het officiële, peer reviewed journal van fib (*The international federation for Structural Concrete*). *Cement* plaatst vanaf nu een korte Nederlandstalige samenvatting van een selectie van voor *Cement*-lezers interessante papers uit ieder nummer van SC (verschijnt 6x per jaar). De volledige papers zijn beschikbaar op onlinelibrary.wiley.com (gratis voor leden van fib).

TEXTIELGEWAPEND BETON VOOR DUURZAME CONSTRUCTIES

Textielgewapend beton (kort: textielbeton) is beton met wapening die bestaat uit textielweefsels met een hoge treksterkte. Doordat deze wapening niet gevoelig is voor corrosie, kan de betondekking worden beperkt en kan ook de hoeveelheid klinker in het cement aanzienlijk worden verminderd. Doordat de wapening eenvoudig in complexe bekistingen kan worden aangebracht, is het materiaal geschikt voor dunne schalen of gebogen constructies (diktes van 10 – 20 mm). Door de besparing op materiaal en de lagere hoeveelheden klinker, heeft textielbeton een aanzienlijk lagere CO₂-footprint dan traditioneel gewapend beton.

Om een grootschalig gebruik in de praktijk aan te moedigen is onderzoek uitgevoerd aan het ENAC / EPFL in Zwitserland. Hierbij zijn materiaal- en constructieve eigenschappen en de architectonische mogelijkheden onderzocht. Dit betrof eigenschappen op het gebied van trek, buiging en afschuiving. Op basis hiervan is een voorbeeld uitgewerkt van een paviljoen op ware grootte, volledig in textielbeton.

Uit het onderzoek bleek dat het materiaal geschikt is voor daadwerkelijke toepassing in de bouw. Zo bleek onder meer dat, ondanks het brosse breukgedrag bij trek, voldoende vervormingscapaciteit kan worden bereikt. Een veelbelovende toepassing is de combinatie van textielwapening met glasvezelversterkt polymeer of roestvaststalen wapening. Hierdoor kan de draagkracht plaatselijk worden verhoogd. Verder is geconcludeerd dat het materiaal zich goed leent voor prefabricage. Door de geringe diktes zijn de stukken makkelijk te vervoeren en op de bouwplaats te assembleren.



1 Starten van een cilindervormige schaalconstructie met textiel gewapend beton

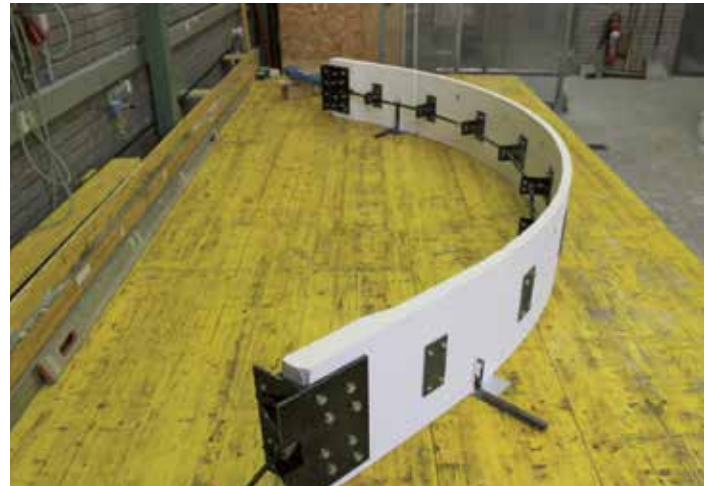
Paper *Textile reinforced concrete for sustainable structures: Future perspectives and application to a prototype pavilion* (2251).

Door: Patrick Valeri, Patricia Guaita, Raffael Baur, Miguel Fernández Ruiz, David Fernández-Ordóñez, Aurelio Muttoni.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/suco.201900511>

ACTIEF GEBOGEN BETONSCHALEN

Een nieuwe manier om schaalconstructies te realiseren is het actief buigen van vlakke betonplaten. De methode maakt gebruik van de hoge rotatiecapaciteit van dunne betonplaten, gewapend met zeer elastische trekwapening. De verharde platen worden opgetild en in de gewenste vorm gebogen met behulp van externe kabels die de platen onderwerpen aan excentrische krachten. De methode is onderzocht aan de universiteiten van Innsbruck en Stuttgart en verder geoptimaliseerd met een reeks experimenten: eenassige trekproeven voor het bepalen van breukrek

van de vezelwapening, buigproeven op kleine betonplaten voor het bepalen van de mogelijke kromming, en proeven op grote schaal om het gehele proces te beschouwen. Over het geheel genomen waren de experimenten geslaagd. Zo was het mogelijk de platen met de kabels te buigen. Wel is vastgesteld dat wapening met een hoge eindrek slechts schaars beschikbaar is. Een andere conclusie was dat normaal beton geschikter is dan beton met hoge sterkte. Vervolgonderzoek in inmiddels ingeland.



2 Door het spannen van een kabel gekromd betonelement

Paper *Actively bent concrete shells (2282)*. Door: Johannes Berger, Oliver Gericke, Jürgen Feix, Werner Sobek. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/suco.202000045>



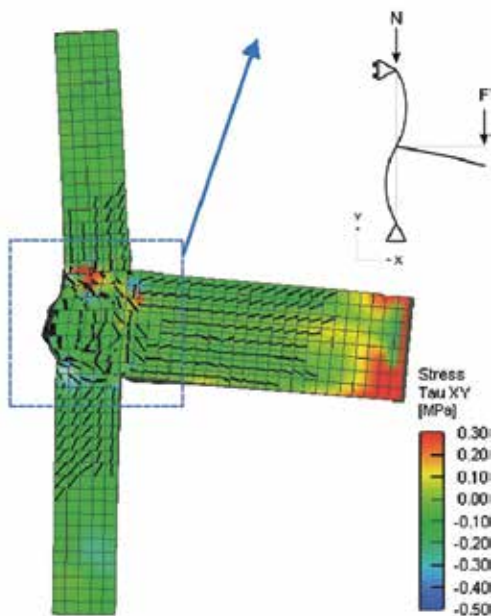
3 Proefstuk na een brandproef

Paper *Design of the metro tunnel project tunnel linings for fire testing (2452)*. Door: Maurice Guerrieri, Carlos Sanabria, Wei Ming Lee, Esteban Pazmino, Rahul Patel. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/suco.202000140>

BRANDGEDRAG VAN BETONNEN SEGMENTEN IN EEN METROTUNNELPROJECT

In Victoria (Australië) neemt de toepassing van de boortechniek voor ondergrondse tunnels toe. Dergelijke tunnels moeten brandwerend worden ontworpen om zowel de constructieve veiligheid als de bruikbaarheid in geval van brand te behouden. In Australië zijn voor het Melbourne Metro Tunnel Project twee soorten brandtestprogramma's uitgevoerd, met het oog op veiligheid tijdens een hevig brandincident. Beide programma's maakten gebruik van de RABT ZTV (rail) brandcurve. Het eerste omvatte de brandproeven van 12 onbelaste vlakke elementen om

te bepalen of een bepaald betonmengsel gevoelig zou zijn voor afschatting. In het tweede programma werden zes prototype elementen op ware schaal onderworpen aan brandproeven, voor het eerst in Australië. Uit de onderzoeken bleek dat brandproeven op ware schaal essentieel zijn; bij de onbelaste vlakke elementen werd het spatgedrag onderschat. Verder kon worden geconcludeerd dat de toevoeging van polypropyleenvezels succesvol is in het verminderen van afschatten, naast het gebruik van puzzolaancement zoals vliegas en slak. →



4 Uitvoer van een van de modellen

NUMERIEKE SIMULATIE VAN BALK-KOLOMVERBINDINGEN MET VERSCHILLENDE BEZWIJKMECHANISMEN

Het simuleren van het niet-lineaire gedrag van balk-kolomverbindingen is niet eenvoudig. Nog moeilijker is het om de bijdrage van verschillende niet-lineaire mechanismen op het dynamische gedrag te simuleren. In een internationaal onderzoek zijn balk-kolomverbindingen in gewapend beton gesimuleerd met geavanceerde numerieke modellen. Het betrof verbindingen met detailleringen en materiaaleigenschappen die niet voldeden aan de huidige seismische voorschriften. Met modellen, opgesteld in VecTor2 en ATENA, is in detail onderzocht welke factoren de globale en lokale respons van de verbinding beïnvloeden. Hierbij zijn twee modelleringstrategieën vergeleken met experimentele resultaten van samengestelde verbindingen met verschillende bezwijkmechanismen. Er is gekeken naar het hysteresis gedrag, het scheurpatroon (en de ontwikkeling daarvan) en lokale vervormingen van de verbinding. De voor- en nadelen, de uitdagingen bij de implementatie van het model en de mogelijkheid de experimentele resultaten te reproduceren zijn in detail besproken. De vergelijking met experimentele resultaten bleek daarbij zeer nuttig om de nauwkeurigheid en de toepasbaarheid van de voorgestelde modellen te beoordelen.

Paper Numerical simulation of substandard beam-column joints with different failure mechanisms (2515). Door: Özgür Yurdakul, Ciro Del Vecchio, Marco Di Ludovico, Özgür Avs, ar <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/suco.201900003>

CONSTRUCTIEVE BEOORDELING VAN EEN 60 JAAR OUDE ONDERSLAGBALK VAN GEWAPEND BETON

Bestaande constructies van gewapend beton vertonen steeds vaker tekenen van schade (onder meer scheurvorming). De visuele inspectie van deze constructies wordt daarom alsnog belangrijker, maar er is nog maar weinig onderzoek verricht naar constructies die in werkelijkheid moeten worden beoordeeld. In een experimenteel programma en daaropvolgend numeriek onderzoek zijn de prestaties onderzocht van een gewapend betonnen onderslagbalk van een 60 jaar oude brug in Texas, die diagonale scheuren vertoonde. Dit onderzoek om de afschuifsterkte te bepalen.

Het scheurgedrag is uitgebreid gemonitord en de mechanische eigenschappen zijn onderzocht vóórdat de brug tot bezwijken werd belast. Het numerieke onderzoek omvatte zowel 'traditionele' methoden als

niet-lineaire eindige-elementenanalyses (NLFEA), met en zonder rekening te houden met de bestaande schade.

Uit het onderzoek kwam onder meer een slechte hechting van de wapening naar voren, wat wijst op een twijfelachtige betonkwaliteit. Bovendien voldeed de detaillering van de dwarskrachtwapening niet volledig aan de moderne eisen. Toch bleek uit de resultaten van zowel het experimentele als het numerieke onderzoek dat deze schade niet wees op een dreigende afschuifbreuk. De resultaten van de NLFEA gaven bovendien een redelijke schatting van de capaciteit van de constructie kap en gaven een correct beeld van de bezwijkmechanismen, schadepatronen en de afschuifweerstand. Dergelijke instrumenten blijken dus goed toepasbaar voor de beoordeling van bestaande constructies.

Paper Structural performance assessment of a 60-year-old reinforced concrete bent cap (2549). Door: Jarrod Zaborac, Bernardo Perez, Trevor Hrynyk, Oguzhan Bayrak <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/suco.202000033>



5 Testopstelling 60 jaar oude onderslagbalk

ONDERZOEK NAAR GEWAPENDE BETONPLATEN MET VERSCHILLENDE ONDERSTEUNINGSCONDITIES

Gewapende betonplaten kunnen tijdens hun gebruiksduur worden blootgesteld aan buitengewone belastingen zoals ontploffingen en inslagen. Er is al veel onderzoek verricht naar het gedrag van deze platen bij dergelijke belastingen. Dat geldt echter niet voor de invloed van de ondersteuning.

In Turkije is nu een studie verricht naar effecten van de ondersteuning op de dynamische respons en de bezwijkmechanismen van gewapend betonnen platen, onderworpen aan impactbelastingen. In het eerste deel van de studie werden negen in twee richtingen dragende, lijnvormig ondersteunde platen onderzocht. Hierbij is gevarieerd in het type ondersteuning van de randen: zowel ingeklemd als scharnierend. Deze platen zijn getest met een impactbelasting via een valtest. Hierbij zijn ze

blootgesteld aan twee belastingen met een verschillende hoeveelheid energie. De tijdsafhankelijke versnellingen en vervormingen in de platen zijn gemeten en de scheurpatronen ten gevolge van de belasting zijn beschouwd.

De resultaten lieten zien dat een vermindering van het aantal ingeklemde randen zorgt voor een toename van de maximum versnellingen en vervormingen. Zo lieten de platen met vier scharnierende randen een 58%, 74% en 26% grotere maximum versnelling, maximum vervorming en blijvende vervorming zien dan de platen met vier ingeklemde randen. Verder kon worden geconcludeerd dat er meer scheuren optraden in de platen waarvan het aantal ingeklemde randen groter was.

In het tweede deel van het onderzoek is een nauwkeurige eindige-elementenanalyse

gedaan waarin de experimentele resultaten zijn geanalyseerd. De resultaten kwamen goed overeen. De conclusie was dan ook dat de voorgestelde eindige-elementenanalyse kan worden gebruikt voor de beoordeling van de dynamische respons van de bezwijkmechanismen van gewapend betonnen platen onder impactbelasting met lage snelheid.

Paper *Experimental and numerical investigation of impact behavior of reinforced concrete slab with different support conditions* (2689). Door: Tolga Yılmaz, Nevzat Kırac, Özgür Anil, Recep Tugrul Erdem, Volkan Hoskal
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/suco.202000216>



6 Proefopstelling drop-weight test