

Vår kontakt:
Hans Hedlund
Telefon 010-4484156
hans.hedlund@skanska.se
Teknik
Anläggning och geoteknik

CIRIA_Report_C660
Version 0.9

Sammanfattning av CIRIA Report C660 – ”Early-age thermal crack control in concrete”

CIRIA Report C660 utgiven 2007 har skrivits av Phil Bamforth, BSc (Hons) PhD CEng MICE., och utgör en uppdatering av den tidigare förlagan CIRIA Report R91 ”Early-age thermal crack control in concrete” av Harrison (1992).

I denna sammanfattning redogörs kortfattat för rapportens upplägg och tillämpning. Därefter ges några reflektioner för jämförelse med hur temperatursprickåtgärder hanteras i Sverige.

Kort summering av CIRIA Report C660

Rapporten består av åtta kapitel plus referenser, tio appendix samt fem beräkningsbilagor för bedömning av temperaturer, töjningar från krympning (uttorknings- samt autogen krympning) samt beräkning av yttre och inre tvång. I denna summering har appendix och beräkningsbilagor ej studerats.

De åtta huvudkapitlen ger läsaren (användaren) en introduktion av temperatursprickor och dess orsak och uppkomst. Rapporten utgör en Guideline med beräkningsexempel i huvudsak riktad till projekterande konsulter, men belyser även sprickor och dess betydelse för en betongkonstruktion. Läsaren vägleds i projekteringsarbetet där tilläggsarmering för att kontrollera sprickbildning och sprickvidder till följd av temperaturrelaterade (kort- och långtidseffekter) samt krympning (kort- och långtidseffekter) verkande på en armerad betongkonstruktion. Korttidseffekterna är temperaturutveckling till följd av det cement (bindemedelssammansättning) som används och autogen krympning som är nära förknippad med cementets hydrationsprocess. Långtidseffekterna beaktar temperaturens och den relativa fuktighetens årtidsvariation och hur de påverkar töjningar och kraftspel i konstruktionen.

När det kommer till sprickbildning i en armerad betongkonstruktion så poängterar författaren att ”*Cracking in reinforced concrete is not a defect. Indeed the very basis of reinforced concrete design is that concrete has no significant tensile strength and that sufficient reinforcement should be provided to control crack widths.*” Fritt översatt ”Sprickbildning i en armerad betongkonstruktion är inte en defekt. Det är faktiskt grunden för design av armerade betongkonstruktioner och utgår från att betong har en obetydlig draghållfasthet och erforderlig mängd armering skall tillse och kontrollera sprickvidden”.

För att understryka ovanstående – fritt översatt – citering refererar författaren till Eurokod EN 1992-1-1, 7.3.1, vilket klarlägger att ”*Cracking in normal in reinforced concrete structures subjected to bending, shear or torsion resulting from either direct loading or restraint to imposed deformations*”. Fritt översatt ”Sprickbildning är normal i armerade

betongkonstruktioner utsatt för böjning, skjuvning eller vridning resulterande från antingen direkt last eller förhindrad deformation (töjning)".

Eftersom sprickbildning är ett ämne, som byggherrar och byggledning ofta diskuterar och tvistar om med entreprenören och eller projekterande konsult, belyser rapporten på ett tydligt sätt att – det är normal att armerade betongkonstruktioner spricker. För att bedöma vikten och konsekvensen av sprickbildningen ges läsaren tre kategorier:

1. Sprickor som leder till beständighetsproblem,
2. Sprickor som leder till förlorad funktion,
3. Sprickor som är oacceptabla ur estetik aspekt.

Med hänsyn till ovanstående rekommenderas gränsvärden för sprickvidder i respektive kategori, vilket kopplas direkt till Eurokod 2 och brittiska nationella tilläggskrav (NA).

Rapporten ger läsaren underlag att på ett grovt sätt bedöma temperaturutvecklingen i en betongkonstruktion beroende på vilken bindemedelssammansättning som används. Likt en kokbok har ett antal temperaturstyrande åtgärder, som kan göras med betongsammansättningen respektive praktiskt på arbetsplatsen, och dess effekt summerats i en tabell.

Temperatursprickåtgärder och arbetsmetoder i Sverige

Beräkningsmetodiken och hanteringen av temperatursprickåtgärder i CIRIA Report C660 sker med en stark koppling till det traditionella sättet där töjningar och spänningar hanteras med armering för kraftjämnvikt och kontroll av sprickvidder, dvs traditionellt konstruktionsarbete baserat på hantering av långtidseffekter och laster. Konstruktionsarbete har nyanserats för att fånga upp vissa materialfenomen i cement och betong och bedömning av tvång och fastlåsnings effekter, men allt transformeras till erforderlig armering för viss sprickvidd. De kompletterande delarna för materialbeteende och tvång liknar fortfarande det svenska sättet beskrivet i Betonghandbok – Arbetsutförande (1994), vilket är sprungen ur forskning och rön från 1970- och 1980-talet.

Hanteringen av temperaturstyrande åtgärder (temperatursprickåtgärder) utförs på två nivåer i Sverige i stort beroende på entreprenadform och projekterande konsults erfarenhetsnivå. Vanligtvis hänvisar byggherrens konsult att temperatursprickåtgärder enligt AMA Anläggning skall ombesörjas och hanteras av entreprenören.

I Sverige finns ett bredare spektrum av tillgängliga verktyg – flertalet framtagna med ekonomiskt stöd av SBUF. Dessa beräkningsverktyg och vägledningar har samlats in i tre olika analysmetoder (metod 1, 2 och 3) utvecklade i Sverige och implementerade i Vägverkets (nu Trafikverket) Bronorm Bro 94 (1994). De enklaste analysmetoderna (1 och 2) bedöms vara likvärdiga med den brittiska CIRIA Report C660 och är grova uppskattningar på ett antal typfall där säkerhetsfaktorn (S) antas vara på säker sida.

Den stora skillnaden mellan det svenska arbetssättet och hanteringen vid projektering av temperatursprickor enligt CIRIA Report C660 är att vidhäftningen i ung ålder har varit debatterad och osäker. I Sverige betraktas en betongkonstruktion som oarmerad vid

kontroll och framtagande av temperaturstyrande åtgärder för att begränsa risken för temperatursprickor under antagandet att erforderliga åtgärder då blir på säker sida.

Granskningsprocessen i Sverige – på anläggningsidan där AMA Anläggning eller Trafikverkets krav tillämpas - kräver att handlingar skall skickas in långt i förväg för granskning och godtagande. Detta granskningsförfarande kan resultera två scenarion beroende på utförarens kompetens inom området och hur mycket denna känner till om betongen samt utförandet på arbetsplatsen. Denna problematik identifieras även i CIRIA Report C660.

Slutnotering

Den svenska sprickmodellen baseras på en oarmerad betongkonstruktion där man genom att kombinera sofistikerade materialmodeller, som beskriver en betongs materialbeteende. För att utnyttja betongens egenskaper provas den unga betongens egenskaper (värme- , hållfasthetutveckling, temperaturre rörelse och autogen krympning, krypning och spänningsutveckling vid 100% tvång. Materialdata tillsammans med beräkningsverktyg och FEM (2D och 3D) kan godtyckliga konstruktioner och etappindelningar studeras. Genom optimering tas åtgärder fram för att begränsa konstruktionsdelens töjningar så att den aktuella spänningskvoten vid varje tidpunkt understiger valda gränsvärden enligt branschgemensamma krav (AMA Anläggning). Temperaturstyrande åtgärder beaktas normalt endast från gjutning och ca en månad därefter. Långtidseffekter av krympning och temperaturvariationer beaktas normalt ej i detta förfarande, men fångas upp av den konstruktör som beräknar erforderligt armeringsbehov till följd av laster och långtidseffekter.

Den svenska sprickmodellen ger ofta konstruktioner med få eller ingen sprickbildning – när utföraren följer eller kan följa framtagna instruktioner. Eventuella temperatursprickor i den nygjutna konstruktionen kan identifieras och åtgärdas. Sprickbildning som kommer senare är den normala sprickbildningen som alltid sker i en armerad betongkonstruktion.

Den engelska sprickmodellen baseras på en armerad betongkonstruktion och applicerar ett antal empiriska materialsamband med många anpassningsparametrar i en Guideline. Huvudsakligen omvandlas all temperatur och fuktrelaterad belastning till töjningar och ett erforderligt armeringsinnehåll för att ge viss teoretisk sprickvidd enligt nationella kravnivåer. I de fall temperaturstyrande åtgärder vidtas så ges användaren generella kurvor och justeringar utifrån ett referensmaterial. En grov uppskattning av den begränsande åtgärden resulterar i empiriska korrigeringar och justering av erforderlig tilläggsarmering för att ge viss teoretisk sprickvidd.

Den engelska sprickmodellen ger sannolikt liknade effekt som den svenska sprickmodellen, men kräver troligen en större argumentation med anläggningsägaren om de uppkomna sprickornas vidd och antal. Sprickbildning i ungålder kan bli vidare än teoretiskt värde mht vidhäftning till armeringen tillväxer med tiden.

Referens

Bamforth, P., (2007), CIRIA C660, "Early-age thermal crack control in concrete", CIRIA 2007, Omtryck med errata 2009, 2011 2018, Tryckt av CIRIA, Griffin Court, 15 Long Lane, London EC1A 9PN, UK, ISBN 978-0-86107-660-2, pp 112.