مسألة 1

تم إجراء تجربة الضغط البسيط (الضغط الحر) على عينة تربة غضارية مشبعة أبعادها (القطر=5 سم والارتفاع = 10 سم) فكانت النتائج كالتالي:

$\Delta H(mm)$	$P_z(kN)$	ε_1	$A(m^2)$	$\sigma_z(kN/m^2)$
0	0			
0.88	0.18			
1.7	0.34			
2.53	0.5			
3.95	0.66			
5.7	0.76			
8.63	0.83			

1- أكمل الجدول السابق (مع ذكر القوانين المستخدمة وتفاصيل الحل للانتقال الشاقولي $\Delta H=2.53mm$)

(الدقة: رقم واحد بعد الفاصلة لـ σ_z و 5 أرقام لـ A و ε_z).

2- حدد عوامل القص تخطيطياً

الحل

$$\sigma_z = \sigma_1 = \frac{P_z}{A} \qquad A = \frac{A_0}{1-\varepsilon_1} \qquad \varepsilon_1 = \frac{\Delta H}{H_0}$$

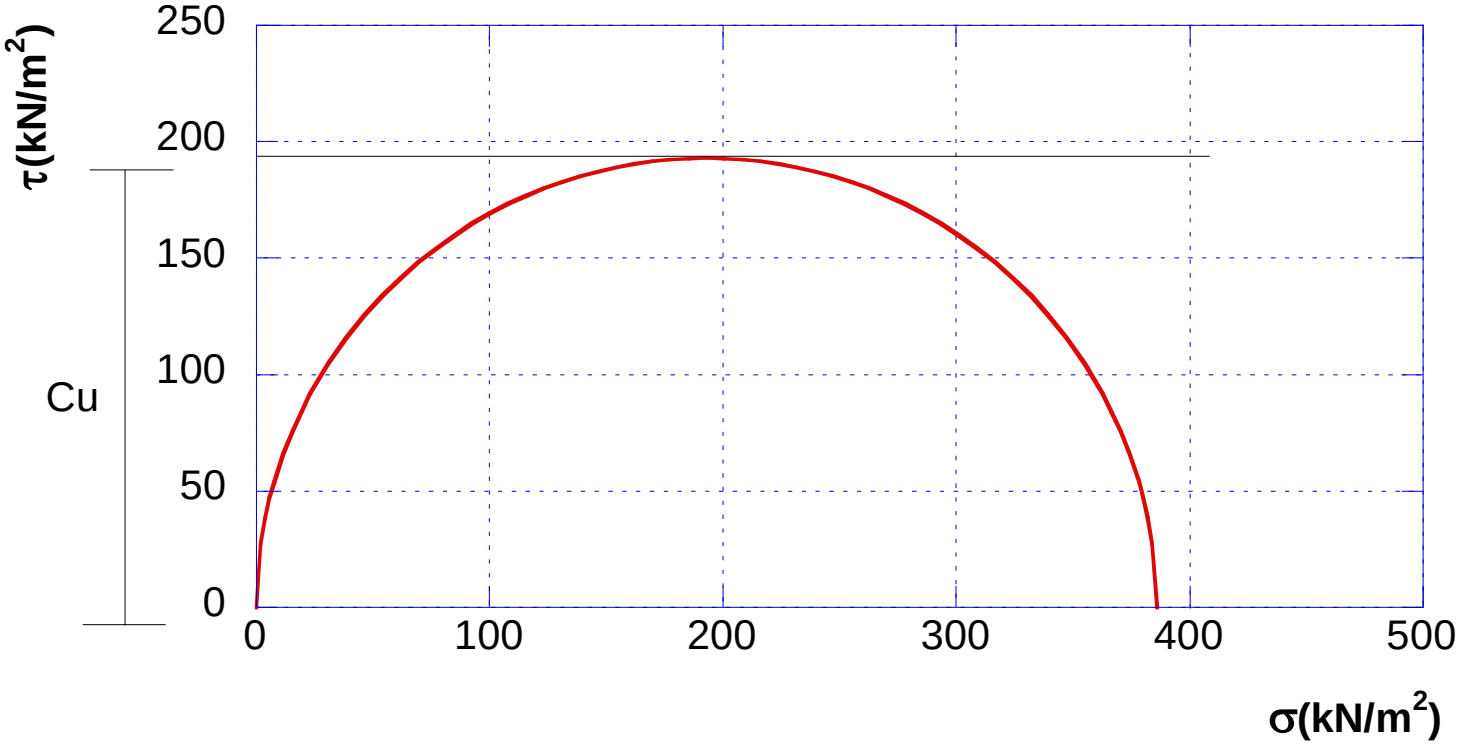
$$A_0 = \frac{\pi(0.05)^2}{4} = 0.00196\,m^2$$

$$\varepsilon_1 = \frac{2.53}{100} = 0.0253$$

$$A = \frac{A_0}{1-\varepsilon_1} = \frac{0.00196}{1-0.0253} = 0.00201\,m^2$$

$$\sigma_1 = \frac{0.5}{0.00201} = 248.8\,kN/m^2$$

ΔH(mm)	P_z(kN)	ε_1	A(m^2)	σ_z(kN/m^2)
0	0	0.0000	0.00196	0.0
0.88	0.18	0.0088	0.00198	90.9
1.7	0.34	0.0170	0.00200	170.0
2.53	0.5	0.0253	0.00201	248.8
3.95	0.66	0.0395	0.00204	323.5
5.7	0.76	0.0570	0.00208	365.4
8.63	0.83	0.0863	0.00215	386.0



$$C_u = \frac{386}{2} = 193\, kN/m^2$$

مسألة 2

أجريت تجربة الضغط ثلاثي المحاور UU على عينة غضار مشبع أبعادها 50mm x 100 mm. إذا علمت أن الضغط الجانبي $100\ kN/m^2$ وأنه قد تم تطبيق انتقال شاقولي متزايد بواسطة محور التحميل, وتم تسجيل القوة الشاقولية فكانت النتائج كما هو مبين في الجدول التالي.

يطلب مايلي :

1-حساب المقادير المبينة في الجدول ووضعها بنفس الترتيب

مع ذكر جميع القوانين اللازمة للحساب وذكر تفاصيل الحسابات الخاصة بالانتقال الشاقولي $\Delta H=0.71mm$

3- رسم دائرة مور للاجهادات

4-حساب تماسك التربة

الانتقال الشاقولي $\Delta H(mm)$	القوة الشاقولية (N)	ε_1	A (m^2)	$\sigma1-\sigma3$ kN/m^2	σ_1 kN/m^2
0.13	0				
0.27	27.5				
0.71	58				
1.33	155				
2.29	267				
4.18	391				

الحل

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta H}{H_0}$$

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

$$A_0 = \frac{\pi D_0^2}{4}$$

$$\sigma_1 = q + \sigma_3$$

تفاصيل الحسابات الخاصة بالانتقال الشاقولي $\Delta H = 0.71mm$

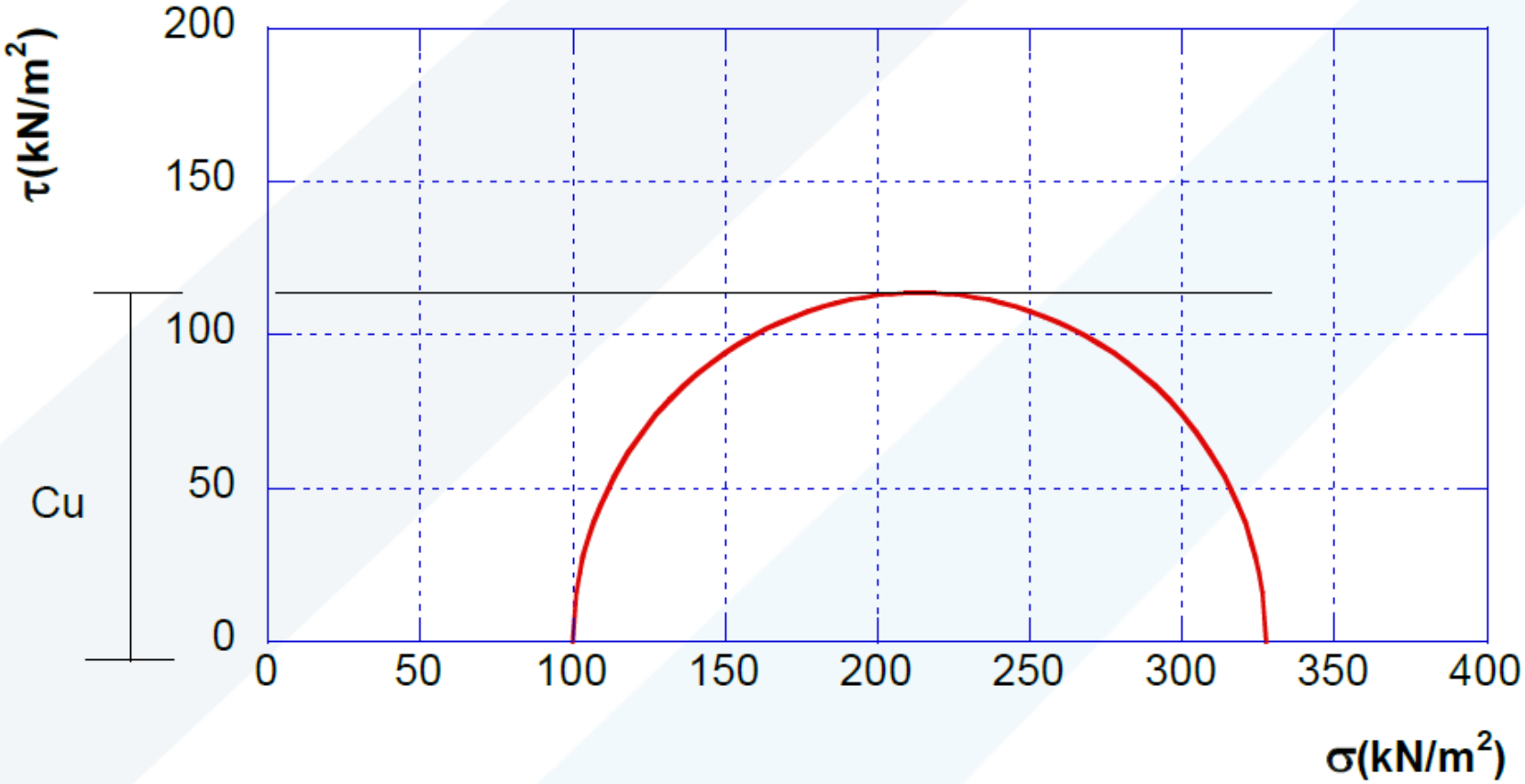
$$\varepsilon_1 = \frac{0.71}{100} = 0.0071$$

$$A_0 = \frac{\pi * (0.05)^2}{4} = 0.00196$$

$$q = \sigma_s - \sigma_3 = \frac{155 * 10^{-3} * (1 - 0.0071)}{0.00196} = 78.4\ kN/m^2$$

$$\sigma_s = q + \sigma_3 = 78.4 + 100 = 178.4\ kN/m^2$$

ΔH(mm)	ε_1	Pz(N)	A m^2	$\sigma 1-\sigma 3$	σ_1 (kPa)
0.00	0.0000	0	0.001963	0	100
0.13	0.0013	27.5	0.001966	14	114
0.27	0.0027	58	0.001968	29.5	129.5
0.71	0.0071	155	0.001977	78.4	178.4
1.33	0.0133	267	0.001989	134.2	234.2
2.29	0.0229	391	0.002009	194.6	294.6
4.18	0.0418	466	0.002049	227.5	327.5



$$C_u = \frac{227.5}{2} = 113.8 kN/m^2$$

مسألة 3

تم إجراء تجربتي قص ثلاثي المحاور مشددة مصرفة على عينة تربة وقد كانت نتائج التجربتين عند الانهيار كما هو مبين بالجدول التالي.

التجربة	σ_3 (kN/m^2)	σ_1-σ_3 (kN/m^2)
1	100	230
2	200	320

يطلب مايلي:

1- حساب بارامترات القص للتربة مع تفاصيل الحساب

2- تحديد مستوي الانهيار على الشكل وتحديد ميله وحساب الاجهادات الناظمية والمماسية عليه (للتجربة الأولى فقط)

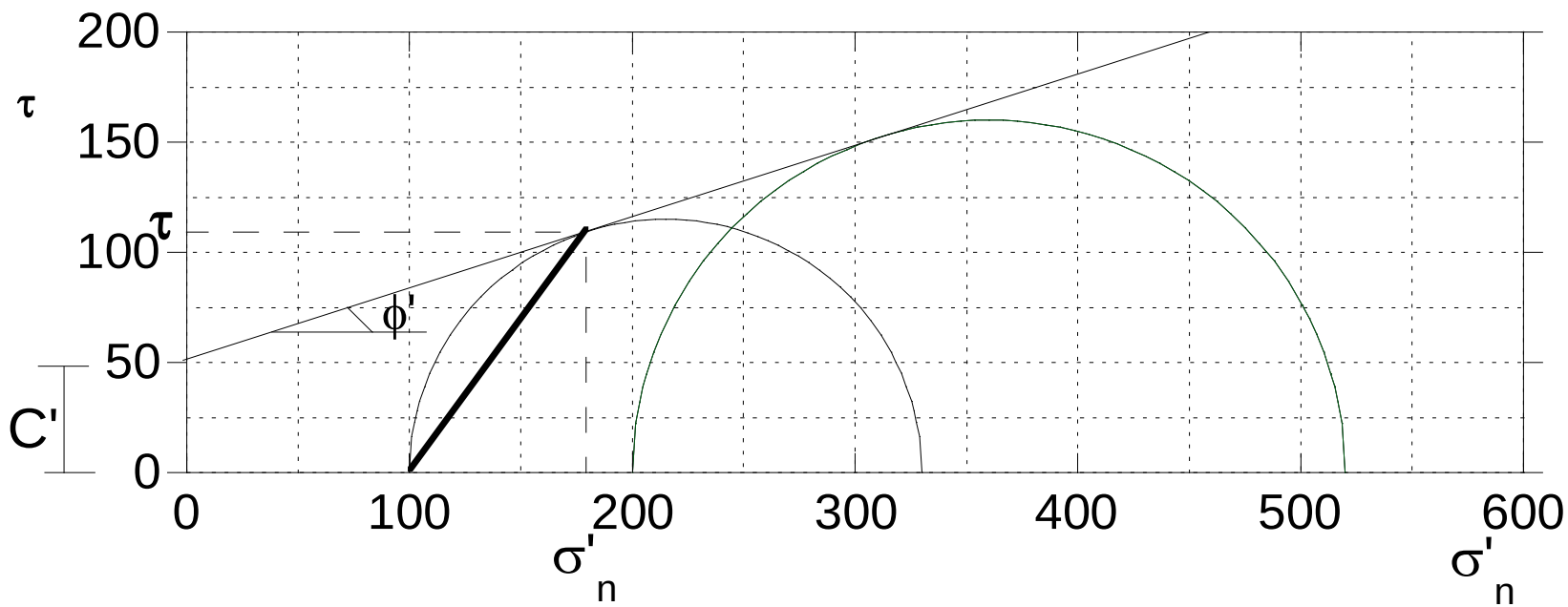
الحل

الطلب الأول

$$(\sigma_1-\sigma_3)_1 = 230\ kN/m^2 \Rightarrow (\sigma_1')_1 = 230+100 = 330\ kN/m^2$$

$$(\sigma_1-\sigma_3)_2 = 320\ kN/m^2 \Rightarrow (\sigma_1')_2 = 320+200 = 520 kN/m^2$$

σ_3(kN/m^2)	σ_1-σ_3(kN/m^2)	σ_1(kN/m^2)
100	230.0	330.0
200	320.0	520.0



$$C' = 51\, kN/m^2$$

$$\phi' \approx 18^\circ$$

$$\alpha_f = 45 + \frac{\phi}{2} = 45 + \frac{18}{2} = 54^\circ$$

$$\sigma_n = 179.5 kN/m^2$$

$$\tau = 109.4\ kN/m^2$$

مسألة 4

تم إجراء تجربتي قص ثلاثي المحاور CDعلى عينة تربة. أبعاد العينات (القطر=5 سم والارتفاع = 10 سم) وقد كانت نتائج التجربتين عند الانهيار كما هو مبين بالجدول. يطلب مايلي:

التجربة	$\sigma'_3(kN/m^2)$	القوة الشاقولية F(N)	الانتقال الشاقولي $\Delta H(mm)$	التغير الحجمي $\Delta V(cm^3)$
1	150	815	18.6	25
2	300	1315	25	37

يطلب تحديد بارامترات القص مع تفصيل كافةا لحسابات للتجربة الأولى

$$A_0 = \pi \frac{D_0^2}{4} = \pi \frac{5^2}{4} = 19.63\, cm^2$$

$$V_0 = A_0 * H_0 = 19.63 * 10 = 196.3 cm^3$$

$$A = A_0 \frac{1-\varepsilon_v}{1-\varepsilon_1}$$

$$\varepsilon_v = \frac{\Delta V}{V_0} = \frac{25}{196.3} = 0.1274$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta H}{H_0} = \frac{18.6}{100} = 0.186$$

$$A = 19.63 * \frac{1-0.1274}{1-0.186} = 21.04\, cm^2$$

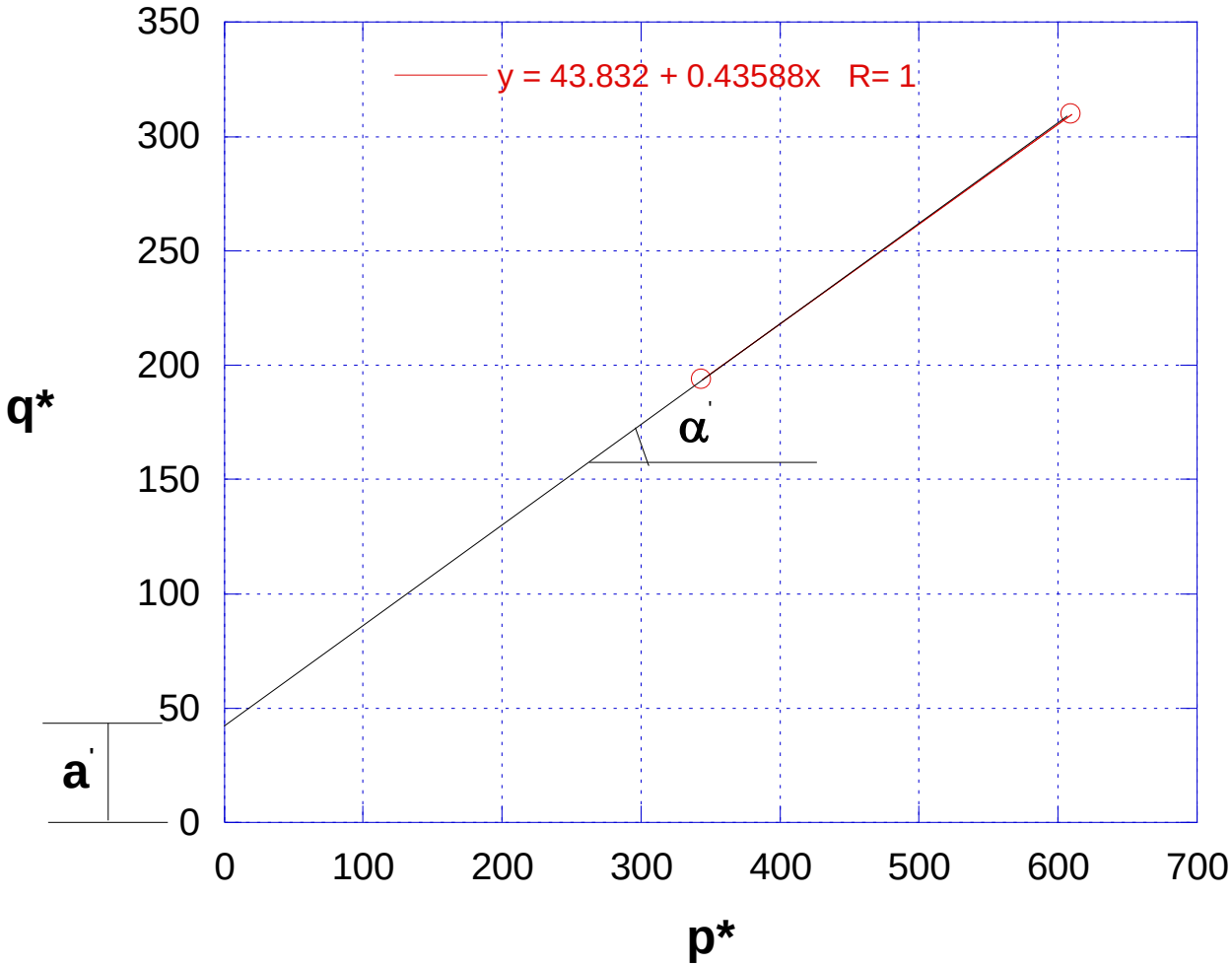
$$q = \sigma_1' - \sigma_3' = \frac{F}{A} = \frac{0.815}{21.04 * 10^{-4}} = 387.4\, kN/m^2$$

$$\sigma_1' = q + \sigma_3' = 387.4 + 150 = 537.4\ kN/m^2$$

$$p^{*\prime} = \frac{\sigma_1' + \sigma_3'}{2} = \frac{537.4 + 150}{2} = 343.7\ kN/m^2$$

$$q^* = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = 193.7 kN/m^2$$

ε_1	ε_v	A (cm^2)	$\sigma'_1 - \sigma'_3$ (kN/m^2)	σ'_1 (kN/m^2)	q*= $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$ (kN/m^2)	P*'= $(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ (kN/m^2)
0.186	0.1274	21.04	387.4	537.4	193.7	343.7
0.25	0.1885	21.24	619.1	919.1	309.6	609.6



$$\sin\phi' = \tan(\alpha') = 0.436 \Rightarrow \phi' = 26^\circ$$

$$a' = 43.8 kN/m^2 \Rightarrow C' = \frac{a'}{\cos\phi} = \frac{43.8}{\cos 26} = 48.7 kN/m^2$$

مسألة 5

تم إجراء ثلاث تجارب ضغط ثلاثي المحاور CU على عينة غضارية مشبعة وقد كانت النتائج عند الانهيار كالتالي :

التجربة	σ_3 (kN)	القوة الشاقولية Pz(N)	الانتقال الشاقولي ΔH(mm)	تغير الضغط المسامي Δu(kN/m^2)
1	100	371	10	40
2	200	580	12	95

إذا علمت أن أبعاد العينة المختبرة هي 50mm*100mm فيطلب ما يلي :

1- حساب الاجهادات الكلية والفعالة للتجارب الثلاث مع ذكر التفاصيل للتجربة 2 فقط

2-حساب عوامل القص الكلية والمصرفة للتربة

3-حساب الاجهادات المماسية والناظمية الفعالة على مستوي الانهيار للتجربة 1 فقط

التجربة	σ_3 (kN)	القوة الشاقولية Pz(N)	الانتقال الشاقولي ΔH(mm)	تغير الضغط المسامي Δu(kN/m²)
2	200	580	12	95

الحل

$$A_0 = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{\pi * 5^2}{4} = 19.64\, cm^2$$

من أجل التجربة 2

$$q = \sigma_1 - \sigma_3 = \frac{P_z}{A} \qquad A = \frac{A_0}{1-\varepsilon_1} \qquad \varepsilon_1 = \frac{\Delta H}{H_0}$$

$$\varepsilon_1 = \frac{12}{100} = 0.12$$

$$A = \frac{19.63}{1-0.12} = 22.31\, cm^2$$

$$q = \sigma_1 - \sigma_3 = \frac{580 * 10^{-3}}{22.31 * 10^{-4}} = 260\, kN/m^2 \Rightarrow \sigma_1 = 260 + 200 = 460\, kN/m^2$$

$$\sigma' = \sigma - \Delta u$$

$$\sigma_1' = 460 - 95 = 365\ kN/m^2$$

$$\sigma_3' = 200 - 95 = 105\ kN/m^2$$

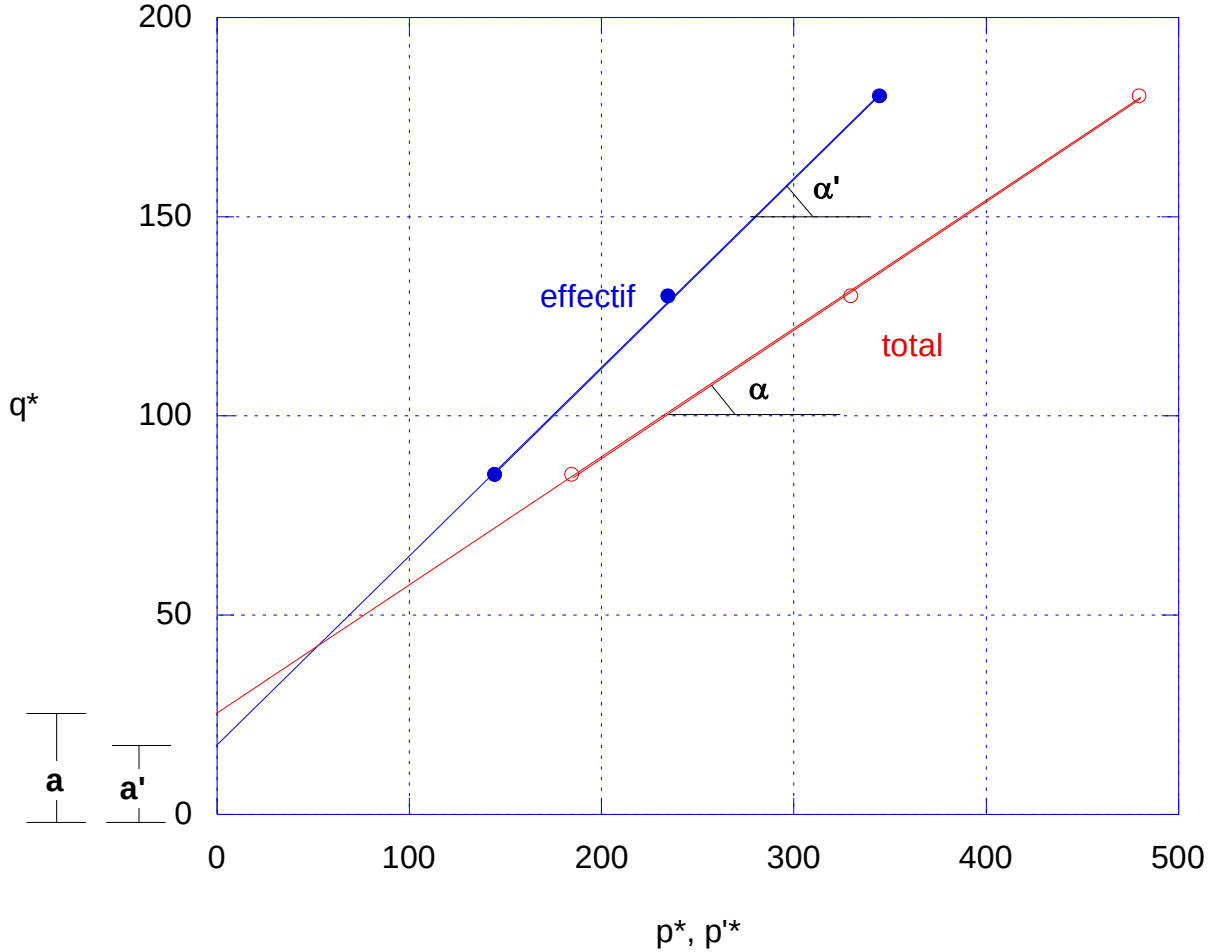
$$q^* = \frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{2} \qquad p^* = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \qquad p'^* = \frac{\sigma_1' + \sigma_3'}{2} = P^* - \Delta u$$

$$p^* = \frac{460 + 200}{2} = 330\ kN/m^2$$

$$q^* = \frac{460 - 200}{2} = 130\ kN/m^2$$

$$p'^* = p^* - \Delta u = 330 - 95 = 235\ kN/m^2$$

P'* kN/m²	q* kN/m²	P* kN/m²	σ'_3 kN/m²	σ'_1 kN/m²	σ_1 kN/m²	الدفياتور q kN/m²	A (cm²)	التجربة
145	85	185	60	230	270	170	21.82	1
235	130	330	105	365	460	260	22.31	2



$$\sin\phi' = Tan\ \alpha' = 0.474 \Rightarrow \phi' = 28.3^o$$

$$C' = \frac{a'}{\cos\phi'} = \frac{17}{\cos 28.3} = 19.3\ kN/m^2$$

$$\sin\phi = Tan\ \alpha = 0.322 \Rightarrow \phi = 18.8^o$$

$$C = \frac{a}{\cos\phi} = \frac{24.8}{\cos 18.8} = 26.2\ kN/m^2$$

الطلب الثالث

$$\alpha' = 45 + \frac{\phi'}{2} = 45 + \frac{28.3}{2} = 59.15^o$$ ميل مستوي الانهيار

$$\sigma_1' = 230\ kN/m^2 \qquad \sigma_3' = 60\ kN/m^2$$

$$\sigma_\alpha' = \frac{\sigma_1' + \sigma_3'}{2} + \frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{2}\cos 2\alpha' = \frac{230+60}{2} + \frac{230-60}{2}\cos(2*59.15) = 104.7\ kN/m^2$$

$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{2}\sin 2\alpha = \frac{230-60}{2}\sin(2*59.15) = 74.8 kN/m^2$$

مثال

أجريت تجربة الضغط ثلاثي المحاور المشددة والمصرفة CD على عينة رمل اسطوانية الشكل, أبعادها D=50mm H=100 mm , والاجهاد الجانبي المطبق $\sigma'_3 = 150\ kN/m^2$, وقد كانت النتائج كما هو مبين في الجدول التالي.
يطلب ما يلي :

1-حساب الدفياتور الأعظمي والحدي
2- احسب زاوية الاحتكاك العظمى وزاوية الاحتكاك الحدية وزاوية التوسع

الحل

	التغير الحجمي $\Delta V(mm^3)$	القوة الشاقولية Pz(N)	الانتقال الشاقولي $\Delta H(mm)$
الأعظمي	2700	604.3	3.2
الحدي	3700	480	15.5

$$A_0 = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{\pi * 5^2}{4} = 19.64\ cm^2$$

$$V_0 = A_0 * H = 19.64 * 10 = 196.4\ cm^3$$

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

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta H}{H_0} \qquad \varepsilon_v = \frac{\Delta V}{V_0}$$

$$\varepsilon_{1,p} = \frac{3.2}{100} = 0.032 \qquad \varepsilon_{v,p} = \frac{2.7}{196.3} = 0.0138$$

$$\varepsilon_{1,cs} = \frac{15.5}{100} = 0.155 \qquad \varepsilon_{v,cs} = \frac{3.7}{196.3} = 0.0188$$

$$A_{3.2} = \frac{196.3*(1-0.0138)}{(1-0.032)} = 20\ cm^2$$

$$A_{15.5} = \frac{196.3*(1-0.0188)}{(1-0.155)} = 22.8\ cm^2$$

$$q = \sigma_1' - \sigma_3' = \frac{p_z}{A}$$

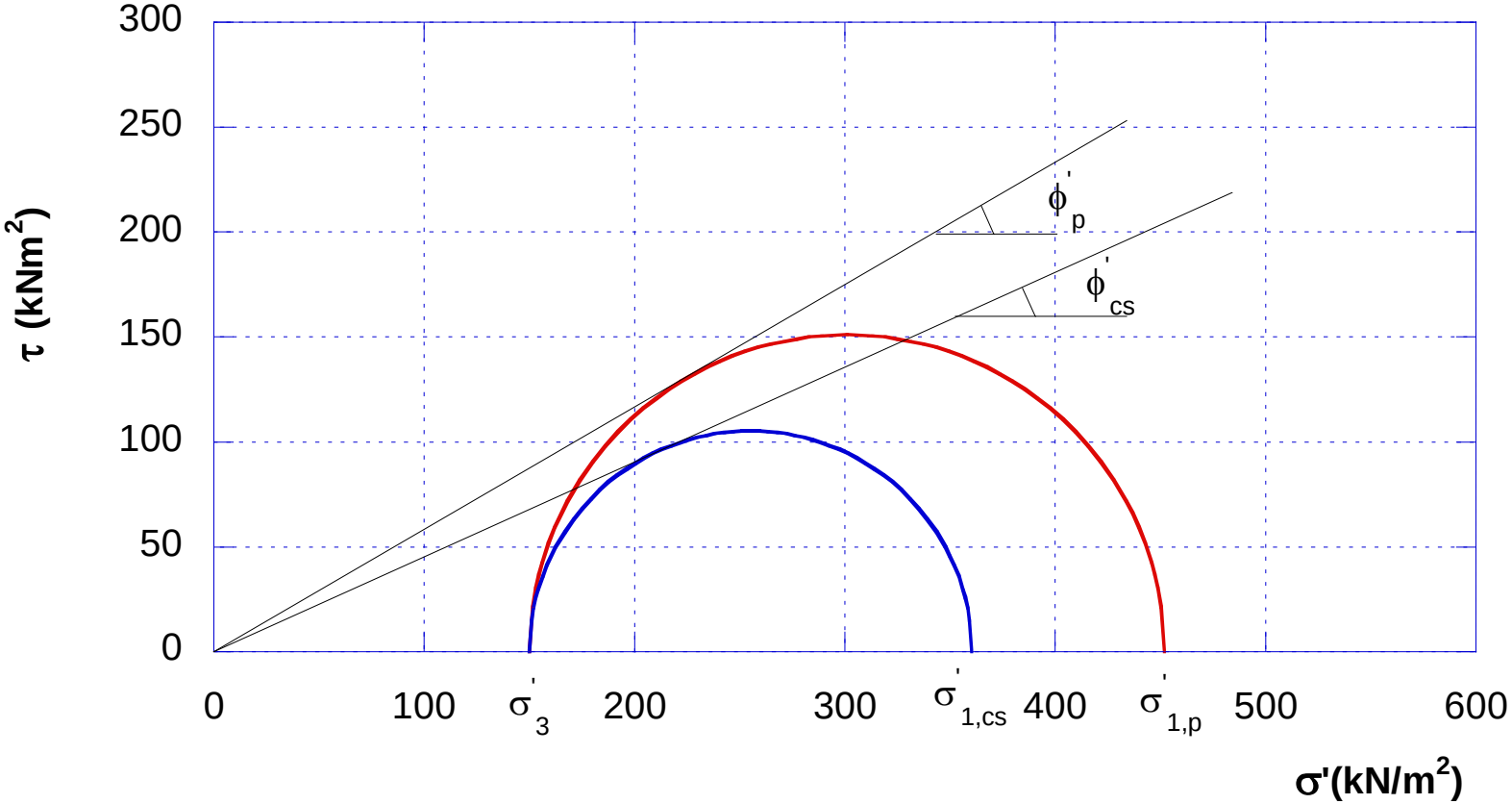
$$q_p = (\sigma_1' - \sigma_3')_p = \frac{604.3*10^{-3}}{20*10^{-4}} = 302.1\ kN/m^2$$

$$\Rightarrow \sigma_{1,p}' = 302.1 + 150 = 452.1\ kN/m^2$$

$$q_{cs} = (\sigma_1' - \sigma_3')_{cs} = \frac{480*10^{-3}}{22.8*10^{-4}} = 210.5\ kN/m^2$$

$$\Rightarrow \sigma_{1,cs}' = 210.5 + 150 = 360.5\ kN/m^2$$

σ'_3	$(\sigma'_1-\sigma'_3)_p$	$(\sigma'_1-\sigma'_3)_{cs}$	$\sigma'_{1,p}$	$\sigma'_{1,cs}$
150	302.1	210.5	452.1	360.5



$$\phi'_p = 30.2^o$$

$$\phi'_{cs} = 24.3^o$$

$$\alpha_p = \phi'_p - \phi'_{cs} = 30.2 - 24.3 = 5.9^o$$

σ'_3 (kN/m²)	$\sigma'_{1,p}$ (kN/m²)	$\sigma'_{1,cs}$ (kN/m²)
150	452.1	360.5

$$q^* = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2} \qquad p^* = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2}$$

$$q^*_p = \frac{452.1 - 150}{2} = 151.05\, kN/m^2$$

أعظمي

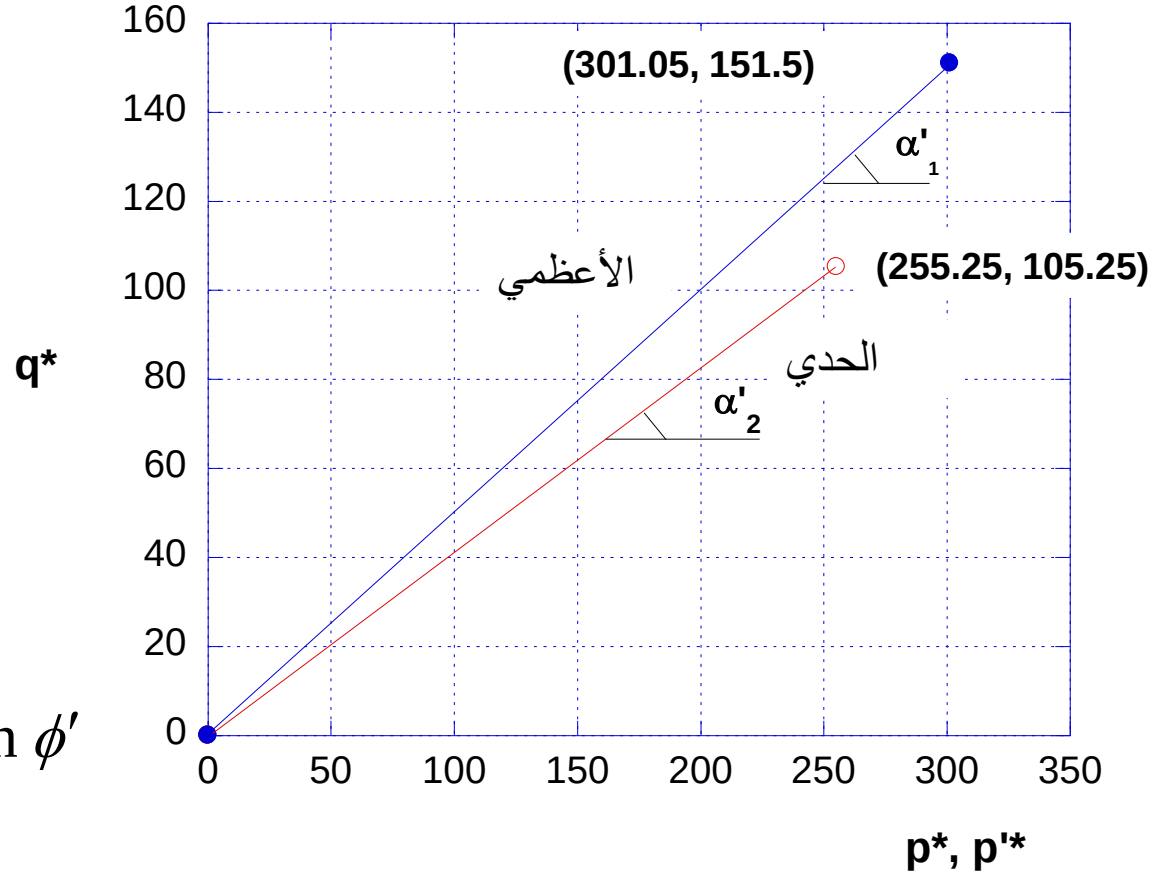
$$p'^*_p = \frac{452.1 + 150}{2} = 301.05\, kN/m^2$$

$$p^* = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2}$$

$$q^*_{cs} = \frac{360.5 - 150}{2} = 105.25 kN/m^2$$

حدي

$$p'^*_{cs} = \frac{360.5 + 150}{2} = 255.25 kN/m^2$$



$$Tan\,\alpha' = \frac{q^*}{p'^*} = \sin\phi'$$

$$Tan\,\alpha'_1 = \frac{151.5}{301.05} = 0.503 = \sin\phi'_p \Rightarrow \phi'_p = 30.2^o$$

$$Tan\,\alpha'_2 = \frac{105.25}{255.25} = 0.412 = \sin\phi'_{cs} \Rightarrow \phi'_{cs} = 24.3^o$$

$$\alpha_p = \phi'_p - \phi'_{cs} = 30.2 - 24.3 = 5.9^o$$