

Vezel versterkt ultra hoge sterkte beton van theorie naar praktijk

afstudeer project HBO bouwkunde aan de Hogeschool Rotterdam

Studenten : Edwin Koolen
Paul van Rijen
Datum : juli 2010
Opdrachtgever : CAE Nederland B.V., Barendrecht
Begeleider : Ing. R.F. Willemse PMSE
School : Hogeschool Rotterdam, academieplein
: Instituut voor bouw en bedrijfskunde
Begeleider : Ing. M. Bierma



0. Waar onze afstudeerscriptie over gaat

▪ Het onderwerp

Vezel versterkt ultra hoge sterkte beton (UHPFRC) toegepast in een bouwkundige constructie.

▪ De aanleiding

Binnen CAE Nederland is de vraag ontstaan of het mogelijk is om ook in bouwkundige werken de voordelen van UHPFRC te benutten. In het hoogbouwproject "Pontsteiger" te Amsterdam zijn extreem grote en dure staalprofielen gebruikt om een megastructuur te realiseren die de stabiliteit van de twee 90 meter hoge woontorens moet voorzien.

▪ De probleemstelling

Wereldwijd is er slechts één UHPFRC soort commercieel verkrijgbaar (Ductal van Lafarge, Frankrijk) waarbij de leverancier weinig informatie weggeeft omdat zij bang zijn voor concurrentie. Daarnaast zijn er nog geen internationaal erkende rekenregels om te rekenen met het materiaal. Wel zijn er enkele rekenrichtlijnen maar deze zijn erg onduidelijk en vaag over de achtergrond van bepaalde keuzes.

▪ De doelstelling

Getragt is om de bestaande rekenrichtlijn AFGC-Setra 2002 (Frankrijk) om te buigen tot handbare rekenmethoden in Eurocode stijl, welke ook voldoen aan de Nederlandse regelgeving (NEN-EN) om zo antwoord te kunnen geven op de vraag; 'kan de stalen megastructuur in het project Pontsteiger vervangen worden door UHPFRC'.

▪ De aanpak

- **LITERATUUR ONDERZOEK** eerst was onderzoek naar het materiaal UHPFRC nodig. In dit onderzoek is aandacht besteed aan de samenstelling van het materiaal en de constructieve-, duurzaamheids- en verwerkingseigenschappen.
- **PRAKTIJK ONDERZOEK** vervolgens zijn aan de hand van gedane betonproeven door de leverancier van het merk Ductal constructieve eigenschappen bepaald aan de hand van de Eurocodes om zo tot een spanning-rek diagram te komen (Druk én trekzijde).
- **HOOFD ONDERZOEK** daarna zijn de rekenmethode uit de AFGC-Setra 2002 vergeleken met de NEN-EN 1992-1-1 waarna rekenmodellen zijn opgesteld in Eurocode stijl. Hierna is de megastructuur van het project Pontsteiger berekend voor een uitvoering in UHPFRC.

1. Hoe sterk UHPFRC is

DRUK 170 MPa
karakteristieke cilinderdruksterkte
 f_{ck}

TREK 8 MPa
karakteristieke treksterkte
 $f_{ctk;0,05}$

ELASTICITEIT 50 GPa
elasticiteitsmodulus
 E_{cm}

	Symbol	Conventioneel beton	UHPFRC Ductal FM/AF®	
Naam	-	C28/35	C170/200	
Karakteristieke (cilinder)druksterkte	f_{ck}	28	170	MPa
Rekenwaarde druksterkte	f_{cd}	18,7	113,3	
Karakteristieke treksterkte	$f_{ctk;0,05}$	1,9	8,0	
Rekenwaarde treksterkte	f_{ctd}	1,3	5,3	
Elasticiteitsmodulus	E_{cm}	32.000	50.000	GPa
Rek bij begin plastische vervorming (druk)	e_{c3}	1,75	2,3	
Rek bij grenswaarde van de betonstuk (druk)	e_{cu3}	3,5	2,6	
Maximale rek trekzijde	e_{ctu}	0,12	5,0 - 25,0	
Krimpfactor	i	± 0,5	± 0,5 < zonder nabehandeling ± 0,01 < met nabehandeling	
Kruipfactor	i	± 2,0	± 0,8 < zonder nabehandeling ± 0,3 < met nabehandeling	

2. Hoe deze sterkte bereikt wordt

De hoge sterkte eigenschappen van UHPFRC worden bereikt door;

- de toevoeging van **fijnere toeslagmaterialen**
- een **verlaagde water/cementratio**
- de toevoeging van **vulstoffen aan het cement**
- de toevoeging van **superplastificeers aan het cement**

→ VERHOOGDE
DICHTHEID

- de toevoeging van **(staal)vezels aan de betonmix**

→ VERHOOGDE
TAAIHEID

