

سوال ۱- تنش موثر ناشی از وزن یک لایه رس اشباع در وسط برابر با ۱۲۰ کیلو پاسکال است. اگر تنش معادل ۱۸۰ کیلو پاسکال به آن وارد شود آنگاه نسبت پیش تحکیمی OCR است؟ (ب) بعد از گذشت ۱۰ روز از زمان تنش وارده قسمت قبل به میزان ۶۰ کیلو پاسکال باربرداری شود. با این تغییر نسبت پیش تحکیمی است؟ **۰.۷۵ نمره**

۱، ۱.۵، ۱.۵، ۱، **۱، کمی بیشتر از یک**، ۱.۵، کمی بیشتر از یک، ۱.۵، کمی کمتر از یک

سوال ۲- به ترتیب کدام خاکها نشست تحکیم ثانویه بیشتری دارند؟ **۰.۷۵ نمره**

آلی، رس عادی تحکیم و رس پیش تحکیم، آلی، رس پیش تحکیم و رس عادی تحکیم، رس عادی تحکیم، آلی و رس پیش تحکیم، رس عادی تحکیم و آلی، رس پیش تحکیم و رس عادی تحکیم، آلی و رس پیش تحکیم

سوال ۳- در آزمایش برش مستقیم، یک نمونه خاک ماسه ای درشت دانه و سست را تحت بار افقی تدریجی قرار دادیم. ارتفاع نمونه چه تغییری می کند؟ **۰.۷۵ نمره**

ثابت می ماند **کاهش می یابد**، افزایش می یابد، ابتدا بسیار ناچیز کم می شود و سپس افزایش می یابد.

سوال ۴- در آزمایش تک محوره، یک نمونه خاک رسی اشباع با سطح مقطع اولیه ۲۰ سانتیمتر مربع و تحت نیرو ۲۰۰ نیوتن گسیخته می شود، مقاومت نهایی تک محوره این خاک چند است؟

۱۰ کیلو پاسکال، ۱۰۰ کیلو پاسکال، کمی بیش از ۱۰ کیلو پاسکال، **کمی کمتر از ۱۰۰ کیلو پاسکال**، کمی کمتر از ۱۰ کیلو پاسکال

سوال ۵- در فاز برش از آزمایش CU (سه محوره تحکیم یافته زهکشی نشده) فشار آب حفره ای خاک رس پیش تحکیم چگونه تغییر می کند؟ **۰.۷۵ نمره**

تغییر نمی کند. **ابتدا بطور ناچیز زیاد می شود و سپس کاهش می یابد**، زیاد می شود، نمی توان نظر داد، کم می شود، ابتدا بطور ناچیز کم می شود و سپس افزایش می یابد

سوال ۶- ضرایب اسکمپتون B و A برای خاک رس پیش تحکیم با درجه اشباع ۹۵٪ و با OCR خیلی زیاد به ترتیب برابر است با: **۰.۷۵ نمره**

یک و منفی، **کمتر از یک و منفی**، کمتر از یک و مثبت، ۰.۹۵ و مثبت، یک و مثبت

سوال ۷- زاویه اصطکاک داخلی یک خاک تحت سه نوع آزمایش CD، CU و UU نسبت به هم چگونه هست؟ **۰.۷۵ نمره**

زاویه اصطکاک خاک اصلا ربطی به نوع آزمایش ندارد و تغییری نمی کند **زاویه اصطکاک خاک در CD بزرگتر از همه است**، CU بزرگتر از بقیه است، نمی توان نظر داد.

سوال ۸- افزایش گرادیان آبی در شیروانیهای نامحدود..... **۰.۷۵ نمره**

باعث افزایش پایداری شیروانی می شود **باعث کاهش پایداری شیروانی می شود**، تاثیری ندارد، ممکن است هم موجب افزایش و هم کاهش پایداری گردد

سوال ۹- فشار وارده بر دیوار در حالت..... از همه حالت های دیگر کمتر است **۰.۷۵ نمره**

محرك ترك خورده

مقاوم

سكون

محرك ترك خورده

سوال ۱۰- کدام جمله نادرست است؟ ۰.۷۵ نمره

ضریب تورم و ضریب باربرداری در خاک رس تقریباً برابر است

اگر خاک رسی پیش تحکیم باشد و آن را با دست خوردگی بالا بهم بریزیم آن خاک رس عادی تحکیم است.

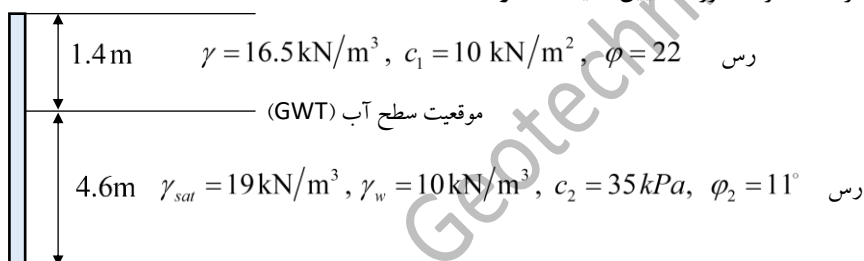
اگر خاک رس عادی تحکیم را بارگذاری کنیم و تحت آن تنش تحکیم یابد آنگاه باربرداری کنیم و اگر بخواهیم مجدداً بارگذاری کنیم آن خاک رس پیش تحکیم است.

بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در خاک رس ناشی از خاصیت موئینگی و یا بارندگی باعث تورم در خاک رس می شود.

وقت این سوال ۲۵ دقیقه

سوال ۱۱- الف) مقدار فشار محرك رانکین را در دو حالت ترك خورده و نخورده تعیین کنید. ب) عمق ترك کششی برای دیوار چقدر است؟ ج)

محل اثر نیروی محرك رانکین را در حالت ترك خورده تعیین کنید؟ ۲ نمره



حل ۱۱-الف-

$$(k_a)_1 = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{22}{2} \right) = 0.455, \quad (k_a)_2 = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{11}{2} \right) = 0.68$$

$$z = 0, \quad \sigma'_v = \gamma'z = 0, \quad \sigma_h = k_a \sigma'_v - 2c\sqrt{k_a} + u$$

$$u = \gamma_w z = 0, \quad \sigma_h = 0.455 \times 0 - 2 \times 10 \sqrt{0.455} + 0 = -13.49 \text{ kN/m}^2 \quad 10\%$$

$$z = 1.4, \quad \sigma'_v = (16.5) \times 1.4 = 23.1 \text{ kN/m}^2, \quad \sigma_h = 0.455 \times 23.1 - 2 \times 10 \sqrt{0.455} + 0 = -2.98 \text{ kN/m}^2$$

$$u = \gamma_w z = 10 \times 0 = 0 \quad 10\%$$

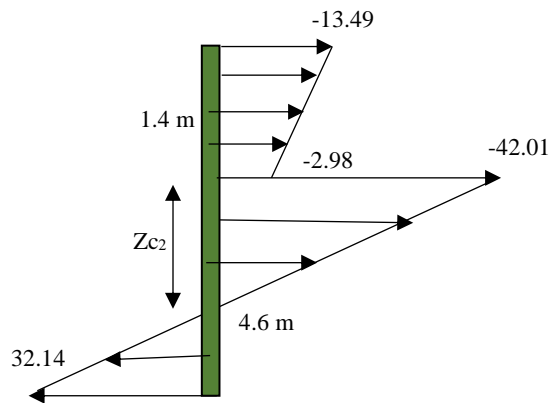
$$z = 1.4 +, \quad \sigma'_v = 16.5 \times 1.5 = 23.1 \text{ kN/m}^2, \quad \sigma_h = 0.68 \times 23.1 - 2 \times 35 \sqrt{0.68} + 0 = -42.01 \text{ kN/m}^2$$

$$u = \gamma_w z = 10 \times 0 = 0 \quad 10\%$$

10%

$$z = 4.6, \quad \sigma'_v = 16.5 \times 1.4 + (19 - 10) \times 4.6 = 64.5 \text{ kN/m}^2, \quad \sigma_h = 0.68 \times 64.5 - 2 \times 35 \sqrt{0.68} + 46 = 32.14 \text{ kN/m}^2$$

$$u = \gamma_w z = 10 \times 4.6 = 46$$



طبق قضیه تالس می توان را بدست آورد:

10%

$$\frac{Z_{c2}}{4.6} = \frac{42.01}{42.01 + 32.14} = \frac{42.01}{74.15} \quad Z_{c2} = 2.6 \text{ m}$$

$$P_a = A = - \left(\frac{13.49 + 2.98}{2} \right) \times 1.4 - \left(\frac{42.01 \times 2.6}{2} \right) + \left(\frac{32.14 \times 2.0}{2} \right) = -8.24 - 54.61 + 32.14 = -34 \leq 0$$

10%

چون بار وارده به دیوار در حالت ترک نخورده منفی شد بنابراین صفر در نظر گرفته می شود. بار وارده به دیوار در حالت ترک خورده برابر است

$$P_a = \frac{32.14 \times 2}{2} = 32.14 \text{ kN/m} \quad \text{با:}$$

10%

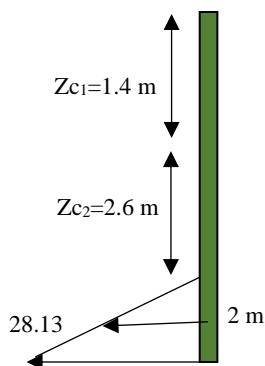
حل ۱۱-ب-

تمام طول محدوده کششی عمق ترک محسوب می شود که برابر است با:

$$Z_c = Z_{c1} + Z_{c2} = 1.4 + 2.6 = 4 \text{ m}$$

10%

حل ۱۱-ج-



$$\bar{z} = \frac{1}{3}(2) = 0.667 \text{ m}$$

10%

محل اثر بار در 0.667 متری از پای دیوار است.

وقت این سوال ۱۰ دقیقه

سوال ۱۲- ضریب اطمینان شیب نامحدود برابر با ۲۵ درجه و با ارتفاع ۶ متر برای خاک ریزدانه با چسبندگی ۴۰ کیلوپاسکال و وزن مخصوص اشباع و مرطوب آن به ترتیب ۲۰ و ۱۷ کیلونیوتن بر مترمکعب با وجود جریان و بدون جریان چند است؟ ۱.۷۵ نمره

$$F.S = \frac{c'}{\gamma_{sat} z_j \cos \alpha_s \sin \alpha_s} = \frac{40}{20 \times 6 \cos(25) \sin(25)} = 0.87$$

50 %

با وجود جریان:

$$F.S = \frac{c'}{\gamma z_j \cos \alpha_s \sin \alpha_s} = \frac{40}{17 \times 6 \cos(25) \sin(25)} = 1.024$$

50 %

بدون وجود جریان:

وقت دو سوال ۱۴ دقیقه

سوال ۱۳- در یک آزمایش بارگذاری، مقدار تنش اصلی حداکثر برابر ۸۰ است و تنش برشی در صفحه گسیختگی برابر $10\sqrt{3}$ است. اگر زاویه اصطکاک داخلی خاک برابر 30° باشد، مقدار تنش اصلی حداقل چند خواهد بود؟ ۱.۵ نمره

$$\tau_f = \frac{1}{2}(\sigma'_1 - \sigma'_3) \sin 2\theta = \frac{1}{2}(80 - \sigma'_3) \sin(90 + \phi) = 10\sqrt{3}$$

$$(80 - \sigma'_3) \sin(120) = 20\sqrt{3} \Rightarrow \sigma'_3 = 40 \quad (100 \%)$$

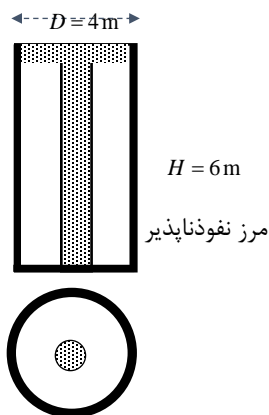
سوال ۱۴- ضرایب مقاومت برشی یک نمونه خاک عبارتند از: $\phi' = 30^\circ$ و $c' = 20\sqrt{3}$. برای اینکه این نمونه خشک مقاومت محوری ۴۲۰ از خود نشان دهد، چه تنشی محصور شده ای باید به آن وارد شود؟ ۱.۵ نمره

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2c \tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right),$$

$$420 = \sigma'_3 \tan^2 \left(45 + \frac{30}{2} \right) + 2 \times 20\sqrt{3} \tan \left(45 + \frac{30}{2} \right) = 3\sigma'_3 + 120 \Rightarrow \sigma'_3 = 100 \quad (100 \%)$$

وقت این سوال ۲۵ دقیقه

سوال ۱۵- در وسط یک رس استوانه ای به ارتفاع ۶ متر و قطر ۴ متری یک زهکش ماسه ای قائم تعبیه شده است. این نمونه رسی از سطح مقطع بالا هم نیز می تواند تحکیم شود ولی از پایین و محیط پیرامونی استوانه هیچ زهکشی انجام نمی شود و کاملاً بسته است. اگر ضریب نفوذپذیری در جهت قائم برابر با 10^{-6} m/min و در جهت افقی ۲ برابر قائم و همچنین ضریب قابلیت فشرده گی حجمی رس برابر با $0.3 \text{ cm}^2/\text{N}$ باشد مطلوبست متوسط درجه تحکیم بعد از یک سال؟ (وزن مخصوص آب را $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ در نظر بگیرید) ۲.۷۵ نمره



$$T_v = \begin{cases} \frac{\pi}{4} \left(\frac{U_v\%}{100} \right)^2 & U_v \leq 60\% \\ 1.781 - 0.933 \log(100 - U_v\%) & U_v > 60\% \end{cases} \quad \div$$

پاسخ:

$$1 - \bar{U}_{vr} = (1 - \bar{U}_v)(1 - \bar{U}_r)$$

↑ درجه تحکیم قائم
↓ درجه تحکیم شعاعی

$$c_v = \frac{k_v}{m_v \gamma_w} = \frac{0.0001}{0.3 \times 0.01} = \frac{1}{30} \frac{\text{cm}^2}{\text{min}}, \quad (10\%)$$

$$c_r = \frac{k_r}{m_h \gamma_w} = \frac{0.0002}{0.3 \times 0.01} = \frac{1}{15} \frac{\text{cm}^2}{\text{min}}, \quad (10\%)$$

$$T_v = \frac{c_v t}{H_{dr}^2} = \frac{0.033 \times 365 \times 60 \times 24}{600^2} = 0.04867 \quad (10\%)$$

$$T_r = \frac{c_r t}{D^2} = \frac{0.0667 \times 365 \times 60 \times 24}{400^2} = 0.219 \quad (10\%)$$

$$T_v = \begin{cases} \frac{\pi}{4} \left(\frac{U_v\%}{100} \right)^2 & U_v \leq 60\% \\ 1.781 - 0.933 \log(100 - U_v\%) & U_v > 60\% \end{cases}$$

$$T_r = \begin{cases} \frac{\pi}{4} \left(\frac{U_r\%}{100} \right)^2 & U_r \leq 60\% \\ 1.781 - 0.933 \log(100 - U_r\%) & U_r > 60\% \end{cases}$$

$$\frac{\pi}{4} \left(\frac{U_v\%}{100} \right)^2 = 0.04867 \Rightarrow U_v = 24.89\% \leq 60\% \quad \text{O.K.} \quad (20\%)$$

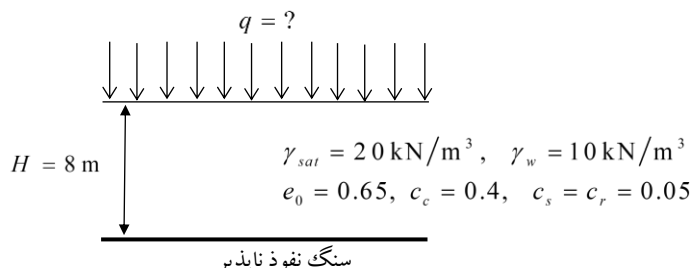
$$\frac{\pi}{4} \left(\frac{U_r\%}{100} \right)^2 = 0.219 \Rightarrow U_r = 52.81\% \leq 60\% \quad \text{O.K.} \quad (20\%)$$

$$\bar{U}_{vr} = 1 - (1 - \bar{U}_v)(1 - \bar{U}_r) = 1 - (1 - 0.2489)(1 - 0.5281) = 0.6456 = 64.56\% \quad (20\%)$$

وقت این سوال ۳۰ دقیقه

سوال ۱۶- مطابق شکل زیر، نشست خاک رس در اثر بارگذاری یکنواخت q برابر با $\Delta H=80\text{ cm}$ می‌باشد. گفتنی است که این لایه قبلاً تحت تنش یکنواخت $q' = 20\text{ kN/m}^2$ قرار گرفته بود. الف) مطلوبست تعیین q ؟ ب) اگر کل بار q برداشته شود میزان تورم چند است؟

۳ نمره



پاسخ: حل الف)

$$S_{cp} = S_{cp1} + S_{cp2} = \frac{c_s H}{1 + e_0} \log\left(\frac{\sigma_c}{\sigma_1}\right) + \frac{c_c H}{1 + e_c} \log\left(\frac{\sigma_2}{\sigma_c}\right)$$

محاسبه‌ی تنش در وسط لایه رس کافیتست:

$$\sigma_1 = 4 \times (20 - 10) = 40\text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_c = 40 + q' = 60\text{ kN/m}^2 \quad (10\%)$$

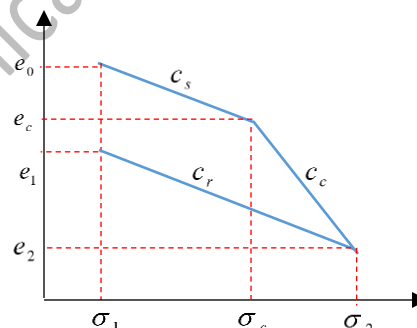
$$\sigma_2 = 40 + q$$

$$S_{cp1} = \frac{0.05 \times 8}{1 + 0.65} \log\left(\frac{60}{40}\right) = 0.0427\text{ m} = 4.27\text{ cm} \quad (10\%)$$

$$\Delta e_c = c_s \log\left(\frac{\sigma_c}{\sigma_1}\right) = 0.05 \times \log\left(\frac{60}{40}\right) = 0.0088 \quad (10\%)$$

$$e_c = e_0 - \Delta e_c = 0.65 - 0.0088 = 0.6412$$

$$S_{cp} = S_{cp1} + S_{cp2} = 0.0427 + \frac{0.4 \times 8}{1 + 0.6412} \log\left(\frac{40 + q}{40}\right) = 0.8 \Rightarrow q = 57.83\text{ kN/m}^2 \quad (20\%)$$



$$\Delta e_{c-2} = c_c \log\left(\frac{\sigma_2}{\sigma_c}\right) = 0.4 \times \log\left(\frac{40 + 57.83}{60}\right) = 0.085 \quad (10\%)$$

حل ب)

$$e_2 = e_c - \Delta e_{c-2} = 0.6412 - 0.085 = 0.556$$

$$\Delta e_{2-1} = c_r \log\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_2}\right) = 0.05 \times \log\left(\frac{40}{40 + 57.83}\right) = -0.0194206 \quad (10\%)$$

$$e_1 = e_2 - \Delta e_{2-1} = 0.556 + 0.0194 = 0.576 \quad (10\%)$$

$$S_r = \frac{c_r (H - 0.8)}{1 + e_1} \log\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_2}\right) = \frac{0.05 (8 - 0.8)}{1 + 0.576} \log\left(\frac{40}{40 + 57.83}\right) = -0.0887\text{ m} = -8.87\text{ cm} \quad (20\%)$$

تهیه و تنظیم: علی عسگری،

عضو هیات علمی گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه مازندران