

Scheurvorming boven een bepaalde grens is niet wenselijk en acceptabel. Wat is die grenswaarde en wie is er verantwoordelijk als die grens wordt overschreden? In deze eerste bijdrage komen de achtergronden van het fenomeen krimp aan de orde.

# Scheurvorming in betonnen bedrijfsvloeren (I)



Hoe hoger de temperatuur tijdens verharding, hoe groter de lineaire krimp

Een opdrachtgever wil geen scheuren in zijn vloer. Het is aan de experts om de opdrachtgever te overtuigen van de toch optredende ondergrens van scheurvorming.

Tot een scheurwijdte van 0,5 mm is er vrijwel nooit sprake van functionele schade, tenzij de vloer vloeistofdicht moet zijn. Maar ook dan hangt het er sterk vanaf of de scheuren slechts ondiep zijn of juist door en door lopen. De toelaatbare wijdte eenduidig (met beoordelingscriteria) is bijvoorbeeld via het bestek te regelen. Anders verval je al gauw in algemene kretologieën zoals deze bijvoorbeeld staan in de vloernorm NEN 2743 (1995). Namelijk dat betonvloeren altijd de neiging hebben om te scheuren. De bovengrens die van scheurvorming hangt sterk af van onder meer:

- esthetica en gebruiksdoel van de vloer (magazijn of showroom);
- vloeistofdichtheid;
- belastingen op de vloer in verband met draagkracht;

- gebruik van de vloer, wielcontactspanningen;
- economie: hoe meer scheurbepurende maatregelen, hoe duurder de vloer wordt.

Ontwerper en vloerenbedrijf hebben de plicht de opdrachtgever te adviseren bij de vaststelling van deze toelaatbare scheurwijdte (de bovengrens).

## BEÏNVLOEDINGSASPECTEN

De slagingskans van een vloer in geval van het aanvaardbaar houden van de optredende scheurvorming, als meest voorkomende schade, is afhankelijk van vier factoren:

- ontwerp
- betonsamenstelling
- uitvoering
- omgevingscondities

In figuur 1 staan deze factoren afgebeeld in relatie tot elkaar.

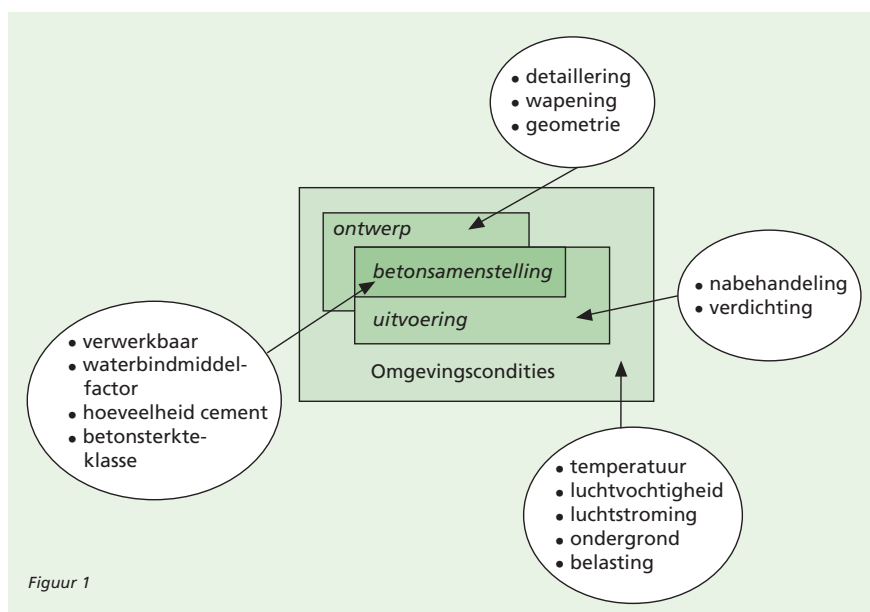
Bij elke factor zijn er aspecten die het resultaat beïnvloeden. Voor de factor 'ontwerp' zijn dat detaillering, wapeningskeuze en geometrie. Voor de factor 'uit-

voering' zijn nabehandeling en verdichting van de betonspecie te noemen. Wordt bij één van de vier factoren een bepaald aspect over het hoofd gezien of niet juist geschat, dan neemt de kans op scheurvorming toe. In onderstaande tabel staan de aspecten die het resultaat beïnvloeden in volgorde van belangrijkheid vermeld. Uiteraard kan dit in elke situatie weer anders zijn. Hier is dan ook een gemiddelde afspiegeling van de praktijk weergegeven.

Het resultaat is dus afhankelijk van het samenspel van ontwerper, vloerenbedrijf en betonleverancier.

### Top tien van beïnvloedingsaspecten

- 1 Temperatuur
- 2 Waterbindmiddelfactor
- 3 Geometrie
- 4 Hoeveelheid cement
- 5 Luchtvochtigheid
- 6 Wapening
- 7 Nabehandeling
- 8 Detaillering
- 9 Ondergrond
- 10 Belasting



Figuur 1

### Waarom scheurt beton?

Uit de analyse die in de ABT publicatie 'Beton kan barsten' wordt uitgevoerd, en ondersteund wordt door vele jaren ervaring met de analyse van schade aan betonconstructies, blijkt dat schade in de vorm van scheuren primair veelal het gevolg is van het optreden van krimp. Er zijn meerdere vormen van krimp, waarvan de volgende drie hier het belangrijkste zijn:

- plastische krimp;
- uitdrogingskrimp;
- lineaire krimp.

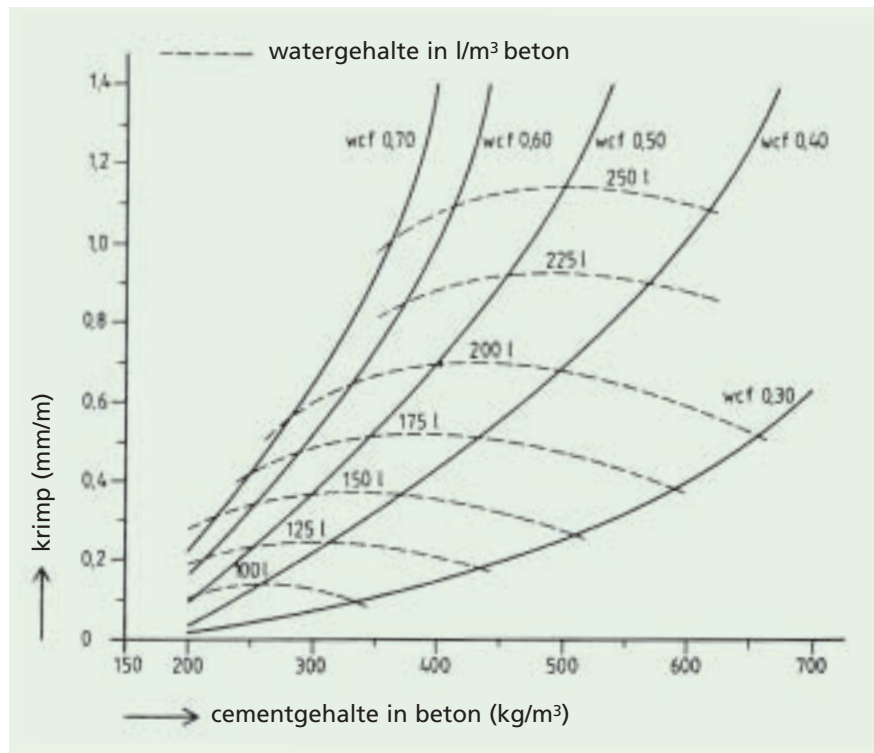
### PLASTISCHE KRIMP

Plastische krimp treedt vooral direct na het storten van buitenvloeren op, maar is in het begin vaak moeilijk zichtbaar vanwege de opgetreden scheuren die worden dichtgevlinderd bij het afwerken van de vloer.

Plastische krimp is als het tegenovergestelde fenomeen van bleeding. Bij bleeding wordt (zoals dat bij zeer veel pas gestorte vloeren enige uren na het afwerken goed zichtbaar wordt) juist door het niet stabiel zijn van de specie, en het uitzakken van de zwaardere grind- en zandfracties, water naar boven toe weggeperst, zodat het door het gemis aan verdamping zich juist aan het oppervlak verzamelt. Bij plastische krimp treedt het omgekeerde mechanisme op.

Zeer cohesieve betonmengsels, gevormd door een hoog cementgehalte en/of silica fume, vliegias en veel zeer fijn zand gedragen zich min of meer als klei. Kleine korreltjes houden het water zeer goed vast en het is zeer slecht te verplaatsen. Nazakken vindt dan praktisch plaats. De cohesiviteit of kleverigheid is daarvoor immers veel te groot. Dergelijke mengsels worden dan ook aangeduid als stabiele mengsels. Het zijn juist deze mengsels die plastische krimpscheuren kunnen opleveren.

Als een dergelijk beton op een warme zomerdag met veel zonbestraling en wind afgewerkt wordt, treedt binnen enige uren na het storten door verdamping van water een tekort aan water nabij het oppervlak op. Het verdampen van water van het (warme) oppervlak kan dan niet gecompenseerd worden door toestroming van 'binnenuit' (de eronder gelegen zones met wel voldoende water.) Dit leidt tot 'samentrekking' van de toplaag van de specie en die kan leiden tot een honingraatvormige scheurstructuur in het oppervlak. De scheurtjes groeien met het



Figuur 2: Scheur door lineaire krimp

voortgaan van de verdamping in de diepte en krijgen dan hun karakteristieke sterk V-vormige verloop, zoals bij uitdrogende klei.

### UITDROGINGSKRIMP

Uitdrogingskrimp treedt altijd op, want in het oorspronkelijke mengsel was water niet alleen aanwezig voor de reactie met het cement, maar ook om een verwerkbaar mengsel te verkrijgen. Het water dat niet nodig is voor de betonverharding wil, afhankelijk van de omgevingscondities, het beton verlaten door verdamping. Dit gaat gepaard met krimp. De grootte van deze krimp kan aanzienlijk zijn en leidt daarom op termijn tot veel schade.

### LINEAIRE KRIMP

De lineaire krimp treedt op in elke constructie die afkoelt. De mate van afkoeling bepaalt de optredende verkorting. Eerst moet de constructie zijn opgewarmd. Dat gebeurt bijvoorbeeld door de hydratiewarmte die tijdens het verhardingsproces vrijkomt door het reageren van het cement en het water. De hoeveelheid warmte is afhankelijk van het type cement, de hoeveelheid cement en de dikte van de constructie. De vrijgekomen hydratatie-warmte en de temperatuur van het beton gedurende de stort bepalen de temperatuur van de constructie. Het temperatuurverschil tussen de constructie en de

omgeving bepalen de optredende spanningen.

De uitzetting van beton gaat bij de binding nog vrijwel spanningsloos; de elasticiteitsmodulus ('stijfheid') moet zich nog ontwikkelen. Maar op het moment van afkoelen (15 tot 40 uur na het storten: eerste of tweede nacht) is het beton al enigszins verhard. Krimpen leidt dan tot spanningen als de vervormingen van de vloer of constructie (gedeeltelijk) worden belemmerd. Bij vloeren is er altijd sprake van enige belemmering, door onder meer wrijving met de ondergrond en omringende constructie-elementen met als gevolg het opbouwen van trekspanningen. Deze geven al zeer snel aanleiding tot het ontstaan van scheurvorming. En, hoe hoger de initiële temperatuur, hoe groter de kans op scheurvorming. Immers, de mate van uitzetting is recht evenredig met de verhardingstemperatuur. Het gevolg is: hoe hoger de temperatuur tijdens verharding, hoe groter de lineaire krimp.

*In de volgende Agrabeton worden de achtergronden van krimp toegelicht met een rekenvoorbeeld.*

ir. G.H.P. Hol en  
ing. A.R. Jacobs – ABT BV, Velp