

BETER BETON MET VLEGASOOK TEGEN CHLORIDEN

Poederkoolvliegias wordt al sinds jaar en dag gebruikt in beton, omdat poederkoolvliegias een deel van het cement kan vervangen (kostenreductie) en vanwege de positieve invloed op diverse eigenschappen van beton. Een goed voorbeeld is de hoge weerstand tegen chloride-indringing van beton door gebruik van poederkoolvliegias (in verband met corrosie van wapening).

De glasachtige bestanddelen uit de poederkoolvliegias reageren met de calciumhydroxide die gevormd wordt uit de hydratatie van de portlandklinker. Meestal wordt gesteld dat deze zogenaamde puzzolane reactie vanaf circa 14 dagen merkbaar is (bij CEM I). De puzzolane werking komt namelijk pas op gang wanneer de pH van het poriewater voldoende hoog geworden is. Beton waarbij een deel van het cement vervangen is door poederkoolvliegias heeft daarom aanvankelijk een hogere porositeit dan het beton zonder deze vervanging. Na verloop van tijd wordt de porositeit van een vergelijkbaar niveau. Echter, beton met poederkoolvliegias ontwikkelt daarbij een dichtere poriestructuur. Deze poriestructuur is van groot belang voor de duurzaamheid van het beton. Het zorgt er voor dat de weerstand tegen indringing van bijvoorbeeld chloriden hoog is.

Om het effect van de voortgaande puzzolane reactie op de weerstand tegen chloride-indringing te kwantificeren is op initiatief van Vliegiasunie een langjarig betontechnologisch onderzoek gestart. Er is uitgegaan van drie poederkoolvliegias in combinatie met verschillende Portlandcementen (CEM I 52,5 N).

Tabel 1: gebruikte betonsamenstellingen (kg/m³)

Component	Cref	C1FA1	C1FA2	C1FA3	C2FA1	C3FA1
CEM III/B 42,5N	360	0	0	0	0	0
CEM I 52,5N	0	240	240	240	240	240
Poederkoolvliegias	0	120	120	120	120	120
Rivierzand	800	793	793	793	793	793
Riviergrind	1015	1006	1006	1006	1006	1006
Water	162	162	162	162	162	162
Superplastificeerder	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8



Als referentie is een hoogovencement (CEM III/B) gekozen. Er is beton vervaardigd met gecertificeerde poederkoolvliegias van drie verschillende elektriciteitscentrales (code FA1, FA2 en FA3) en drie Portlandcementen (C1, C2 en C3). Op deze wijze is ook het effect van variatie in vliegias en cement meegenomen. De mengselsamenstellingen zijn in tabel 1 opgenomen.

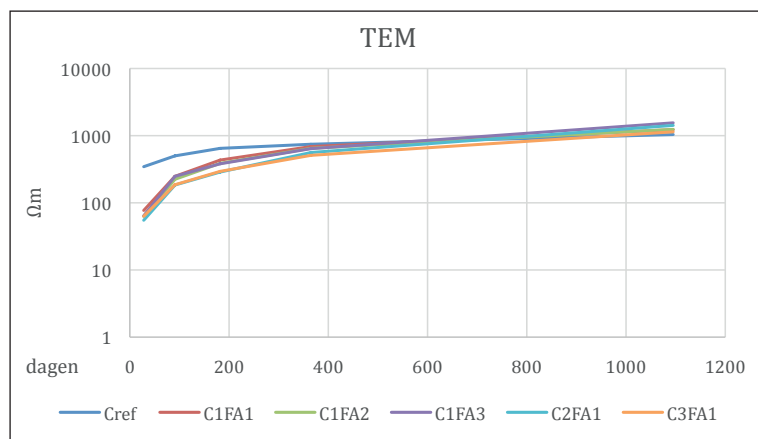
Met de vervaardigde betonspecie zijn kubussen gestort, die 24 uur in de natte kamer zijn opgeslagen. Vervolgens zijn de proefstukken ontkist en gedurende 6 dagen in water opgeslagen, waarna ze verpakt in plastic tot de leeftijd van 91 dagen in de natte kamer zijn opgeslagen. Daarna zijn de kubussen buiten aan weer en wind blootgesteld. De ontwikkeling van de druksterkte is in tabel 2 opgenomen. Op diverse tijdstippen zijn en worden Rapid Chloride Migration Tests (RCM) en elektrische weerstandsmetingen (TEM) verricht. De RCM-methode conform NT Build 492 is gebruikt om de chloridemigratie coëfficiënt te bepalen en de TEM-methode is gebruikt om de specifieke elektrische weerstand te bepalen. De resultaten zijn in tabel 2 samengevat.



Tabel 2: ontwikkeling van druksterkte, TEM- en RCM- waarden van de onderzochte betonmengsels

Parameter	Eenheid	Cref	C1FA1	C1FA2	C1FA3	C2FA1	C3FA1
Druksterkte 28d	MPa	55,8	48,7	45,2	45,3	42,2	51,0
Druksterkte 1/2 jr	MPa	71,2	72,5	66,4	69,3	64,4	71,6
TEM 28d	Ωm	345	77	63	64	55	63
TEM 1 jr	Ωm	745	688	648	640	561	509
TEM 3 jr	Ωm	1039	1230	1241	1552	1421	1140
RCM 28d	$\cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$	2,1	16,7	18,0	18,3	22,9	17,1
RCM 1 jr	$\cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$	1,1	1,2	1,4	1,4	1,8	1,7
RCM 3 jr	$\cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$	0,9	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5

Figuur 1: ontwikkeling TEM als functie van de tijd voor diverse betonmengsels



Figuur 1 geeft de resultaten weer van de TEM, de elektrische weerstand die als maat geldt voor de weerstand tegen chloride. De weerstand in beton met CEM III/B neemt als gevolg van de voortgaande hydratatie aanvankelijk toe, maar stabiliseert na verloop van tijd. Daarentegen begint beton met poederkoolvliegias weliswaar met een lagere weerstand, doch blijft deze in de loop van de tijd toenemen.

Na drie jaar is de elektrische weerstand en de weerstand tegen chloride-indringing zelfs hoger geworden dan van beton met hoogovencement (CEM III/B). Dit geldt voor alle mengsels, ongeacht herkomst van de vliegias of cement.

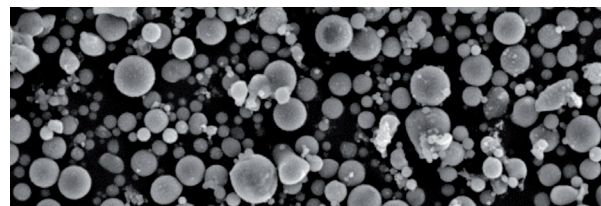
Wordt vervolgd!

Bronnen

- Cementsteen basis voor beton. Betoniek. Aeneas, in samenwerking met het Cement&Betoncentrum (2010).
- Wegen van der, G.J. et al, 2014. Ageing coefficient of fly ash concrete and its impact on durability. Proceedings of the int. Conference on Ageing of Materials & Structures.
- SGS Intron Update resultaten TEM en RCM metingen na 3 jaar ouderdom; 1-9-2015

Wat is poederkoolvliegias?

Poederkoolvliegias is een poedervormig materiaal dat hoofdzakelijk uit glasachtige bolvormige deeltjes bestaat en is afkomstig van poederkoolgestookte elektriciteitscentrales. Poederkoolvliegias vindt zijn oorsprong in de mineralen die aanwezig zijn in steenkool. De belangrijkste minerale fase is een glasachtige verbinding die het overgrote deel van het aanwezige SiO_2 en Al_2O_3 bevat. Daarnaast zijn minerale fasen als mulliet, kwarts, hematiet en magnetiet aanwezig.



Poederkoolvliegias onder de Scanning Elektronen Microscoop

Meer weten?

Vliegiasunie B.V.
 Belle van Zuylenlaan 3
 4105 JX Culemborg
 T: +31 (0)345 - 50 99 88
 F: +31 (0)345 - 50 99 80
 E: info@vliegiasunie.nl
 zie ook onze website: www.vliegiasunie.nl