

Brandbeständighet hos självkompakterande betong

Bakgrund

Fenomenet spjälkning på grund av brandpåverkan är komplicerat men brukar förenklat förklaras som en kombination av de termiska spänningar och det höga portryck som uppstår i betongen då den utsätts för brand. De termiska spänningarna uppkommer då en betongyta värms upp och det bildas en temperaturgradient över betongens tvärsnitt. Det höga portrycket byggs upp då porvatten förångas. Av denna anledning är problemet störst för täta och fuktiga betonger med små porer och därmed snabba portrycksökningar. Exempel på täta betonger är högpresterande betong och självkompakterande betong.

I det tidigare nationella forskningsprojektet angående högpresterande betong utvärderades och dokumenterades brandbeständigheten med förslag till åtgärder. För vibrerad högpresterande betong krävs åtgärder som inblandning av plastfibrer vid ett vatten/pulverinnehåll (cement + filler) mindre än ca 0.32. Det krävs dock en betydligt bättre dokumentation av den självkompakterande betongens egenskaper för att säkerställa konstruktionernas brandbeständighet än den som finns idag, såväl i anläggningar som i huskonstruktioner. För självkompakterande betong är påfrestningen vid brand större än för normal betong på grund av att strukturen är tätare till följd av fillerinblandning. Nationellt som internationellt saknas forskningsresultat beträffande brandbeständighet hos självkompakterande betong, vilket är en allvarlig brist med tanke på föreliggande tillämpningar. Vidare understryker faktiska erfarenheter från tunnelbränder vikten av att säkerställa erforderlig brandbeständighet.

Syfte

Inom projektet har följande problemområden beträffande brandbeständighet studerats:

- Hållfasthetsförluster hos brandpåverkad självkompakterande betong
- Spjälkningsrisk hos brandpåverkad förespänd självkompakterande betong

Projektet har syftat till att

- dokumentera brandbeständigheten hos betong som sammansätts med förhöjda fillerhalter, med mål att kunna ge riktlinjer för val av lämpliga delmaterial vid tillverkning av en självkompakterande betong.
- undersöka om självkompakterande betong är mer känslig vad gäller spjälkning än betong med normal sammansättning, med mål att kunna ge riktlinjer för den mängd plastfibrer som eventuellt erfordras för att göra självkompakterande betong spjälkningsbeständig vid brand.



Bilden visar pelare som varit utsatta för ett standardiserat brandförlopp enligt HC-kurva. Betongen i pelarna har vattencementtalet 0.40, tillsatt mängd plastfibrer är (från vänster till höger) 0, 2 och 4kg/m³. Foto: SP

Genomförande

Arbetet har bedrivits som ett samarbete mellan Lunds Tekniska Högskola, Skanska Prefab AB, och SP, Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut. Finansiering har erhållits från SBUF (huvudfinansierare) och Brandforsk samt därtill även egeninsatser av Skanska Prefab AB och SP.

Projektet har omfattat mätningar av hållfasthet vid varierande temperaturer, spjälkningsrisk vid standardiserade brandförlopp, inre relativ fuktighet och egenskaper i färskt tillstånd hos självkompakterande betong samt porositet och motståndstal mot vatteninträngning efter påverkan av brandtemperaturer. Allt har utförts i laboratorium. Hållfastheten provades såväl vid aktuell temperatur som vid 20 °C (resthållfastheten).

Följande studier har genomförts:

1. Optimering av betonger i laboratorium på LTH med hänsyn till

- plastfibrinblandningen. *Målet* för denna studie var att ge anvisningar för tillverkning av betong med inblandning av plastfibrer.
2. Experimentella studier av egenskaper i färskt tillstånd och upp till 180 dygns ålder. Parallella studier av inre relativ fuktighet och hållfasthet. *Målet* för denna studie var att jämföra egenskaper hos självkompakterande betong med varierande vct och plastfibrernehåll samt två olika filler med motsvarande egenskaper hos normal betong (LTH).
 3. Hållfasthetsförluster hos betong vid förhöjd temperatur. *Målet* för denna studie var att kartlägga hållfasthetsförlusten vid hög temperatur hos självkompakterande betong samt att jämföra med motsvarande egenskaper hos normal betong (LTH).
 4. Mätningar av E-modul. *Målet* för denna studie var att kartlägga E-modulförlusten vid hög temperatur hos självkompakterande betong samt att jämföra med motsvarande egenskaper hos normal betong (LTH).
 5. Spjälkningsrisken hos belastad betong utsatt för standardbrand. *Målet* för denna studie var att undersöka om spjälkningsbenägenheten hos självkompakterande betong var större än hos normal betong om den i så fall kunde reduceras genom plastfibrertillsats samt att jämföra med motsvarande egenskaper hos normal betong (SP, SPAB).

Resultat

Projektet har resulterat i två vetenskapliga rapporter och en sammanfattande rapport.

Fillertillsats i betongen ökade hållfastheten avsevärt vid normal temperatur, även om cementhalten samtidigt var något lägre än i referensbetongen. Troligen berodde detta på en bättre partikelpackning i den färska betongen. Tillsats av plastfibrer minskade hållfastheten något.

Spjälkning i viss omfattning måste accepteras för att betong ska kunna användas när brandmotstånd krävs. En rimlig referensnivå för vilken omfattning av spjälkning som kan accepteras bör kunna utgöras av den spjälkning som erhålls för NB (normalt vibrerad betong), för vilken det idag inte krävs några speciella åtgärder i gällande normer.

I de genomförda testerna spjälkade all betong mer eller mindre. Försöken visade dock en markant förhöjning av spjälkningsbenägenheten hos SKB (självkompakterande betong) jämfört med de referensbetonger som vibrerats och som ingick i provningsserien. För många av SKB-provkropparna var spjälkningen så omfattande att armeringen frilades fullständigt.

Betongen i denna undersökning var relativt ung vid provning, endast sex månader. Hållfastheten ökar med ökande ålder. Några parametrar som påverkade spjälkningen negativt i detta fall var det vid provning relativt sett höga fukttinnehållet, den kvadratiska geometrin och den firsidiga brandbelastningen. Å andra sidan var last anbringad som förspänd armering vilket kan ge mindre spjälkning än en yttre last.

SKB är inte en produkt utan en "familj" av betonger som kan vara sammansatta på en mängd olika sätt. I undersökningen användes recept som ska vara exempel på vanligt förekommande sammansättningar på den svenska marknaden i dagsläget.

Med de recept som ingått i den här studien kan man åstadkomma ett mer eller mindre linjärt samband mellan mängd spjälkat material och vattenpulvertal. Med inblandning av plastfibrer kunde avspjälkningen sänkas till ungefär samma nivå som för normal betong.

Rekommendationer

Det får anses klarlagt genom försöken att de provkroppar som tillverkats med SKB hade en betydligt större tendens till spjälkning än referensproverna med vibrerad betong.

Konsekvensen av att en konstruktionsdel spjälkar kraftigt under brand varierar. I en betongklädd tunnel i ett bra berg utsatt för litet vattentryck kan kanske betongen tillåtas spjälka av utan allvarliga konsekvenser. Om bakomliggande berg är av låg kvalitet och är kraftigt vattenförande kan en spjälkning kanske ej accepteras. Möjligheten att genomföra reparationer påverkar också acceptansen.

Brandkrav på betong i en byggnad uttrycks i form av att bärförmågan vid brand ska vara säkerställd i ett visst antal minuter (30, 60, 90 eller 120) beroende på typ av byggnad. Vid kraftig avspjälkning kan detta inte garanteras.

Vissa konstruktioner är mer utsatta än andra vad gäller spjälkningsbenägenhet, eftersom spjälkningen påverkas av hur konstruktionsdelen belastas och hur stor del av dess yta som är brandpåverkad. För sådana konstruktioner bör man tillsätta plastfibrer som vid brandpåverkan smälter och bildar ett finmaskigt hålrumsnät som tillåter det förångade vattnet att ledas ut ur betongen utan att orsaka spjälkning.

Med ledning av resultaten från försöken rekommenderas för spjälkningsbenägen betong till utsatta konstruktionsdelar en inblandning av 4 kg/m³ plastfibrer vid vatten/pulvertal < 0,35. Vid vatten/pulvertal > 0,35 tillsätts 2 kg/m³. Dessa rekommendationer gäller den plastfibrer och de betongsammansättningar som använts i detta projekt.

Ytterligare information lämnas av

Christer Dieden, Skanska Prefab AB, tel 040-14 47 75,
christer.dieden@prefab.skanska.se

Bertil Persson, LTH, tel 046-222 45 91, pbertil.persson@byggtek.lth.se

Lars Boström, SP, tel 033-16 56 08, lars.bostrom@sp.se

Rapporten *Self-compacting concrete at fire temperatures* (LTH, avd för Byggnadsmaterial, TVBM-3110, av Bertil Persson, 200 sidor, pris exkl. moms 250 kr) kan beställas från LTH, tel 046-222 74 15, fax 046-222 44 27, e-post britt.andersson@byggtek.lth.se

Rapporten *The performance of some self compacting concrete when exposed to fire* (SP, Report 2002:23, av Lars Boström, 36 sidor, pris exkl. moms 100 kr) kan beställas från SP, tel 033-16 50 00, fax 033-13 55 02, www.sp.se, info@sp.se.

Den sammanfattande rapporten, *Brandbeständighet hos självkompakterande betong* kan beställas i en pdf-version från Skanska Prefab, tel 040-14 47 75, e-post christer.dieden@prefab.skanska.se.