

Hydrofoberande medel i sprutbetong – *Inverkan på egenskaper och beteendet vid sprutning*

Sammanfattning av SBUF-projekt 13195

Utfört av RISE CBI Betonginstitutet AB och BESAB

Elisabeth Helsing, Lisa Parg, Urs Mueller & Tommy Ellison

2017-05-30

Bakgrund

Sprutbetong har ett brett användningsområde för underjordskonstruktioner. I vägtunnlar är miljön särskilt hård; exponering för hög CO₂-halt, låga temperaturer, avisningssalter och eventuellt mjukt vatten medför stor risk för skador. Skador på sprutbetong i väg- eller tågtunnlar genererar årligen betydande kostnader för samhället.

Ökning av sprutbetongens beständighet kan förlänga reparaionsintervallen i väg- eller tågtunnlar och bidra till att minska kostnaderna och störningarna för samhället. Om sprutbetongen görs vattenavvisande ökas dess beständighet, genom att fukthalten sänks och fukttransporten genom betongen försvåras. Detta ger bättre skydd mot frostsador och kloridinträngning samt lägre grad av karbonatisering i betong.

Efterbehandlingar av betongytor genom impregnering bidrar i hög grad till ökade bygg- och underhållskostnader. Hydrofoberande medel kan dock tillsättas i betongmassan vid blandningen, vilket ger hela betongen hydrofoba egenskaper. Vid användning i sprutbetong, som anbringas i förhållandevis tunna lager på t.ex. en tunnelvägg, kan detta vara mer ekonomiskt fördelaktigt än impregnering av ytskiktet.

Men det råder osäkerhet om hur hydrofoberande medel som tillsätts betongen påverkar hydratiseringen och bindningen av bindemedlet, vidhäftning, hållfasthetstillväxt och vilken vattenavvisande förmåga som erhålls. I dagsläget måste detta klagöras genom tidsödande och kostsamma provsprutningar från fall till fall.

Syfte

Detta projekt ska ge ökade kunskaper om inverkan av hydrofoberande medel som tillsätts betongmassan i sprutbetong på egenskaperna i det tidiga stadiet då de är avgörande för den praktiska tillämpningen och bidrar till att minska behovet av kostsamma provsprutningar i fält. Beständighetsrelaterade frågor har studerats i tidigare SBUF-projekt genomförda av BESAB och CBI.

Genomförande

Projektet har bestått av tre arbetspaket

1. Hydrofoberande medels inverkan på hydratiseringsbeteendet i tidig ålder.

Utfördes på pastor eller bruk med ett rent Portlandcement och ett Portland-flygaskecement, båda lågalkaliska, med och utan accelerator. Fasutveckling, mätt med XRD och TGA; värmeutveckling, bindningstid och hållfasthetsutveckling under det första dygnet har studerats.

2. Hydrofoberande medels inverkan på den härdnande eller den härdade betongens egenskaper.

Utfördes på bruk eller betong (inte sprutbetong). Provade egenskaper: Hållfasthetsutveckling 0 – 28 dygn, vidhäftningshållfasthet, krympning, kontaktvinkel och vattenabsorption

3. Hydrofoberande medels inverkan på beteendet vid sprutning och sprutbetongens egenskaper

Praktiska sprutningsförsök med sprutbetong för att studera inverkan på beteendet vid sprutning och vissa egenskaper hos den sprutade betongen. Genomfördes med det av hydrofoberingsmedlen som hade störst potential att ge en sprutbetong med bra egenskaper när det gäller själva sprutningen och hydrofobiciteten hos slutprodukten.

Sprutningen genomfördes på Vattenfall Utvecklings laboratorium (VUC) i Älvkarleby av personal från BESAB.

På de sprutade provkropparna gjordes mätningar av vidhäftningshållfasthet, kontaktvinkel, vattenabsorption och kloridtransportkoefficient.

Två hydrofoberande medel, Sitren P 750 (E) och Silres BS 1001 (W), användes. Sitren P 750 grundar sig på modifierad siloxan som är anbringad på silikastoft och Silres BS 1001 är vattenbaserad emulsion av silan/siloxan. Acceleratorn (A) var Sigunit L-2712 AF, en alkalifri lösning som ofta används i tunnlar. De två cementen var Degerhamns Anläggningscement (CA) och Slite Anläggning FA (VA), båda från Cementa.

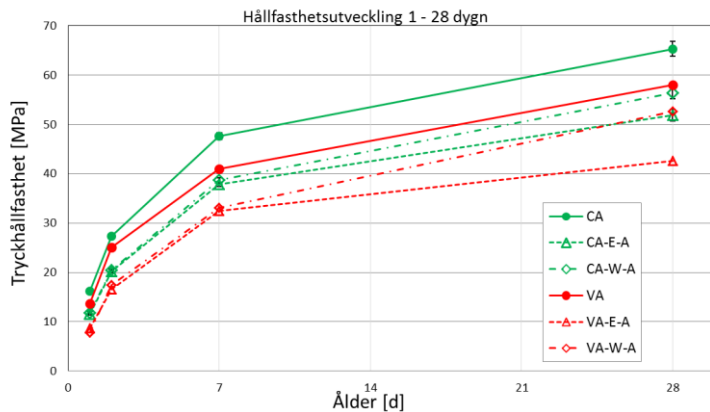
Resultat

Försöken på pasta och bruk visade att W påverkade bindetid och värmeutveckling i betydligt högre grad än medel E när ingen accelerator tillsätts. Medel W hade en klart retarderande effekt. Bland annat fördröjdes kalciumhydroxidtillväxten och bindetiden. Denna effekt kunde dock i till stor del kompenseras med tillsats av accelerator.

Då accelerator är en nödvändighet för denna typ av sprutbetong presenteras här företrädesvis resultat för blandningar med hydrofoberingsmedel med accelerator.

När det gäller de vattenavvisande egenskaperna, mätt som absorptivitet och kontaktvinkel på bruksprover, så gav båda medlen en klart positiv effekt och effekten var dessutom jämförbar dem emellan.

När det gäller hydrofoberingsmedlens påverkan på hållfasthetsutveckling och vidhäftning så sänktes dessa mer med medel E än med medel W. Mätvärdena för vidhäftning med medel E var betydligt spretigare, med stor spridning.



Figur 1: Hållfasthetsutveckling hos bruk (CA/VA=cementtyp, E/W=hydrofoberande medel, A=accelerator)

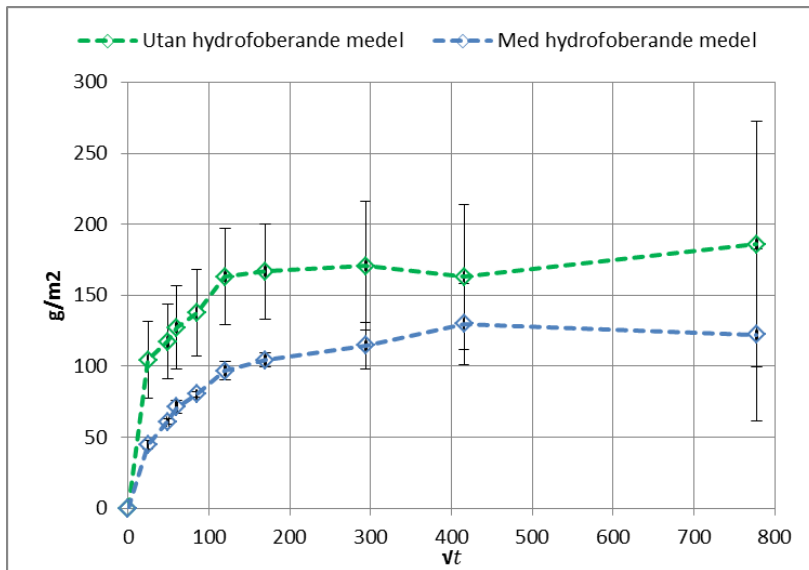
Provsprutning utfördes sedan enbart med och utan medel W och med ett cement (CA) men med tillsats av flygaska. I sprutbetongen med hydrofoberingsmedel kunde mindre vatten användas än i den utan hydrofoberingsmedel, med samma konsistens (sättnått 22-23 cm). Hydrofoberingsmedel W hade ingen negativ inverkan på beteendet vid sprutning, snarare gav det ett något bättre beteende. Se figur 2.



Figur 2: De sprutade provplattorna, utan hydrofoberingsmedel till vänster och med hydrofoberingsmedel till höger.

Vidhäftningshållfastheten med och utan hydrofoberingsmedel låg på samma nivå.

När det gäller påverkan på den vattenavvisande förmågan mätt som absorptivitet så var den positiva effekten i sprutbetong inte lika stor som i de gjutna bruksproverna, men ändå klart märkbar. Se figur 3.



Figur 3: Absorptiviteten hos sprutbetongen.

Kloridmigrationskoefficienten minskade också med ca 40 % vid tillsats av hydrofoberingsmedel.

Försöken visar att en sprutbetong med ett väl valt hydrofoberingsmedel tillsatt i betongmassan kan fungera utmärkt vid sprutning. Medlet har dessutom bara en marginell inverkan på sprutbetongens hållfasthetstillväxt och vidhäftning. Medlet ökar sprutbetongens vattenavvisande förmåga och kloridmotstånd, vilket ju är dess primära funktion i sprutbetongen. Detta bör resultera i en bättre beständighet och längre livslängd/längre reparationsintervall hos sprutbetongen.