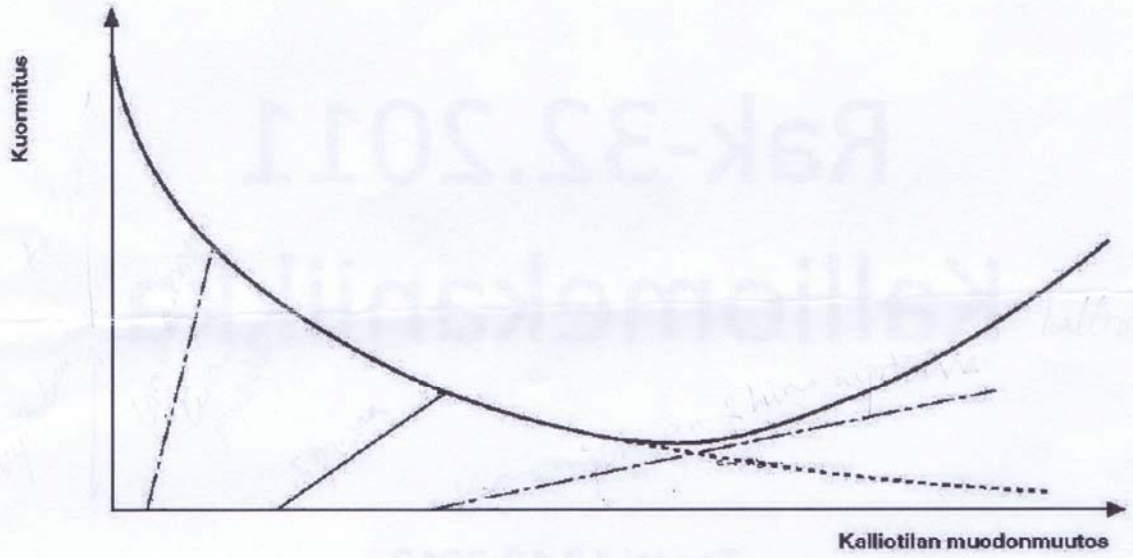
Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden korkeakoulu
Georakentaminen

Rak-32.2011 Kalliomekaniikka
Tentti 18.12.2013 klo 13.00-16.00 sali V1

1. Kallion in-situ -jännitystilan mittaaminen irtikairausmenetelmällä
- edellytykset ja lähtöoletukset
- mittausmenetelmän periaate (laskentakaavoja ei tarvitse esittää)
- mittauksen suoritusvaiheet 9 p

2. Alla on esitetty tunnelin ns. ground reaction curve ja kolme lujituksen tukireaktiota. Selitä mitä kuvasta voidaan päätellä tunnelin ja lujituksen käyttäytymisestä. 9 p



3. Raonräjäytys (pre-split blasting) on räjäytystapa, jossa tiheästi lopullisen louhintapinnan mukaisesti poratut reiät panostetaan kevyesti ja räjäytetään yhtäaikaisesti, useimmiten ensimmäisellä nallinumerolla louhintaräjäytyksen yhteydessä ennen räjäytyskentän muita reikiä. Raonräjäytystä käytetään menestyksellisesti avolouhintakohteissa lopullisen louhintapinnan laadun parantamiseksi. Miksi raonräjäytystä ei yleensä kannata käyttää syvällä kalliossa sijaitsevien tunnelien louhinnassa? 6 p

4. Ehjään kallioon on suunniteltu louhittavaksi vaakasuora, poikkileikkaukseltaan ellipsinmuotoinen, 10 m leveä ja 5 m korkea tunneli 600 m syvyyteen. Lähistöllä tehtyjen jännitystilamittausten perusteella voidaan arvioida, että pienin vaakajännitys on tunnelin pituusakselin suuntainen ja suuruudeltaan 1,2 kertaa kallion painosta johtuva pystyjännitys. Suurin vaakajännitys on suuruudeltaan kaksi kertaa pystyjännitys. Kiven tiheys on 2800 kg/m^3, kimmomoduuli 45 GPa, Poissonin luku 0,24 ja yksiaksiaalinen puristuslujuus 220 MPa. Laske tunnelin seinien ja katon keskikohdissa vaikuttavat tangentiaalijännitykset. 6 p

5. Kalliossa näkyy siirros, jonka kaateen suunta on itään ja kaade on 76 astetta (090/76). Siirroksessa on näkyvissä haarniskapinta, jonka suuntautuneisuus on kaateen suuntainen.

Minkä suuntaiset ovat pääjännitykset σ_1, σ_2 ja σ_3 olleet siirroksen syntyessä, jos voidaan olettaa, että yksi pääjännityksistä on ollut pystysuorassa?

Mikä on kallion sisäinen kitkakulma? 6 p

Rak-32.2011 Kalliomekaniikka

Kalliomekaniikan kaavoja

$$\sigma = \frac{F}{A} \qquad \varepsilon_a = \frac{\Delta l}{l} \qquad \sigma = E\varepsilon \qquad \nu = -\frac{\varepsilon_r}{\varepsilon_a} \qquad \varepsilon_v = \varepsilon_a + 2\varepsilon_r$$

$$K = \frac{E}{3(1-2\nu)} \qquad G = \frac{E}{2(1+\nu)} \qquad \lambda = \frac{\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)}$$

$$\tau = c + \sigma_n \tan\phi \qquad \sigma_1 = \frac{2c\cos\phi + \sigma_3(1+\sin\phi)}{1-\sin\phi} \qquad \beta = 45° + \frac{\phi}{2}$$

$$K_n = \frac{\partial \sigma_n}{\partial v} \qquad K_s = \frac{\partial \tau}{\partial u}$$

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 + \sigma_{ci}\left(m_b \frac{\sigma'_3}{\sigma_{ci}} + s\right)^a$$

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 - 8T_o(\sigma_1 + \sigma_2) = 0 \quad kun \quad \sigma_1 + 3\sigma_2 \geq 0$$

$$\sigma_2 - T_o = 0 \quad kun \quad \sigma_1 + 3\sigma_2 < 0$$

$$k = \frac{g\,e^3}{12\,\nu\,b} \qquad \sigma_t = \frac{2F_{\max}}{\pi\,d\,l} \qquad I_s = \frac{F_{\max}}{D^2} \qquad I_{s50} = I_s\left(\frac{d}{50}\right)^{0,45},\ jossa\ [d] = mm$$

$$\sigma_{taiv} = \frac{3\,F\,L}{2\,b\,t^2} \qquad \sigma_{taiv} = \frac{2\,F\,L}{b\,t^2}$$

$$Q = \frac{RQD}{J_n} * \frac{J_r}{J_a} * \frac{J_w}{SRF} \qquad Q' = \frac{RQD}{J_n} * \frac{J_r}{J_a}$$

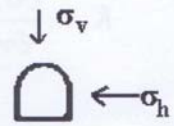
$$E_D = \rho\,V_s^2\,\frac{3\,(\frac{V_p}{V_s})^2 - 4}{(\frac{V_p}{V_s})^2 - 1} \qquad \nu_D = \frac{1}{2}\,\frac{(\frac{V_p}{V_s})^2 - 2}{(\frac{V_p}{V_s})^2 - 1}$$

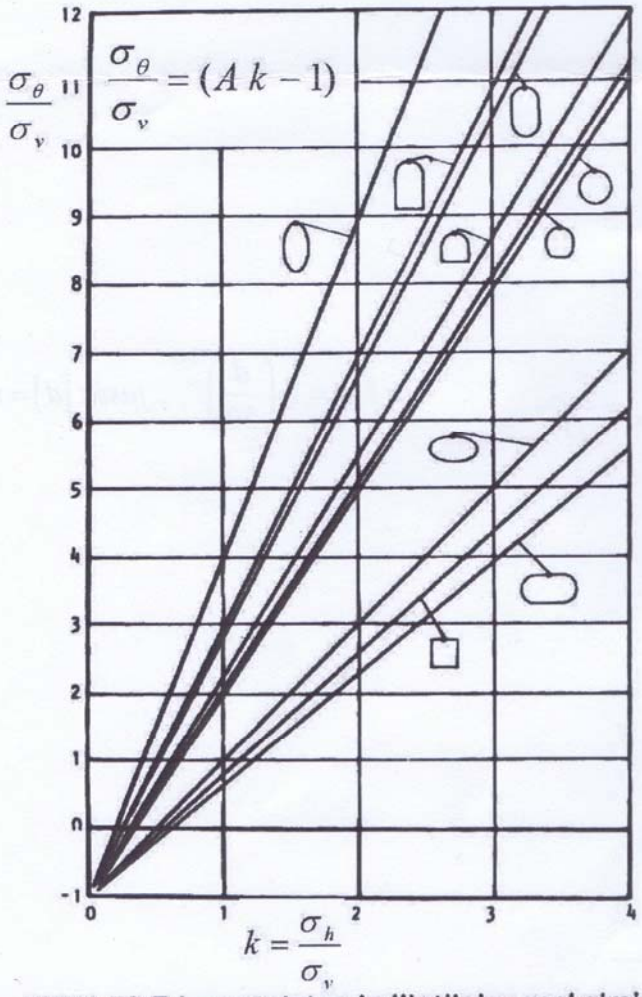
$$\sigma_r = \frac{1}{2} p_z \left((1+k)(1-a^2/r^2) + (1-k)(1-4a^2/r^2 + 3a^4/r^4)\cos 2\theta \right)$$

$$\sigma_\theta = \frac{1}{2} p_z \left((1+k)(1+a^2/r^2) - (1-k)(1+3a^4/r^4) \cos 2\theta \right)$$

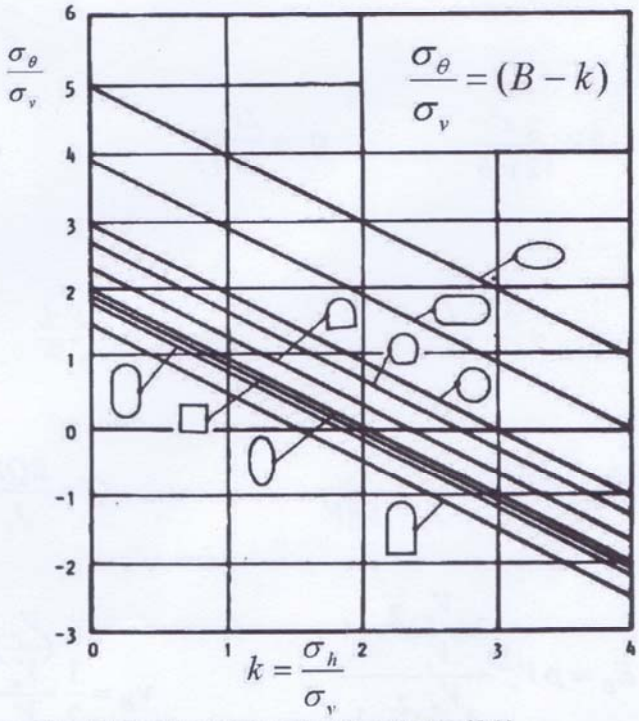
$$\tau_{r\theta} = \frac{1}{2} p_z \left(-(1-k)(1+2a^2/r^2 - 3a^4/r^4)\sin 2\theta \right)$$

$$W = \frac{\gamma\sqrt{3}\, s^3}{6} \qquad P_{adh} = \sigma_{adh}\, a\, 4s$$





A	5.0	4.0	3.9	3.2	3.1	3.0	2.0	1.9	1.8
B	2.0	1.5	1.8	2.3	2.7	3.0	5.0	1.9	3.9



KUVA 72.Eri muotoisten kalliotilojen maksimireunajännityksiä eri jännityskentissä /24/.