

Varför rostar armering i betong?

Armering ingjuten i betong har normalt sett en mycket låg korrosionshastighet. Den låga korrosionshastigheten beror på betongens höga alkalinitet, pH värdet i betong är cirka 12-13. Korrosion kan uppkomma i miljöer där klorider finns närvarande om det transporteras genom betongen till armeringsytan och bryter ned stålets passivitet. Korrosionen kan också accelereras om armeringen är i kontakt med ett ädlare material, till exempel rostfritt stål som inte är ingjutet i betong. I en licentiatavhandling vid Lunds Universitet som försvaras i augusti 2014 beskriver Johan Ahlström, Swerea KIMAB, dessa processer. Förutom klorider läggs också stor vikt vid betongens fuktighet.

Ungefär 7000 betongbroar i Sverige byggdes före 1965. De årliga underhållskostnaderna för dessa broar motsvarar ungefär 0,6 % av deras totala värde. Kylvattenvägar i svenska kärnkraftverk har varit exponerade mot saltvatten i ungefär 30 till 40 år. Reparationskostnader för dessa kylvattenkonstruktioner har uppskattats till ungefär en miljard kronor. På grund av den relativt höga åldern på dessa betongkonstruktioner kan korrosionen bli ett växande problem i framtiden.

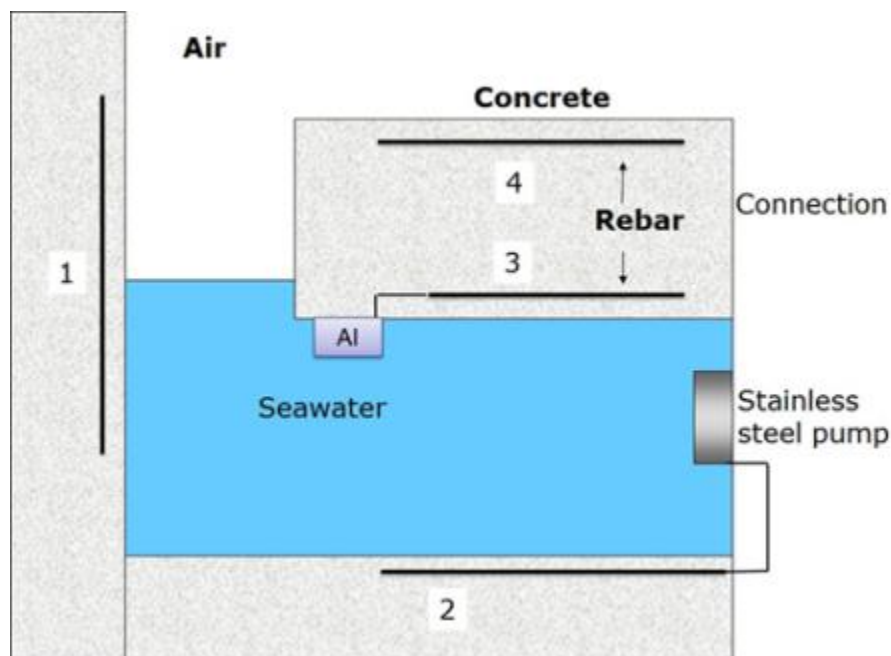


Korrosionsskador på armering i en betongkonstruktion

Grundläggande processer som ligger bakom armeringens korrosion i betong har studerats i ett forskningsprojekt "kloridinitierad armeringskorrosion" finansierad av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF), Svenska Elföretagens Forsknings- och Utvecklingsaktiebolag (Elforsk) och Swerea KIMAB. Projektet har resulterat i en licentiatavhandling "Corrosion of steel in concrete at various moisture and chloride levels" av Johan Ahlström, Swerea KIMAB. Arbetet har skett på Swerea KIMAB och Johan har varit inskriven på Lunds Universitet handledt av Prof Lars Wadsö, institutionen för bygg- och miljöteknologi.

Armering ingjuten i betong har normalt sett en mycket låg korrosionshastighet. Den låga korrosionshastigheten beror på betongens höga alkalinitet, pH värdet i betong är cirka 12-13. Korrosion kan dock uppkomma under olika betingelser och den ingjutna armeringen kan vara utsatt för flera olika miljöer (1-4):

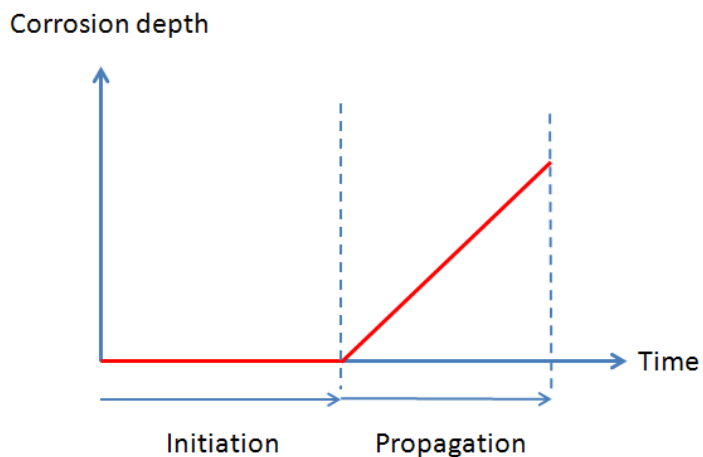
1. Betongen kan vara utsatt för olika fuktförhållanden. Om betongen är torr så sker ingen korrosion eftersom vatten behövs för korrosionsprocessen. Det som kanske är mindre känt är att även när betongen är fuktmättad så sker i stort sett ingen korrosion eftersom den nödvändiga syrgasen inte kan transporteras tillräckligt snabbt till armeringen för att underhålla korrosionsprocessen. En stor del av licentiatarbetet syftar till att förstå vilka "optimala" fuktförhållanden som resulterar i den största korrosionen.
2. Armeringen kan vara ansluten till ett ädlare material. Detta har i så fall skett av misstag, till exempel en rostfri pump. Potentialmätningar är en hjälp för att förstå vilka risker som detta resulterar i.
3. Armeringen kan vara ansluten till ett oädlare material. Detta är en av flera strategier för att minska armeringskorrosionen, så kallat katodiskt skydd. Detta diskuteras i mindre omfattning i avhandlingen
4. När betong är utsatt för luft blir den "karbonatiserad", kalciumhydroxiden omvandlas till kalciumkarbonat genom att reagera med koldioxid. Detta är en långsam process och påverkar bara det yttre skiktet i betongen men får som effekt att pH-nivån sänks. Denna effekt har inte undersökts i licentiatarbetet.



Armering i betong: 1) exponerad för olika fuktförhållanden; 2) ansluten till ett ädlare material; 3) ansluten till ett oädlare material; 4) exponerad i karbonatiserad betong.

Kloridtröskelvärden

Ett vanligt sätt att beskriva korrosionsförloppet för kloridinducerad korrosion är att dela upp det i två delar, initiering och propagering. Initieringsfasen inbegriper både den tid det tar för kloriderna att transporteras till armeringen och tiden för initiering av korrosionsprocessen genom att förstöra passivskiktet på armeringen. Propageringsfasen sker när korrosionen har startat. Kloridtröskelvärdet definieras då som det värde kloridhalten har när korrosionsprocessen ändras från initiering till propagering. En stor mängd arbeten har ägnats åt att bestämma ett konstant specifikt kloridtröskelvärde, uttryckt som % klorid per cementvikt. Problemet med detta är att det finns en mängd olika parametrar som teoretiskt kan påverka tröskelvärdet.



Korrosionsmodell för stål i betong föreslagen av Tuutti

Sannolikt finns ett kritiskt kloridtröskelvärde för varje betongkvalitet. Hur hög korrosionshastigheten är avgörs till stor del av betongens fukthalt, som i sin tur bestämmer betongens resistivitet och transport av både syrgas och klorider. Betong med hög fukthalt har en relativt låg resistivitet samt långsam transport av syrgas. Därmed är propageringshastigheten låg, även om kloridkoncentrationen är betydligt högre än kloridtröskelvärdet. Betong med låg fukthalt har en snabb transport av syrgas samt hög resistivitet vilket ger en låg korrosionshastighet. Vid ett specifikt fuktintervall kan transporten av syrgas vara hög samtidigt som resistiviteten är låg, vilket ger en hög korrosionshastighet. Det är vid detta specifika fuktintervall som kloridtröskelvärdet bör bestämmas. I licavhandlingens föreslås att kloridtröskelvärdet bör utvärderas vid relativt fuktiga förhållanden, 97%, vilket resulterar i ett tröskelvärde på ca 1 % klorid per cementvikt.



Korrosion på armering exponerad i betong med 97% fuktighet och 1 % klorid per cementvikt



Försöksupställning i laboratoriet

Försöksupställningen har bestått av armeringstänger ingjutna i ett cylindriskt betongskikt 5 mm tjockt. Dessa har exponerats i exsickatorer med konstant luftfuktighet i intervallet 75% till 100%. En del av försöken har också utförts genom att växelvis byta fuktförhållanden mellan 75% och 100% och på så sätt uppnå cykliska förhållanden som mer efterlikar vad konstruktioner är utsatta för under fältmässiga förhållanden. Det har då visat sig att en mindre kloridhalt behövs för att sätta igång korrosionen.

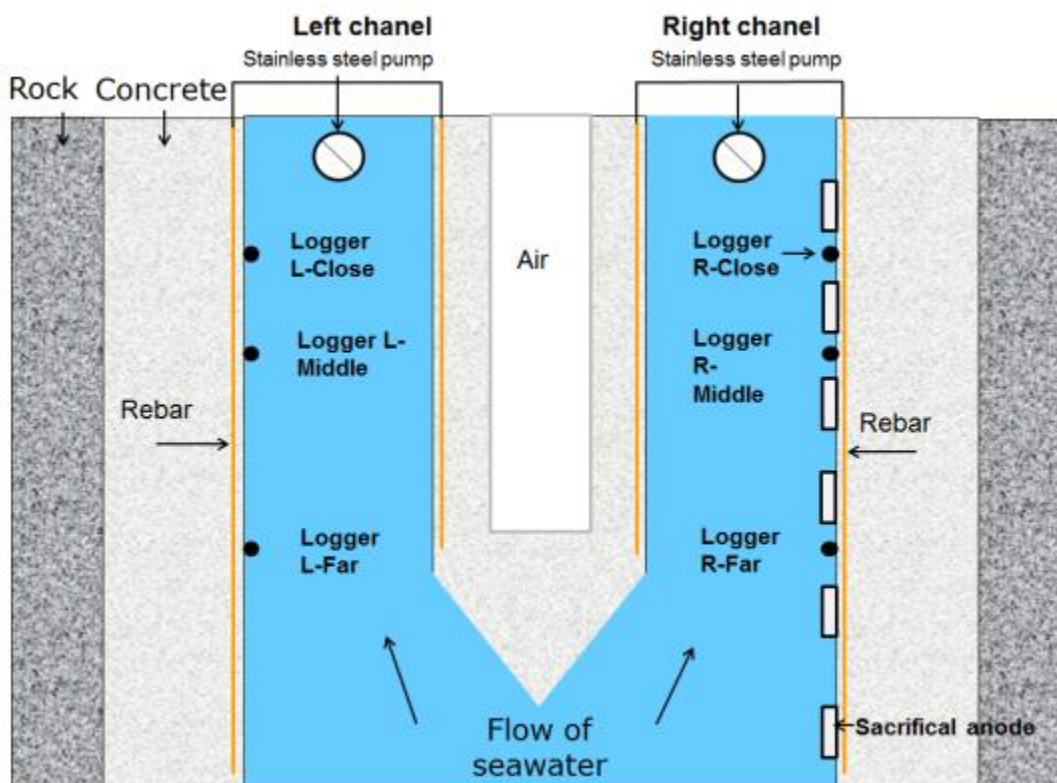


Korrosion på armering exponerad i betong med cyklad fuktighet och 0,6 % klorid per cementvikt

Fältförsök

Korrosionshastigheten för stål i vattenmättade betongkonstruktioner är oftast låg på grund av långsam transport av syrgas till armeringsytan. Om armeringen däremot är i kontakt med ett ädlare material så kan korrosionshastigheten öka markant. Hur stor den galvaniska påverkan blir för stål i betong styrs av bl.a. klorid- och syrgaskoncentrationen. Om kloridkoncentrationen är låg så kan armeringen upprätthålla passivitet trots elektrisk kontakt med ett ädlare material och korrosionshastigheten blir därmed låg.

I denna studie så utvärderades också ståls korrosionsegenskaper i betong vid en kylvattentunnel. Vid ett verkligt fall hade offeranoder av aluminium installerats för att skydda armeringen i en betongkonstruktion gjord för att transportera havsvatten. Korrosionspotentialen uppmättes kontinuerligt under ca ett år och det kunde konstateras att stålet i betong var i elektrisk kontakt med vattenpumpar gjorda av rostfritt stål samt med offeranoderna. Kontakten med pumparna orsakade högre korrosionspotentialer och kontakten med anoden orsakade lägre korrosionspotentialer. För att utvärdera om det fanns risk för galvaniskt korrosion orsakad av pumparna gjordes en kompletterande studie för att mäta potentialer där korrosionshastigheten ökat kraftigt. Troligtvis finns inte en ökad risk för galvanisk korrosion eftersom de uppmätta potentialerna i tunneln var lägre än de som orsakade korrosion i den kompletterande studien.



Skiss av kylvattentunnel med armering i oavsiktlig kontakt med pumpar av rostfritt stål samt i avsiktlig kontakt med offeranoder av aluminium. Loggrar för mätning av potentialer är installerade vid olika positioner för att se effekten av dessa kopplingar.

Användning av resultat

Syftet med projektet är att i detalj kartlägga vilka faktorer som samverkar vid kloridinitierad armeringskorrosion och att fastställa för dessa relevanta tröskelvärden. Ökad förståelse och tydligare gränsvärden för kloridinitierad armeringskorrosion möjliggör mer tillförlitliga tillståndsbedömningar.

Projektinformation

Licentiatavhandlingen "Corrosion of steel in concrete at various moisture and chloride levels" av Johan Ahlström granskas vid Lunds tekniska högskola (LTH) den 29 augusti 2014. Projektet är samfinansierat av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF), Svenska Elföretagens Forsknings- och Utvecklingsaktiebolag (Elforsk) och Swerea KIMAB.

Kontakt

Johan Ahlström, Swerea KIMAB
Johan.ahlström@swerea.se