

BIJLAGE: BETONSCHADE - OORZAKEN - ONDERZOEK - REPARATIEMETHODES

Terwijl men aanvankelijk dacht dat beton een materiaal voor de eeuwigheid is, blijkt dat nu toch niet zo te zijn. Beton kan vele kwalen hebben. De diagnose en de herstelling vereisen expertise en specialisatie. En ook beton vereist onderhoud, waarvan het preventief onderhoud het meest efficiënt is.

De technische voorlichtingsnota 231 van het WTCB over 'Herstelling en bescherming van beton' geeft een goed beeld van de huidige stand van de technieken op dit gebied.

BETONSCHADE DOOR CARBONATATIE (BETONROT)

Het fenomeen: alle beton carbonateert

Carbonatatie van beton is het geleidelijk verzuren van beton onder invloed van schadelijke stoffen in de atmosfeer (CO₂, SO₂, nitraten, enz.).

Via poriën en scheuren dringen deze stoffen in het beton en reageren chemisch met het aanwezige calciumhydroxyde tot calciumcarbonaat. Hierdoor daalt de alkaliteit van het beton geleidelijk. Dit fenomeen voltrekt zich geleidelijk van buiten naar binnen in het beton.

Het gevolg is dat :

wapening in gecarbonateerd beton roest.

In normaal beton kan de wapening niet roesten, daar het beton een beschermende huid vormt rond het staal. Wanneer echter het beton rond de wapening aangetast is door carbonatatie, dan wordt de beschermlaag afgebroken en gaat het staal aan het roesten. Dit roestproces begint eerst inwendig. Pas later wordt het beton afgestoten en wordt de schade zichtbaar. Dit komt hierdoor:

roestende wapening zet uit en drukt het beton af.

Ijzerroest neemt immers een veel groter volume dan het oorspronkelijk staalvolume. Hierdoor ontstaan spanningen in het beton waardoor op de duur het beton afspringt. Wat men dus "betonrot" noemt, is in feite schade aan beton door roestende wapening. Door het inwendig karakter van de roestvorming is er naast de zichtbare schade steeds een aantal inwendige schade aanwezig. Daarom keert de schade na reparatie vaak terug en is betonschade repareren dus werk voor specialisten.

BETONSCHADE DOOR ZOUTEN

Zouten (chloriden) zijn zeer nadelig voor gewapend beton wanneer zij in te hoge concentratie voorkomen. Volgens huidige stand van de wetenschap neemt men aan dat problemen kunnen optreden vanaf een chloridegehalte van 0.3 % (t.o.v. cementmassa).

Zij veroorzaken **snelle en hevige corrosie** van de wapening, zelfs in niet gecarbonateerd (b.v. nieuw) beton.

De wapeningsstaven worden meestal slechts plaatselijk aangetast. Door het zout worden putjes in het staal ingevreten en uitgespoeld. Men spreekt van **putcorrosie** en deze wordt aan het betonoppervlak waargenomen door **bruine roestvlekken**.

Deze aantastingsvorm is gevaarlijk omdat de wapening snel zijn kracht verliest. Wanneer het om belangrijke hoofdwapening gaat, dan komt de **stabiliteit** van het onderdeel snel in het gedrang (b.v. bij uitkragende balkons).

Chlorides kunnen op verschillende wijzen in het beton terechtkomen. Ze kunnen zijn ingemengd in het beton bij de oprichting (zeezand of chloridehoudende bindingsversnellers, hetgeen vaak bij prefab beton voorkomt). Ze kunnen ook van buiten af indringen door dooizouten of door de zoute omgeving in de kuststrook. Dit laatste treedt op binnen enkele honderden meter vanaf de kustlijn, waardoor vooral

BIJLAGE: BETONSCHADE - OORZAKEN - ONDERZOEK - REPARATIEMETHODES

gebouwen op de zeedijk te lijden hebben. In alle geval wordt chlorideschade in de hand gewerkt door water. Op vochtige plaatsen zal de schade sneller optreden (bv. nabij waterinfiltraties).

Wanneer het vermoeden van chlorideverontreiniging bestaat, is het noodzakelijk de concentratie van de chloride-ionen te bepalen. Dit kan door laboproeven op betonmonsters. Van de concentratie hangt de eventuele reparatiemethode af. Ook is onderzoek nodig naar de stabiliteit van het aangetaste beton. Bij te hoge zoutconcentraties (vanaf 2 %) wordt het probleem quasi onoplosbaar met de klassieke herstelmethodes. Dan dient men over te gaan naar speciale technieken zoals kathodische bescherming. In zeer erge gevallen is vervangen de enige mogelijke oplossing.

ANDERE SCHADE OORZAKEN

Daarnaast kan beton nog een hele reeks andere kwalen hebben van chemische, fysische of mechanische aard, zoals Alkali Silica-reactie, inwerking van zuren, nitraten, fosfaten e.d.m. Ook allerhande problemen met scheurvorming en stabiliteit komen voor. Deze problemen vereisen meestal gespecialiseerd onderzoek.

Er is meestal een duidelijk verband tussen betonschade en vochtbelasting – waterinsijpelingen. Na reparatie is het bijzonder belangrijk om alle waterinsijpelingen op een duurzame wijze te verhinderen. Details zijn hierbij belangrijk: aansluiting aan gevels, ramen, balustrades....

SCHADEGEVOELIGHEID VAN BETON - GROTE VERSCHILLEN

Betonrot duikt de laatste jaren overal op. Wat hierbij opvalt, is dat sommige constructies het tientallen jaren uithouden zonder schade, en dat andere al na enkele jaren aanzienlijke schade vertonen.

We stellen dus vast: het ene beton is duidelijk veel meer schadegevoelig dan het andere.

Deze schadegevoeligheid wordt in hoofdzaak bepaald bij de oprichting met name:

- de kwaliteit (duurzaamheid) van het gebruikte beton
- de diepteligging van de wapening onder het oppervlak.

Anderzijds spelen de expositieomstandigheden een grote rol. Waterbelasting (bv. lekken) en agressief milieu (bv. zee of industriegebied) werken schade in de hand.

Hoe schadegevoelig is mijn betonconstructie ?

Het probleem is dat dit **op zicht niet kan worden gezegd**. De meeste betonziektes zijn immers inwendige ziektes, die pas na verloop van tijd aan de oppervlakte komen. Door onderzoek kan dit wel worden uitgemaakt. Hiervoor zijn metingen en chemische analyses nodig.

Hoeveel schade valt er te verwachten bij herstelling ?

Door het inwendige karakter van betonschade valt de hoeveelheid schade op zicht moeilijk in te schatten. Indien men enkel de zichtbare schade herstelt, duikt er meestal enkele jaren later nieuwe schade op, vaak net naast de gerepareerde zone. Daarom zal men bij een goede herstelling ook zoveel mogelijk de inwendig roestende wapening opzoeken en herstellen. Deze bedraagt meestal een veelvoud van de zichtbare schade.

BIJLAGE: BETONSCHADE - OORZAKEN - ONDERZOEK - REPARATIEMETHODES

REPARATIEMETHODES

Preventief optreden kan en is meestal veel goedkoper dan schade herstellen

Bij schadegevoelig beton is het mogelijk om op zeer efficiënte wijze het beton te beschermen tegen schade door middel van coatings of impregnatie. Dit is veel malen goedkoper dan de schade afwachten en dan pas ingrijpen. Bij schadegevoelig beton werkt een preventieve coating het best wanneer hij zo vroeg mogelijk wordt aangebracht. Wanneer men de schade afwacht, dan zijn preventiemaatregelen veel minder efficiënt.

Wat is de aangewezen reparatiemethode?

De keuze van de reparatiemethodes wordt ingegeven door overwegingen van kwaliteit en prijs. Hierbij is het vooronderzoek eveneens een nuttig hulpmiddel.

De klassieke betonherstelling bestaat erin om alle roestende wapening vrij te hakken tot achter de wapening, deze te ontroesten en te behandelen met een corrosiebeschermer en te repareren met een betonherstellingsmortel. Betonreparaties uitvoeren is specialistenwerk en moet zeer nauwkeurig gebeuren, zoniet keert de schade binnen de kortste keren terug.

Daarna wordt in de meeste gevallen best een carbonatieremmende coating aangebracht.

In ergere gevallen (systematisch te geringe betondekking) kan het aangewezen zijn de betondekking te verhogen door een bijkomende laag micromortel of spuitbeton.

Nog erger is wanneer de stabiliteit in het gedrang komt: dan moeten verstevigende maatregelen worden genomen. Dit maakt altijd het voorwerp uit van een voorafgaande stabiliteitstudie.

Sommige constructies (of onderdelen) kunnen danig aangetast zijn dat ze beter worden afgebroken en vervangen.

Nieuwe technieken

Roestinhibitoren kunnen in bepaalde gevallen op het betonoppervlak worden aangebracht, waardoor het inwendig roest op de wapening wordt geneutraliseerd.

Kathodische bescherming van de wapening kan gebeuren door het plaatselijk inbouwen van opofferingsanodes in zink

Volledige kathodische bescherming van een betonoppervlak kan gebeuren door een spanning (elektrische stroom) aan te leggen tussen de wapening en een uitwendig kathodenet. Deze techniek biedt nog een oplossing waar klassieke reparatiemethodes niet meer kunnen.

De inwendige toestand van een reparatie kan worden opgevolgd door het inbouwen van meetsondes in het beton (monitoring)

Wij volgen al deze evoluties van zeer nabij op en doen eigen onderzoek hieromtrent in samenwerking met het WTCB en het IWT.

ONDERZOEK VAN BETONSCHADE

De schadegevoeligheid, de aanwezige schade en de aangewezen maatregelen worden bepaald door onderzoek

Wij beschikken over de nodige meetapparatuur en een diagnosemethode die de huidige gezondheidstoestand van het beton bepaalt.

De methode steunt in hoofdzaak op 4 soorten basismetingen met name:

- metingen van de carbonatatie diepte van het beton (verzuring door luchtvervuiling en zure regen)
- metingen van de druksterkte van het beton
- metingen van de betondekking op de wapening (hoe dieper hoe minder snel schade)
- analyse van het zoutgehalte in het beton (zouten versnellen het roestproces).

Bij moeilijkere problemen kunnen hieraan nog volgende onderzoeken worden toegevoegd:

- chemische analyse en microscopieanalyse op boorkernen
- potentiaalmetingen van het staal (corrosieactiviteit)
- metingen van de corrosiesnelheid van het staal
- metingen van de porositeit van het beton.

Uit de statistische verwerking van de meetgegevens (met computer) kan een objectief beeld worden gegeven over:

- de oorzaken van schade
- de verwachte hoeveelheid aanwezige schade
- de verwachte evolutie van de schade
- de meest aangewezen reparatiemethode
- het nut van preventieve beschermingsmaatregelen
- de mogelijke garanties.

BIJLAGE 2 BESCHRIJVING VAN DE PROEVEN

Metingen van carbonatatie diepte van beton

Carbonatatie is een universeel aantastingsmechanisme van beton (door CO₂ uit de lucht). Vandaar dat deze metingen noodzakelijk zijn. De metingen gebeuren door verstuiwing van phenolftaleïne op een vers breukvlak in het beton.

Carbonatatie is geen vast gegeven, maar kan sterk verschillen naarmate het onderdeel, de mate van blootstelling, de plaats van meting, enz. Om een goed idee van de carbonatatie-aantasting te krijgen dient men daarom per onderdeel een statistisch verwerkbaar hoeveelheid metingen te doen.

Metingen van betondekking op de wapening / lokaliseren van wapening

De betondekking op de wapening is een zeer belangrijke parameter voor het ontstaan van betonschade, en de toename van de schade in de tijd.

De positie van- en de betondekking op de wapening worden met een electromagnetische dekkingsmeter of een scanner nauwkeurig bepaald. De betondekking op de wapening in combinatie met de carbonatatie diepte heeft een belangrijke invloed op de hoeveelheid te verwachten schade en de meest doeltreffende herstellmethode. Ook hier dient per onderdeel een statistisch significante steekproef te worden genomen. Hoe meer metingen worden uitgevoerd, hoe nauwkeuriger de voorspelling kan gebeuren.

Metingen van de oppervlaktehardheid van beton

Met een terugslaghamer (sclerometer) wordt op niet destructieve wijze de oppervlaktehardheid van het beton bepaald. Na statistische verwerking wordt aldus per onderdeel de gemiddelde en de karakteristieke druksterkte benaderd. Deze kunnen worden getoetst aan referentiewaarden. Indien hieruit twijfel bestaat omtrent de stabiliteit zijn bijkomend drukproeven op boorkernen aangewezen (zie verder)

Metingen van wapeningspotentialen en corrosiesnelheid

Wij beschikken over een meettoestel (galvapulse) waarmee we de wapeningspotentialen en de corrosiesnelheid van de wapening kunnen meten. Door een aantal representatieve zones intensief met dit toestel te onderzoeken krijgen we een precies beeld van de corrosiekans en de effectieve corrosie in deze zones. Dit is vooral nuttig op plaatsen waar nog weinig of geen zichtbare schade aanwezig is. Voor deze proef moet een elektrische verbinding met een wapeningsstaaf worden gemaakt. De toestand van de wapening in de onderzochte zones wordt in kaart gebracht.

Bepalen van de waterabsorptie (porositeit) in situ

Op het betonoppervlak wordt een toestel aangebracht met water onder een bepaalde druk. De indringing van water is een maat voor de permeabiliteit (porositeit) van het beton. Zo kan o.m. de toepasbaarheid van hydrofuges en van roest-inhibitoren worden geëvalueerd. Wij hebben dit toestel zelf ontwikkeld in het kader van onze innovatiestudie en innovatieproject (2007-2009).

Metingen van chloridengehalte in beton (zouten)

Chloriden zijn een belangrijke en gevaarlijke oorzaak van betonschade, vooral bij te hoge concentraties. Ze veroorzaken putcorrosie van de wapening en dus snelle aantasting van de stabiliteit. Gezien deze aantasting vaak voorkomt en zo gevaarlijk is, is deze proef altijd aangewezen.

Het onderzoek gebeurt door nemen van boorstofmonsters uit het beton, en onderzoek hiervan in het labo. We voorzien in eerste instantie een beperkt aantal proeven. Mocht dit een schadeoorzaak zijn dan zijn bijkomende proeven nodig.

Microscopische analyse op boorkernen

Petrografisch onderzoek wordt uitgevoerd op slijpplaatjes van boorkernen, d.m.v. polarisatie- en fluorescentiemicroscopie. Hieruit kunnen een aantal interessante gegevens over de betonsamenstelling worden bekomen:

- cementsoort
- aard van de granulaten
- hydratatiegraad
- water/cementfactor
- mogelijk optreden van **Alkali-silicareactie** : dat is een gevaarlijke maar weinig voorkomende vorm van schade, die enkel volgens deze methode kan worden vastgesteld.
- evaluatie van de betonkwaliteit en eventuele gebreken

Deze analyses gebeuren door een gespecialiseerd laboratorium, in ons geval labo Geos uit Wellen. In deze offerte zijn deze proeven niet voorzien.

Metingen van wapening met scanner (Ferrosan)

Bij renovatie of herbesteding van betonconstructies rijst vaak ook de vraag naar de aanwezige wapening, teneinde de bestaande (oorspronkelijke) draagkracht te begroten of eventuele nodige versterkingen te berekenen.

Hierbij is de Ferrosan PS 200 van Hilti een grote hulp. Het toestel kan zowel de wapening lokaliseren en in kaart brengen, de betondekking bepalen en de diameter van de wapeningen inschatten. In het ideale geval tot op 1 mm nauwkeurig.

Er zijn natuurlijk toleranties en beperkingen.

Evenmin kan de aard van de wapening (glad of gekarteld), de staalkwaliteit of de corrosietoestand van de wapening worden bepaald, en uiteraard ook niet de betonkwaliteit. In deze offerte zijn deze proeven niet voorzien.

Bepalen van de druksterkte op boorkernen

Wanneer het vermoeden van stabiliteitsgevaar zou bestaan (bijvoorbeeld uit de metingen met de sclerometer), dan zou het nodig zijn de druksterkte te laten bepalen op boorkernen. We gaan er echter op heden van uit dat dit hier geen probleem is. Deze proeven zijn hier dus nog vooralsnog niet voorzien.

Voorstelling ABG Consulting bvba

ABG Consulting is een onafhankelijk studie- en adviesbureau, uitsluitend gespecialiseerd in onderzoek van betonschade, advies en begeleiding van beton- en gevelrenovaties.

Onze basisdoelstelling is de problemen van onze klanten optimaal op te lossen volgens hun behoeften, mits kwaliteit en duurzaamheid worden nagestreefd.

opgericht in 1992

zaakvoerder: ir. Hugo Wildemeersch, ° Ieper 1952

samenstelling bureau: 3 ingenieurs en 1 bediende

curriculum vitae Hugo Wildemeersch:

- studies: bouwk. ir. KUL 1978, Licentiaat Management RUG (Vlerick) 1990
- loopbaan: 1978-1985: Technisch Directeur (Monument) Vandekerckhove – Ingelmunster
1985-1992: Boss Paints Waregem – afdeling betonherstelling
1992: oprichting studie bureau ABG Consulting

methode:

Een goede betonrenovatie steunt op 3 pijlers:

- **diagnose:** toestand beoordelen - schadeorzaken opsporen – renovatieconcept bepalen = juiste keuze producten en technieken afgestemd op het probleem
- goede **producten** gebruiken (CE en BENOR gekeurd)
- goede **uitvoering** door specialisten-aannemers (certificatie)

De NBN EN 1504 deel 9 benadrukt het belang van de eerste pijler: aan elke betonrenovatie moet een onderzoek voorafgaan (van kracht sedert 01/01/2009).

middelen:

- knowhow en ervaring
- diagnoseapparatuur: CD - betondekking, chlorideproeven, potentiaal- en corrosiesnelheidsmetingen, endoscopie, porositeit, kernboringen ...
- eigen ontwikkeld expertsysteem voor schadeprognose
- terugkoppeling vanuit de praktijk
- innovatiestudie en lopend innovatieproject (in samenwerking met IWT en WTCB).

referenties:

- sinds 1992 hebben we ± 300 onderzoeken uitgevoerd en ± 200 projecten begeleid
- gespecialiseerd in chlorideproblemen (appartementen aan de kust)
- alle technieken: injectie, spuitbeton, opgelijmde wapening, coatings ...

toekomst:

- innovatie en specialisatie
- kathodische bescherming, monitoring, inhibitoren, onderhoudsbeheer zijn nieuwe technieken die stilaan ingang vinden.

ABG Betonconsultants

Dorpsplein Slyphs 6 - 8890 Moorslede

tel. 056 50 20 41

consult@abg.be

zie ook onze website: www.abg.be

