

Gelezen in Structural Concrete

Structural Concrete Vol. 22/2 (april 2021) bevat een variatie aan papers over onder meer verbindingen, dwarskracht en pons. Van een selectie van de voor *Cement*-lezers meest interessante papers uit dit nummer staat in dit artikel een korte Nederlandstalige samenvatting.



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*) en verschijnt 6x per jaar. De volledige papers zijn beschikbaar op onlinelibrary.wiley.com (gratis voor fib-leden).

VLOERPLAAT-KOLOMVERBINDINGEN VERSTEVIJD MET HOEKSTALEN

Op de Universiti Kebangsaan in Maleisië is een eindige-elementenmodel opgezet voor met hoekstalen versterkte vloerplaat-kolomverbindingen (fig. 1). Deze versterking maakt gebruik van de gecombineerde werking tussen de hoekstalen en de afschuifweerstand van de bouten, in het bijzonder in de hoeken van de verbinding. Een 3D-analyse is uitgevoerd met behulp van een plasticiteitsmodel in ABAQUS om de prestaties te onderzoeken in termen van ponsweerstand, vervorming en het scheurpatroon bij bezwijken. De numerieke modellen zijn gevalideerd op basis van de experimentele resultaten, gerapporteerd door andere onderzoekers. De voorgestelde versterkingstechniek blijkt te resulteren in

een aanzienlijke verhoging van de sterkte, variërend van ongeveer 59 tot 79% vergeleken met de onversterkte plaat. Het levert ook een betere stijfheid, ductiliteit en energieabsorptie in de plaat waardoor het faalmechanisme verandert van zuivere pons naar buiging. De beenslengte van de hoekstaal, die het aantal afschuifbouten bepaalt, heeft daarbij een groter effect op de ponsweerstand dan de dikte van de hoekstaal. De eindige-elementenresultaten zijn vergeleken met de berekende waarden volgens de huidige ontwerpcodes. Met een eenvoudige maar betrouwbare benadering, gebaseerd op de vloeigrenstheorie, kan de buigweerstand van de versterkte vloerplaten worden ingeschat.

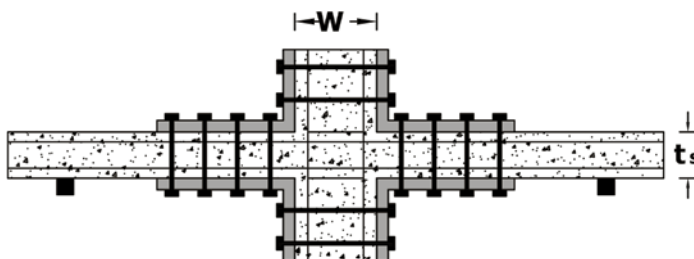


fig. 1 Doorsnede van de versterkte vloerplaat

Paper Finite element analysis of interior slab-column connections strengthened by steel angle plates (SC22/2, p. 676)

Door: Hussein R. Taresh, Mohd Yazmil Md Yatim, Mohd Reza Azmi
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/suco.201900561>

ANKERS VOLGENS DE NIEUWE EN 1992-4 EN ACI 318-19

In Europa moeten ankers worden ontworpen volgens de nieuwe EN 1992-4 en in de Verenigde Staten volgens ACI 318. Deze ontwerpvoorschriften zijn grotendeels gelijk, maar er zijn ook enkele opmerkelijke verschillen. Deze verschillen zijn toegelicht in een paper, waarin aandacht wordt besteed aan de grondbeginselen van het ankerontwerp, de randvoorwaarden, de ontwerpparameters en de ontwerpregels. Er zit onder meer een belangrijk verschil in de benadering van de voetplaat. De Europese norm staat bijvoorbeeld alleen rechthoekige plaatplaatconfiguraties toe met een maximum van negen ankers. Maar de Amerikaanse norm geeft geen details over de verdeling van de trekbelasting binnen de anker-groepen, terwijl het lineair-elastische ontwerp, voorgesteld in Europa, niet volledig consistent is met betrekking tot de eisen voor het plaatontwerp. De EN beschrijft de variabele afstand tussen de ankers binnen een groep en volgt een conservatieve benadering voor de verdeling van de afschuifbelasting indien deze loodrecht plaatsvindt op de betonrand.

Een ander belangrijk verschil zit in de weerstandswaarden bij enkele faalmechanismen. Zo

bedragen de weerstandswaarden in de ACI bij betonkegelbreuk gemiddeld circa 90% van de waarden in de EN. Bij betonkegelbreuk houdt de ACI rekening met het effect van het splijten van beton. De EN beschouwt dit als een apart faalmechanisme. Voor afschuiving mist de ACI verschillende bepalingen voor de staalbreukcontrole met hefboomsarm. De EN kent een ductiliteitsfactor voor brosse ankers, waarbij de groepsweerstand wordt ver-

laagd tot 80% vanwege het beperkte vermogen tot herverdeling. De controle van achteruitbreken is bijna identiek, maar de Europese norm kent een verbeterde factor waarmee het resultaat van testen in rekening kan worden gebracht. Verder is de controle op betonrandbreuk in Europa complexer, maar met slechts een marginaal effect op het ontwerp. De aanpak in Amerika is eenvoudiger en lijkt te volstaan. Bij het ontwerp op afschuiving

mag volgens de EN slechts 50% van de aanwezige haarspeldwapening in rekening worden gebracht, in de ACI is dat 100%. De EN beschouwt bij gecombineerde trek- en afschuifbelastingen de weerstandswaarden afzonderlijk, wat een economischer ankerontwerp mogelijk maakt ten opzichte van de ACI. De auteurs benadrukken in de paper dat de conclusies en aanbevelingen zijn geschreven op persoonlijke titel.

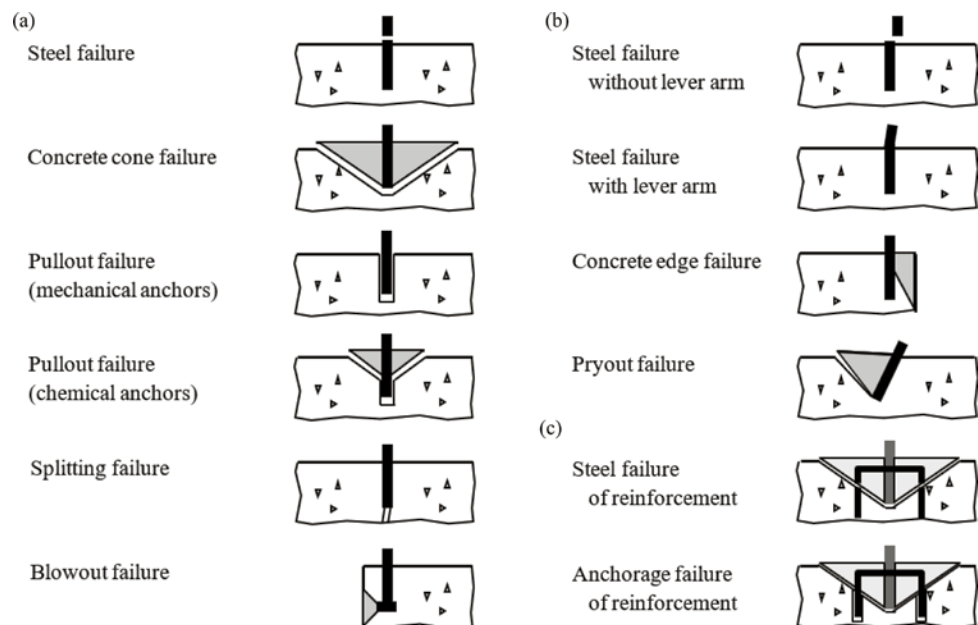


fig. 2 Verschillende faalmechanismen onder trek (a), afschuiving (b) en trek/afschuiving (c)

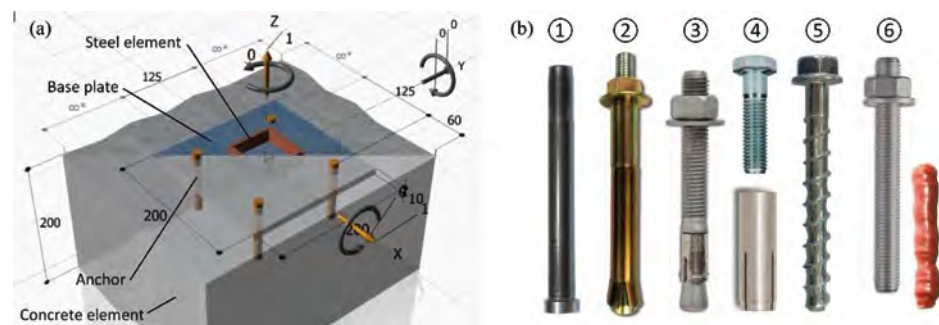


fig. 3 Semitransparante isometrische weergave van ankers die een voetplaat verbinden met de betonconstructie

Paper *Design of post-installed and cast-in-place anchors according to the new EN 1992-4 and ACI 318-19 (SC 22/2, p. 650)*
 Door: Philipp Mahrenholtz, Richard L. Wood
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/suco.202000118>

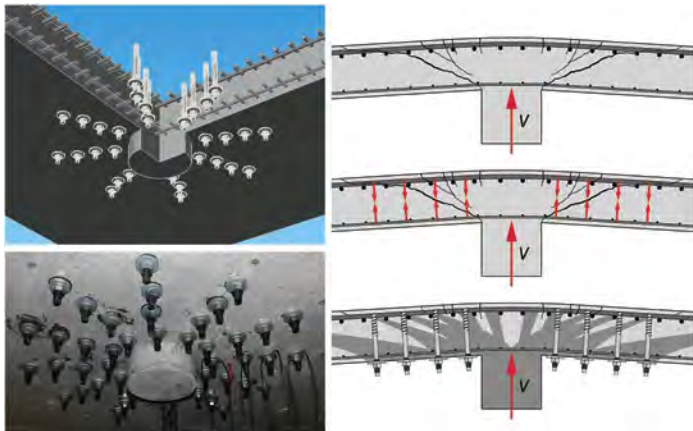


fig. 4 Principe van ponswapening door achteraf aangebrachte betonschroeven

BETONSCHROEVEN ALS PONSWAPENING

Er is een toenemende behoefte aan versterkingsoplossingen voor betonconstructies. Op de Universiteit van Innsbruck is een systeem voor het achteraf versterken van de kritieke ponszone ontwikkeld op basis van het aanbrengen van betonschroeven. Deze schroeven worden vanaf de onderkant van de plaat in verticaal voorgeboorde gaten aangebracht en concentrisch rond de ondersteuning geplaatst.

Er zijn vier testreeksen uitgevoerd, met een totaal van 21 proefstukken (ronde platen). Het systeem blijkt de afschuifcapaciteit en de vervormingsweerstand aanzienlijk te verhogen. Het beperken van de schroefdiameter heeft slechts een zeer beperkt effect. Het reduceren van de installatiediepte leidt tot een kleine vermindering van de afschuifweerstand maar ook tot een brosser bezwijkgedrag. Meer buigwapening heeft een positief effect, terwijl een lager wapeningspercentage kan leiden tot het bezwijken op buiging in plaats van op afschuiving. Vermoeiingsproeven met 2 miljoen cycli lieten geen negatief effect zien op de effectiviteit van het systeem.

Paper Concrete screws as a post-installed punching shear reinforcement (SC 22/2, p. 709)
 Door: Rupert Walkner, Matthias Spiegl, Jürgen Feix
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/suco.202000427>

HORIZONTALE IMPACT OP SCHAMPKANTEN

Brugdekken zijn vaak voorzien van schampkanten aan de rand om plaatsing van balustrades of geluidschermen mogelijk te maken. In het laboratorium van de Universiteit van Rome, Tor Vergata, is experimenteel onderzoek uitgevoerd om de kwetsbaarheid van dergelijke balustrades onder horizontale impact te verifiëren. Hierbij is aanrijding door voertuigen gesimuleerd door middel van proeven op ware grootte. Er zijn elementen gebruikt die veel in de Italiaanse infrastructuur worden toegepast. In het onderzoek is uitgegaan van twee veel voorko-

mende geometrieën.

De schampkanten van 400 mm breed bleken sterk te worden beschadigd bij horizontale impact. Schampkanten met een breedte van 600 mm leiden tot een scheurpatroon dat wel te herstellen is en zijn daardoor geschikter. In alle geanalyseerde gevallen deed zich geen falen van de ankerbouten voor (door slijp of breuk). Aangetekend moet worden dat het gedrag van de balustrade zelf, zoals het knikken van het staal, grote invloed heeft op het gedrag en dus moet worden meegenomen.



foto 5 Testopstelling

Paper Full-scale tests on bridge kerbs subjected to horizontal actions (SC22/2, p. 813–826)
 Door: Alberto Meda, Zila Rinaldi, Simone Spagnuolo, Raffaella Grecco
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/suco.201900461>

RECHTHOEKIGE STAAL-BETONKOLOMMEN ONDER ZIJWAARTSE AFSCHUIFKRACHT

Rechthoekige, met beton gevulde stalen kolommen worden op grote schaal toegepast. Maar over het gedrag onder afschuiving is nog steeds onvoldoende bekend. In China is dit gedrag onderzocht met 3D-eindige-elementensimulaties. Hierbij zijn geoptimaliseerde constitutieve

modellen toegepast en gedetailleerde gegevens over de interactie tussen de omhullende stalen buis en het beton. Op basis van testresultaten en numerieke studies, zijn het afschuifgedrag en het variatiebereik bepaald, bij verschillende afmetingen en belastingen.

De elastische stijfheid en de elastoplastische afschuifsterkteontwikkeling van de kolommen bleken goed te kunnen worden voorspeld. De dwarskrachtverhouding die overeenkomt met de zuivere afschuiving was 0,2. De bovengrens van de dwarskrachtverhouding waarbij be-

zwijken op afschuiven te onderscheiden is van bezwijken op buiging was 1,5. Het opsluiteffect van de stalen buis had een positief effect op de afschuifweerstand van het beton. Er is een opsluitcoëfficiënt Φ geïntroduceerd om dit effect te beschrijven. Op basis van de resultaten zijn berekeningsformules voorgesteld voor de afschuifweerstand en -stijfheid. Deze zijn vergeleken met beschikbare ontwerpvoorschriften in verschillende landen.

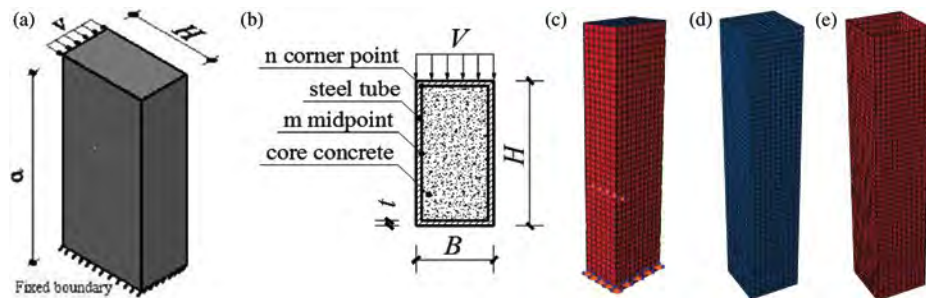


fig. 6 Schematisering staal-betonkolom en het opgestelde eindige-elementenmodel (volledig, betonkern en stalen buis)

Paper Composite action of rectangular concrete-filled steel tube columns under lateral shear force (SC 22/2, p. 726–740)
Door: Fa-xing Ding, Yi-fan Chen, Yu-jie Yu, Li-ping Wang, Zhi-wu Yu
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ucco.202000283>



foto 7 Proefstuk voor axiale trek

Paper Experimental and theoretical behavior of crack spacing of specimens subjected to axial tension and bending (SC 22/2, p. 775)
Door: Chavin N. Naotunna, Samindi M. K. Samarakoon, Kjell T. Fosså
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/suco.201900587>

SCHEURAFSTAND ONDER AXIALE TREK EN BUIGING

De scheurafstand is een belangrijke parameter bij het voorspellen van de scheurwijdten in gewapend beton. Aan de University of Stavanger in Noorwegen is een experimenteel programma uitgevoerd om de scheurafstand te onderzoeken wanneer balken van gewapend beton worden onderworpen aan zowel axiale trek als buiging. De stochastische aard van het scheurgedrag maakt het experimenteel programma gecompliceerd. Een omvangrijke steekproef van scheurafstanden werd geregistreerd, zodat een statistische analyse mogelijk was. Recente studies uit de literatuur werden gebruikt om de experimentele resultaten te verifiëren. De bestaande voorspellingsmodellen voor scheurafstand zijn

ontwikkeld op basis van verschillende theoretische benaderingen, namelijk met of zonder slijp en gecombineerde benaderingen. In deze studie zijn Eurocode 2, Model Code 2010, Japanse Code, Eurocode 2 met Duitse bijlage en Beeby's scheurafstandenmodel gebruikt, omdat deze elke theoretische benadering vertegenwoordigen. Experimentele resultaten van deze studie en uit geselecteerde literatuur werden vergeleken met de voornoemde voorspellingsmodellen. De Japanse Code gaf betere voorspellingen voor axiale trekproeven. Voor de vierpuntsbuigproef gaven alle berekeningsmodellen een goede overeenstemming met de resultaten, behalve Eurocode 2 met Duitse bijlage.