

In nogal wat toepassingen loopt beton het gevaar te worden aangetast. De duurzaamheid van de constructie kan daarmee in het geding komen. Er wordt onderzoek uitgevoerd naar die duurzaamheid. Regelmatig komt daarbij de vraag over het verschil in prestaties tussen portland- (CEM I) en hoogovencement (CEM III) aan de orde.

Duurzaamheid: CEM I versus CEM III



Vloeren in kassen worden veelal uitgevoerd in betonmortel met hoogovencement

De toepassing van beton in de agrarische sector is veelvuldig, zoals erfverhardingen, silo's voor de opslag van mest en stalvloeren. Belang wordt gehecht aan het verkrijgen van een duurzaam product. Dit betekent dat kennis aanwezig moet zijn over de wijze waarop betonproducten kunnen worden aangetast. Hier wordt ingegaan op aantasting van het beton zelf, de zogenaamde chemische aantasting, meer in het bijzonder op de verschillen tussen CEM I en CEM III.

Bij deze vorm van aantasting tast een agressieve stof de cementsteen aan. Dit kan zich op twee verschillende manieren manifesteren. In de eerste plaats is er de aantasting waarbij de cementsteen als het ware oplost. Dat is waarneembaar onder meer bij zwavelzuuraantasting, aantasting door aangezuurde mengmest en melkzuur. De toeslagmaterialen in het beton worden niet aangetast, waardoor deze aan het oppervlak zichtbaar worden. Dat kan er toe leiden dat het uiterlijk van uitgewassen beton

wordt verkregen. Beton is in theorie niet bestand tegen zuren. Maar door een goed samengesteld mengsel te gebruiken en door een goede nabehandeling na het storten toe te passen, is er invloed op de snelheid waarmee aantasting plaatsvindt.

In de tweede plaats is er het beschadigen van beton door inwendige reacties waarbij producten ontstaan die een aanzienlijke expansie geven. Een bekend voorbeeld is hier de sulfaataantasting. In dat geval dringen de sulfaationen langzaam door in het beton. Bij de reactie met cement wordt ettringiet gevormd. Dit is een product waarin relatief veel water wordt gebonden. Hierdoor treedt expansie op, waardoor het beton kan gaan scheuren.

CEM I EN CEM III

De verharding van beton berust op de reactie van de cementklinker met water. Door deze reactie vormt zich cementsteen. Die cementsteen zorgt er voor dat het zand en de toeslagmaterialen tot een draagkrachtig skelet aaneen worden 'gekit'. Ongeveer 150 jaar geleden is ontdekt dat ook hoogovenslak zulke eigenschappen kan hebben. Echter, om die reactie met water op gang te krijgen is wel vrije kalk nodig. Die kalk wordt gevormd als de cementklinker met water reageert. Er hoeven dus, zo lijkt het, weinig extra maatregelen te worden genomen: vervang 'alleen' een gedeelte van de portlandcementklinker door hoogovenslak. Zo eenvoudig als het klinkt, is het in de praktijk echter niet.

- Ten eerste reageert de hoogovenslak wel met water, maar minder snel dan de portlandcementklinker. Echter, als vrije kalk beschikbaar is, reageert de hoogovenslak sneller. Die kalk moet dan wel eerst zijn gevormd, namelijk als de portlandcementklinker met

water reageert. De hoogovenslak heeft dus in de tijd gezien een zekere 'achterstand'. Dat hoeft op zich geen probleem te zijn, maar we moeten ons er wel van bewust zijn. Dat leidt er bijvoorbeeld toe dat de periode van nabehandelen langer is bij CEM III.

- Ten tweede leidt het reageren van de hoogovenslak met de vrije kalk er toe dat er uiteindelijk minder vrije kalk in het beton aanwezig is als we CEM III in plaats van CEM I toepassen. Die veel grotere hoeveelheid vrije kalk bij CEM I (bij CEM I wel tot 25 % van de cementsteen; bij CEM III enkele procenten) leidt er toe dat bij het uittolgen ervan door schadelijke stoffen, een poreuzere cementsteen ontstaat. De kalk wordt immers makkelijker uitgeloozd dan het cementsteen. Ook is het de vrije kalk die zorgt voor de hoge pH (een alkalisch, sterk basisch milieu) van beton. Een hoge pH zorgt er voor dat het wapeningsstaal een passiveringslaag heeft waardoor geen roesten optreedt. Het lagere gehalte vrije kalk bij het toepassen van CEM III heeft hier echter weinig invloed op. Er is relatief weinig vrije kalk nodig om een alkalisch milieu rond de wapening in stand te houden.
- Een derde aspect is de reactie van hoogovenslak met het aanmaakwater in het betonmengsel. Vanaf het prille begin is een poriënsysteem aanwezig. De poriën zijn gevuld met water. Door het reageren van de cementklinker en het water worden cementhydraten gevormd die ervoor zorgen dat de poriën geleidelijk dichtgroeien. Er is echter meestal een zekere overmaat aan water aanwezig om een goed verwerkbaar mengsel te verkrijgen. Als al het cement heeft gereageerd, kan het resterende water geleidelijk aan door het verharde beton worden getransporteerd en aan het betonoppervlak verdampen (wat leidt tot de zogenaamde uitdrogingskrim). Bij CEM III is echter door de reactie van de hoogovenslak met de vrije kalk nog sprake van een zekere mate van verder dichtgroeien van die poriën. Belangrijk hierbij is dat de reacties die in het beton plaatsvinden nog zeer lange tijd (in theorie zelfs jaren) doorgaan. Dit leidt ertoe dat de doorlatendheid van de cementsteen bij het



Geprefabriceerde betonelementen worden onder geconditioneerde omstandigheden geproduceerd met portlandcement

toepassen van CEM III veel kleiner is dan bij CEM I.

HOEVEEL HOOGOVENSLAK?

De hoofdletter direct na de benaming CEM III is een indicatie voor de hoeveelheid portlandcementklinker. Bij een A is deze 35-64 %; bij een B 20-34 % en bij een C 5-19 %. Het resterende deel is hoogovenslak. Voor twee producten van ENCI, te weten CEM III/A 52,5 N en CEM III/B 42,5 N is het gehalte aan hoogovenslak respectievelijk 52 % en 72 %. (NB: Het getal na het percentage portlandcementklinker geeft de normsterkte van het cement na 28 dagen verharding.) Uit deze getallen blijkt hoeveel portlandcementklinker kan worden 'uitgespaard'. Dat is een uit milieuoogpunt gunstige ontwikkeling.

STOOMVERHARDING?

Uit de HBRM, de Handleiding Bouwtechnische Richtlijnen Mestbassins, is bekend dat geprefabriceerde onderdelen met portland- of portlandvliegascement niet mogen worden geproduceerd onder toepassing van stoomverharding. Dit omdat bij hogere temperaturen bij die cementen grotere inwendige poriën ontstaan. CEM III is hiervoor minder gevoelig.

CEM I VERSUS CEM III

Uit het voorgaande blijkt dat het niet zonder meer mogelijk is een voorkeur uit te spreken. Wel levert een mengsel samengesteld en verwerkt conform de

voorschriften in de meeste gevallen goede prestaties. Voor agrarische toepassingen wordt de voorkeur gegeven aan CEM III met een relatief hoog slakgehalte (zoals in Nederland gangbaar is) of CEM I met een hoge bestandheid tegen sulfaten. Bij het toepassen van CEM I worden eventueel aanvullende eisen gesteld aan de condities waaronder verharding optreedt. Maar met alleen een materiaalkeuze zijn we er niet. Het is dan ook van belang dat iedere keer dat het materiaal wordt toegepast dit deskundig en zorgvuldig geschiedt.

Speciale uitgave

In 1995 is een speciale uitgave van Agrabeton over 'duurzaamheid' verschenen

– Agrabeton april 1995 – no. 1.

Deze kan worden aangevraagd bij

ENCI te 's-Hertogenbosch,

e-mail: betoninfo@enci.nl.

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

Fac. CiTG, TU Delft
