LUND UNIVERSITY

Samverkan mellan miljölast och mekanisk spänning på betongmaterialets beständighet och livslängd : projektbeskrivning

Hassanzadeh, Manouchehr

1992

Link to publication

Citation for published version (APA):
Hassanzadeh, M. (1992). *Samverkan mellan miljölast och mekanisk spänning på betongmaterialets beständighet och livslängd : projektbeskrivning*. (Rapport TVBM (Intern 7000-rapport); Vol. 7033). 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

Avdelningen för Byggnadsmaterial, LTH

Projektbeskrivning:

SAMVERKAN MELLAN MILJÖLAST OCH MEKANISK SPÄNNING PÅ BETONGMATERIALETS BESTÄNDIGHET OCH LIVSLÄNGD

Manouchehr Hassanzadeh

Intern Rapport TVBM- 7033 1992

CODEN: LUTVDG/(TVBM-7033)/1-11/(1992)
ISSN 0348-7911

Projektbeskrivning:

SAMVERKAN MELLAN MILJÖLAST OCH MEKANISK SPÄNNING PÅ BETONGMATERIALETS BESTÄNDIGHET OCH LIVSLÄNGD

Manouchehr Hassanzadeh

Intern Rapport TVBM- 7033 1992

Avdelningen för Byggnadsmaterial, LTH Lund 92-11-10

Projektbeskrivning:

SAMVERKAN MELLAN MILJÖLAST OCH MEKANISK SPÄNNING PÅ BETONGMATERIALETS BESTÄNDIGHET OCH LIVSLÄNGD

1 Inledning

Vid konventionella beständighetsstudier identifieras först den aggressiva miljö som kan åstadkomma en viss fysikalisk eller kemisk nedbrytningen av materialet. Därefter utsätts materialet för den aggressiva miljön i kontrollerade former så att skadeprocessen kan beskrivas.

Genom att bestämma kemiska och fysikaliska förändringar hos materialet tar man fram nödvändig materialdata för att på ett kvantitativt sätt beskriva skadeprocessen eller ställa upp modeller för livslängdsberäkningar.

Beständighetsstudier, som bedrivs i laboratorier, utförs normalt på obelastade provkroppar vilken kan leda till missbedömningar när det gäller överföring av laboratorieresultat till praktiken. Schneider et.al. (1990, 1992) samt Piasta och Schneider (1992) har visat att nedbrytning av betong i en aggressiv miljö går betydligt snabbare i ett belastat tillstånd jämfört med ett obelastat tillstånd. Detta trotts att betongprovkroppen belastas med enbart 40% av brottlasten.

I praktiken är samtliga betongkonstruktioner belastade. Belastningen kan vara yttre mekanisk last eller inre spänningar orsakad av inhomogenitet, ojämn temperatur- och fuktfördelning m.m. Därför bör beständighetsegenskaper studeras även på belastade provkroppar. Sådana studier saknas i stort sett helt. Enda undantag är de ovan nämnda studierna av kemisk nedbrytning.

2 Problemställning

2.1 Inledning

För att man skall kunna beskriva nedbrytningsförloppet vid kombinerd miljö- och mekanisk last bör man studera spricktillväxten i materialet under påverkan av mekanisk långtidslast och miljölast. Spricktillväxten behandlas av ämnet brottmekanik. Nedan beskrivs den brottmekaniska modell som används för betong därefter diskuteras situationer där brottmekaniken kan kopplas till beständighetsproblemet.

2.2 Brottmekanik

Den brottmekaniska modell som beskrivs här har tagits fram av prof. Hillerborg vid vår avdelning. Modellen är känd under namnet "Den Fiktiva Sprickmodellen". Nedan ges en förkortad beskrivning av modellen.

Anta att provstaven i Fig 1.a provas genom deformationsstyrning. På provstaven har två givare monterats nämligen A och B. Under förutsättning av att brottet sker inom området A, blir spännings - deformationskurvan hos ett sådant prov enligt Fig. 1.b. Del A i figuren visar spännings - deformationskurvan för område A medan del B visar spännings - deformationskurvan för del B. Som framgår av Fig. 1.b uppvisar område A och B två olika beteenden. Detta beror på att vid maximal spänning utvecklas en brottzon inom område A.

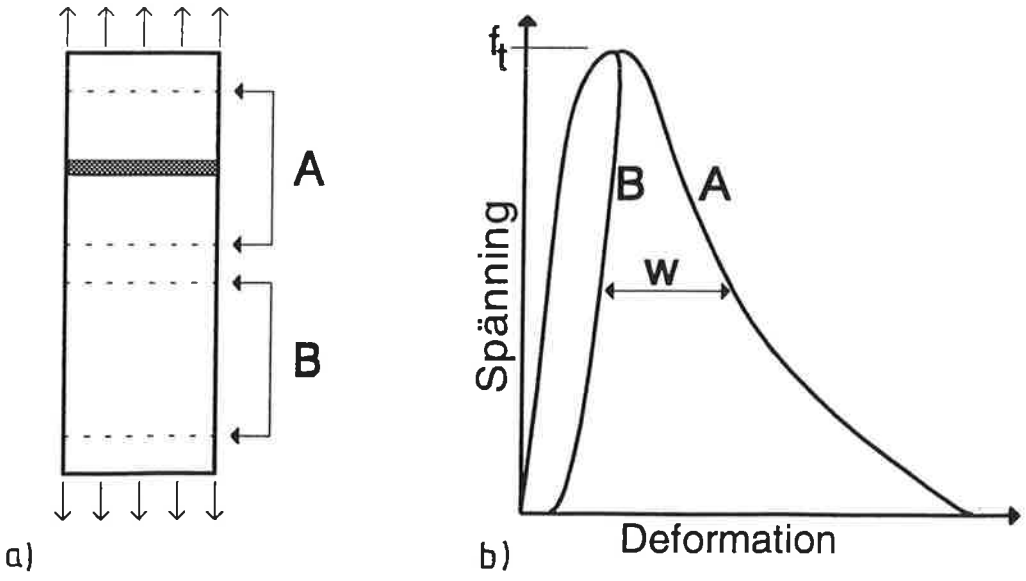


Fig. 1. Deformationsstyrd dragprov och provresultat.

Brottzonen utgörs av ett område där allt fler och större mikrosprickor bildas allteftersom deformationen ökas. Detta leder till en lokalt försvagning av provstaven som medför att spänningen avtar allteftersom deformationerna ökas. Vad som händer i övriga delar av provstaven beskrivs av kurva B, d.v.s. där det sker deformationsminskning.

I den Fiktiva Sprickmodellen skiljer man mellan materialbeteendet utanför resp innanför brottzonen. Beteendet hos materialet utanför brottzonen beskrivs med en spännings - töjningskurva (σ-ε kurva), Fig. 2a, medan beteendet hos materialet innanför brottzonen beskrivs med en spännings - deformationskurva (σ-w kurva), Fig. 2b.

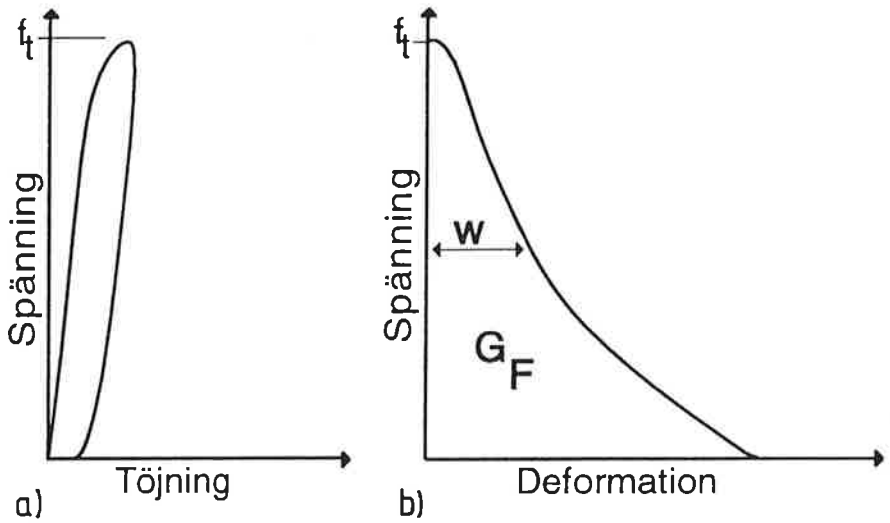


Fig. 2. Spännings - töjningskurva (σ - ε) och spännings - deformationskurva (σ - w).

Alla de materialparametrar som är nödvändiga för att bestämma betongens brottegenskaper kan fås från resultatet i Fig 1.b. Följande parametrar är av betydelse.

σ-w kurvan erhålls genom att subtrahera kurva B från kurva A. σ-w kurvan är viktig för brottmekaniska beräkningar vilket inte behandlas här. Ytan under denna kurva benämns brottenergi (G_F) som har sorten N/m (Nm/m^2). I den Fiktiva Sprickmodellen definieras även en annan parameter nämligen den karakteristiska längden (l_{ch}) som har sorten m.

$$l_{ch} = \frac{E G_F}{f_t^2}$$

E är materialets elasticitietetsmodul som är lutningen hos den uppåtgående delen av σ-ε kurvan. f_t är materialets draghållfasthet. l_{ch} är nämligen ett mått på förhållandet mellan brottenergin och den i materialet upplagrade elastiska energin. l_{ch} är en viktig parameter ju

större är l_{ch} desto segare beter sig materialet vid brott.

Med hjälp av ovanstående modell kan man beskriva spricktillväxten i en betongkonstruktion. I Fig. 3 visas detta på ett schematiskt sätt. Som framgår av figuren föregås tillväxten av en verklig spricka av en brottzon där mikrosprickor bildas och växer i antal och storlek allteftersom deformationen tilltar i brottzonen.

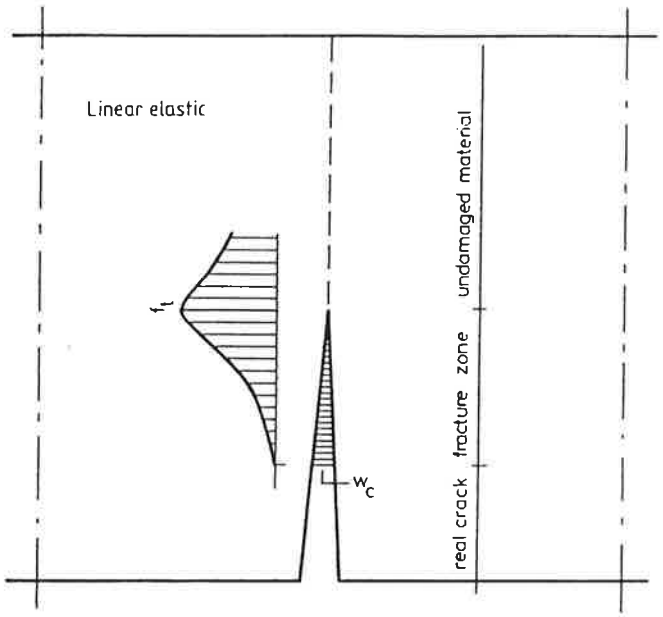


Fig. 3. Spricktillväxt.

Egenskaperna hos brottzonen har stor betydelse för konstruktionens beteende. Om brottzonen är liten i förhållande till provkroppens karakteristiska storlek (balkhöjden är den karakteristiska storleken för en balk) sker sprött brott. Tidigare har man trott att brottzonen har försumbar utsträckning vinkelrätt mot sprickriktningen. Undersökningar på senare tid har visat att brottzonen i vissa fall kan ha betydande utsträckning vinkelrätt mot sprickriktningen men man har inte kunnat bevisa något samband mellan brottzonens vidd och materialsammansättningen.

Egenskaperna hos brottzonen är viktiga när det gäller beständighetsstudier. Eftersom brottzonen är en sprucken zon kan dess transportegenskaper skilja sig markant från övriga delar av materialet.

2.3 Användning av brottmekanik för beständighetsstudier

Det är välkänt att betongens tryckhållfasthet är betydligt större än dess draghållfasthet. Därför bortser man vid de flesta tillämpningar från dess förmåga att ta upp dragspänningar och riktar sig enbart till att utnyttja dess förmåga att ta upp tryckspänningar, vilken sett från brottmekanikens synvinkel kan vara felaktigt. Griffith och många andra forskare har visat att under normala förhållanden även tryckbrottet sker under spricktillväxt styrd av dragspänningar.

Hillerborg (1991) ger några exempel på konstruktionsdetaljer där draghållfastheten, eller snarare betongens beteende under dragspänningstillstånd, är väsentlig för konstruktionens beteende som helhet. I Fig. 4 visas några exempel hämtat ur samma skrift. Fig. 4a visar dragspänningar som kan uppstå när armeringen träder i funktion. Vid brott kan täckskicktet spräckas loss från övriga delen av konstruktionen. I Fig. 4b visas dymlingsverkan som kan medföra uppspjälkning av täckskicktet. I Fig. 4c visas spänningskoncentrationen vid en förankringsbricka.

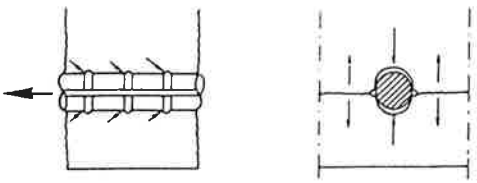


Fig. 4a. Splitting forces from reinforcement *and possible tensile cracks.*

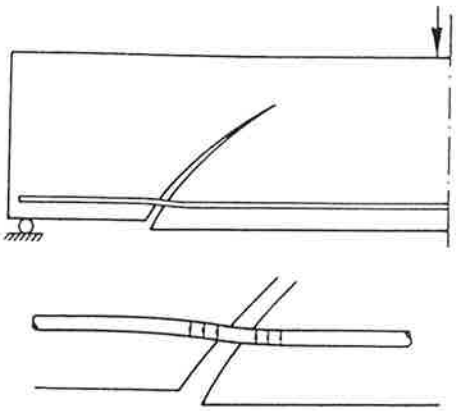


Fig. 4b. Dowel action causing risk of spalling of concrete cover.

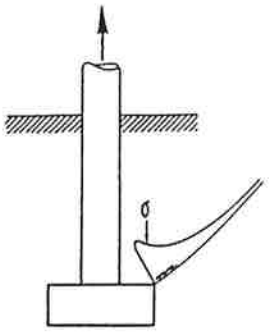


Fig. 4c. Stress concentration and possible formation of a crack where a bolt is anchored.

Även konstruktioner som normalt anses vara helt tryckta kan innehålla sektioner med relativt höga dragspänningar. Ett exempel är bygel och spiralarmerade konstruktioner som utsätts för tryck, se Fig. 5. Byglarna förhindrar expansionen av den inneslutna delen i riktning vinkelrätt mot tryckspänningens riktning. Detta medför att dragspänningar uppstår mellan den inre och yttre betongen, Park och Paulay (1975).

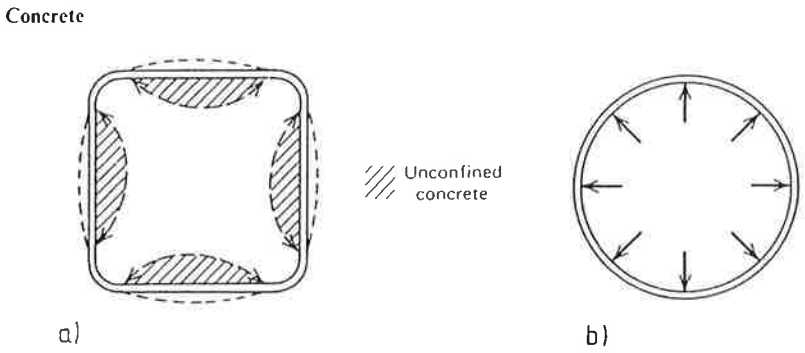


Fig. 5. Confinement by square hoops and circular spirals.
(a) Square hoop, (b) Circular spiral, Park, Paulay (1975).

När det gäller dimensioneringen av armerade betongkonstruktioner antar man att armeringen träder i funktion när betongen har spruckit. Därmed tas dragspänningar upp av armeringen och tryckspänningar av betongen. Det här antagandet förenklar dimensioneringen men inte verkligheten. I själva verket finns delar som har betydande dragspänningar och bidrar till bärigheten. Dessa delar kan spela en viktig roll när det gäller konstruktionens beteende vid skjuvbrott och när det gäller konstruktionens långtidsdeformationer.

Som nämndes tidigare dragspänningar uppstår även p.g.a. ojämna temperatur- och fuktfördelningar i konstruktionen.

Som framgick ovan förekommer dragspänningar i de flesta betongkonstruktioner. Av ovanstående exemplen framgick dessutom att betongens egenskaper i drag är av betydelse för betongkonstruktioners beteende. Även när det gäller betongkonstruktioners beständighet är betongens egenskaper under dragning av betydelse eftersom de största dragspänningarna förekommer mellan täckskicktet och de övriga delarna av konstruktionen. När det gäller betongkonstruktioner fortbestånd är täckskicktet den viktigaste delen hos en betongkonstruktion. Även frostangreppet föregås av större dragspänningar i samband med

att isen bildas inne i porsystemet.

För att man skall kunna studera betongens beständighet under inverkan av miljö och mekanisk last bör man studera spricktillväxten under dessa kombinerade laster. I nästa avsnitt ges några exempel på miljöer som är av intresse.

2.4 Aggressiva miljöer

Aggressiva miljöer kan indelas i två huvudgrupper enligt nedan:

* miljöer som utövar fysikaliskt angrepp
* miljöer som utövar kemiskt angrepp

Som exempel på fysikaliskt angrepp kan nämnas frostangrepp med och utan närvaro av tösalter, saltkristallisering, sprängning på grund av armeringskorrosion och svällning av gips i slutskedet av ett sulfatangrepp.

Som exempel på kemiskt angrepp kan nämnas sulfatangrepp, urlakning av betong i sura miljöer och kloridangrepp.

3 Projektinnehåll

I det föreslagna projektet kommer vi att koncentrera oss mest på det fysikaliska angreppet frostangrepp med och utan närvaro av tösalter, eller vid närvaro av havsvatten samt på den mekaniska lastens betydelse för kloridinträngning och därmed indirekt på armeringskorrosionen.

Som beskrevs ovan föregås spricktillväxten i betong av uppkomsten av en brottzon. Mekaniska egenskaper hos en sådan zon vid statisk korttidsbelastning, långtids- och utmattningslaster är kända. Däremot är brottzonens egenskaper vid miljöpåverkan inte kända. För att man skall kunna beskriva spricktillväxten under samverkan av miljö och mekanisk last bör man kunna bestämma inträngningshastigheten av aggressiva ämnen i brottzonen och deras inverkan på brottmekaniska egenskaper. Därför bör transport-egenskaperna för fukt, lösta joner och gaser hos brottzonen studeras.

För att vi skall kunna studera brottzonens egenskaper måste vi utveckla testmetoder. För närvarande utförs vid vår avdelning studier på belastade betongprovkroppar.

Betongprovkropparna utsätts för dragspänningar motsvarande 30 resp. 60% av deras brottlast i miljöer som sulfatlösning, havsvatten, sötvatten, tensider och självuttorkning under 2 resp. 4 månader. Resultatet från den här undersökning kommer att ge väsentlig information för det föreslagna projektet.

Beständighetsprovningarna kommer att utföras på betong med varierande vbt, ålder och ballastgradering. Vissa provkroppar utsättas för varierande uttorkning och uppfuktning i havsvattenmiljö och sötvattenmiljö. Provkropparna belastas med olika lastnivåer varierande från noll upptill brottlasten.

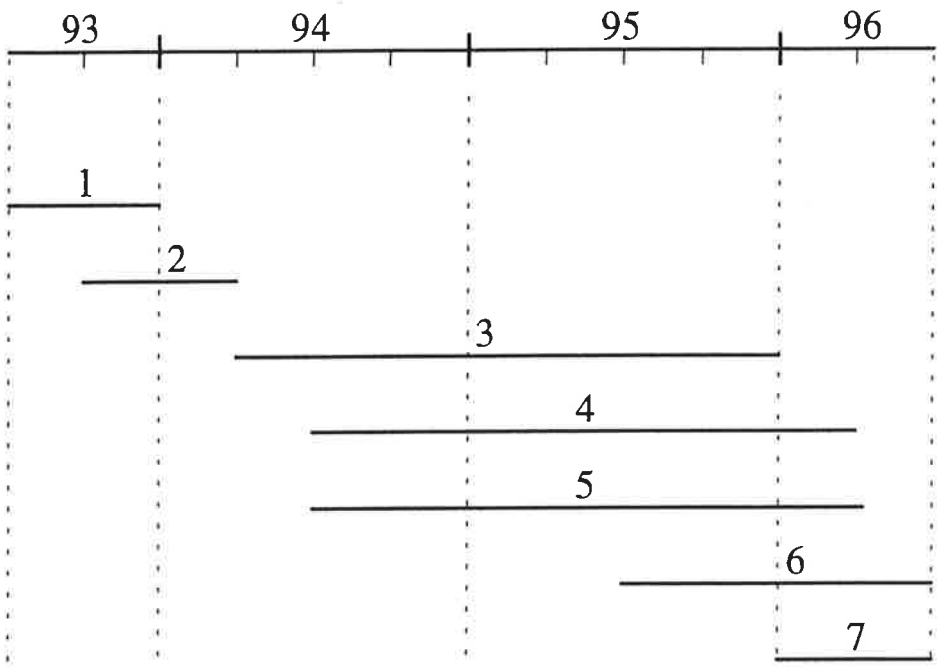
En del av mekaniska provningarna kommer att utföras i den aggressiva miljön som de befinner sig i. Detta är viktigt till exempel i samband med frysning.

Ett begränsat antal armerade balkar kommer att tillverkas och utsättas för kombinerad miljö- och mekanisk last för studier av spricktillväxten.

Resultaten skall ligga till grund för framtagning av modeller som beskriver spricktillväxt och därmed livslängd under inverkan av kombinerad miljö- och mekanisk last.

4 Projekttid och projektplan

För projektets genomförande krävs 24 forskarmanmån fördelade jämnt under tre år (93/94 - 95/96). Projektplanen är enligt nedan.



1) Utveckling av testmetoder och försöksmetodik.
2) Förstudie och undersökning av testmetoder.
3) Igångsättning av testserier.
4) Provningar och bestämning av egenskaper.
5) Bearbetning och utvärdering av mätresultat.
6) Modellering.
7) Sammanställning av slutrapport.

5 Erforderliga medel

	Projektets totala kostnad (tkr)	Sökt från stiftelsen (tkr)			
		Totalt	93/94	94/95	95/96
Löner ink. LKP	690	415	130	135	145
Utrustning & material	170	100	50	30	20
Resor	70	40	10	15	15
Förvaltn. kostnad [1)]	130	80	30	27	27
Momsavgift	90	55	20	18	18
Summa	1150	690	240	225	225

1) Täcker ej eventuella lokalkostnader. Hur stora dessa blir och hur de skall finansieras är ännu oklart.

Lund 1992-11-10

Göran Fagerlund

Manouchehr Hassanzadeh.

6 Referenser

Hillerborg, A. (1991) Reliance upon concrete tensile strength, Reprint from the Colloquium report, IABSE COLLOQUIUM. Stuttgart, Germany.

Park, R. and Paullay, T. (1975) Reinforced concrete structures, John Wiley & Sons, New York, London, Sydney; Toronto.

Piasta, W.G. and Schneider, U. (1992) Deformations and elastic modulus of concrete under sustained compression and sulphate attack, Cement and Concrete Research. vol 22, pp. 149-158.

Schneider, U., Piasta, J., Nägele, E. and Piasta, W. (1990) Stress corrosion of cementitious materials in sulphate solutions. Materials and Structures, 23, 110-115.

Schneider, U., Nägele, E., Dumat, F. and Holst, S. (1992) Der einfluβ mechanischer spannungen auf den korrosionswiderstand zementgebundener Baustoffe. In Deutscher Ausschuss fur Stahlbeton, Beuth verlag Gmbh, Berlin, Köln.