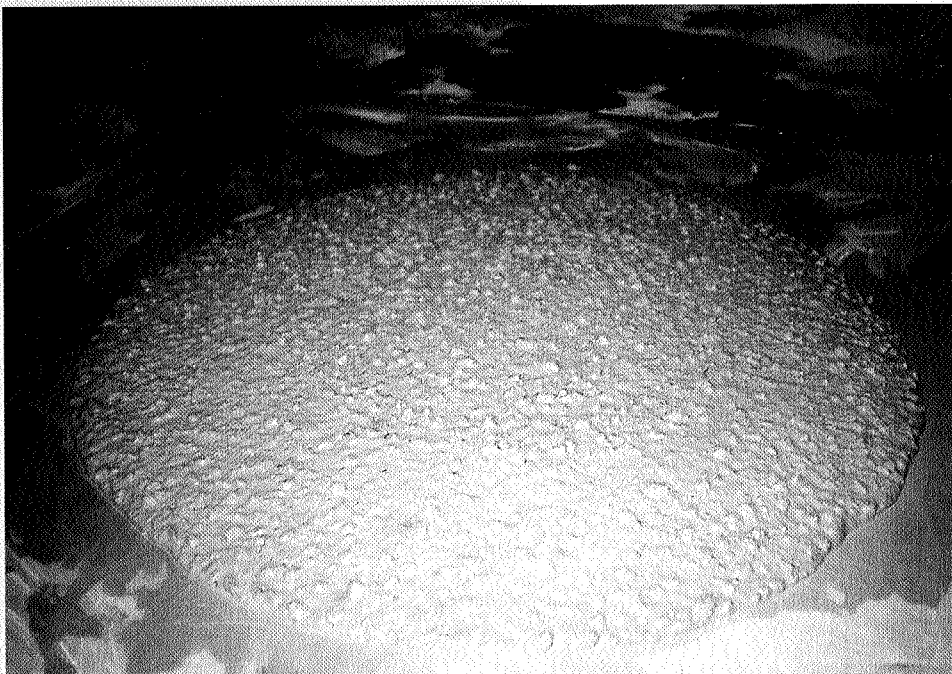


Betontechnologische ontwikkelingen maken het mogelijk betonspecie te vervaardigen die niet hoeft te worden getrild. Dat heeft de nodige voordelen, maar vraagt wel veranderingen in het productieproces. In dit artikel worden de achtergronden en voor- en nadelen besproken.

Zelfverdichtend beton heeft toekomst



De specie spreidt over grote afstand zonder dat ontmenging optreedt

Dat betonspecie na storten moet worden getrild, is algemeen bekend. Bijna iedereen die weleens op een bouwplaats is geweest, heeft bouwvakkers in de weer gezien met trilnaalden. En iedereen die weleens in een productiehal voor geprefabriceerde betonelementen is geweest, heeft gezien hoe trilmotoren de bekisting in trilling brengen. Waarom al die moeite? Het antwoord op deze vraag is eenvoudig te geven. Om ervoor te zorgen dat de lucht uit de vers gestorte specie wordt verdreven, zodat deze goed wordt verdicht. En om ervoor te zorgen dat het beton in alle hoeken en gaatjes vloeit. Het verdichten met trilapparatuur is zwaar en onaangenaam werk: het lawaai, de trillingen en het stof zijn belastend voor de mensen die bij het productieproces aanwezig zijn.

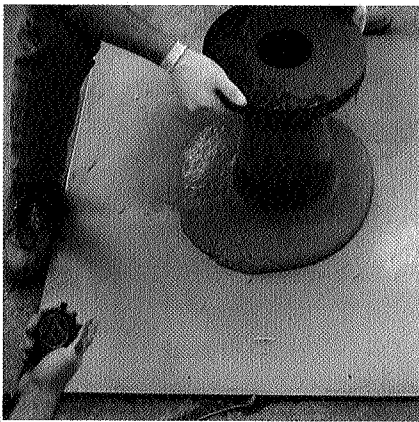
Een trilnaald vasthouden geeft na enige tijd gevoelloze vingers en is belastend voor de gewrichten. Geluidhinder voor de omgeving kan er de oorzaak van zijn dat de werktijden op de bouwplaats aan strenge eisen gebonden zijn en de prefab-industrie kan problemen ondervinden als bedrijven gelegen nabij woonwijken vergunningen aanvragen.

Daarnaast betekent verdichten ook energieverbruik en dus kosten. Ook leidt het tot verhevigde slijtage van de bekisting en moet de bekisting zwaar worden uitgevoerd. Het trillen leidt er namelijk toe dat de vers gestorte specie grotere krachten op de bekisting uitoefent. Ook uitvoeringstechnisch zijn voordelen te behalen als verdichten niet nodig zou zijn. Zo kan het bijvoorbeeld bij een dichte wapening met kleine staaf-

afstanden onmogelijk zijn om alle betonmortel goed te verdichten; sommige constructiedelen zijn gewoon niet te bereiken met de trilnaald. Dat is ongewenst, zodat kostenverhogende voorzieningen moeten worden getroffen. Tevens kan een bekisting een zodanige vorm hebben, dat sommige constructiedelen sowieso al moeilijk te bereiken zijn. Dan kunnen maatregelen worden getroffen, maar ook hier geldt dat dat extra kosten met zich meebrengt. Zo'n 10 jaar geleden zijn dan ook ontwikkelingen gestart met het doel betonspecie te ontwikkelen die niet hoeft te worden verdicht. Die ontwikkelingen zijn begonnen in Japan, zo rond 1988. De resultaten werden gepresenteerd in 1993, waarna in de tweede helft van de jaren 90 de ontwikkelingen in Nederland op gang kwamen.

MENGSELONTWERP

Betontechnologische ontwikkelingen leiden al sinds jaren tot nieuwe mengsels. Denk hierbij maar aan hogesterktebeton, een materiaal met een druksterkte die gemakkelijk het driedvoudige kan zijn van die van gangbaar beton in de sterkteklassen B 25 en B 35. Maar niet alleen de sterkte is van belang; ook de duurzaamheid wordt verhoogd. Daarom kan ook beter worden gesproken van hoogwaardig beton. Dat hier de sterkte en de duurzaamheid zo nadrukkelijk worden genoemd, geeft aan hoe traditioneel over beton wordt gedacht: het mengselontwerp is gebaseerd op een sterkteklasse en een milieuklasse. Zelfverdichtend beton vraagt een andere aanpak: eerst kijken naar de verwerkbaarheid, dan naar de sterkte.



Het vaststellen van de vloeimaat. De bodemloze kegel wordt gevuld met specie, waarna de kegel wordt opgetild. Na een bepaalde tijd wordt de diameter van de 'speciecirkel' gemeten

Uiteraard ligt de vraag voor de hand waarom de Japanse resultaten niet eenvoudig werden 'gekopieerd'. Nu, door het gebruik van andere cementen, hulp- en vulstoffen enerzijds en door de enorme invloed van een kleine verandering in die eigenschappen op de mengseleigenschappen anderzijds, was en is het onmogelijk de resultaten één op één te kopiëren.

VERWERKBAARHEID

Bij het mengselontwerp staat, zoals eerder genoemd, de verwerkbaarheid voorop. De specie moet namelijk aan een groot aantal eisen voldoen. Zo moet de specie goed in alle hoeken van de bekisting vloeien en de wapening goed omsluiten zonder te ontmengen. De eisen aan het vloeigedrag (grote uitvloeimaat) en de weerstand tegen ontmenging (viscositeit) kunnen leiden tot tegenstrijdige eisen bij het mengselontwerp. Het mengselontwerp is dan ook zoeken naar het optimum. In het onderzoek is men dan ook aan de basis begonnen.

Eerst werd de samenstelling van de pasta onderzocht. Pasta zijn alle delen kleiner dan 0,125 mm: het cement, de vulstof (bv. vlieg-as, silica fume, kalksteenmeel), de hulpstof (bv. superplastificeerder) en het water. Vooral wordt gekeken naar het ontmengen: zakken het cement en de andere materialen niet naar onderen, terwijl het water komt bovendrijven? Uiteraard mag ook de te bereiken sterkte niet worden vergeten. De water-cementfactor wordt dan ook gekozen op basis van de vereiste sterkte. Met pasta's die niet ontmengen wordt het onderzoek voortgezet.

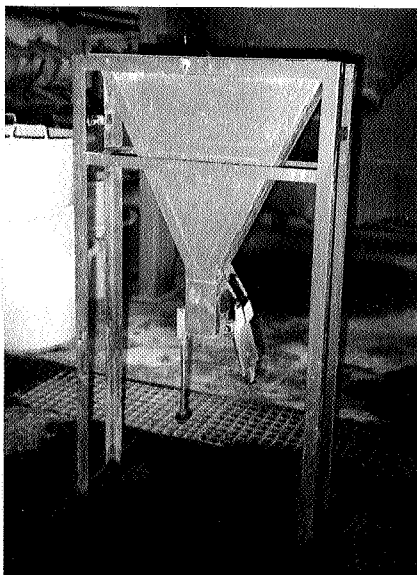
Door zand (kleiner dan 4 mm) toe te voegen, ontstaat de mortel en door daaraan het grind (delen groter dan 4 mm) toe te voegen, hebben we de specie. Dan wordt vooral gekeken naar de uitvloeimaat (hoe ver spreidt het mengsel uit, zie foto 1) en de trechtertijd (hoe snel stroomt het mengsel door een trechter, zie foto 2)

Het onderzoek is zeker niet rechthoekig; vaak moeten proeven worden herhaald met een net iets andere mengselsamenstelling. Die veranderingen hoeven niet alleen vanwege mengseleigenschappen te zijn, maar kunnen ook voortkomen uit de wens het mengsel goedkoper te maken, bijvoorbeeld door meer zand toe te voegen.

DE TOEKOMST

Wat de toekomst zal brengen, is uiteraard niet met zekerheid te zeggen. Wel is duidelijk dat zelfverdichtend beton toekomst heeft. Zo is bij enkele bouwwerken al zelfverdichtend beton toegepast en worden in de prefab-industrie al sinds enige tijd elementen geproduceerd met zelfverdichtende specie. Binnen de BFBN is er dan ook veel aandacht voor zelfverdichtend beton.

Of de toepassing beperkt zal blijven tot specifieke toepassingen of breed zal zijn, zal de toekomst leren. Zo is in dit artikel veel gesproken over 'de bekisting'.



Trechter gebruikt om de uitstroomsnelheid van een mengsel vast te stellen. De klep aan de onderzijde wordt gesloten, waarna de trechter wordt gevuld. Gemeten wordt hoe snel na het openen van de klep door de uitstroombekisting licht zichtbaar is

Onderzoek zal moeten uitwijzen of zelfverdichtend beton ook bij vloeren een aantrekkelijke optie is.

Wel is duidelijk dat zelfverdichtend beton een aanzienlijk aantal voordelen heeft boven traditionele mengsels: lager energieverbruik, betere arbeidsomstandigheden, minder zware bekisting, dichte wapening en complexe bekistingvormen is mogelijk. Uiteraard moeten we ook de nadelen niet uit het oog verliezen: een duurder mengsel en een veeleisender mengprocedure.

dr.ir.dr.s. C.R. Braam,

TU Delft – Fac. CiTG

Foto's: TU Delft, Stevinlab