مسائل مکانیک سنگ

خصوصیات فیزیکی سنگ

تئوری

۱- درصد تخلخل: نسبت حجمی فضای غیر جامد به حجم کل

$$n = \frac{V_v}{V_t}$$

۲- نسبت یا ضریب پوکی: حجم غیر جامد به حجم جامد

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

۳- درصد اشباع: حجم آب به حجم حفرات

$$S = \frac{V_w}{V_v}$$

۴- آب محتوی: وزن آب به وزن قسمت جامد

$$W = \frac{W_w}{W_s}$$

۵- وزن حجمی خشک: نسبت وزن سنگ خشک به حجم کل سنگ

$$\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_t}$$

۶- وزن حجمی تر یا طبیعی: نسبت وزن سنگ طبیعی به حجم کل سنگ

$$\gamma_t = \frac{W_t}{V_t}$$

۷- وزن حجمی اشباع: نسبت وزن سنگ اشباع به حجم کل سنگ

$$\gamma_{sat} = \frac{W_{sat}}{V_t}$$

۸- وزن حجمی دانه های جامد: نسبت وزن دانه های جامد سنگ به حجم دانه های سنگ

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$$

۹- وزن مخصوص ظاهری یا چگالی نسبی: وزن حجمی طبیعی سنگ به وزن حجمی آب

$$G = \frac{\gamma_t}{\gamma_w}$$

۱۰- وزن مخصوص یا چگالی نسبی دانه های جامد: وزن حجمی دانه های جامد سنگ به وزن حجمی آب

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

اگر سنگ از چند کانی تشکیل شده باشد (V_i درصد حجمی کانی i ام می باشد):

$$G_s = \sum_{i=1}^{n} G_{s_i} V_i$$

روابط فازی

$$n = \frac{e}{1+e} \qquad e = \frac{n}{1-n} \qquad e = \frac{\gamma_w}{\gamma_{dry}} . G_s - 1$$

$$\gamma_{dry} = \frac{\gamma_t}{1+w} \qquad G_s . w = s . e \qquad \gamma_t = \frac{1+w}{1+e} G_s . \gamma_w$$

$$n = \frac{\gamma_{sat} - \gamma_d}{\gamma_w} \qquad n = \frac{w G_s}{1 + w G_s}$$

مسائل مربوط به خصوصیات فیزیکی سنگ

۱- نمونه ای از یک سنگ رسوبی اشباع شده با رطوبتی معادل ۱۵٪ وجود دارد. چنانچه چگالی ذرات جامد سنگ برابر با ۲/۷۲ باشد مطلوبست نسبت پوک، درصد تخلخل و وزن حجمی اشباع.

۲- مطلوبست محاسبه آب محتوی ماسه سنگی با تخلخل ۲۰٪ که از ۸۰٪ دانه های کوارتز و ۲۰٪ دانه های پیریت تشکیل شده و اشباع می باشد. وزن مخصوص دانه های کوارتز ۲/۶۵ و پیریت ۵ می باشد.

۳- یک قطعه خاک رس در حالت طبیعی دارای وزن ۱۸/۳۰۹ lb و حجم $0/15 ft^3$ می باشد. چنانچه آب محتوی ۱۳/۴٪ و چگالی متوسط ذرات خاک ۲/۶۵ باشد. مطلوبست وزن حجمی تر، وزن حجمی خشک، نسبت پوک و تخلخل.

۴- نمونه ای از یک سنگ اشباع به حجم $100 cm^3$ و وزن ۱۷۵gr در دست است. وزن نمونه بعد از دو ساعت قرار گرفتن در دمای 105^oc برابر با ۱۲۰gr شده است. مطلوبست تعیین آب محتوی، نسبت پوک و چگالی متوسط ذرات جامد.

۵- وزن حجمی خشک واشباع شده یک نمونه سنگ به ترتیب برابر با ۲/۲ و grf/cm^3 ۲/۴ می باشد. مقدار تخلخل این سنگ را بدست آورید.

۶- اگر یک نمونه طبیعی با رطوبت ۲۰٪ دارای چگالی دانه های ۲/۵ باشد، وزن حجمی طبیعی، خشک و اشباع آن را در حالتی که تخلخل آن برابر با ۵۰٪ باشد، بدست آورید.

۷- جرم طبیعی یک نمونه استوانه ای از سنگ به حجم ۲۷۰cm3 برابر با ۷۵۰gr است. در صورتیکه جرم خشک و اشباع نمونه به ترتیب برابر با ۷۳۰ و ۸۰۰gr باشد، چگالی دانه های جامد این نمونه چقدر خواهد بود؟

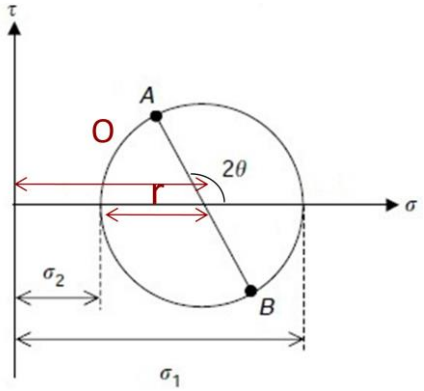
۸- اگر چگالی دانه های سنگی برابر۲/۵، مقدار آب سنگ ۱۰٪ و نسبت پوکی ۲/۵٪ باشد، وزن مخصوص خشک و درجه اشباع چقدر است؟

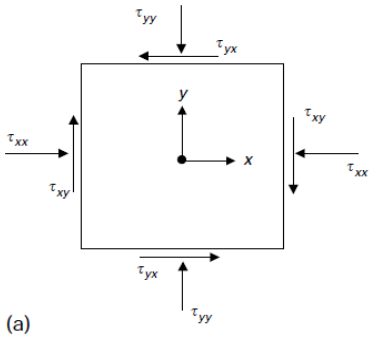
۹- وزن مخصوص خشک سنگی $18 KN/m^3$ است. اگر Gs آن برابر با ۲/۷ باشد، میزان رطوبت سنگ در حالت اشباع چند درصد است؟ (وزن مخصوص آب را $10 KN/m^3$ بگیرید)

تنش

تئوری

دایره موهر مربوط به نمونه تحت تنش زیر





$$A = \begin{bmatrix} \sigma_x \\ \tau_{xy} \end{bmatrix} \qquad B = \begin{bmatrix} \sigma_y \\ -\tau_{xy} \end{bmatrix} \qquad O = \begin{bmatrix} \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$r = \sqrt{(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2})^2 + {\tau_{xy}}^2} \qquad \sigma_{1,2} = O \pm r \qquad {\tau_{xy}}_{max} = r$$

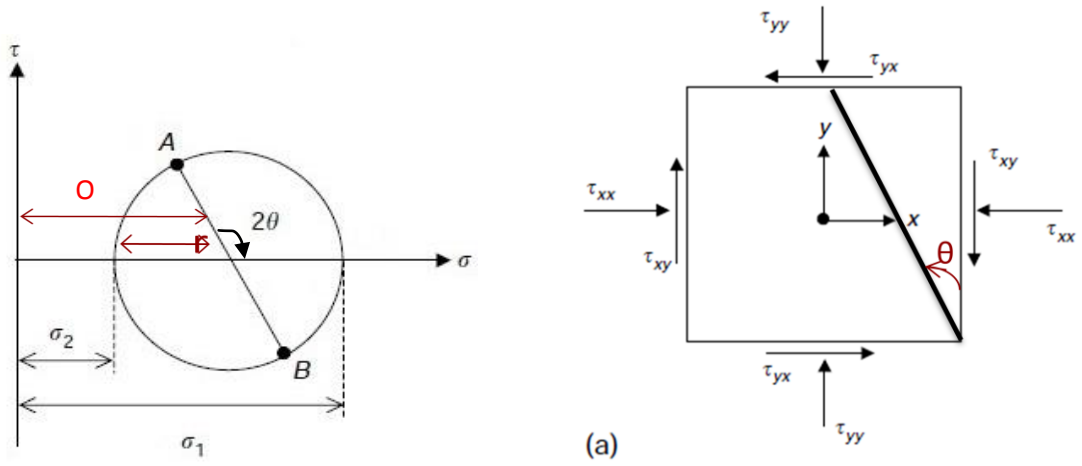
مقدار تنش های اصلی:

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2})^2 + {\tau_{xy}}^2}$$

زاویه صفحه ای که در جسم تنش هاس اصلی بوجود می آید:

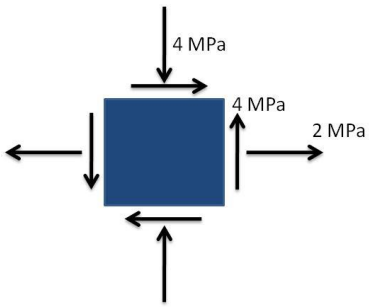
$$\theta = \frac{1}{2} arctan \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}$$

زاویه θ در جسم نصف زاویه موجود در دایره موهر است و جهت آن در جسم در خلاف جهت عقربه ساعت و در دایره موهر در جهت عقربه های ساعت مثبت می باشد.



مسائل

۱- تنش های موجود در جسمی به شکل زیر است. دایره موهر مربوط به آن را رسم نموده، مقدار و جهت تنش های اصلی را بدست آورید.



σ_x=-2 MPa

σ_y=+4 MPa

τ_{xy}=-4 MPa

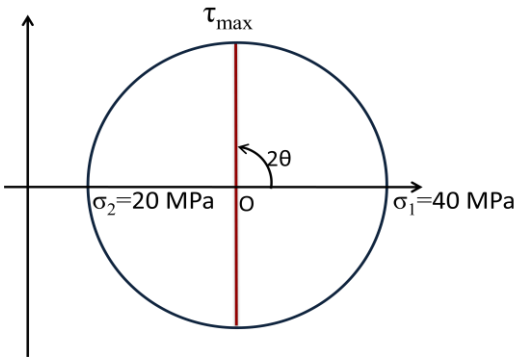
۲- برای حالت تنش زیر مقدار و جهت تنش های اصلی را بدست آورید.

σ_x=+25 KPa

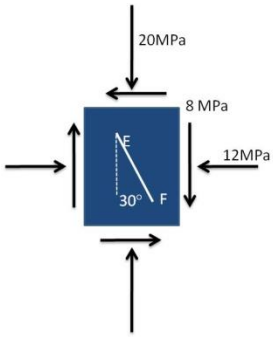
σ_y=+12.5 KPa

τ_{xy}=-13 KPa

۳- وضعیت تنش های اصلی توسط دایره موهر نشان داده شده است. میزان تنش برشی ماکزیمم و جهت آن را نسبت به صفحه اصلی را بدست آورید.



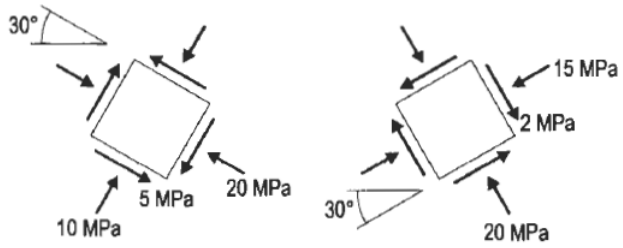
۴- یک المان سنگی مطابق شکل زیر مفروض است. تنش های قائم و برشی روی صفحه EF نشان داده شده را بدست آورید.



۵- با داشتن تنش های زیر مقادیر تنش های σ_1، σ_2 و σ_3 را بدست آورید.

σ_x=2500, σ_y=5200, σ_z=400, τ_{xy}=3700, τ_{xz}=0, τ_{yz}=0 psi

۶- دو میدان تنش زیر را با هم جمع کنید و تنش های اصلی و جهت میدان تنش منتجه را بدست آورید.



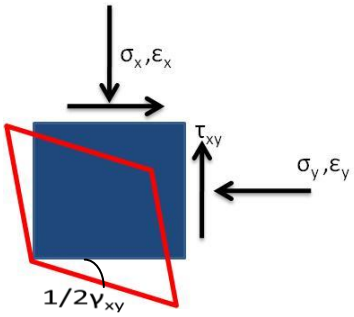
کرنش

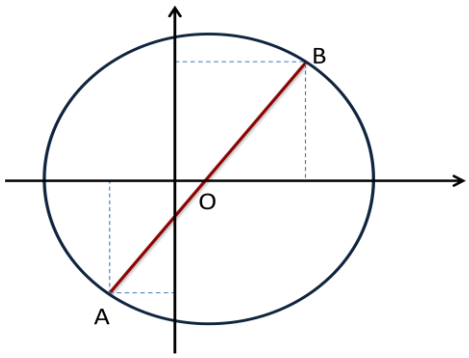
تئوری

در تمامی فرمولهای تنش به جای σ_x، σ_y و τ_{xy} مقادیر ε_x، ε_y و $1/2\gamma_{xy}$ قرار می دهیم.

کرنشهای نرمال ε_x، ε_y اگر کاهش طول را نشان دهد مثبت است.

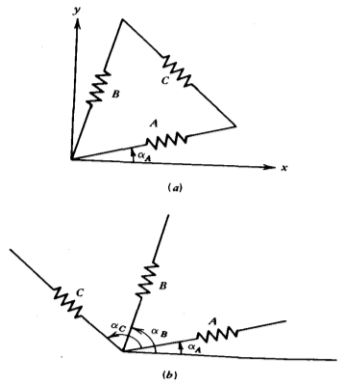
کرنش برشی اگر افزایش در زاویه قائمه را نشان دهد مثبت است.

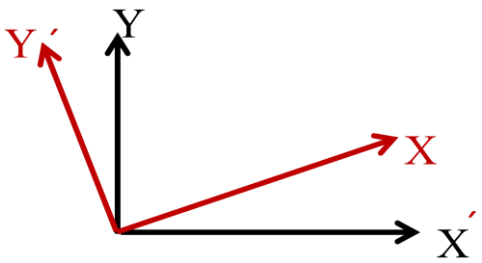




کرنش سنج های گل سرخی

این کرنش سنج ها مجموعه ای از ۳ کرنش سنج با جهات مشخص α_A، α_B و α_C مانند شکل زیر می باشد. وقتی حالت کرنش نسبت به محورهای x و y داده شده باشدکرنش نرمال در جهتی که با x زاویه α می سازد از رابطه زیر بدست می آید.





$$\varepsilon_{x'} = (\cos^2\alpha \quad \sin^2\alpha \quad \frac{1}{2}\sin 2\alpha)\begin{Bmatrix}\varepsilon_x\\ \varepsilon_y\\ \gamma_{xy}\end{Bmatrix}$$

استفاده از فرمول قبل در کرنش سنج های گل سرخی رابطه زیر را نتیجه می دهد. در نتیجه می توان مقادیر کرنش های ε_x، ε_y و γ_{xy} را بدست آورد.

$$\begin{Bmatrix}\varepsilon_A\\ \varepsilon_B\\ \varepsilon_C\end{Bmatrix} = \begin{bmatrix}\cos^2\alpha_A & \sin^2\alpha_A & \frac{1}{2}\sin 2\alpha_A\\ \cos^2\alpha_B & \sin^2\alpha_B & \frac{1}{2}\sin 2\alpha_B\\ \cos^2\alpha_C & \sin^2\alpha_C & \frac{1}{2}\sin 2\alpha_C\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}\varepsilon_x\\ \varepsilon_y\\ \gamma_{xy}\end{Bmatrix}$$

مسائل کرنش

۱- کرنش های قرائت شده از ۳ کرنش سنج که در جهات ۰، ۳۰ و ۶۰ درجه در دیواره تونل نصب شده ند مطابق زیر می باشد.
مطلوبست الف)تعیین کرنش های اصلی ب) تعیین جهات اصلی کرنش

$\varepsilon_0=-2\times10^{-3}$ $\varepsilon_{30}=1.3\times10^{-3}$ $\varepsilon_{60}=2.5\times10^{-3}$ E=2.5GPa ν=0.3