



LUND UNIVERSITY

Fukt i betong och dess påverkan på betongens kloridprofil : en hypotes

Hedenblad, Göran

1994

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Hedenblad, G. (1994). *Fukt i betong och dess påverkan på betongens kloridprofil : en hypotes*. (Rapport TVBM (Intern 7000-rapport); Vol. 7080). Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Byggnadsmaterial

UNIVERSITY OF LUND
LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY
Division of Building Materials

FUKT I BETONG OCH DESS PÅVERKAN PÅ BETONGENS KLORIDPROFIL

En hypotes

Göran Hedenblad

Rapport TVBM-7080

Lund, juli 1994

INLEDNING

Klorider i betong har betydligt lägre transporthastighet än vad vatten i betong har. Paul Sandberg refererar i /1/ till en kloridundersökning av en 37 år gammal hamnanläggning av betong, se FIG 1.

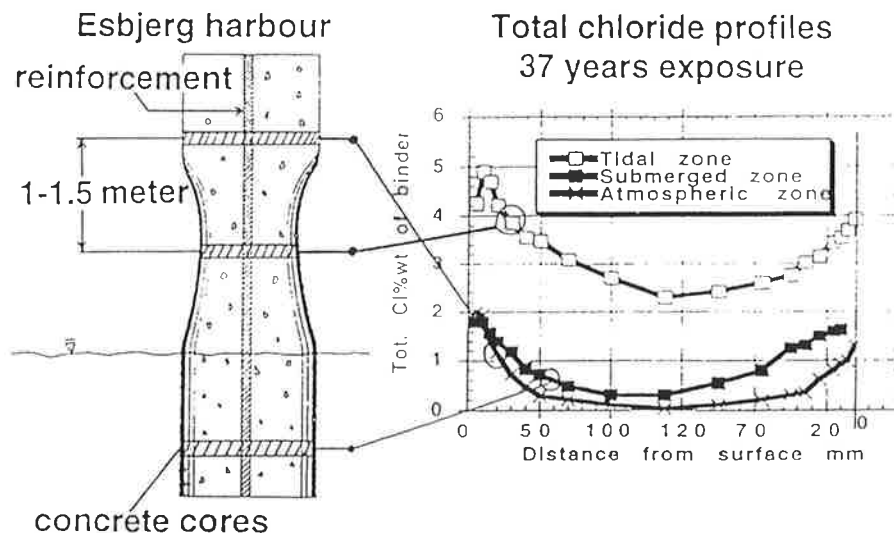


FIG 1 Uppmätta kloridprofiler på olika höjd i en 37 år gammal hamnanläggning av högvärdig betong. Tang, 1993, /2/.

Av figuren framgår att kloridprofilerna under vattenytan och en bit över plaskzonen är nästan identiska. I plaskzonen har däremot kloridprofilen i sin helhet betydligt högre värden än de två andra profilerna. I de yttersta delarna är kloridhalten 4-5 viktsprocent räknat på bindemedelhalten och i mitten är kloridhalten ca 2.4 %.

Om man antar att vattencementtalet (vct) är 0.4 så medför det en cementshalt på ca 470 kg per m³ betong. Med denna cementshalt så fås med 5 % Cl⁻ att vikten Cl blir $470 \cdot 5 / 100 = 23.5$ kg per m³ betong, dvs i de yttersta skikten finns ca 20 kg klorider per m³ betong.

Porositeten (P) i betong, utan extra luft i betongen, tecknas

$$P = (vct - 0.19 \cdot \alpha) \cdot C \quad (1)$$

α är hydratationsgraden (mellan 0 och 1)

C är cementshalten i betongen (kg per m³ betong)

Antag att $\alpha = 1$, vct = 0.4, C = 470 så fås att P är ca 100 liter per m³ betong.

Om hela denna porositet är fylld med vatten fås 20 kg Cl⁻ per 100 liter vatten, dvs 0.2 kg Cl⁻ per liter vatten. Om betongen inte är helt vattenmättad så blir koncentrationen av klorider ännu högre.

I mitten är koncentrationen ca hälften av koncentrationen i de yttre delarna (vid vattenmättad).

HYPOTES

Hög Cl^- koncentration i en del av betongen medför att vatten transporteras från delar med lägre Cl^- koncentration till delar med hög Cl^- koncentration (osmos). Detta medför att "kloridfronten" inne i betongen tar upp vatten inifrån betongen. Dvs Cl^- koncentrationen i fronten minskar. Den upptagna vätskemängden kan antingen få vattnet i ytskiktet mot luften att avgå ur betongen eller annars "vandrar" saltlösningen inåt. Det senare fallet är det mest troliga (vilket fall gör minst motstånd mot väsketransport?). Dvs Cl^- tar upp vatten inifrån betongen samtidigt som saltfronten inte blir knivskarp utan avrundad och dessutom växer inåt.

Sammanfattning: Kloridfrontens utbredning sker även inifrån.

OSMOS

Enligt Claesson /3/ kan tryckskillnaden mellan 2 vätskor där den ena är vatten med salt och den andra är rent vatten tecknas

$$P_1 - P_2 = R \cdot T \cdot \rho / M_w \cdot X_A \cdot v_A \quad (2)$$

se FIG 2 nedan

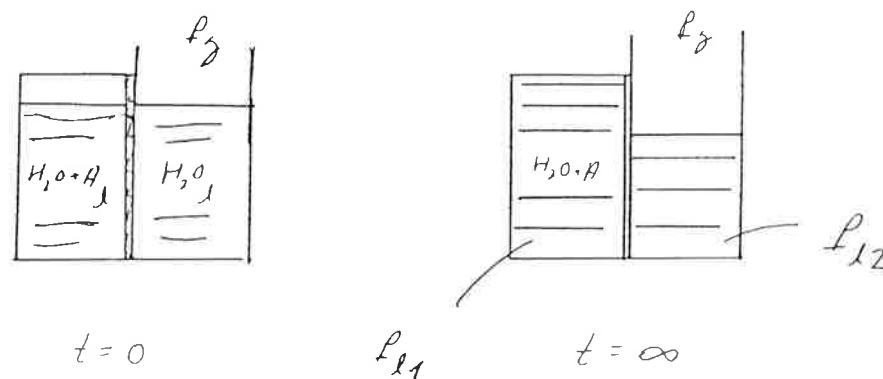


FIG 2 Osmotiskt tryck i ett slutet system med vatten + salt i ena delen och enbart vatten i den andra delen.

P_1 är trycket i vattnet med salt (A), (bar)

P_2 är trycket i vattnet utan salt, (bar)

$R \cdot T \cdot \rho / M_w$ är ca 1300 bar vid normal rumstemperatur

X_A är molfraktionen av A = andelen A-molekyler = $(m_A / M_A) / (m_A / M_A + m_w / M_w)$

v_A är antalet joner per molekyl salt.

Formel (2) ovan förutsätter att systemet är slutet, detta är normalt inte fallet med betong i kontakt med omgivande luft. Men (2) ovan ger ändå en uppfattning om vilka krafter som kan vara inblandade i detta sammanhang.

Det är inte troligt att Cl^- jonen uppträder ensam utan kompletteras av en positiv jon, t ex Na^+ .

Om i exemplet i inledningen Cl^- -skillnaden mellan de yttre och inre delarna används i X_A ovan (0.1 kg Cl^- per kg vatten fås X_A inkl Na^+

$$X_A = ((0.1 + (23/35.5) \cdot 0.1) / 0.0585) / (\text{vidstående} + 1.0 / 0.018) = 0.0483$$

$$v_A = 2$$

$$\Delta P_l = 1300 \cdot 0.0483 \cdot 2 = 125 \text{ bar}$$

dvs 125 gånger större än atmosfärstrycket.

Om vi antar att trycket i luften utanför konstruktionen och trycket i den yttre delen av betongen (med hög salthalt) är samma (1 bar) så blir trycket i mitten på konstruktionen -124 bar, dvs vätskan i mitten står under kraftigt undertryck (vid jämvikt).

Enligt Kelvinekvationen

$$P_l = p_s(T) + RT\rho/M_w \cdot \ln(p/p_s) \quad (3)$$

fås med $P_l = -124$ bar och $RT\rho/M_w = 1300$ bar att p/p_s är 0.90.

Dvs relativa fuktigheten(RF) i mitten på konstruktionen blir 90 % då de yttre delarna är mättade. Uppmätt RF blir ännu lägre ty vattnet i mitten innehåller även salt (klorider).

Om de yttre delarna är fullständigt kapillärmättade och innehåller 0.33 kg NaCl per liter vatten blir RF ca 78 %, se Hedenblad /4/.

I mitten med hälften så mycket salt blir RF ca 88 %. Till detta värde skall "adderas" RF-ändringen pga undertrycket dvs RF blir ca 78 %.

Beräkningarna ovan är endast grova uppskattningar men rapporten är avsedd att vara ett diskussionsinlägg. Noggrannare beräkningar kan troligtvis göras med ekvation (1) i referens /4/.

SLUTSATS

Utvärdering av klorid-diffusionskoefficienter med konventionella metoder torde försvåras och ev omintetgöras av den ovan beskrivna processen.

För att göra korrekta analyser måste troligtvis fukt och klorid analyseras samtidigt. Klorider påverkar fuktegenskaperna (jämviktfuktkurvor och samhörande fukttransportparametrar).

REFERENSER

- /1/ Sandberg, P., "Systematic collection of field data for service life prediction of concrete structures", working document 1994-06-29, Cementa AB/Byggnadsmateriallära LTH, Lund

- /2/ Tang, L., "Chloride penetration into a 37-years-old concrete structure in Esbjerg Harbour", Durability of marine concrete structures, Chalmers, Göteborg, 1993
- /3/ Claesson, J., "Fuktens termodynamik" Handskrivet kompendium i forskarkursen Fukt, Byggnadsfysik, LTH, Lund, 1985
- /4/ Hedenblad, G., "Inverkan av salt på jämviktsisotermen", Rapport TVBM-3031, Byggnadsmaterial, LTH, Lund, 1987