

Betonrenovering med elektro-kemiske metoder

Af civilingeniør Ervin Poulsen

Beton i aggressiv og moderat miljøklasse er udsat for indtrængning af stoffer fra omgivelserne, som kan skade og derved mindske betonens levetid. De skadelige stoffer er fx kuldioxid (findes overalt), svovldioxid (fra forbrænding) og chlorid (fra tørsalte og ved kyststrækninger). Har beton højt v/c-forhold er beton ikke alene svagt, men også meget porøst og gennemtrængeligt for de skadelige stoffer, som kan ophobe sig i betonens overfladelag, dvs. netop det lag beton, som skal beskytte armeringen. Er betonen også mangelfuldt komprimeret ved udstøbningen, kan en sådan beton have mange defekter i form af grovporøsitet, dvs. "stenreder".

Er armeringen tillige ikke placeret korrekt eller med en passende stor nøjagtighed, kan armeringens dæklag være blevet mindre end projekteret eller ikke opfylde krav i betonnormen til dæklagstykkelse.

Sådan beton er ikke egnet til at beskytte armering og man kan opleve, at betonen revner og sprænger af over armeringsstænger, der ruste – selv ganske kort tid efter at det pågældende bygværk er blevet opført. Inden disse skader breder sig, bør man renovere en sådan betonkonstruktion.

Der findes flere forskellige principper for hvordan man kan standse skadeudviklingen. Af økonomiske og tekniske grunde gælder det om at finde en billig metode, som med minimal vedligeholdelse kan sikre betonkonstruktionens fortsatte holdbarhed.

Renoveringsmetoder

Det grundlæggende princip ved renovering er, at årsager til skaden fjernes enten før eller ved betonens renovering. Der er flere forskellige metoder til hvordan skadelige stoffer kan fjernes eller "neutraliseres" i betons overfladelag:

Lokale rustdannelser i forbindelse med defekter i betonen eller et for ringe dæklag over armeringen vil det normalt være hensigtsmæssigt at reparere, dvs. man hugger skaden op (fjerner de skadelige stoffer), renser og fylder hullet med reparationsmørtel.

Reparation af udbredte skader, fx på en hel facade, kan ikke repareres på økonomisk måde. Her må man derfor fjerne eller "neutralisere" de skadelige stoffer på en anden måde. Det er her, at de elektro-kemiske renoveringsmetoder kan anvendes med fordel. I dag findes der mulighed for at anvende elektro-kemisk udtrækning af chlorid i betonens overfladelag, dvs., man fjerner de skadelige chlorider. Desuden findes der elektro-kemisk realkalisering, hvorved man kan genskabe beton-porevæskens basiske reaktion, som er gået tabt ved betonens carbonatisering.

Elektro-kemisk realkalisering

Porøs beton carbonatiserer ret hurtigt på grund af luftens indhold af kuldioxid CO_2 . Når armeringens dæklag er gennemcarbonatiseret (dvs. er forkalket), mister beton sin rustbeskyttende virkning. Påvirkes betonen også af varierende fugtighed, dvs. moderat miljøklasse, vil betingelserne for at armeringen kan ruste være til stede. Den armering som befinder sig i carbonatiseret beton vil derfor ruste, men kun hvis der er tilstrækkelig tilførsel af fugt og ilt til betonen. Facader og altaner af en for porøs, armeret beton er typiske eksempler på konstruktionsdele, som har stor risiko for armeringskorrosion som følge af, at betonen carbonatiserer.

Er betons v/c-forhold passende lavt, fx sådan som betonnormen i dag foreskriver, er der dog næppe det store holdbarhedsproblem. De tidligere gældende betonnormer foreskrev imidlertid v/c-forhold, som i dag erkendes at være så høje, at konstruktionens levetid ofte er mindre end almindeligt accepteret.

Det er ofte beton i fx elementbyggeri med knebne dimensioner, der er udsat for armeringskorrosion som følge af carbonatisering.

Realkalisering inden korrosion

Verden over tegner carbonatisering af beton sig for et betydeligt antal betonskader. Også i Danmark kan man konstatere skader som følge af carbonatisering. Det er især betonelementbyggeri fra 1960'erne og 1970'erne, der i dag har korrosionsskader som følge af betonens carbonatisering.

Ved periodevis og omhyggelig inspektion af betonbygværker, som befinder sig i moderat miljøklasse

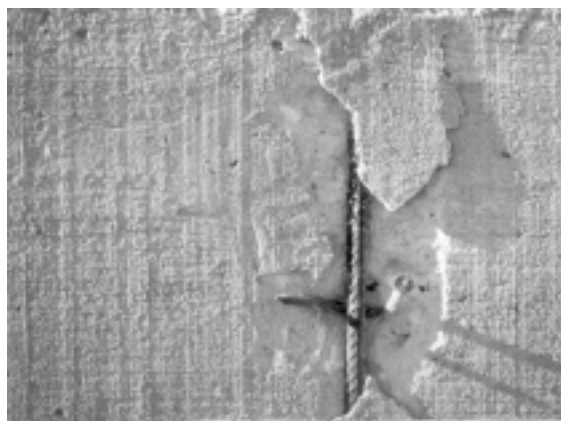


Fig. 1. Eksempel på korrosion af armeringsstang, hvor rust er begyndt at presse en del af det dækkende betonlag væk. Med et tykt dæklag (i forhold til armeringens diameter) kan armeringen ruste bort uden at det kan ses udefra. Sker det ikke, kan renovering blive kostbar, idet udskiftning af armering og beton kan blive konsekvensen.

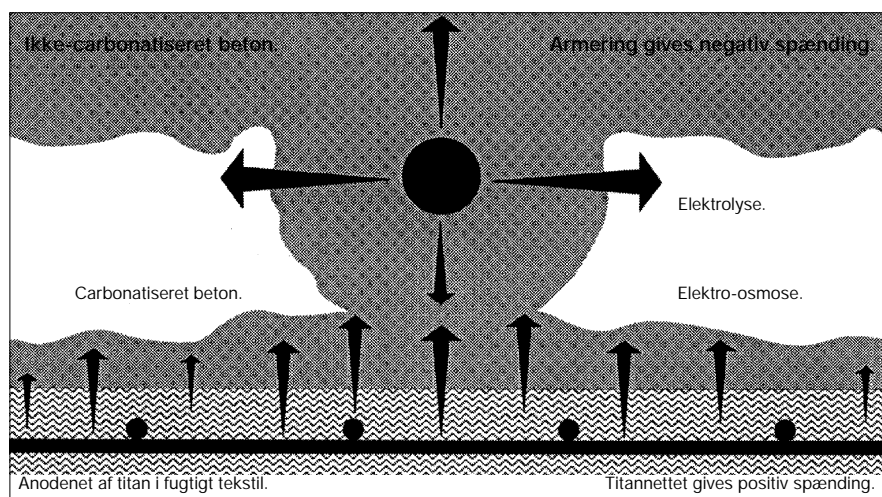


Fig.2. For at udføre elektro-kemisk realkalisering af carboniseret beton, forbindes betonens armering til en spændingskilde, således at armeringen bliver negativ. Der produceres derfor OH⁻ rundt om armeringen ved elektrolyse (katodereaktion). På betonen placeres et net af titan. Desuden pakkes betonen ind i tekstil eller der påsprøjtes en papmachémasse, fugtet med basisk elektrolyt. Dette titannet forbindes med spændingskilden, således at nettet bliver positivt. Den basiske elektrolyt trænger ind i betonen ved kapillarsugning og elektro-osmose.

(fx facader), kan man imidlertid konstatere en begyndende carbonatisering inden skaderne bliver for udbredte. Sker det ikke, kan renovering blive kostbar, idet udskiftning af armering og beton kan blive konsekvensen.

Armeringskorrosion som følge af carbonatisering kan blive omfattende, hvis der ikke gribes ind i tide. Elektro-kemisk realkalisering vil blive kostbar, ganske som anden renovering, når armeringen har fået omfattende korrosionsskader, fx med revnedannelse og afsprængning af beton til følge.

Derimod kan elektro-kemisk realkalisering ofte være optimal at anvende som led i en forebyggende vedligeholdelse.

Elektro-kemisk realkalisering

Elektro-kemisk realkalisering af en carboniseret betonoverflade er teoretisk set meget simpel. Ved elektro-kemisk realkalisering af beton foregår der to processer, som øger betonens pH-værdi. Disse to processer er dels en elektrolyse ved armeringen, dels indtrængning af en basisk elektrolyt i betonens over-



Fig. 3. Strømmen i ledninger til de enkelte kontrolafsnit følges nøje og korrigeres om nødvendigt. Manuel kontrol foretrækkes for mindre renoveringsarbejder, men ved større arbejder må kontrolarbejdet automatiseres.

flade ved elektro-osmose.

Beton er porøs og fugtig. Det er pH-værdien af porevæsken i carboniseret beton, som skal øges, hvis armering skal passiveres, dvs. rustbeskyttes.

En elektro-kemisk realkalisering går ud på at påtvinge armeringen negativ spænding og belægge betonens overflade med en belægning af papmaché, tekstil eller lignende, som er vædet med en basisk elektrolyt. Denne elektrolyt kan være en opløsning af calciumhydroxid eller soda. Som anode anbringes et titannet i denne elektrolyt, og titannettet påtvinges en positiv spænding (anode).

Der påsættes en strømstyrke på ca. 1 A/m² af betonoverfladen. I løbet af 3 til 7 døgn (afhængig af forholdene) realkaliseres betonen ved elektrolyse og elektro-osmose.

Elektrolyse

Ved armering der er påtvunget en negativ spænding, produceres der hydroxidioner ved elektrolyse, den såkaldte katodereaktion. Hydroxidionerne medfører, at betonens pH-værdi realkaliseringens effektivitet.



Fig. 4. For store renoveringsopgaver med realkalisering og afsaltnings af betonkonstruktioner er der mange ledninger at holde styr på. Derfor automatiserer man registrerings- og styringsarbejdet ved hjælp af en datalogger.