

Sprängskador från strängemulsion

Laddning med strängemulsion i tunnlar blir allt vanligare. Det har dock saknats information om hur olika laddningskoncentrationer påverkar berget. I detta projekt har man studerat sprickutbredningen från några laddningskoncentrationer av strängemulsion för att ta fram en ny mer användaranpassad skadezonstabell.

Bakgrund

Vid underjordsentreprenader föreskrivs krav på konturen i form av tillåten skadezon. För rörladdningar finns ofta tabeller att tillgå men de tabeller som används i dag för bedömning av skadezonen är ofullständiga. Tabellerna saknar en exakt definition av skada. De säger vidare inget om vare sig hålsättning eller tändspridning. Önskemål fanns från såväl användare som beställare och tillverkare att skaffa sig mer kunskap om sprickutbredning från olika dimensioner av strängemulsion. Under 2006 initierades därför ett projekt med namnet "Skonsam sprängning och nya skadezonsformler".

Syfte

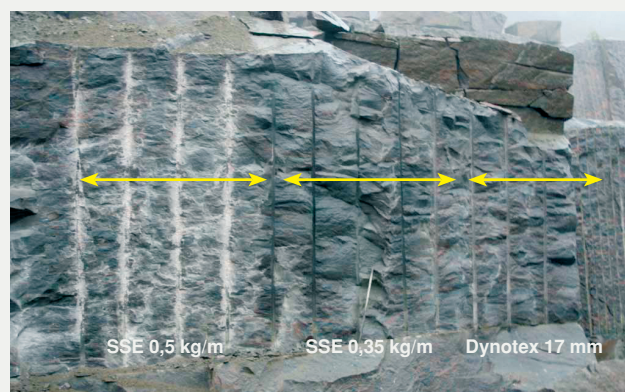
Målsättningen med projektet var att bestämma sprickutbredningen från några laddningskoncentrationer av strängemulsion. Dessutom skulle riktlinjer tas fram för inverkan av såväl vatten i hålen som tändspridning. Vid projektets slut skulle en ny mer användaranpassad skadezonstabell finnas.

Genomförande

Arbetet har utförts med stöd från SBUF, Orica, Banverket, SKB och Swebrec. Projektet omfattade två huvuddelar, en fältförsöksdel och en analysdel vars syfte var att ta fram nya skadezonsformler. Fältförsöksdelen bestod av sprängning av ett antal försöksalvor i Emmaboda Granits blockstensbrott i Bårarp i Halland. Uppläggningsen av dessa försök omfattade sprängning av försöksrader, sprängning av tätsöm bakom försöksraden, uttag av block, neddelning av block, sågning av block vinkelrätt försökshålen och sprickkartering av de sågade ytorna med hjälp av penetranter.

Tre olika laddningsmängder med strängemulsion användes och ett referenssprängämne. Hålen initierades med elektroniska sprängkapslar. Hälften av hålantalet initierades momentant och resterande hälft med en simulerad tändspridning.

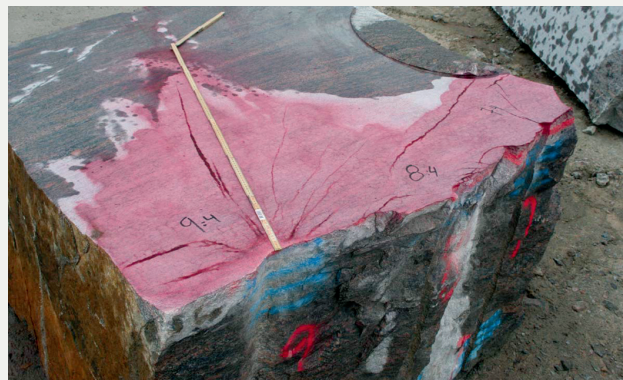
Resultatet av denna sprängning blev mycket bra, se Figur 1. Klart bästa resultat erhöles från hålen med momentan initiering. Från hålen med tändspridning hittades en del odetonerade laddningar



Figur 1. Resultat efter sprängning, momentan initiering.



Figur 2. Momentan initiering av 17 mm Dynotex.



Figur 3. Momentan initiering av SSE 0,35 kg/m i hål 7-8 och SSE 0,5 kg/m i hål 9.

efter sprängningen. Detta är ett vanligt fenomen vid sprängning med patronerade laddningar och där hålen inte initieras momentant.

Stenblock togs ut och sågades vinkelrätt mot hålen i den sprängda försöksraden. Sågytorna påfördes penetrantvätska och sprickorna från sprängningen kunde karteras. Figur 2 och 3 visar några exempel på hur sprickbilden såg ut för de hål som detonerats momentant.

Resultat

Vid försöken med momentan initiering var det ingen större skillnad på spricklängden mellan 17 mm Dynotex 1 och Site Sensitized Emulsion (SSE) 0,35 kg/m. Med SSE 0,5 kg/m fördubblades spricklängden. Momentan initiering gav bästa resultat, det vill säga jämnare väggar och kortare sprickor. Förekomsten av vatten i hål med SSE 0,5 kg/m uppskattas ge nära 1 m spricklängd. Foliationen har mycket stor betydelse för spricklängden och spricklängden fördubblades vid sprängning snett mot eller parallellt foliationsriktningen, men skadezonen blev oftast inte dubbelt så djup.

Den skadedämpande effekten vid simultan upptändning har utnyttjats för att föreslå en ny skadezonstabell, se Tabell 1. Tabellunderlaget består av spricklängdsmätningar varför begreppet skadezonsdjup innehåller någon form av bedömning av att dessa sprickor är skadliga för konstruktionen. Beställaren och konstruktören bör ta ställning till detta i varje enskilt fall. För att det har varit brukligt används ändå termen skadezon här men i betydelsen spricklängd.

Tabell 1: Förslag till utökad skadezonstabell (figur CBC/1 hänvisar till AnläggningsAMA 98)

Teoretiskt skadezonsdjup i m	Laddningskoncentration i kg DxM/m, högst	
	enligt figur CBC/1, högst	simultan
0,2	0,1	0,2
0,3	0,2	0,3
0,5	0,3	0,4
0,7	0,4	0,5
1,1	0,7	0,6
1,3	0,9	(0,7)
1,7	1,3	-
2,0	1,6	-

Förutsättningen för att tabellen skall gälla innebär att utöver kraven på laddningskoncentration ($q < 0,6$ kgDxM/m), normal håldiameter (48-54 mm) och normalt hålavstånd ($S/B < 1$) så krävs att upptändningen görs väl inom 1 ms och att hålen är bevisat torra för att den skadedämpande effekten skall uppstå.

Slutsatser

Slutsatserna från försöken kan kort sammanfattas i följande punkter:

- Laddning med SSE 0,35 kg/m gav en jämn sträng men strängen kan bli ojämn vid högre laddningskoncentrationer
- Det var svårt att få en kontrollerad bottenladdning vid laddning med strängemulsion
- Momentan initiering gav bäst resultat, det vill säga jämnare vägg och kortare spricklängd
- Då initieringen inte är momentan finns risk för ryckare, utkast av laddningar och bergskador
- Vatten i hål ger stora skador på berget vid sprängning
- Strukturen i berget spelar en stor roll. Spricklängden kan fördubblas vid sprängning parallellt med foliationen jämfört med sprängning mot foliationsriktningen
- SSE 0,35 kg/m gav i denna undersökning ungefär lika långa sprickor som 17 mm Dynotex 1 i torra hål
- SSE 0,5 kg/m gav cirka 50 % längre sprickor än SSE 0,35 kg/m vid momentan initiering i torra hål
- SSE 0,5 kg/m uppskattas kunna ge upp till 1 m långa sprickor vid ej momentan initiering i våta hål
- SSE konceptet med laddning av sträng är rationellt, enkelt och används därför ofta, dock behöver tekniken förbättras. Det som framkommit i projektet har gett Orica impulser till förbättring av tekniken, vilket kommer entreprenörer och beställare av tunnelarbeten till godo.

Ytterligare information

Kontaktpersoner:

Mats Olsson, Swebrec, tel 08-6922282,
e-post: matsolsson@swebrec.se.

Litteratur:

- Sprängskador från strängemulsion, fältförsök och förslag till skadezonstabell som innehåller samtidig upptändning. Swebrec, Rapport 2008:1. Kan beställas från Swebrec., tel 0104801854, finnouchterlony@swebrec.se

Internet:

www.swebrec.se