

Betonconstructies nader bekeken

Bodembescherming zit hem vooral in de details

dr.ir.dr.s. C.R. Braam, IMAG-DLO

*Aan welke eisen moet een constructie voldoen,
wil sprake zijn van een voldoende mate van bodembescherming?*

De Wet Milieubeheer schrijft bodembeschermende voorzieningen voor op die plaatsen waar bedrijfsmatige activiteiten kunnen leiden tot bodem- en/of grondwaterverontreiniging. In voorgaande nummers van AGRABETON zijn we al ingegaan op de regelgeving rond bodembescherming en op het ontwerpen van een spoelplaats. In dit artikel behandelen we gewapend-betonconstructies, waarbij we bekijken welke materiaalkundige en constructieve aspecten de meeste aandacht verdienen als het om de dichtheid tegen lekkage gaat.

De Wet Milieubeheer en de Wet Bodembescherming bevatten een zogenoemde zorgplicht. Deze houdt in dat we maatregelen moeten nemen zodra handelingen kunnen leiden tot bodemverontreiniging. Met deze maatregelen bereiken we een bepaald beschermingsniveau. Maar wanneer biedt een constructie voldoende bescherming?

Het antwoord op die vraag moet komen uit het Plan Bodembeschermende Voorzieningen (PBV), een initiatief van het ministerie van VROM, kennis (overdrachts)- en certificerende instellingen en het bedrijfsleven. Het overleg tussen die partijen moet leiden tot ontwerp- en toetsingsregels, waarmee de praktijk een bodembeschermende constructie kan realiseren.

Om aandacht te kunnen besteden aan de aspecten die de vloeistofdichtheid van een constructie bepalen, hebben we inzicht nodig in de achtergronden van stroming van vloeistof door een constructie. In dit artikel gaan we in op de dichtheid van gewapend-betonconstructies.

Dichtheidsklassen

Allereerst is het belangrijk dat we de term dichtheid definiëren. Een in Duitsland veelgebruikte indeling, die ook in Nederland goed toepasbaar kan zijn, hanteert daarvoor drie klassen.

Volledige dichtheid

De verontreinigende stof komt gedurende de gehele levensduur van de constructie niet in contact met de bodem. Dit is bijvoorbeeld te realiseren door de betonconstructie een zodanige dikte te geven, dat in het beton dringende stoffen niet doordringen tot de bodem.

Schijnbare dichtheid

Enige mate van lekkage treedt op. Die is echter zeer gering en niet of nauwelijks waarneembaar. Denk bijvoorbeeld aan een vloeistof die door de betonconstructie dringt, maar aan het betonoppervlak verdamppt.

Adequate dichtheid

Afhankelijk van de te weren vloeistof, wordt een zekere zichtbare lekkage toegestaan. Deze lekkage moet wel controleerbaar zijn. In dit geval kunnen we bijvoorbeeld denken aan het voorschrijven van een in een betonconstructie maximaal toelaatbare scheurwijdte.

In het PBV wordt vloeistofdichtheid omschreven als de eis dat 'de vloeistof niet de achterzijde van de constructie bereikt'. We hebben hier dus te maken met de eis van 'volledige dichtheid'. Deze zware eis maakt het des te meer gewenst dat we inzicht hebben in de achtergronden van vloeistofdichtheid van constructies.

Dichtheid van een betonconstructie

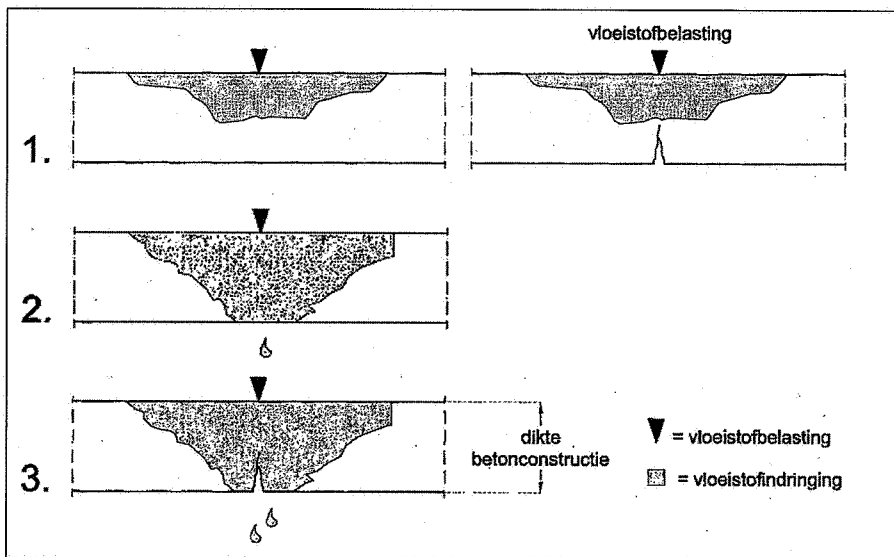
Lekkage van een vloeistof door een betonconstructie is mogelijk door het materiaal beton zelf, door scheuren of door voegen.

Het materiaal beton

Beton met een watercementfactor groter dan 0,4 bevat meer water dan strikt genomen voor de reactie (= hydratatie) van al het cement nodig is. Daarnaast komt niet al het gebruikte cement in contact met water; veelal reageert 70 tot 80 procent (= hydratatiegraad) van het toegepaste cement. Ook hierdoor zal na het verhardingsproces nog water in het beton aanwezig zijn. Na verloop van tijd verdampt dit water, waardoor poriën in het beton achterblijven. Ook inwendige krimp tijdens de reactie van cement en water, en ingesloten lucht dragen bij aan de vorming van poriën. Een vloeistof kan via poriën die met elkaar in verbinding staan, door het beton heen de bodem bereiken (= doorlatendheid = permeabiliteit). Een lage watercementfactor en een goede uitvoering en nabehandeling dragen bij aan het verlagen van de permeabiliteit. Een kwalitatief goed beton, met een dikte van 250 mm en belast door een drukverschil van 4 m, heeft een waterdoorlatendheid van ongeveer 0,0025 liter per dag per m² betonoppervlak.

Scheuren

De doorlatendheid van een scheur is afhankelijk van een groot aantal factoren. De scheurwijdte is hiervan het belangrijkste, want die komt in de formule voor tot de derde macht; anders gezegd: een 10 maal zo grote scheurwijdte leidt tot 1000 maal zoveel lekkage.



Figuur 1: Volledige dichtheid
 Bij ongewapend beton (links) is de constructie-dikte groter dan de indringdiepte; bij gewapend beton (rechts) kleiner dan de hoogte van de drukzone

Figuur 2: Schijnbare dichtheid
 De vloeistof dringt door de constructie en bereikt de bodem. De uitstroom is gering en nauwelijks waarneembaar.

Figuur 3: Adequate dichtheid
 De vloeistof dringt door de betondrukzone en bereikt via de scheur de ondergrond. Door eisen te stellen aan drukzonehoogte en/of scheurwijdte kan de uitstroom worden beheerst.

Een andere factor die van invloed is, is de ruwheid van de scheurvlakken: hoe ruwer en grilliger de scheurvlakken, hoe meer weerstand de vloeistof ondervindt, dus hoe minder lekkage. Bij een 250 mm dikke wand en een waterdruk van 4 m geeft een 0,2 mm wijde en 1 m lange scheur een lekkage van zo'n 1100 liter water per dag.

(Bewegings)voegen

Krimpvoegen en dilataties moeten bewegingsverschillen tussen de twee aangrenzende betonconstructiedelen mogelijk maken. De verplaatsingen ter plaatse van de voegen, worden veroorzaakt door krimp, kruip en temperatuurverschillen. Afhankelijk van de aannames, kunnen die verschillen oplopen tot zo'n 1 à 2 mm per meter afstand tot de volgende voeg. Een bewegingsverschil van zo'n 4 mm is dus zeker realistisch. Wordt zo'n voeg onjuist uitgevoerd, dan zal door een opening van 4 mm een hoeveelheid vloeistof stromen die aanzienlijk groter is dan de hoeveelheid berekend bij de scheur. Allereerst is de voeg (4 mm) 20 maal wijder dan de scheur (0,2 mm). Omdat de scheur-/voegwijdte tot de derde macht in de formule voor de lekkage zit, leidt die al tot $20 \cdot 20 \cdot 20 = 8000$ maal meer lekkage. Daarnaast zijn voegvlakken over het algemeen gladder dan scheurvlakken. Dat kan de lekkage door een voeg ten

opzichte van lekkage door een scheur gemakkelijk nog eens met een factor 10 verhogen.

Vergelijking

Als we de dichtheid van beton zelf, de dichtheid van scheuren en de dichtheid van voegen vergelijken, valt het op dat de onderlinge verschillen bijzonder groot zijn. Vergelijken we de genoemde lekkages onderling, dan blijkt dat de verschillen de volgende orde van grootte hebben (stel de lekkage door beton zelf op '1'):

materiaal beton zelf	1
scheur	10^5
voeg	10^{10}

Dit betekent dat door een scheur 100 000 maal meer zal lekken dan door het beton zelf, terwijl een onjuist afgedichte voeg kan leiden tot 100 000 maal meer lekkage dan een scheur.

Conclusie

De lekkage door het materiaal beton zelf blijkt zeer klein ten opzichte van de lekkage die kan optreden door scheuren en voegen. Het is dan ook van het grootste belang dat de ontwerper van een vloeistofdichte betonconstructie veel aandacht schenkt aan de detaillering. Het zullen namelijk juist openstaande voegen en onverwachte scheurvorming zijn, die de uiteindelijk gerealiseerde mate van dichtheid bepalen.

De aannemer moet ervoor zorgen dat hij een goed ontworpen constructie ook zorgvuldig en correct uitvoert, want lekkage zal voornamelijk optreden ter plaatse van details en doorvoeringen. Denk hierbij aan de aansluiting tussen een vloer en een wand, doorvoeringen in wanden, putten in vloeren, het zorgvuldig en correct afkitten van krimpvoegen en het aanbrengen van vloeistofkerende profielen in dilatatievoegen.

Belangrijke adressen

DLV Bouw-Adviesbureau,
 Postbus 511, 5400 AM Uden;
 tel. (0413) 33 68 00
 fax (0413) 33 68 01

Informatie en Kennis Centrum
 (IKC) Landbouw,
 Postbus 482, 6710 BL Ede;
 tel. (0318) 67 14 00
 fax (0318) 62 47 37

DLO-Instituut voor Milieu- en
 Agritechiek (IMAG-DLO),
 Postbus 43, 6700 AA Wageningen;
 tel. (0317) 47 63 00
 fax (0317) 42 56 70

Betoncentrum Noord Nederland
 Aduarderdiepsterweg 8a,
 9745 EL Hoogkerk;
 tel. (050) 551 55 15
 fax (050) 551 53 62

Betonmortel-informatiecentrum Probeton
 Postbus 716, 7400 AS Deventer;
 tel. (0570) 50 44 99
 fax (0570) 62 88 44

Nederlands Verbond van Ondernemers
 in de Bouwnijverheid (NVOB),
 Postbus 320, 3740 AH Baarn;
 tel. (035) 542 79 11
 fax (035) 541 10 44

Organisatie van Tuinbouwadviseurs
 en -Onderzoekers (OVTO),
 Brederolaan 34, 2692 DA 's-Gravenzande
 tel. (0174) 41 53 88
 fax (0174) 41 86 01

Stichting Groen Label,
 Postbus 70, 2280 AB Rijswijk;
 tel. (070) 414 47 00
 fax (070) 414 47 02

Vereniging van Fabrikanten van
 Agrarische Betonwaren (AGRAB),
 Postbus 194, 3440 AD Woerden;
 tel. (0348) 41 09 44
 fax (0348) 41 98 15

Nederlandse Agro Technische
 Industrie (NATI),
 Postbus 2600, 3430 GA Nieuwegein
 tel. (030) 605 33 44
 fax (030) 605 32 08

Vereniging van Ondernemingen
 van Betonmortelfabrikanten in
 Nederland (VOBN),
 Postbus 201, 3970 AE Driebergen;
 tel. (0343) 52 40 60
 fax (0343) 52 40 66

Vereniging Nederlandse
 Cementindustrie (VNC),
 Postbus 3011, 5203 DA 's-Hertogenbosch;
 tel. (073) 640 12 52
 fax (073) 640 12 99