

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 de vorige Agrabeton is vooral ingegaan op de krimp. Nu wordt de theorie toegelicht met een rekenvoorbeeld.

Scheurvorming in betonnen bedrijfsvloeren (II)



Het scheurrisico neemt sterk toe als er geen rekening wordt gehouden met ontwerp, betonsamenstelling, uitvoering en omgevingscondities

In Agrabeton 2004-3 staan de vier beïnvloedingsaspecten van krimp. Dat zijn ontwerp, betonsamenstelling, uitvoering en omgevingscondities. Om aan te tonen dat elk van de vier factoren een grote invloed heeft op het eindresultaat, is een aantal veel aangetroffen fouten onderzocht en zijn de gevolgen voor de scheurwijdte in kaart gebracht. De fouten komen uit elk van de factoren:

- bij het ontwerp is geen rekening gehouden met krimp;
- te veel water is bij de betonspecie gevoegd (zogenaamde 'aqua-plast');
- de bovenwapening is te laag (met te grote dekking) aangebracht;
- er is bij een te hoge omgevingstemperatuur gestort.

In het voorbeeld wordt uitgegaan van een gewapend betonnen bedrijfsvloer, op staal gefundeerd, met de volgende voorwaarden:

- vloerdikte 180 mm; voegloos uitgevoerd
- bovenwapening een net Ø9-100 mm, dekking 30 mm; geen onderwapening
- betonsamenstelling
- cem III/B 42,5 LH HS; 330 kg/m³
- waterbindmiddelfactor 0,5
- 165 liter water per m³ (absorptie 0 liter)
- 1 % superplastificeerder (consistentiegebied 4)
- korrelgradering 0-32 mm binnen de A-B lijnen van de VBT

- fijne delen 135 tot 145 liter per m³
- vloer op puingranulaat zonder folie
- belasting 10 kN/m²
- omgevingstemperatuur bij storten is 15 °C
- specietemperatuur bij storten is 20 °C

Bij het ontwerp is geen rekening gehouden met krimp. Een externe belasting veroorzaakt in de meeste situaties buigende momenten in de vloer. Bij een minimum wapeningspercentage op basis van een dergelijke belasting, is 320 mm² wapening / m' nodig. Een krimp als lineaire krimp veroorzaakt geen buigende momenten, maar een normaalkracht in de doorsnede. De benodigde minimum wapening gaat nu met een factor 4 (!) omhoog, waardoor 1280 mm² wapening / m' nodig is. Het resultaat bij het niet meerekenen van krimp is per definitie dramatisch (variant A1). Zie tabel.

TE VEEL WATER

Bij uitvoeringscontroles bij vloerenwerken, constateert ABT dat er nog regelmatig teveel aan water in de betonspecie aanwezig is. Een gemiddeld betonmengsel bevat ongeveer 165 liter water per m³. Van deze hoeveelheid is ongeveer 40 % nodig voor de reactie met cement. Dit betekent dat van de 165 liter in aanvang, voordat er chemische reacties optreden, nog circa 100 liter water in het beton aanwezig is en

Procentuele verandering van de scheurwijdte ten opzichte van de basisvloer, bij verschillende varianten. De scheurwijdte van de basisvloer is berekend op 0,3 mm

scheurwijdte [mm]	variant 1	variant 2	variant 3
A: ontwerp	dramatisch	-	-
B: betonsamenstelling	+15 %	+30 %	+50 %
C: uitvoering	+15 %	+30 %	Dramatisch
D: omgevingscondities	+20 %	+40 %	+75 %

kan verdampen. Indien water uit beton verdamt (dit gebeurt vanuit de capillaire poriën), krimpt het beton. Bij het verdwijnen van dit water treedt contractie van de poriën op. Dit heeft tot gevolg dat de totale constructie krimpt. Deze krimp is één van de belangrijkste redenen voor schade aan betonnen vloeren.

Bij bestudering van de figuur valt op dat een mengsel met minimale krimp, een lage watercementfactor en een laag cementgehalte moet hebben. Het probleem dat nu ontstaat is dat om een verwerkbaar mengsel te krijgen, een minimum hoeveelheid water nodig is voor de verwerkbaarheid van de betonspecie. Het verhogen van de verwerkbaarheid door het toevoegen van plasticizers is mogelijk. Willen we dat deze stoffen actief zijn, dan is het nodig om minimaal 145 liter water per m³ in het mengsel te hebben. (variant B1 t/m B3: water +10, +15 en +25 liter/m³). Zie tabel.

Bovenwapening

Met name als het gaat om uitdrogingskrimp is de bovenwapening in de vloer van groot belang om scheurwijdten te beperken. Hoe groter de dekking, hoe minder effectief deze wapening wordt. Met een zekere dekking is het zelfs niet meer zinvol de wapening er überhaupt in te stoppen. Men kan zich dus serieus afvragen bij welke dekking de duurzaamste oplossing gecreëerd wordt. (variant C1 t/m C3: dekking 35, 40 en 50 mm). Zie tabel.

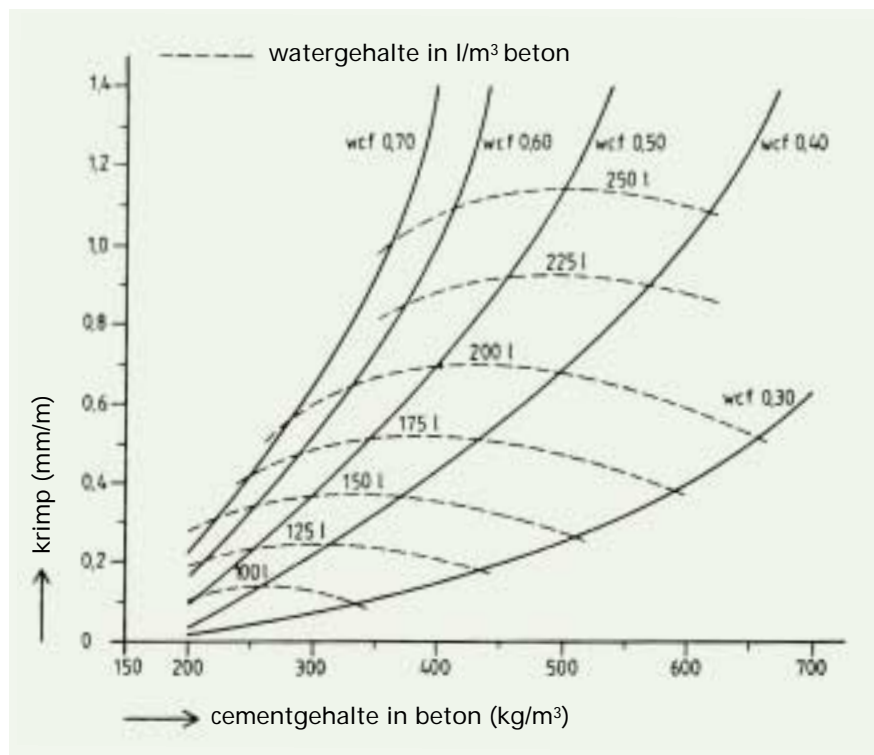
Omgevingstemperatuur

Naast de nachtelijke afkoeling van circa 15 °C op korte termijn, is tevens de seizoensafkoeling van groot belang voor het resultaat op langere termijn. (variant D1 t/m D3: omgevingstemperatuur resp. 23 °C, 28 °C en 32 °C; specietemperatuur respectievelijk 28 °C, 31 °C en 34 °C) Zie tabel.

Op basis van de hierboven genoemde voorbeelden is er per variant een scheurwijdte berekend. In de tabel is dit samengevat.

CONCLUSIE

Alleen aandacht besteden aan één aspect, zoals temperatuur, geeft niet de zekerheid van een goed resultaat. Uit de



tabel blijkt, dat het niet rekening houden met één van de aspecten al aanleiding geeft tot een sterke toename van het scheurrisico. Laat staan het buiten beschouwing laten van meerdere aspecten. Dat geeft dramatisch slechte resultaten.

Een vloerenproject is pas geslaagd als de optredende scheurvorming gedurende het gebruik van de vloer zich binnen de vooraf vastgelegde limiet bevindt. Om dit te bewerkstelligen dienen de factoren, ontwerp, betonsamenstelling, uitvoering en omgevingscondities in sterke onderlinge samen-

hang te worden gezien. Gelukkig is scheurwijdte een goed meetbaar en toetsbaar criterium.

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