جامعة دمشق
كلية الهندسة المدنية
قسم الهندسة الجيوتكنيكية

ميكانيك التربة 2

المحاضرة الثامنة

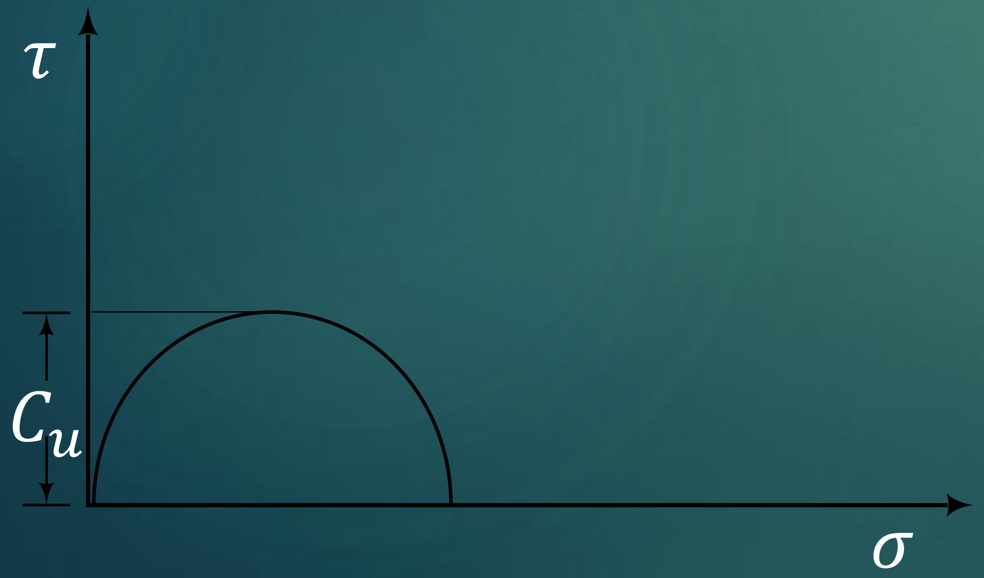
تحتوي هذه المحاضرة على المسائل الواردة في بحث القص ثلاثي المحاور:

بالنسبة للتجربة **المنضغطة (المشددة) والغير مُصرفة** : فإنها تحوي هذه ثلاث أنواع من البارامترات:

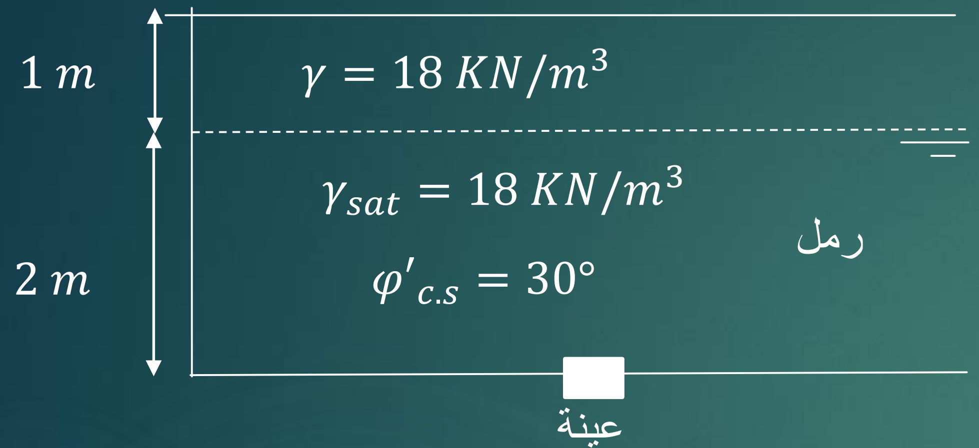
1) $C\ ,\ \phi$: وهي في حالة الإجهادات الكلية .

2) $C'\ ,\ \phi'$: وهي في حالة الإجهادات الفعالة .

3) $C_u\ ,\ \phi = 0$: وهي في حالة التماسك الأعظمي أي C_u أو يرمز له بـ S_u هو أعظم تماسك أو يسمى التماسك غير المصرف وهو يساوي $\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ وتكون في هذه الحالة $\phi = 0$.



المسألة الأولى:



لدينا المقطع الجيوتكنيكي لتربة في موقع محدد والمبين بالشكل:

التربة رملية ومتماثلة الخواص لأعماق كبيرة . والمطلوب :

1) حدد الإجهادات الشاقولية الفعالة على عنصر من التربة يقع على عمق $3\ m$ من سطح الأرض والواقعة تحت مركز الحمولة المطبق .

2) العينة معرّضة لضغط جانبي فعال ولزيادة في الإجهاد الجانبي يساوي 20% من قيمة الزيادة في الإجهاد الشاقولي المطبق الذي أدى للانهيار وبفرض أن $K_0 = 0.5$ ما هي قيم الإجهادات الرئيسية التي تتعرض لها العينة . و احسب قيم الزيادة في الإجهادات التي سببت الانهيار .

<u>الحل :</u>

الإجهادات الشاقولية هي الوزن الذاتي فقط , وبالتالي يكون :

$$\sigma_1' = \sigma_{ZO}' = \gamma * 1 + \gamma_{sub} * 2 = 18 * 1 + (18 - 9.81) * 2 = 34.38\ kPa$$

الإجهادات الرئيسية التي تتعرض لها العينة تحسب من العلاقة :

$$\boldsymbol{\sigma'_{1f} = \sigma_1' + \Delta\sigma_1}$$

$$\boldsymbol{\sigma'_{3f} = \sigma_3' + \Delta\sigma_3 = \sigma'_{3f} = \sigma_3' + 20\% * \Delta\sigma_1}$$

لإيجاد σ'_{1f} و σ'_{3f} نوجد $\Delta\sigma_1$ و σ_3'

لدنيا K_0 هو معامل ضغط التربة الجانبي في وضع الراحة ويحسب من العلاقة :

$$\boldsymbol{K_0 = \frac{\sigma_3'}{\sigma_1'}}$$

ومنه يمكننا إيجاد σ_3':

$$\boldsymbol{\sigma_3' = K_0 * \sigma_1' = 0.5 * 34.38 = 17.19\ kPa}$$

ولدينا العلاقة :

$$\frac{\sigma'_{1f}}{\sigma'_{3f}} = \frac{(1 + \sin\varphi')}{(1 - \sin\varphi')}$$

وبتعويض الإجهادات الرئيسية بعلاقاتها نوجد $\Delta\sigma_1$:

$$\frac{\sigma'_1 + \Delta\sigma_1}{\sigma'_3 + 0.2 * \Delta\sigma_1} = \frac{(1 + \sin\varphi')}{(1 - \sin\varphi')} = \frac{34.38 + \Delta\sigma_1}{17.19 + 0.2 * \Delta\sigma_1} = \frac{(1 + \sin 30)}{(1 - \sin 30)}$$

$$\Rightarrow \Delta\sigma_1 = 42.98 \text{ KPa}$$

$$\Rightarrow \Delta\sigma_3 = 8.596 \; KPa$$

ومنه :

$$\Rightarrow \sigma'_{1f} = 34.38 + 42.98 = 77.36 \; KPa$$

$$\Rightarrow \sigma'_{2f} = 17.19 + 8.596 = 25.79 \; KPa$$

المسألة الثانية:

أجريت تجربة ثلاثي المحاور المشددة (المنضغطة) وغير المصرفة أي CU , على عينة غضارية مشبعة , التشديد تم بشكل متماثل ويضغط $\sigma_3 = 150\ KPa$, عند تشوهات محورية $\varepsilon_1 = 15\%$ كان الضغط المحوري $\Delta\sigma = 160\ KPa$ ويبقى ثابت مع وجود قياس للضغط المسامي الثابت وهو $\Delta u = 54\ KPa$

المطلوب : حساب C_u و $\varphi'_{c.s}$, وارسم دائرة مور لكل من حالة الإجهادات الكلية والفعالة .

الحل :

نحسب أولاً σ_1 :

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma = 150 + 160 = 310\ KPa$$

يحسب C_u من العلاقة :

$$C_u = \tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{\Delta\sigma}{2} = \frac{160}{2} = 80\ KPa$$

حساب $\varphi'_{c.s}$

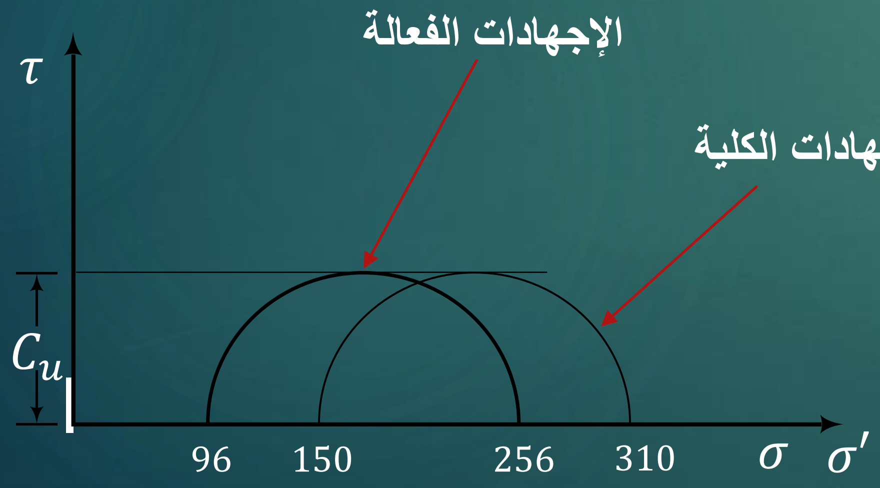
$$\sin\varphi'_{cs} = \frac{(\sigma'_1 - \sigma'_3)}{(\sigma'_1 + \sigma'_3)}$$

نحسب الإجهادات الفعالة :

$$\sigma'_1 = \sigma_1 - \Delta u = 310 - 54 = 256\ KPa$$
$$\sigma'_3 = \sigma_3 - \Delta u = 150 - 54 = 96\ KPa$$

نعوض :

$$\sin\varphi'_{cs} = \frac{(256 - 96)}{(256 + 96)} \Longrightarrow \varphi'_{cs} = 27.04°$$



المسألة الثالثة:

تم إجراء تجربة القص ثلاثي المحاور على عينتين غضاريتين مسبقتي الانضغاط وذلك وفق الطريقة المنضغطة والمصرفة (أي CD) بتطبيق ضغط جانبي وكانت النتائج كالتالي :

عينة أولى :

$\sigma_3' = 100\ KPa \qquad , \qquad \Delta\sigma_f = 410.6\ KPa$

عينة ثانية :

$\sigma_3' = 50\ KPa \qquad , \qquad \Delta\sigma_f = 384\ KPa$

والمطلوب حساب معاملات القص C' و φ' .

الحل :

لدينا مجهولان في المسألة ولدينا عينتان نكتب العلاقة بين σ_3' و σ_1' :

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 * tg^2\left(45 + {\varphi'}/{2}\right) + 2 * c' * tg\left(45 + {\varphi'}/{2}\right)$$

نحسب σ_1' للعينتين أولاً :

عينة أولى : $\sigma_1' = 100 + 410.6 = 510.6\ KPa$

عينة ثانية : $\sigma_1' = 50 + 384 = 434\ KPa$

نعوض بالمعادلة :

$$510.6 = 100 * \ tg^2\left(45 + {\varphi'}/{2}\right) + 2 * c' * tg\left(45 + {\varphi'}/{2}\right) \ldots (1)$$

$$434 = 50 * \ tg^2\left(45 + {\varphi'}/{2}\right) + 2 * c' * tg\left(45 + {\varphi'}/{2}\right) \quad \ldots (2)$$

بطرح (2) من (1)

$$510.6 - 434 = (100 - 50) * \ tg^2\left(45 + {\varphi'}/{2}\right)$$

$$\Rightarrow \varphi' = 12.13°$$

نعوض في (1) أو (2) :

$$510.6 = 100 * \ tg^2\left(45 + \frac{12.13}{2}\right) + 2 * c' * tg\left(45 + \frac{12.13}{2}\right)$$

$$\Rightarrow C' = 144.37 \ KPa$$

المسألة الرابعة:

قمنا بإجراء تجربة القص ثلاثي المحاور المنضغطة والمصرفة (أي CD) على عينة رملية مرصوصة ذات قطر $D = 38\ mm$ وارتفاع $H_0 = 76\ mm$, وكانت قيم الاجهادات لحظة الانهيار كالتالي:

رقم الاختبار	الإجهاد الرئيسي الأصغري σ_3' (KPa)	ديفياتور الإجهاد $(\sigma_1' - \sigma_3')$ (KPa)
1	100	247.8 (عند القمة)
2	180	362 (عند القمة)
3	300	564 (لم يلحظ وجود قمة)

وقمنا بقياس قيم الانتقالات الشاقولي ε_1 وتغيرات الحجم ΔV للتجربة رقم 1 فكانت النتائج كالتالي حيث تشير إشارة السالب إلى الانتفاخ:

والمطلوب:

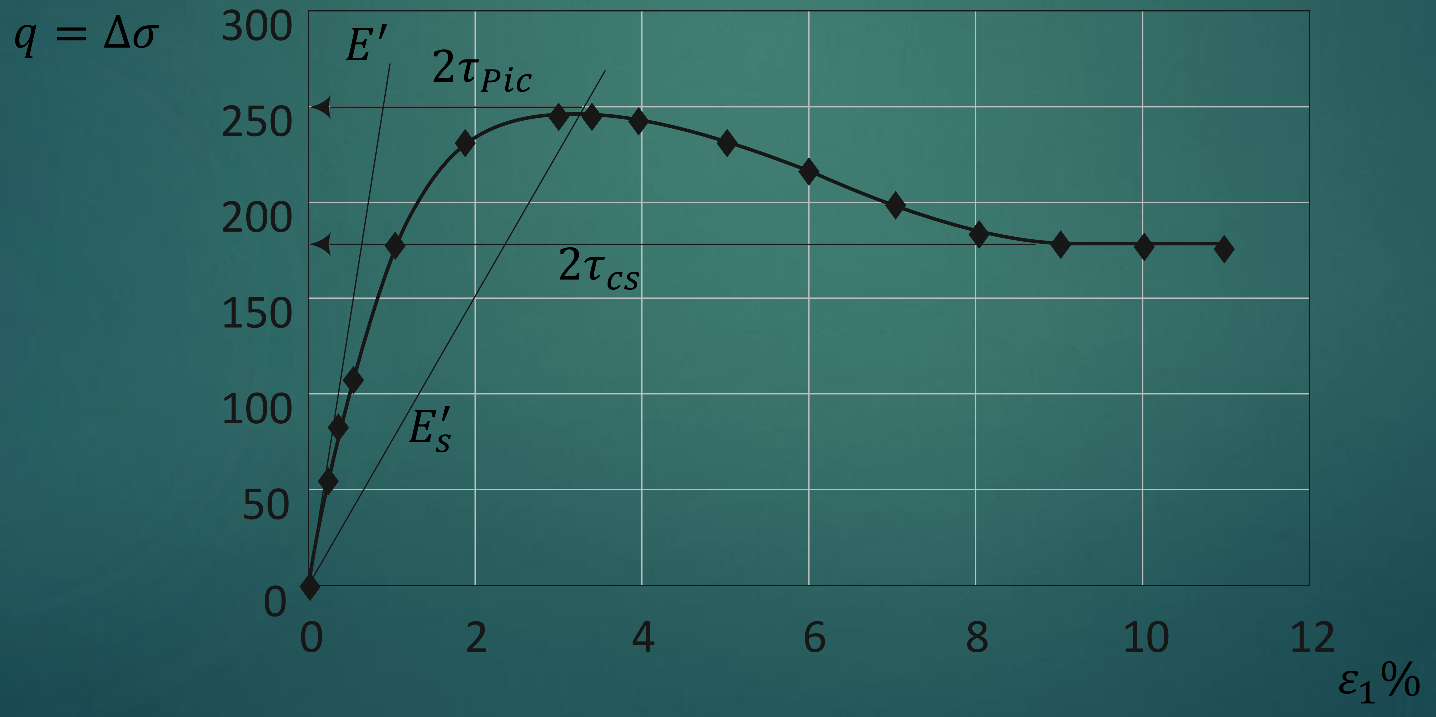
1) حدد زاوية الإحتكاك الداخلي لكل تجربة.
2) حدد $\tau_{c.s}$, τ_{Pic} (max) ومعامل المرونة E_s', E' للتجربة الأولى عند القمة .
3) حدد ϕ_{cs}' للتجربة الأولى .
4) حدد زاوية الانتفاخ للتجربة الأولى .

Δz (mm)	ΔV (cm^3)	P_z (N)
0	0	0
0.152	0.02	61.1
0.228	0.03	94.3
0.38	-0.09	124
0.76	-0.5	201.5
1.52	-1.29	257.5
2.28	-1.98	292.9
2.66	-2.24	298.9
3.04	-2.41	298
3.8	-2.55	279.2
4.56	-2.59	268.4
5.32	-2.67	252.5
6.08	-2.62	238
6.84	-2.64	229.5
7.6	-2.66	223.2
8.36	-2.63	224.3

الحل:

1) نستخدم العلاقات الخاصة بالرمل المرصوص

رقم التجربة	σ'_3	$\sigma'_1 - \sigma'_3$	σ'_1	$\sigma'_1 + \sigma'_3$	$\phi' = \sin^{-1}\frac{(\sigma'_1-\sigma'_3)}{(\sigma'_1+\sigma'_3)}$
1	100	247.8	347.8	447.8	33.6
2	180	362.0	542	722	30.1
3	300	564	864	1164	29



2) تحديد τ_{cs}, τ_P ومعامل المرونة E للتجربة الأول عند القمة:

$$A_0 = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{\pi * 38^2}{4} = 1134\ mm^2$$

$$V_0 = A_0 * H_0 = 1134 * 76 = 86184\ mm^2 = 86.19\ cm^3$$

سنقوم بحساب المساحة المُصححة:

$$A = \frac{A_0(1 - \varepsilon_P\ )}{1 - \varepsilon_1}$$

$\Delta z\ (mm)$	$\varepsilon_1 = {}^{\Delta z}/_{H_0}$	$\Delta V\ (cm^3)$	$\varepsilon_P = {}^{\Delta V}/_{V_0}$	$A\ (mm^2)$	$q = \Delta\sigma = {}^{Pz}/_{A}\ (KPa)$
0	0	0	0	1134	0
0.152	$2 * 10^{-3}$	0.02	$2 * 10^{-4}$	1136	53.78
0.228	$3 * 10^{-3}$	0.03	$3 * 10^{-4}$	1137	82.94
0.38	$5 * 10^{-3}$	−0.09	$-1 * 10^{-}$	1141	108.69
0.76	0.01	−0.5	$-5.8 * 10$	1152	174.9
1.52	0.02	−1.29	−0.015	1175	219.25
2.28	0.03	−1.98	−0.023	1196	244.91
2.66	0.035	−2.24	−0.026	1206	247.8
3.04	0.04	−2.41	−0.028	1215	245.41
3.8	0.05	−2.55	−0.0297	1229	227.18
4.56	0.06	−2.59	−0.0301	1243	215.99
5.32	0.07	−2.67	−0.031	1257	200.77
6.08	0.08	−2.62	−0.0304	1270	187.39
6.84	0.09	−2.64	−0.0306	1285	178.62
7.6	0.1	−2.66	−0.0309	1299	171.84
8.36	0.11	−2.63	−0.0306	1313	170.83

تحديد : $\tau_{c.s}$,τ_{Pic}

نصف قطر دائرة مور يُمثل الإجهادات المماسية الأعظمية عند القمة:

$$\tau_{Pic} = \frac{(\sigma'_1 - \sigma'_3)_{Pic}}{2} = \frac{247.8}{2} = 123.9\ KN/m^2$$

$$\tau_{cs} = \frac{(\sigma'_1 - \sigma'_3)_{c.s}}{2} = \frac{170.83}{2} = 85.42\ KN/m^2$$

معامل المرونة الأوِل E' وهو يُعبر عن ميل منحني العلاقة الرابطة بين ديفياتور الإجهاد و التشوه الشاقولي, ويمكن تَحصيله بتمديد الجزء المُستقيم من ذات المنحني :

$$E' = \frac{\Delta\sigma}{\varepsilon_1} = \frac{54}{0.002} = 27000\ KN/m^2$$

معامل المرونة الثاني E'_S وهو يُعبر عن ميل منحني العلاقة الرابطة بين ديفياتور الإجهاد و التشوه الشاقولي, ويمكن تَحصيله يوصل خط مُستقيم من المبدأ وحتى قمة المنحني:

$$E' = \frac{\Delta\sigma}{\varepsilon_1} = \frac{247.8}{0.035} = 7081\ KN/m^2$$

3) تحديد ϕ'_{cs}:

$$\phi'_{cs} = sin^{-1}\frac{(\sigma'_1 - \sigma'_3)_{cs}}{(\sigma'_1 + \sigma'_3)_{cs}} = sin^{-1}\frac{170.83}{270.83 + 100} = 27.43°$$

4) تحديد زاوية الانتفاخ للتجربة الأولى :

$$\alpha_P = \phi'_{Pic} - \phi'_{c.s} = \underbrace{33.6}_{\text{من الطلب الأول}} - 27.43 = 6.17°$$

المسألة الخامسة:

عند إجراء تجربة القص على عينة غضارية مشبعة وجدنا أن البرامترات الخاصة بها في حال الإجهادات الفعالة هي :

$C' = 15\ KN/m^2$, $\varphi' = 29°$.

أجريت تجربة القص ثلاثي المحاور الغير مشددة والغير مصرفة (أي UU) على هذا الغضار , فكانت قيم الإجهادات الجانبية $\sigma_3 = 100\ KPa$, وديفياتور الإجهاد $q = \Delta\sigma = 170\ KPa$, والمطلوب :

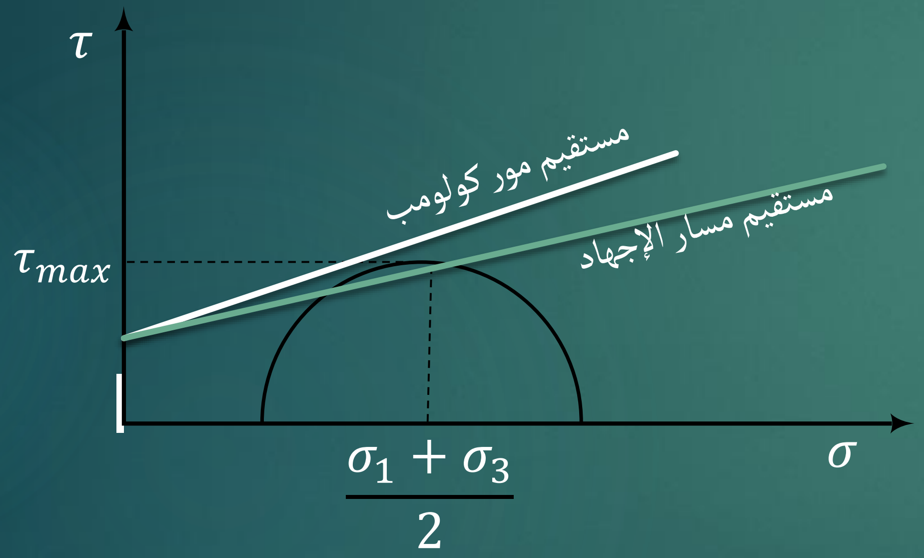
1) أوجد معادلة المستقيم المار من نقاط القص الأعظمية (أوجد α', a')

2) احسب قيمة ضغط الماء المسامي .

الحل :

قبل الحل سنوضح ما هي هذه البرامترات الجديدة α', a' .

- عند رسم دائرة مور ومستقيم موركولومب نجد أن المستقيم يمس الدائرة في النقطة التي يحدث عندها الانهيار , إذا رسمنا مستقيم يمر من نقطة القص العظمى أي من τ_{max} سيتقاطع مع الدائرة (لن يكون مماس) , نسمي هذا المستقيم بمستقيم مسار الإجهاد $(stress\ Path)$ وهو المستقيم الذي يمر من نقطة القص العظمى ويتقاطع مع الدائرة (لا يمسها) ، وهو معيار مختلف عن معيار موركولومب .



- نعلم أن $\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ و أن احداثيات مركز الدائرة على محور σ هي : $\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$, أي يمكن القول أن إحداثيات نقطة القص العظمى هي :

$$(P = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}\ , q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2})$$

برسم العلاقة بين p و q نستطيع رسم مستقيم الإجهاد وتحديد بارمتراته :

وهكذا نرى أن a تقابلها C في مستقيم مور كولومب وأن α تقابلها φ في مستقيم مور كولومب .
وبالتالي وبما أن معادلة مستقيم مور كولومب هي :

$$\tau = \sigma_n * \tan\varphi + C$$

فإن معادلة مستقيم مسار الإجهاد (بشكل عام) هي :

$$q = \tan\alpha + a$$

$$\sin\varphi' = \frac{\frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2}}{\frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2} + C' * \cot\varphi'}$$

$$\Rightarrow \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2} = \left(\frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2} + C' * \cot\varphi'\right) * \sin\varphi'$$

$$\Rightarrow \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2} = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2} * \sin\varphi' + C' * \cos\varphi' \ldots (*)$$

أي يمكننا القول أن :

$$\boldsymbol{q = P * \sin\varphi' + C' * \cos\varphi'}$$

المقارنة مع معادلة مستقيم مسار الإجهاد والتي هي في حالة الإجهادات الفعالة :

$$q = P * \tan\alpha' + a'$$

نجد أن :

$$\boldsymbol{\Rightarrow \tan\alpha' = \sin\varphi'}$$

$$\boldsymbol{\Rightarrow a' = C' * \cos\varphi'}$$

نعوض قيمة فاي بالمعادلة الأولى :

$$\Rightarrow \quad \alpha' = tan^{-1}(\sin 29°) = 25.9°$$

وتعويض C' و فاي في المعادلة الثانية :

$$\Rightarrow a' = 15 * cos\,29 = 13.1\ KPa$$

فتكون المعادلة :

$$q = P * \tan 25.9° + 13.1$$

الطلب الثاني:

$$u = \sigma_1 - \sigma_1' \qquad \text{أو} \qquad u = \sigma_3 - \sigma_3'$$

ونعلم أن :

$$q = \Delta\sigma = \sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_1' - \sigma_3'$$

نعوض Δσ في العلاقة (*) :

$$\frac{170}{2} = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2} * \sin 29° + 15 * \cos 29°$$

$$\Rightarrow \sigma'_1 + \sigma'_3 = 296.53\ KPa \ldots (1)$$

$$\sigma'_1 - \sigma'_3 = 170\ KPa \ldots (2)$$

من (1) و (2) نجد :

$$\sigma'_1 = 233.27\ KPa$$

$$\sigma'_3 = 63.27\ KPa$$

$$\Rightarrow u = \sigma_3 - \sigma'_3 = 100 - 63.27 = 36.73\ KPa$$

أو :

$$\Rightarrow u = \sigma_1 - \sigma'_1 = (100 + 170) - 233.27 = 36.73$$

حيث :

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma$$

ما هي المسافة الناتجة ما بين قيمة ضغط الماء المسامي على المعيار الجديد

إذا رسمنا العلاقة بين q و p وحددنا عليها نقاط القص الأعظمي في حالة الإجهادات الكلية والإجهادات الفعالة نجد :

في حالة الإجهادات الكلية :

$$P = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = 185\ KPa$$

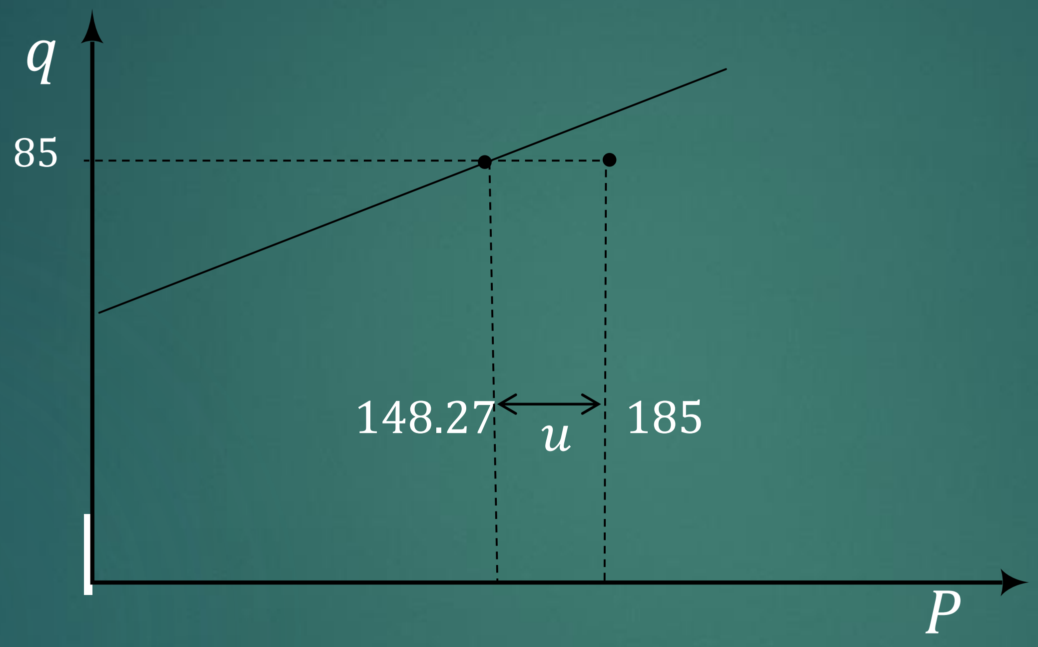
$$q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = 85\ KPa$$

في حالة الإجهادات الفعالة :

$$P = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2} = 148.27\ KPa$$

$$q = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2} = 85\ KPa$$

نرسم :



فيمكن القول أن :

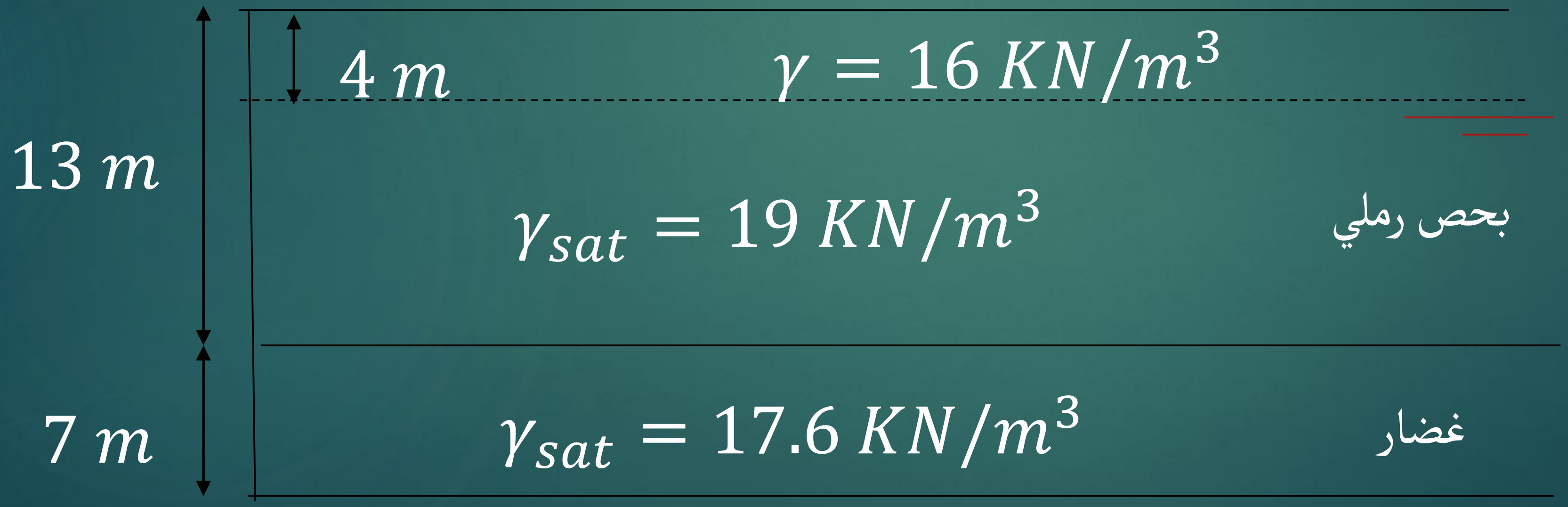
$$u = 185 - 148.27 = 36.73\ KPa$$

المسألة السادسة:

قمنا بإجراء تجربة القص ثلاثي المحاور على العينة الغضارية المبينة في مقطع التربة ,
ووجدنا بالنتائج أن :

$$\varphi' = 24° \quad , \quad C' = 20\ KPa$$

والمطلوب : أوجد الإجهادات المماسية في منتصف الطبقة الغضارية .



الحل :

$$\tau = \sigma' * \tan\varphi' + C'$$

$$\sigma' = \gamma * 4 + \gamma_{sub\,\text{بحص رملي}} * 9 + \gamma_{sub\,\text{غضار}} * 3.5$$

$$= 16 * 4 + (19 - 9.81) * 9 + (17.6 - 9.81) * 3.5 = 173.98\ KPa$$

$$\Rightarrow \tau = 173.98 * \tan 24 + 20 = 97.46\ KPa$$

المسألة السابعة:

قمنا بإجراء تجربة القص ثلاثي المحاور في الحالة المنضغطة وغير المصرفة (أي CU) على عينة غضارية مشبعة وذلك بتطبيق ضغط جانبي $\sigma_3 = 2\ Psi$
وعند الانهيار وجدنا أن : $\Delta\sigma = 2.8\ Psi$, $\theta = 57°$, والمطلوب :

1) احسب الإجهاد الناظمي عند سطح الانهيار (أي σ_f) .
2) احسب الإجهاد المماسي عند سطح الانهيار (أي τ_f) .
3) احسب الإجهاد المماسي الأعظمي (أي τ_{max}) .
4) حدد الإجهاد الأعظمي على المستوي الذي يتعرض لأعظم إجهاد قص (أي σ_f عند τ_{max}) .

الحل:

1) نستخدم علاقات θ:

$$\sigma_f = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} * cos\,2\theta$$

نحسب σ_1 :

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma = 2 + 2.8 = 4.8\ Psi$$

نعوض :

$$\sigma_f = \frac{4.8 + 2}{2} + \frac{4.8 - 2}{2} * cos(2 * 57) = 2.83\ Psi$$

2) أيضاً من العلاقات :

$$\tau_f = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} * \sin 2\theta = 1.28\ Psi$$

3) من العلاقة :

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = 1.4\ Psi$$

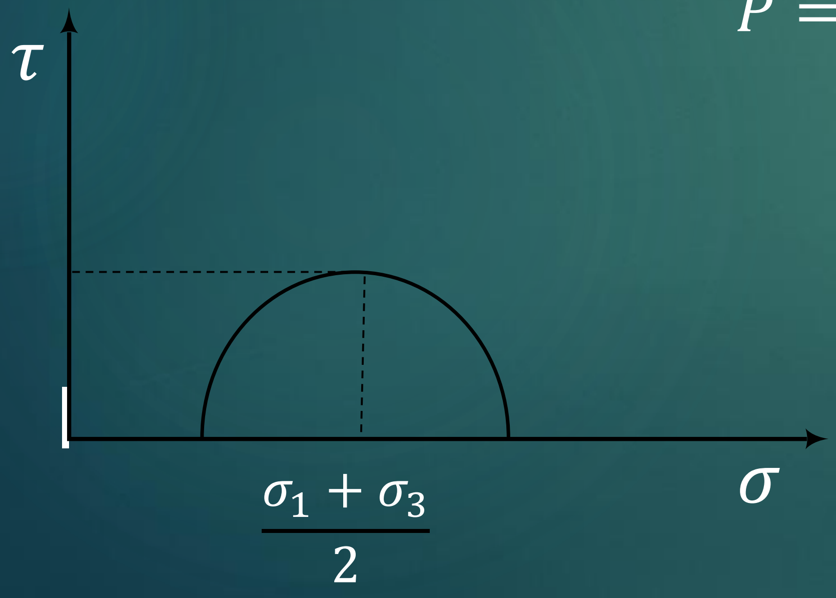
4) المنسوب الذي يتعرض لأعظم إجهاد قص هو المستوي عند τ_{max} : أي تكون عندها $\theta = 45°$ لأن $\varphi = 0$.

بالتعويض بعلاقة σ_f نجد أن $\cos 2 * 45 = 0$ أي الحد الثاني من العلاقة يساوي الصفر ويبقى فقط الحد الأول , فيكون :

$$\sigma_f = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = 3.4\ Psi$$

أو يمكننا فوراً من دائرة مور (إحداثيات النقطة التي تمثل أعظم قص) :

$$P = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = 3.4\ Psi$$



المسألة الثامنة:

بفرض نفس معطيات المسألة السابقة وبفرض

$$, u = 1.8\ Psi \quad ,\varphi' = 24° \quad , C' = 0.8\ Psi$$

وضّح سبب انهيار العينة بزاوية $\theta = 57°$ بدلاً من $\theta = 45°$, واحسب τ عند الزاوية θ = 57° τ وعند الزاوية $\theta = 45°$.

الحل :

حساب τ عند $\theta = 57°$: لدينا المعادلة :

$$\tau_f = \sigma_f' * \tan\varphi' + C'$$

نحسب σ_f' : مع الاعتماد على النتائج في المسألة السابقة بالنسبة لـ σ_f .

$$\sigma_f' = \sigma_f - u = 2.83 - 1.8 = 1.03\ Psi$$

نعوض $\Longrightarrow \tau_{57} = \tau_f = 1.03 * \tan 24° + 0.8 = 1.26\ Psi$

حساب τ عند $\theta = 45°$: لدينا المعادلة :

$$\tau_{45} = \sigma'_{45} * \tan\varphi' + C'$$

نحسب σ'_{45} : مع الاعتماد على النتائج في المسألة السابقة بالنسبة لـ σ_{45} حيث هو σ_f عند τ_{max}.

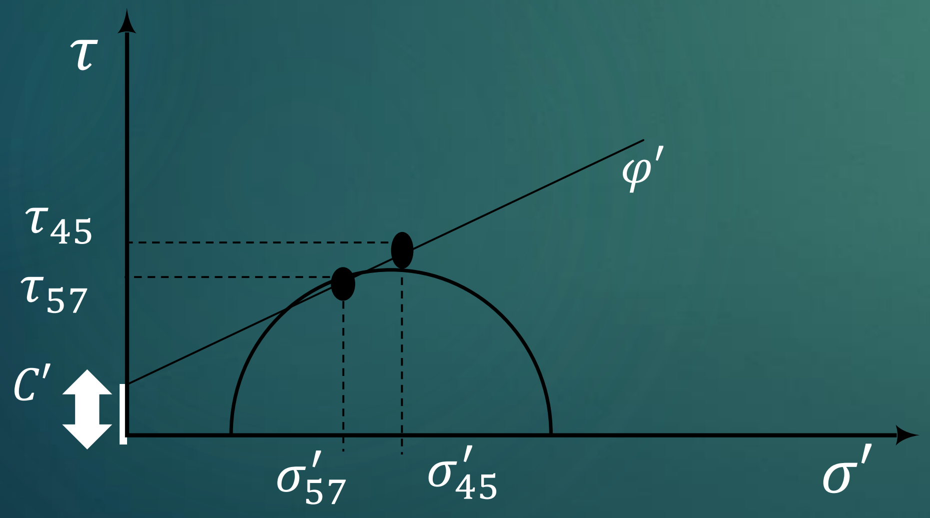
$$\sigma'_{45} = \sigma_{45} - u = 3.4 - 1.8 = 1.6\ Psi$$

$$\text{نعوض} \Longrightarrow \tau_{45} = 1.6 * \tan 24° + 0.8 = 1.51\ Psi$$

وهكذا نلاحظ أن :

$$\tau_{57} < \tau_{45}$$

ويفسّر ذلك برسم دائرة مور وتحديد النقطتين :



المسألة التاسعة:

أيضاً بفرض نفس معطيات المسألة السابقة أي

$$, \theta = 57° \quad , \varphi' = 24° \quad ,C' = 0.8\ Psi$$

وبفرض تطبيق تزايد الإجهادات ضمن الشروط **المصرفة** وببطء حتى الانهيار حيث :

$$, \sigma'_{3f} = 2\ Psi$$

احسب الاجهاد الرئيسي الأعظمي عند الانهيار (أي σ'_{1f}) .

الحل :

الطريقة الأولى : فوراً من القانون :

$$\sigma'_{1f} = \sigma'_{3f} * tg^2\left(45 + {\varphi'}/{2}\right) + 2 * C' * tg\left(45 + {\varphi'}/{2}\right)$$

$$\sigma'_{1f} = 2 * tg^2(45 + {24}/{2}) + 2 * 0.8 * tg(45 + {24}/{2}) = 7.21\ Psi$$

الطريقة الثانية : لدينا العلاقة :

$$\tau_f = \sigma'_f * \tan\varphi' + C'$$

نعوض :

$$\tau_f = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2} * \sin 2\theta \qquad \text{و} \qquad \sigma'_f = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2} + \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2} * \cos 2\theta$$

فتصبح :

$$\frac{\sigma'_{1f} - \sigma'_{3f}}{2} * \sin 2\theta = \left(\frac{\sigma'_{1f} + \sigma'_{3f}}{2} + \frac{\sigma'_{1f} - \sigma'_{3f}}{2} * \cos 2\theta\right) * \tan\varphi' + C'$$

لدينا مجهول واحد وهو σ'_{1f} :

$$\Longrightarrow \sigma'_{1f} = 7.21\ Psi$$

انتهت المحاضرة