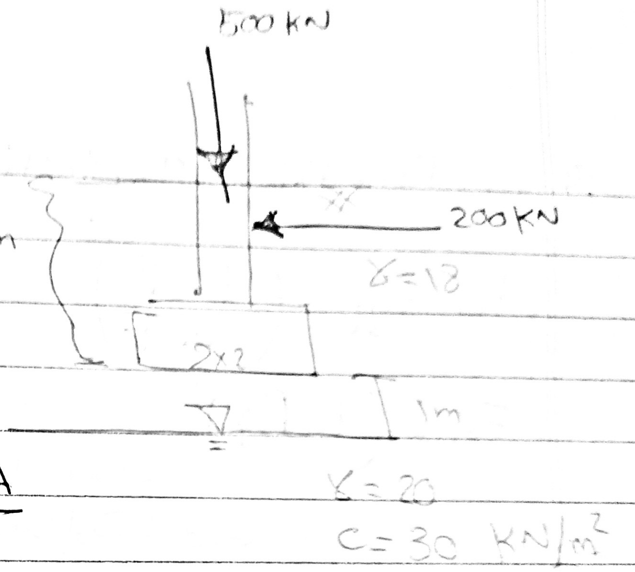
⇒ Example:

Check safety against Bearing capacity??

↳ Find F.S??



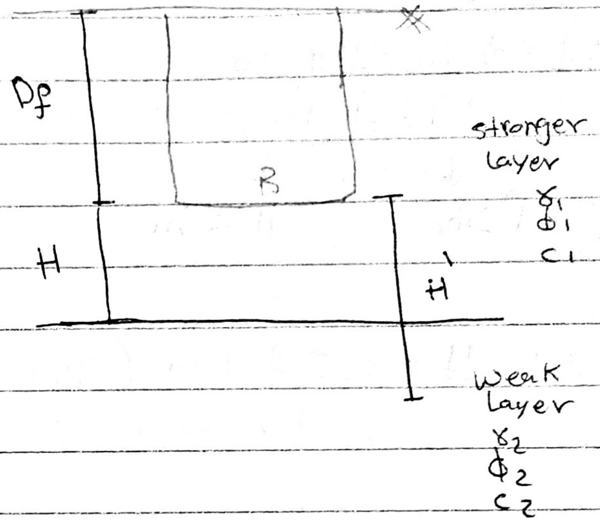
$$\Rightarrow F.S = \frac{Q_{ult}}{q_{all}} = \frac{q_{ult} \times A}{q_{all}} = \frac{q_{ult} \times A}{500}$$

⇒ q_{ult} ⇒ General Bearing Capacity Equation.

* Bearing Capacity of layered Soils:-

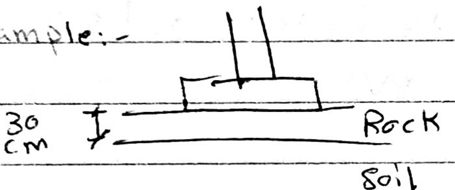
- Assume the foundation material is : (a) homogenous (c, ϕ, γ are constant)
  (b) Extend to a great depth.

* 1:- $H \leq B$



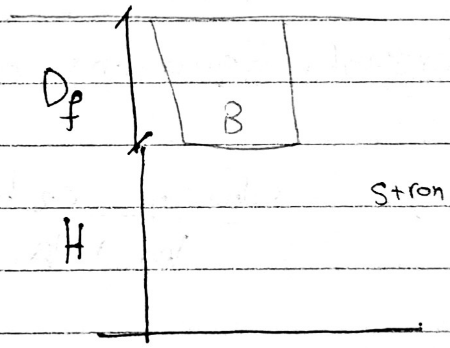
- stronger layer ⇒ Punchig Shear faniluare
- weaker layer ⇒ General Shear faniluare

- Example:-



لا نضع الفاوندشن على الصخر لأنه الصخر بيكسر

* 2: $H > B$



- failure In the top layer.

- H ⇒ المسافة بين قاعدة الفاوندشن ونهاية الطبقة
- H` ⇒ المسافة التي يحدث (يؤثر) عليها الفشل

⇒ IF $H' > H$ then the failure surface expected to exten to the bottom layer

اللي بنعوضها حتى نعرف الفشل بيتشكل أولاً في الأولى

$$H' = 0.5B \tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

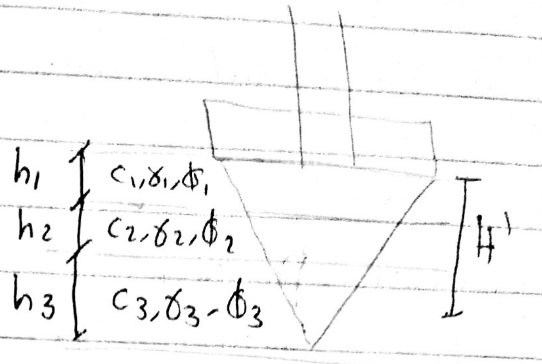
$$H' = 2B$$

نأخذ الأكبر

* Bowels procedure:

[1] Total thickness

$$H' < \begin{cases} 0.5B\tan\left(45+\frac{\phi}{2}\right) \\ 2B \end{cases}$$



هاي الخطوة بس لنحدد إذا الفيلير
سنجل أو ملتيل

↓ $H' > h_1$ ↓ $H' < h_1$

[2] Calculat $H = 0.5B\tan\left(45+\frac{\phi_v}{2}\right)$: solve By trial and Error

assume $\phi_v \Rightarrow H' \rightarrow$ check ϕ_v

[3] Convert the whole layer to one layer with C_{avg}, ϕ_{avg}, γ_{avg}.

[4] Use Terzaghi Equations or the General Equation.

$$\Rightarrow C_{avg} = \frac{c_1 h_1 + c_2 h_2 + \dots + c_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}$$

$$\Rightarrow \tan\phi_{avg} = \frac{h_1\tan\phi_1 + h_2\tan\phi_2 + \dots + h_n\tan\phi_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}$$

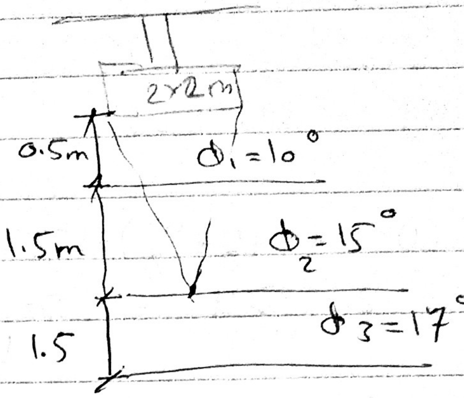
$$\Rightarrow \gamma_{avg} = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \dots + \gamma_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n}$$

• Example : (1) Check Multiple :-

$H' = 0.5(2) \tan(45 + \frac{10}{2}) = 1.19$

$h' = 2 \times 2 = 4 > h_1$

⇒ Multiple



* Assume $\phi_{avg} = 15°$

$\Rightarrow H' = 1.3\ m$

$\tan \phi_{avg} = \frac{0.5 \tan 10 + 0.8 \tan 15}{1.3}$

$\Rightarrow \phi_{avg} = 13.09°$ → نعيد لو نتا ماعن الفرض لذا نفرض

$\phi_{avg} = 13.09°$

$\Rightarrow H' = 0.5 B \tan(45 + \frac{13.09}{2}) = 1.26\ m$

⇐ نعيد ب γ_{avg} , C_{av} ⇐ نكمل ع المعادلات السابقة

* Special Cases :-

- أول إشي بنتأكد إذا الحالة عنا ما البتل

- نعيد بنتأكد إذا هي حالة خاصة، ونحل عليها وضوع كل ع أي إشي ثاني.

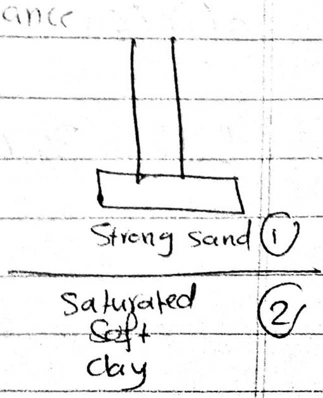
[1] Top layer ⇒ strong sand ⇒ بنعرف من ϕ للساند

bottom layer ⇒ Saturated soft clay ⇒ بنعرف من c للكلاي

$$\Rightarrow q_{ult} = \left(1 + 0.2\frac{B}{L}\right) 5.14\, C_2 + \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{B}{L}\right)\left(1 + \frac{2D_f}{H}\right) K_s \frac{\tan\phi_1}{B} + \gamma_1 D_f \le q_{top}$$

↓ q_{bot} ↓ Punching Shear resistance

$$\Rightarrow q_{top} = \gamma_1 D_f N_{q(1)} F_{qs(1)} + \frac{1}{2}\gamma B N_{\gamma_1} F_{\gamma s(1)}$$

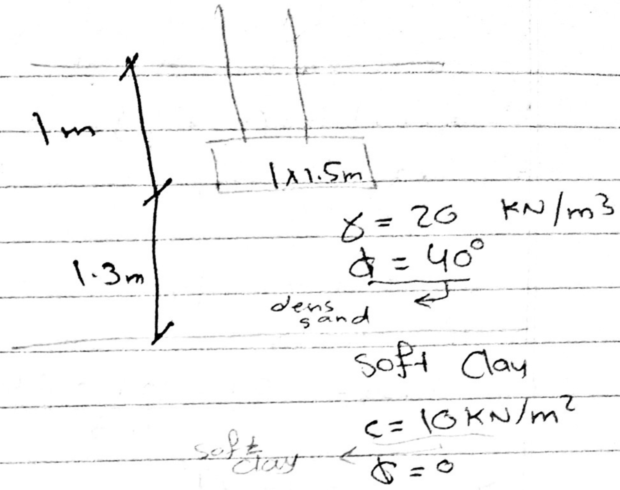


$$\Rightarrow K_s \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{5.14\, C_2}{0.5\, \gamma_1 B N_{\gamma(1)}}$$

Fig 3.21 من Ks بطلع من هاي

Example:

⇒ Find the gross Ultimate Bearing Capacity ?! :



$H' = 0.5\,(1)\,\tan\left(45+\frac{40}{2}\right) = 1.08\,m$

$H' = 2B = 2m > H'$ ⇒ so Multiple layer.

⇒ Speical Case:-

$\circ\; q_{ult} = \left(1+0.2\frac{B}{L}\right)5.14\,C_2 + \gamma_1 H^2\left(1+\frac{B}{L}\right)\left(1+\frac{2D_f}{H}\right)\frac{K_s \tan\phi_1}{B} + \gamma_1 D_f$

$\circ\; \frac{q_2}{q_1} = \frac{5.14(10)}{0.5(20)(1)(109.41)} = 0.05 \rightarrow K_s = 2.4$

$\circ\; q_{ult} = \left(1+\frac{0.2(1)}{1.5}\right)(5.11\times 10) + 20(1.3)^2\left(1+\frac{1}{1.5}\right)\left(1+\frac{2\times 1}{1.3}\right)(2.4)\frac{\tan 40}{1} + 20(1)$

$= 367\ KN/m$

$\circ\; q_{top} = \gamma_1 D_f N_{q_1} F_{qs(1)} + \frac{1}{2} B \gamma_1 N_{\gamma_1} F_{\gamma s(1)}$

$F_{qs(1)} = 1 + \frac{1}{1.5}\tan 40 = 1.56$

$F_{\gamma s(1)} = 1 - 0.4\left(\frac{1}{1.5}\right) = 0.73$

$q_{top} = 20(1)(64.2)(1.56) + \frac{1}{2}(1)(20)(109.41)(0.73) = 2800\ KN/m^2$

So $q_{ult} = 367\ KN/m^2$

لوما اثبتنا إنه Multip. ⟵ لكانت المساحة للقاعدة أكبر بكثير من المطلوبة مثلاً لو مقدارها 1000 kN مع FS=3

$\frac{q_{ult}}{3} = q_{all} \simeq 120 \Rightarrow A = \frac{1000}{120} \simeq 8m^2$

$\frac{q_{top}}{3} = q_{all} \simeq 900 \Rightarrow A = \frac{1900}{900} \simeq 1m^2$

مساحة صغيرة جداً بالنسبة للمساحة التي نحتاجها.

2. Top layer ⇒ Stronger Sand $(c_1 = c_2 = 0)$
bottom layer ⇒ Weaker Sand

- $q_{ult} = \underbrace{\gamma_1 (D_f + H) N_{q(2)} F_{qs(2)} + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_{\gamma(2)} F_{\gamma s(2)}}_{q_{bottom}} + \underbrace{\gamma_1 H^2 \left(1+\frac{B}{L}\right)\left(1+\frac{2D_f}{H}\right)\frac{K_s \tan\phi_1}{B}}_{q_{top}} - \gamma_1 H \le q_{top}$

- $q_{top} = \gamma_1 D_f N_{q(1)} F_{qs(1)} + \frac{1}{2} \gamma_1 B N_{\gamma(1)} F_{\gamma s(1)}$

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{\gamma_2 N_{\gamma(2)}}{\gamma_1 N_{\gamma(1)}}$$

K_s: punching shear coeff
$f(\phi)$, $f\left(\frac{q_2}{q_1}\right)$

3. Top layer ⇒ Stronger saturated clay $(\phi_1 = \phi_2 = 0)$
bottom layer ⇒ Weaker Saturated Clay

$$q_{ult} = \underbrace{\left(1+0.2\frac{B}{L}\right) 5.14\, c_2}_{q_{bottom}} + \underbrace{\left(1+\frac{B}{L}\right)\left(\frac{2 c_a H}{B}\right)}_{q_{top}} + \gamma_1 D_f \le q_t$$

$$q_{top} = \left(1+0.2\frac{B}{L}\right) 5.14\, c_1 + \gamma_1 D_f$$

- c_a: adhesion factor
  ↳ between two diff Materials. (concrete + Soil)

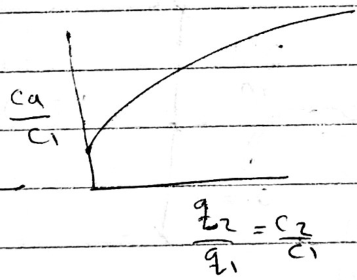


Fig 3.22 ← to determine c_a

- Cohesion ⇒ between Molecules of one material.

« في الحالات السابقة الطبقة السفلى تضعف الطبقة العلوية »

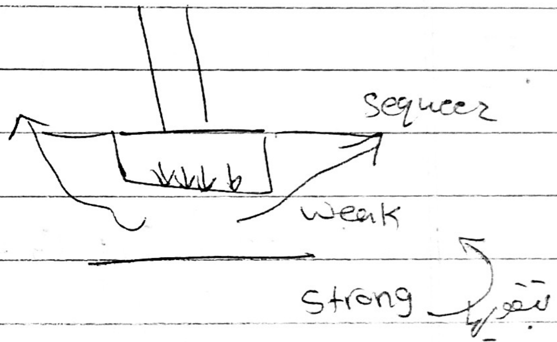
4) Top layer ⟹ weaker saturated clay
bottom layer ⟹ stronger saturated clay

$$q_{ult} = q_t + (q_b - q_t)\left(\frac{H^2}{B}\right)^2 \geq q_t$$

$$q_t = \left(1 + 0.2\frac{B}{L}\right) N_c C_1 + \gamma_1 D_f$$

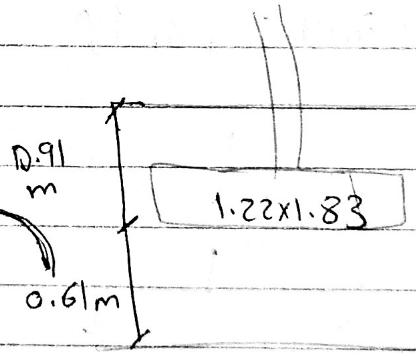
$$q_b = \left(1 + 0.2\frac{B}{L}\right) N_c C_2 + \gamma_2 D_f$$

<< لو واجهنا هاي الحالة عموقع العمل بنفضل نفاديها أو
نتزل للطبقة السفلى في حال
كان سمك الطبقة العلوية
قليل <<



في هاي الحالة عنا طبقتين
clay
اللي فوق أضعف
من اللي تحت ، إذا بحالة
case #4 ع

سماكة الطبقة اللي تحت الفاونديشن بتعطي مؤشر إذا عنا
Maltipel failure
or single failure



$\gamma = 17.3\ kN/m^3$
$\phi = 0$
$c = 57.5\ kN/m^2$
Sat

$\gamma = 19.7$
$\phi = 0$
$c = 120\ kN/m^2$