

Elk jaar wordt tussen drie en vier miljoen m² op staal gefundeerde bedrijfsvloeren gelegd. Een belangrijk deel van deze betonvloeren wordt voegloos ontworpen en uitgevoerd. Studiecel 9 heeft onderzocht hoe de scheurvorming van dergelijke vloeren kan worden beheerst.

Beheerste **scheurvorming** van ondersteunde vloeren



Temperatuurverschillen in de verhardingsfase van beton kan vroegtijdige scheurvorming veroorzaken

Studiecel 9 is een gezamenlijk initiatief van de studieverenigingen Stufib en Stutech van de Betonvereniging. Het initiatief is genomen naar aanleiding van signalen uit de markt over schadegevallen bij vooral voegloze, op staal gefundeerde vloeren van gewapend en staalvezelbeton. De belangstelling voor deelname aan de studiecél was groot. In drie werkgroepen is de problematiek rondom de beheersing van scheurvorming bestudeerd. Deze werkgroepen richtten zich op de constructie, betontechnologie en uitvoering van voegloze bedrijfsvloeren.

OOZAKEN

De belangrijkste oorzaken van scheurvorming liggen in de vermindering van vervormingen door temperatuurveranderingen in verhardend beton en van de uitdrogingskrimp.

In de gebruiksfase van een bedrijfsvloer zijn de temperatuurveranderingen niet groot. Juist de temperatuurverschillen in de verhardingsfase van beton kan vroegtijdige scheurvorming veroorzaken. In deze fase wordt enerzijds warmte door het hydratatieproces ontwikkeld, terwijl in voor- en najaarsnachten plotseling grote afkoeling van de vloer mogelijk is.

De uitdrogingskrimp ontstaat door afname van de hoeveelheid niet-gebonden water in het beton. De grootte van deze krimp hangt af van de relatieve vochtigheid van de omgeving, de dikte van de vloer en de betonsamenstelling. De uitdrogingskrimp treedt grotendeels op in de eerste maanden van de verharding, maar gaat nog jaren door en varieert van ca. 0,03 tot 0,05 %.

EISEN

Beton krimpt en dus zijn scheuren inherent aan monolietvloeren. De vraag is hoe deze scheurvorming beheerst kan worden en in welke mate het optreden van scheuren praktisch acceptabel gemaakt kan worden.

Afhankelijk van het gebruiksdoel van de vloer kunnen eisen aan de scheurwijdte worden gesteld. Zo zullen voor vloeren met een esthetische functie hogere eisen worden gesteld aan de scheurwijdte dan voor vloeren bestemd voor bulkopslag. Voor de toelaatbare scheurwijdten zijn vijf klassen opgesteld. Bij de strengste eis hoort een toelaatbare scheurwijdte van 0,2 mm (klasse 1). De classificatie loopt voor vloeren zonder scheurwijdte-eis > 0,5 mm (klasse 5). Dat wil zeggen scheurwijdten groter dan 0,5 mm. Niet zozeer de uitwendige belasting die vanuit het gebruik op de constructie komt, maar vooral de inwendige spanningen door uitdrogingskrimp en temperatuur bepalen in belangrijke mate het scheurgedrag van monoliet afgewerkte betonvloeren.

REKENMODELLEN

Voor de berekening van scheurwijdten door uitdrogingskrimp en omgevingscondities als temperatuur en vochtigheid bestaan verschillende rekenmodellen. In het rapport worden twee modellen nader behandeld. Voor de constructeur wordt hier veel actuele kennis over modellering en berekening van monolietvloeren gegeven. In deze rekenmodellen wordt ook de wrijving met de ondergrond als belangrijke randvoorwaarde opgenomen.

De in te voeren parameters zijn veelal gekoppeld aan de betondruksterkte, evenals aan de temperatuur en vochtigheid van de vloer. Uit de voorbeelden blijkt dat een fijnmazige wapening

(staafafstand hart op hart 100 mm) tot kleinere scheurwijdtes leidt.

TECHNOLOGIE

Bij de technologische beschouwing van monolietvloeren wordt onderscheid gemaakt naar de verschillende fasen waarin beton verkeert. Dat zijn de plastische fase, jong verhardend beton en verhard beton.

Bij het maken van berekeningen gebruikt de constructeur rekenwaarden van materiaaleigenschappen die zijn gerelateerd aan de betondruksterkte. Deze vereenvoudigde voorstelling kan in de praktijk beduidend afwijken van wat in de voorschriften als rekenwaarde is aangegeven. Door de keuze van grondstoffen en het mengselontwerp kunnen relaties tussen eigenschappen worden beïnvloed. De materiaaleigenschappen van beton ontwikkelen zich en zijn het meest kritisch voor scheurvorming in vloeren:

- de eerste uren tijdens en na het verwerken van betonspecie;
- de eerste dagen na aanleg van de vloer;
- na enkele maanden.

Per periode levert een combinatie van betoneigenschappen en omgevingsfactoren een kritisch moment voor het optreden van scheurvorming in de vloer.

BELANGRIJKSTE FACTOREN

Voorts worden de materiaaleigenschappen die van invloed zijn op het ontstaan van scheuren afzonderlijk beschreven. Naast de mechanische eigenschappen krijgen de thermische en hygrische eigenschappen van beton aandacht.

De belangrijkste factoren om krimp te beperken zijn een hoog gehalte van het toeslagmateriaal in combinatie met een laag aandeel cementpasta en een zo laag mogelijke water-cementfactor. Bij het ontwerp van de betonsamenstelling wordt op deze kennis gestuurd in combinatie met de eisen voortkomend uit de verwerking, de klimatologische omstandigheden en de eigenschappen van de beschikbare grondstoffen.

UITVOERING

Voor de vervaardiging van een bedrijfsvloer komen meerdere disciplines in beeld. Om te beginnen is een goede



Studiecel 9 heeft een rapport geschreven over de beheersing van scheurvorming

ondergrond en werkvloer de basis waarop de betonvloer wordt gestort. Ook de wapening moet met voldoende afstandhouders en supporten gelegd worden om voldoende dekking te waarborgen. Daarna kan het storten van beton beginnen.

Alle aspecten bij verdichten, op hoogte afwerken en schuren en polijsten van het betonoppervlak worden achtereenvolgens nader beschouwd. Dat wordt afgesloten met een aantal uitvoeringsmaatregelen voor de praktijk om de kans op scheurvorming te beperken.

AANBEVELINGEN

Bij de realisatie van voegloze bedrijfsvloeren zijn vele partijen betrokken. De opdrachtgever moet zich behalve over de optredende belastingen, de gewenste vlakheid en slijtvastheid uitspreken over de toelaatbare scheurwijdte. De studiecel stelde hiervoor een classificatie op die als onderdeel van het bestek gehanteerd zou moeten worden. Voorts is nader onderzoek gewenst naar het krimpgedrag en de ontwikkeling van de treksterkte van beton. De constructeur heeft ook behoefte aan praktische rekenmodellen voor de bepaling van de scheurwijdte waarin reële rekenwaarden voor krimp en treksterkte van het vloerenbeton ingevoerd kunnen worden. Als daarna in de uitvoeringsfase de prestatie-eisen voor de stabiliteit en het opstijfgedrag van de

betonspecie zijn vastgelegd, is het maken van een beoordelingsrichtlijn voor het certificeren van vloerenbeton nog maar een kleine stap.

Rapport bestellen

Het rapport van Studiecel 9 over de beheersing van scheurvorming is te verkrijgen bij Stufib, e-mail: secretariaat@stufib.nl en Stutech: e-mail: stutech@enci.nl.

Stufib en Stutech

Stufib en Stutech zijn studieverenigingen van de Betonvereniging. Stufib richt zich op de ontwikkeling van constructief beton op theoretisch en praktisch gebied. Stutech wil de ontwikkeling van de betontechnologie op theoretisch en praktisch gebied en het verbreiden van kennis daarover bevorderen. Voor meer info: www.stufib.nl en www.stutech.nl.

Noot: Zie ook het artikel Bedrijfsvloeren: betere communicatie leidt tot beter product op pagina 17 en 18 (Ontwerp & Uitvoering).

Ir. H. Ouwerkerk, secretaris studiecel 9