

Verifiering av analytisk modell för beräkning av valvstabilitet

Utförare i projektet:

Fredrik Johansson, Avd. Jord och Bergmekanik, KTH (Projektledare)

Jonny Sjöberg, Itasca Consultants AB

Mikael Svartsjaern, Itasca Consultants AB

Sammanfattning

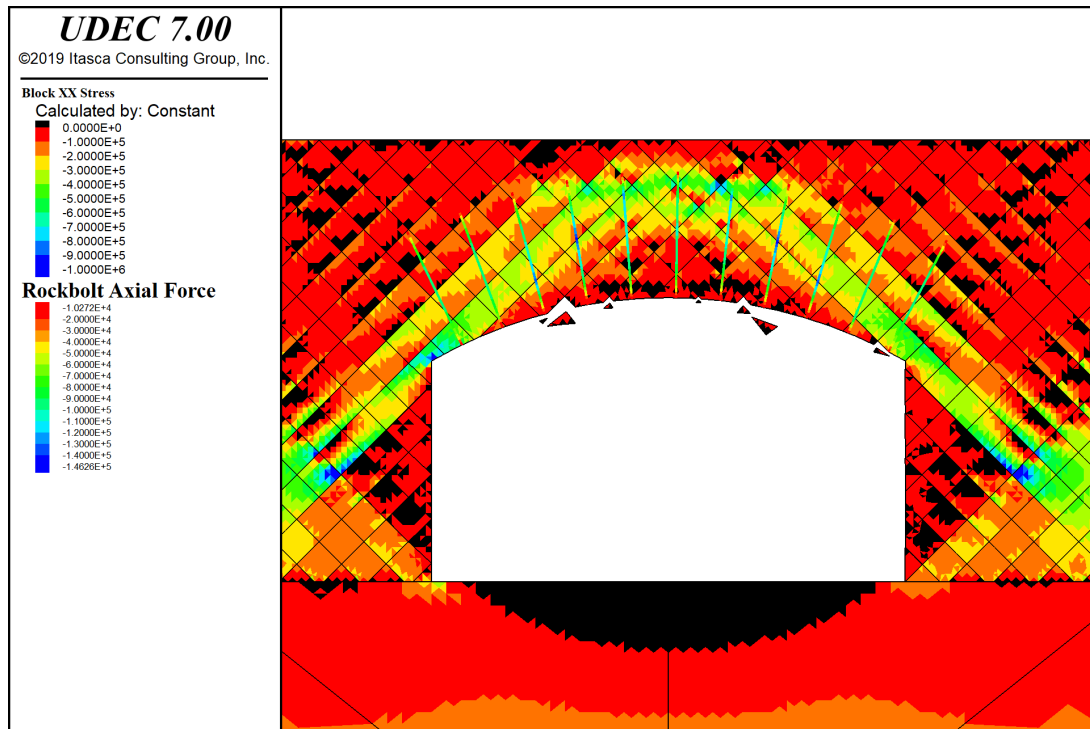
Tunnlars stabilitet i blockigt hårt berg är i många fall beroende av att tryckta valv kan utbildas i bergmassan. Teorin bygger på att momentjämvikt mellan de vertikala och horisontella krafterna hela tiden upprätthålls längs valvlinjen. Valvlinjens form i bergmassan är beroende av flera faktorer såsom den vertikala lasten, horisontella in-situ spänningar, bergtäckning, tunnelns geometri, sprickornas orientering och deras mekaniska egenskaper. Teorin för valvstabilitet har bl.a. beskrivits av Stille (1980) och tre olika brottformer existerar: Överbelastning, rotation och glidning längs sprickplan.

Vid vertikala, eller nära vertikala sprickor, i exempelvis skiktade bergmassor kan Vuossoir's balkteori användas för att kontrollera stabiliteten. Teorin bygger på att när balken belastas och deformerar vertikalt skapas en lateral kraftbåge i balken som överför de vertikala krafterna till anfangen. Denna teori är emellertid inte tillämpbar vid flackare stupningar på sprickorna. I många fall innebär sprickornas orientering och rådande spänningar att stabiliteten för ett bärande valv måste skapas i bergmassan i anslutning till tunnelns rand, där bergmassan samverkar med konventionell bergförstärkning i form av bergbult och sprutbetong. En sådan modell har tidigare inte existerat utan man har ofta fått förlita sig på numeriska beräkningar för att verifiera stabiliteten. En analytisk modell för dimensionering av bult- och sprutbetongförstärkning för att säkerställa valvstabiliteten skulle öka förståelsen av hur bergförstärkningen påverkar valvstabiliteten och även effektivisera dimensioneringsprocessen. En analytisk modell för dimensionering av bergförstärkning för att skapa ett bärande valv har därför utvecklats.

Den analytiska modellen bygger på att kraftjämvikt för varje element längs tunnelranden säkerställs genom att beakta mothåll från sprutbetongen samt bultens bidrag till sprickans skjuvmotstånd. Genom att jämföra sprickans skjuvhållfasthet mot rådande skjuvspänningar kan valvets säkerhetsfaktor mot glidning beräknas. Elementets storlek bestäms av sprickans stupning i kombination med valvets antagna bredd, vilken antas lika med bultens längd med avdrag för förankringslängd.

Syftet med projektet är att med hjälp av tvådimensionella numeriska beräkningar verifiera den analytiska modellens tillämpbarhet för beräkning av valvstabilitet.

Den analytiska modellen förväntas bidra till en ökad förståelse kring den mekanik som styr valvstabiliteten och kan därmed resultera i säkrare tunnlar. Genom att maximalt utnyttja bergmassans bärförmåga och samverkan mellan bergmassa och förstärkning kan behovet av förstärkningsinsatser optimeras, vilket är viktigt för ett ekonomiskt och miljömässigt hållbart byggande. En fungerande modell kan också helt eller delvis ersätta mer tidskrävande numeriska beräkningar.



Exempel på utvecklade tryckspänningar vid numerisk analys av valvstabilitet med UDEC för ytlig tunnel.