

Sammanfattning av SBUF-projekt 11558

Sprickbildning i puts på isolering.

Bakgrund

Tjockputs på värmeisolering började användas i stor skala i mitten på 1970-talet i Sverige. Systemet fungerade mycket bra fram till slutet av 1980-talet. Inga alarmerande rapporter om sprickbildning förekom. I början av 1990-talet inträffade dock enstaka fall med omfattande sprickbildning kort tid efter färdigställandet. Under slutet av 1990-talet ökade problemen med sprickbildning dramatiskt. Anmärkningsvärt var att alla äldre objekt fortfarande var sprickfria. Det var enbart vid nyproduktion sprickbildning förekom.

Den sprickbildning som uppstod i praktiken skedde normalt kort tid efter färdigställandet, i vissa fall endast några veckor efter putsningen. Generellt gällde att sprickbildningen visade sig i samband med den första uttorkningen efter putsningen eller vid uttorkningen efter det första slagregnet. Gjordes putsningen på sommaren kunde sprickbildningen ske efter någon vecka då putsen torkade ut. Skedde putsningen sent på hösten kunde sprickbildningen i stället ske på våren då putsen torkade ut för första gången.

Sprickbildningen skedde normalt i ett masknät med maskvidd mellan 0.5 och 2 meter. Sprickbredden kunde variera mellan 0.05 mm (knappt synlig för ögat) och 0.5 mm. Typiska sprickmönster illustreras i FIGUR 1. Av den vänstra bilden framgår även att putskakorna mellan sprickorna har böjt sig. (Bilden är tagen i släpljus.) Denna böjning varierar kraftigt med väderleken, vilket innebär att det ibland är svårt att se sprickorna medan vid annan väderlek sprickorna syns mycket tydligt.



FIGUR 1. Typiska sprickmönster.

Syfte

Det övergripande syftet med projektet var att klargöra vilka faktorer som var avgörande för sprickbildningen. Med utgångspunkt från kunskaper om hur olika faktorer inverkade skulle det sedan vara möjligt att modifiera systemen så att de blev säkrare samtidigt som anvisningar för arbetsutförandet kunde göras tydligare och med större säkerhetsmarginal. Erhållna kunskaper skulle även vara till nytta vid bedömningen av ansvarsfrågan i samband med skadefall.

Genomförande

1999 startade ett omfattande forskningsprojekt vid Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska Högskola, med syfte att komma fram till orsakerna till sprickbildningen samt att rangordna inverkan av olika faktorer som kunde ha betydelse.

Projektet inleddes med parameterstudier och enkla laboratorieundersökningar med avseende på putsens mekaniska egenskaper och krympning. Med utgångspunkt från dessa studier förfinades laboratorieundersökningarna och de teoretiska analyserna i form av mekanismstudier. Parallellt med dessa studier gjordes ”fullskaleförsök” på provväggar i laboratorium.

En ny metod för att kontinuerligt mäta putsens krympning under uttorkning och uppfuktning utvecklades.

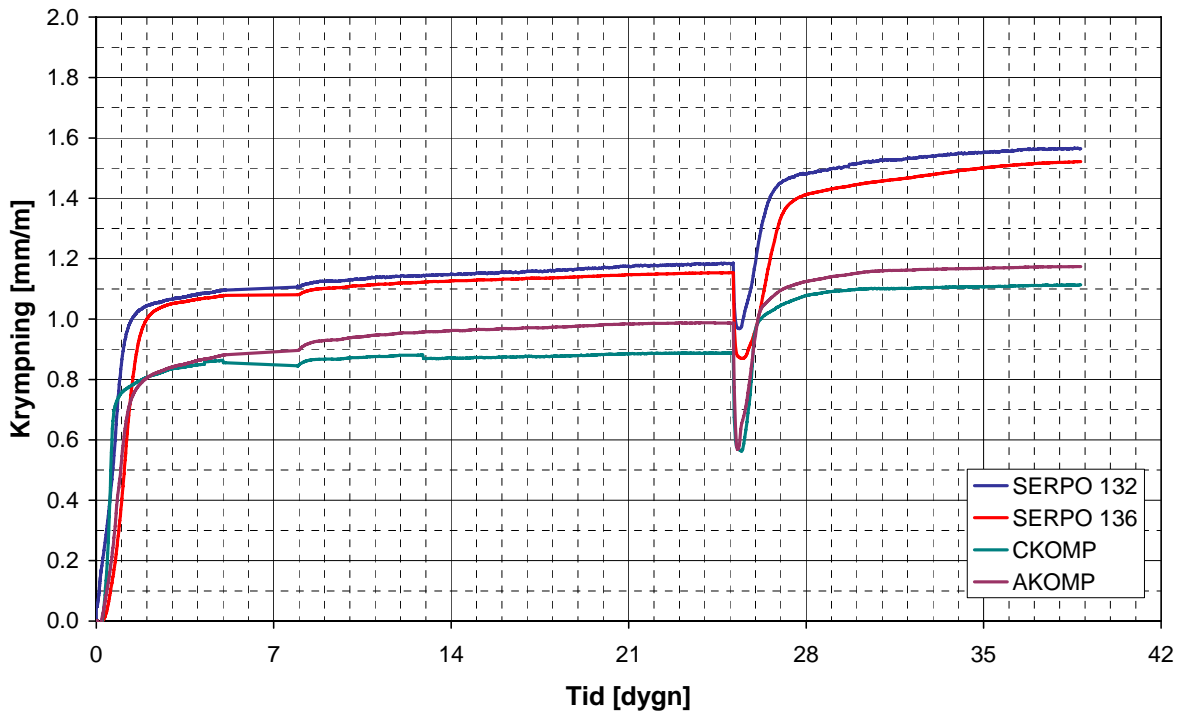
Ett stort antal försök har gjorts på putsremсор med olika putssystem. Syftet med dessa försök var att studera olika mekanismer och hur olika faktorer inverkade på sprickbildningen.

Parallellt med ovanstående analyser och försök har ett 20-tal putssystem testats på 6x2.5 m stora provväggar. Dessa tester har verifierat slutsatserna från övriga försök och analyser.

Resultat och slutsatser

Putsens krympning och svällning

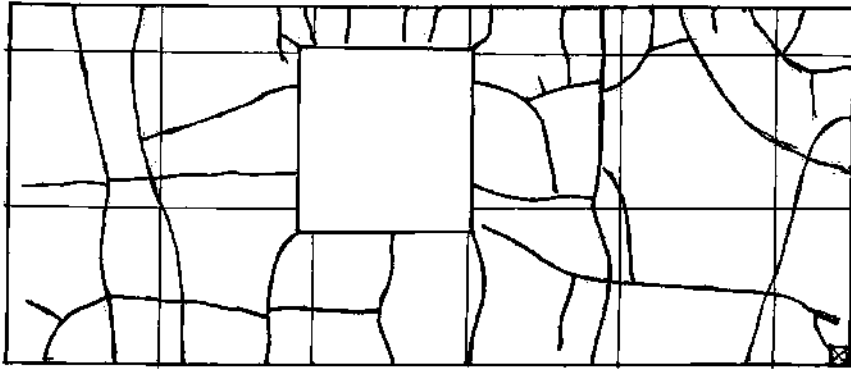
Krympning och svällning har mätts med automatisk registrering av hela krympningsförloppet följt av ytterligare uppfuktningar/uttorkningar. Som ett exempel på resultat visas i FIGUR 2 krympning och svällning vid initialuttorkning och vid uppfuktning/uttorkning för ett bruk. Det intressanta med förloppet är att krympningen ökar markant vid uttorkningen efter uppfuktningen vid 25 dygn. Det är rimligt att anta att krympningen det första dygnet är utan betydelse för sprickbildningen eftersom bruket då är plastiskt. Jämför man ökningen i krympning efter uppfuktning/uttorkning vid 25 dygn med krympningen efter de första 1-2 dygnen ser man att den förra är väsentligt större än initialkrympningen. Vid ytterligare uppfuktning/uttorkning ökade krympningen ännu mer. Ökningen avtog efterhand och efter 4-5 uppfuktningar var läget stationärt.



FIGUR 2. Krympning/svällning för några bruk. Bruken uppfuktades efter 25 dygn.

Sprickbildning i provväggar

Den första provväggen valdes medvetet "så dålig som möjligt" för att testa metoden. Sprickmönstret efter uppfuktning och uttorkning ett antal gånger framgår av FIGUR 3. Överensstämmelsen med sprickbildningen i praktiken var fullständig. Med utgångspunkt från teoretiska analyser och mekanismstudier modifierades systemet och de sista provväggarna uppvisade ingen som helst sprickförekomst.



FIGUR 3. Sprickbildning i de första provväggarna.

Sprickmekanismer

Mekanismen vid sprickbildning kan sammanfattas på följande sätt:

1. Brukets krympning förhindras av stålnätsarmeringen, varvid dragspänningar uppstår i putsen.
2. Om armeringen ligger excentriskt förhindras krympningen där armeringen finns. Detta medför en krökning av putsen.
3. Kramlorna vill förhindra krökningen, varvid ytterligare spänningar uppstår.
4. Fuktgradienter i putsen vill kröka putsen, vilket medför spänningar. Armeringen håller emot denna krökning, varvid ytterligare spänningar uppstår.
5. Kramlorna kommer att förhindra krökningen på grund av fuktgradienter, vilket medför ytterligare spänningar.

I praktiken tillkommer ytterligare mekanismer, till exempel temperaturgradienter och vindbelastningar. Helt avgörande för sprickbildningen torde dock vara brukets krympning och armeringens placering.

En annan faktor som ofta diskuteras när det gäller sprickbildning i tjockputs på värmeisolering är rörelsefogar. Av slentrian placeras ofta rörelsefogar med ett avstånd 10-15 meter mellan fogarna. I våra studier har vi konstaterat att rörelsefogar inte har någon som helst betydelse för aktuell sprickbildning. Sprickbildning kan ske i direkt anslutning till rörelsefogar.

Hur får man en sprickfri puts i praktiken?

Som nämnts tidigare är den dominerande faktorn som medför sprickbildning brukets krympning under härdning och uttorkning. Att helt eliminera denna krympning är i praktiken omöjligt. Möjligen kan man reducera krympningen genom olika krympreducerande tillsatser, fiberinblandning och en lämplig ballastgradering. Ballasten måste då vara relativt grovkornig, vilket medför sämre arbetbarhet hos bruket. Detta kan till exempel medföra att det inte går att pumpa eller spruta bruket.

Åtgärderna måste i stället inriktas på att "ta hand om" krympningen och fördela den så att det inte bildas enstaka större sprickor. Krympningen ska fördelas så att det i stället uppstår många osynliga mikrosprickor. Detta görs då genom ett lämpligt val av armeringssystem. Att placera armeringen direkt mot värmeisoleringen, vilket man gjorde tidigare, är direkt felaktigt. En sådan placering ökar risken för sprickor på grund av att putskakan då kommer att krökas. Den mest elementära åtgärden är att placera stålnätet mitt i putsen. Då kommer initialkrympningen inte att medföra någon krökning, med tillhörande spänningar. I praktiken är det svårt att få armeringen mitt i putsen. Försök har gjorts med olika typer av distanser. Armeringen har ändå till stor del hamnat relativt nära isoleringen. Ska man få armeringen i mitten eller till och med något närmare ytterytan måste hela processen justeras. Ett sätt är att först applicera ett första putsskikt och låta detta härda. Här efter monteras armeringsnätet på distans från det första skiktet. Vi har med framgång testat metoden. Metoden kräver dock en större arbetsinsats vid putsningen.

En annan möjlig väg är att förse armeringsnätet med distanser vid tillverkningen. Ett sätt som vi med stor framgång testat är ett dubbelt armeringsnät med 10 mm avstånd mellan näten. Det innersta nätet monteras dikt mot isoleringen. Det andra nätet kommer då automatiskt 10 mm ut från isoleringen. Denna variant torde vara helt säker för att undvika sprickbildning.

Ytterligare ett sätt är att förutom stålnätet applicera ett glasfibernet eller motsvarande nära ytterytan. Detta nät kommer då att fördela krympningen så att det bildas ett stort antal mikrosprickor i stället för enstaka bredare sprickor. Även denna metod har vi testat med stor framgång.

Den metod som idag används i praktiken innebär en kombination av:

- 1. Flytta ut armeringen så mycket som möjligt med distanser*
- 2. Grövre ballast*
- 3. Fiberinblandning i bruket*
- 4. Krympreducerande tillsatser*

Enligt uppgift från de systemleverantörer som tillämpar ovanstående principer förekommer aktuell sprickbildning inte längre.