

Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden korkeakoulu
Georakentaminen

Rak-32.2010 Kalliomekaniikka
Tentti 2.12.2014 klo 14.00-17.00 sali R2

1. Kallion in-situ -jännitystilän hydraulisella murtamisella
 - edellytykset ja lähtöoletukset
 - mittausmenetelmän periaate (laskentakaavoja ei tarvitse esittää)
 - mittauksen suoritusvaiheet9 p

2. Kallion valvontamittausten tavoitteet, tavallisimmat mittausmenetelmät ja kallion valvontamittausten suunnittelun erityispiirteet. 9 p

3. Vertaile sementtijuotetun, jännittämättömän harjateräspultin ja kärkiankkuroidun, juottamattoman paisuntakuoripultin toimintaa kalliomekaaniselta kannalta. Selitä myös pulttien rakenne ja asennus. 6 p

4. Ehjään kallioon on suunniteltu louhittavaksi vaakasuora, poikkileikkaukseltaan ellipsinmuotoinen, 10 m leveä ja 5 m korkea tunneli 800 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 länteen ja kaade on 76 astetta (270/76). 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

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

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

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

$$K_n = \frac{\partial \sigma_n}{\partial \nu} \quad K_s = \frac{\partial \tau}{\partial u}$$

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

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

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

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

$$\sigma_{\text{taiv}} = \frac{3 F L}{2 b t^2} \quad \sigma_{\text{taiv}} = \frac{2 F L}{b t^2}$$

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

$$E_D = \rho V_s^2 \frac{3 \left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 4}{\left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1} \quad \nu_D = \frac{1}{2} \frac{\left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}$$

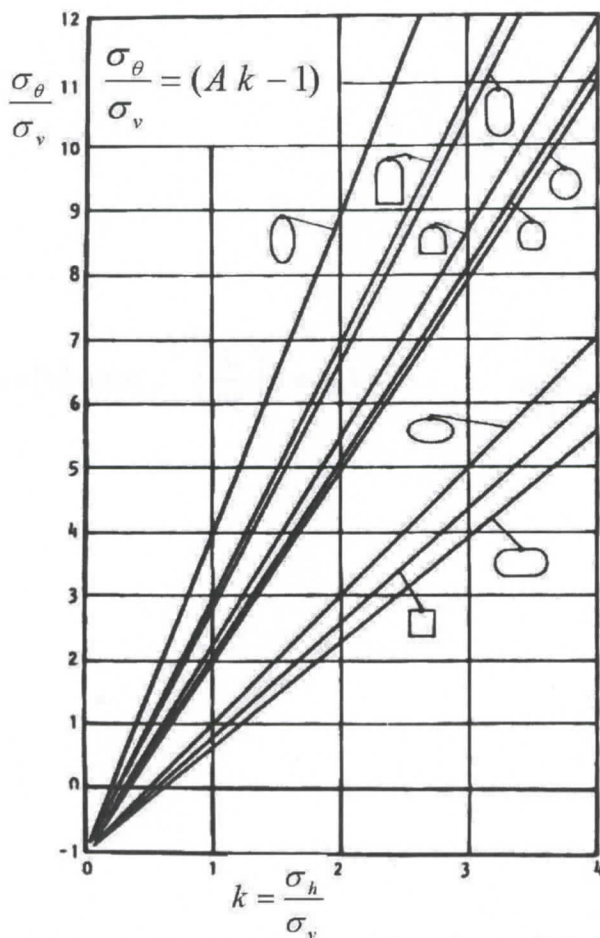
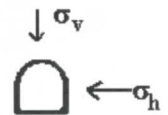
$$\sigma_r = \frac{1}{2} p_2 \left((1+k)(1-a^2/r^2) + (1-k)(1-4a^2/r^2 + 3a^4/r^4) \cos 2\theta \right)$$

$$\sigma_\theta = \frac{1}{2} p_2 \left((1+k)(1+a^2/r^2) - (1-k)(1+3a^4/r^4) \cos 2\theta \right)$$

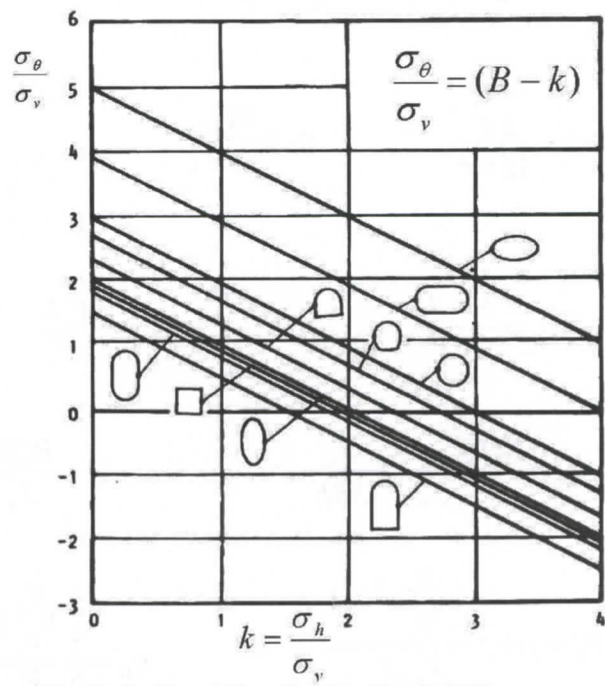
$$\tau_{r\theta} = \frac{1}{2} p_2 \left(-(1-k)(1+2a^2/r^2 - 3a^4/r^4) \sin 2\theta \right)$$

$$W = \frac{\gamma \sqrt{3} s^3}{6}$$

$$P_{adh} = \sigma_{adh} a 4s$$



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/.