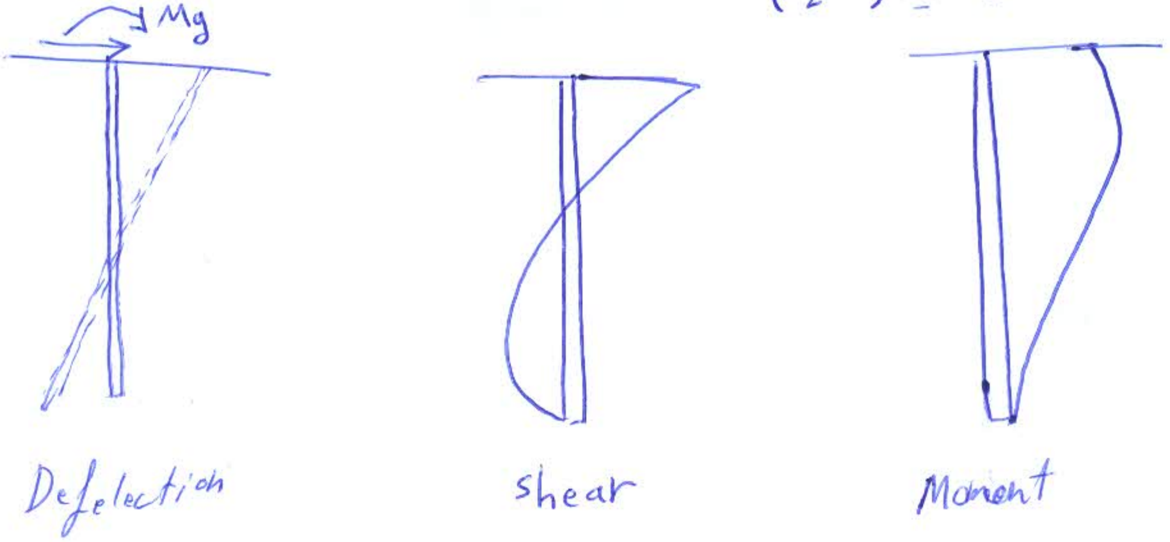
17/3/2019

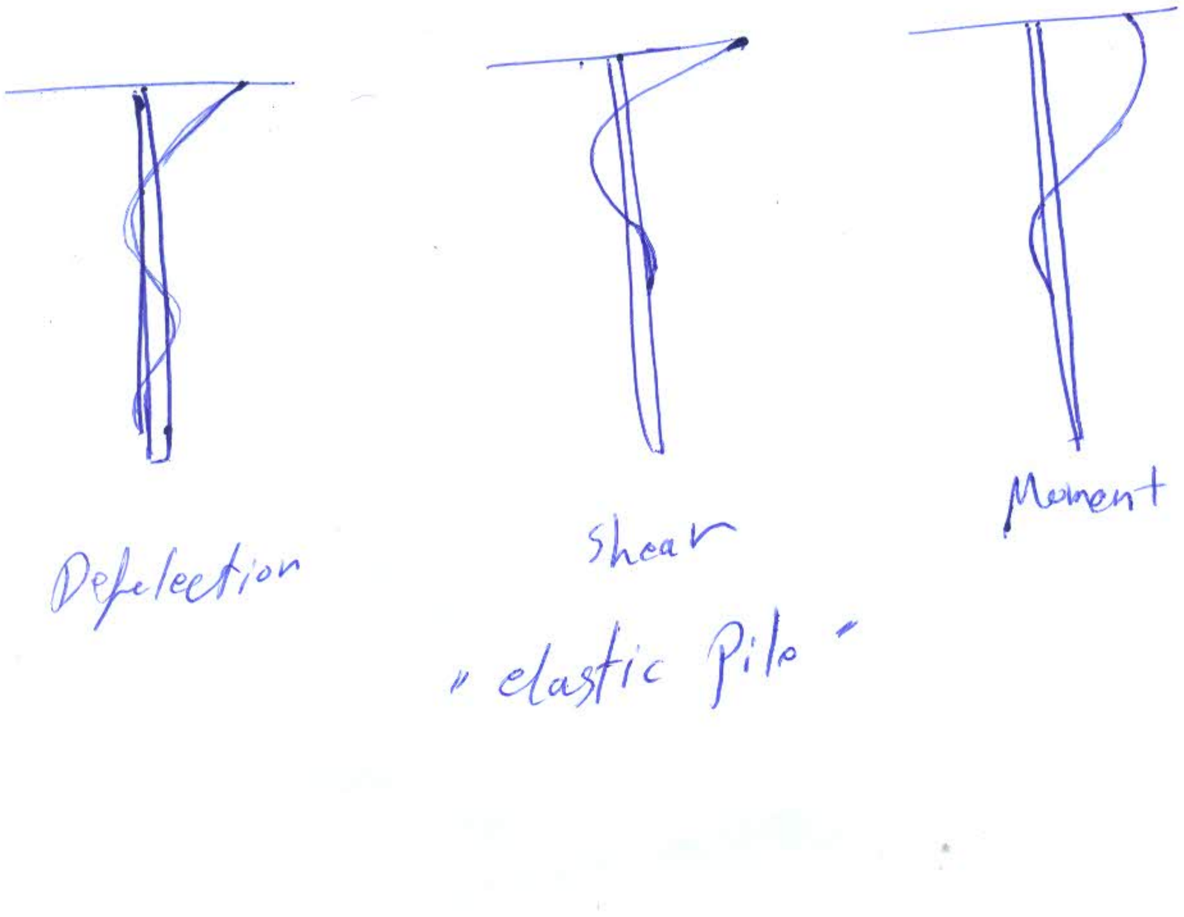
أوتاد شاقولية محمّلة جانبياً

أولاً ترب (مفككة) عضوية أو رملية

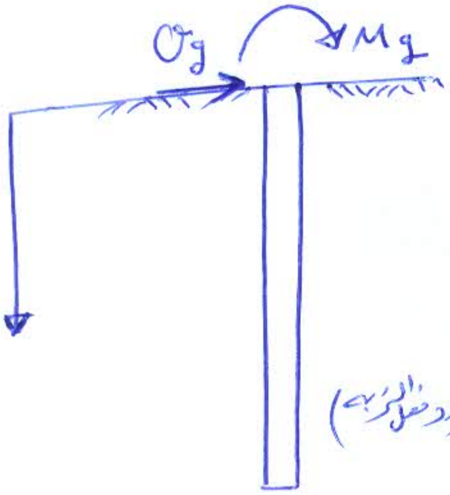
اذا فرضنا الوتد طوله L معرض لحمولة جانبية (أفقية) Q_g وعزم M_g عند سطح التربة حيث (Z=0)

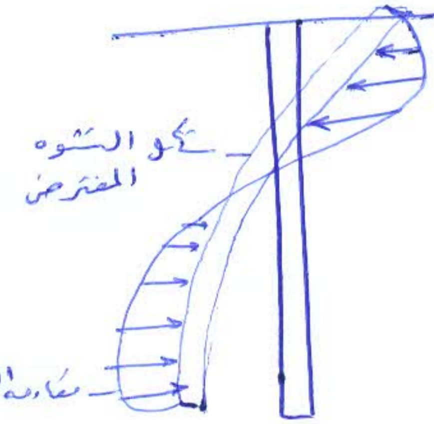


" rigid Pile "



" elastic Pile "





وتد محمل بحمل جانبي Q_g أفقية وعزم M_g عند سطح التربة

نلاحظ أن رد فعل التربة في اتجاه معاكس لتشوه الوتد !!
مقاومة التربة على وتد مسببة
من الحمولة الجانبية والعزم

أ- ترب مفككة Granular

استناداً إلى نظرية وينكلر (باعتبار الوسط مرن) (تربة في هذه الحالة)

نعوض عن التربة بسلسلة لا متناهية من نوابض مرنة مستقلة عن بعضها البعض ومتقاربة جداً ، مصطلح جديد

$$k = \frac{p'}{x} \quad \text{(معامل رد فعل التربة)}$$

k معامل رد فعل التربة - p' الضغط على التربة - x التشوه

استناداً إلى نظرية الجوائز المستندة على أساس مرن

E_p معامل يونغ لمادة الوتد

I_p عزم العطالة لمقطع الوتد

p' الضغط على التربة

$$E_p \cdot I_p \frac{d^4x}{dz^4} = p' \quad (1)$$

$$p' = -k \cdot x \quad (2)$$

رد فعل التربة في اتجاه معاكس لتشوه الوتد

من (1) و (2) ⟸

معادلة تفاضلية من الدرجة الرابعة

$$E_p \cdot I_p \cdot \frac{d^4x}{dz^4} + kx = 0$$

بحل المعادلة التفاضلية ينتج لدينا المعادلات التالية ، 5 معادلات

ويعرف $k^* = \frac{p'}{x}$; $k_z = n_h \cdot z$

k_z رد فعل الطابق الترابي من أجل تربة محصورة على المحور z

n_h ثابت المعامل لرد فعل الطابق الترابي الأفقي

$$P'_z(z) = A_{p'} \frac{O_g}{T} + B_{p'} \frac{M_g}{T^2} \quad (1)$$

[$P'_z(z)$] رد فعل التربة في أي عمق

$$V_z(z) = A_v\, O_g + B_v \frac{M_g}{T} \quad (2)$$

[$V_z(z)$] قوه القص للوتد عند أى عمق

$$M_z(z) = A_m\, O_g \cdot T + B_m \cdot M_g \quad (3)$$

[$M_z(z)$] العزم عند أي عمق للوتد

$$\theta_z(z) = A_\theta \frac{O_g \cdot T^2}{E_p I_p} + B_\theta \frac{M_g \cdot T}{E_p \cdot I_p} \quad (4)$$

الميل للوتد عند أي عمق [$\theta_z(z)$]

$$X_z(z) = A_x \frac{O_g \cdot T^3}{E_p \cdot I_p} + B_x \frac{M_g \cdot T^2}{E_p \cdot I_p} \quad (5)$$

[$X_z(z)$] تشوه الوتد عند أي عمق

حيث
$A_{p'}, B_{p'}, A_v, B_v, A_m, B_m, A_x, B_x, A_\theta, B_\theta$ ثوابت المعادلات التفاضلية وتعطى بالجداول المرفقة

$$T = \sqrt[5]{\frac{E_p \cdot I_p}{n_h}}$$

: T (الطول المميز لنظام الوتد التربة)

n_h هو ثابت المعامل رد فعل التربة الأفقي

$$n_h = \frac{K}{Z}$$

القيم النموذجية للمعامل n_h

n_h		طبيعة التربة
2200 - 1800	مخلخل	رمل جاف إلى رطب
7000 - 5000	متوسط	
18000 - 15000	كثيف	
1400 - 1000	مخلخل	رمل مغمور بالماء
4500 - 3500	متوسط	
12000 - 9000	كثيف	

ثانياً : الترب المتماسكة : أوتاد محصورة بترب متماسكة
بنفس الطريقة للترب الحصوية بدل T = R

$$X_{(z)}\, Z = A'_x \frac{Q_g R^3}{E_p I_p} + B'_x \frac{M_g \cdot R^2}{E_p \cdot I_p}$$

$$M_{(z)}\, Z = A'_m\, Q_g\, R + B'_m\, M_g \cdot$$

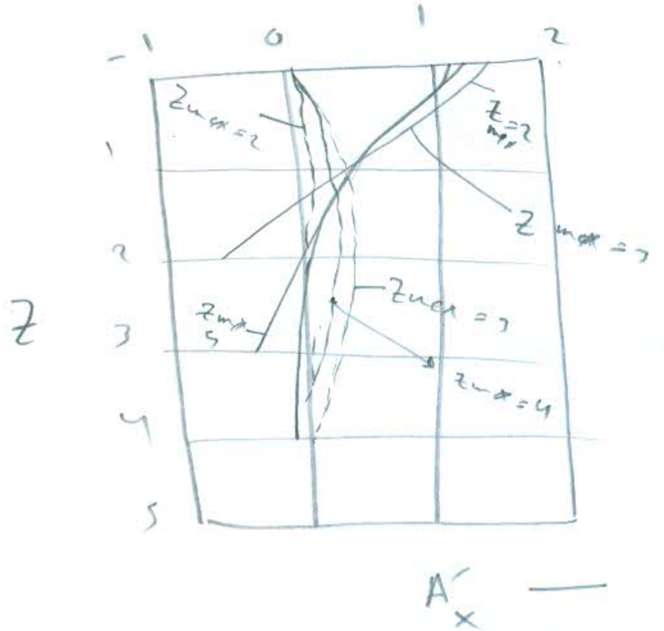
حيث A'_x , B'_x , A'_m , B'_m ثوابت حيث

الطول المميز $R = \sqrt[4]{\frac{E_p \cdot I_p}{k}}$

حيث $k = 0,65 \sqrt[12]{\frac{E_s D^4}{E_p \cdot I_p}} \frac{E_s}{1-\mu_s^2}$

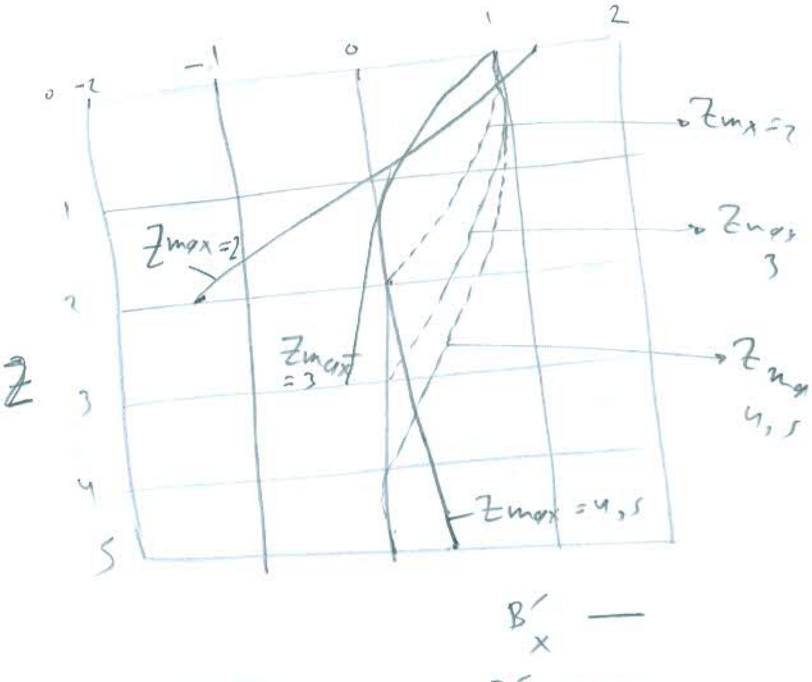
E_s معامل يونغ للتربة - D قطر الوتد (عرضه) - μ_s معامل بواسون

الثوابت A'_x , B'_x , B'_m , A'_m من خلال المخططات التالية



A'_x ———

A'_m - - -



B'_x ———

B'_m - - -

حيث $Z = \frac{z}{R}$ و $Z_{max} = \frac{L}{R}$

Uplift Resistance of Pile

مقاومة السحب للأوتاد

في حالات معينة تتعرض الأوتاد لقوى ساحبة نحو الأعلى (قوى شد) يمكن أن تنشأ عن الرياح وغيرها وخصوصاً لأبراج التحويل الكهربائية حسب ما الشكل التالي

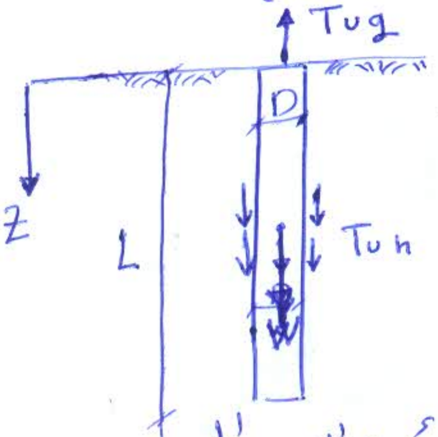
$$T_{insion\,ug} = T_{un\,net} + W$$

T_{ug} قدرة الرفع الحدية الإجمالية

T_{un} قدرة السحب الحدية الصافية

W : وزن الوتد (حسب مادته) [الوزن الفعال للوتد]

W وزن الوتد معروف حسب مادته



T_{un} قدرة الرفع الصافية

نلاحظ أن قدرة الرفع الحدية الصافية تتعلق بمقاومة الوتد الحدية للاحتكاك

ما هو الشيء الذي يمنع الوتد من الانتقال للأعلى: الاحتكاك مع التربة المحيطة به

لذلك يمكن بشيء من التبسيط اختصار المسألة إلى حساب مقاومة الاحتكاك [illegible]

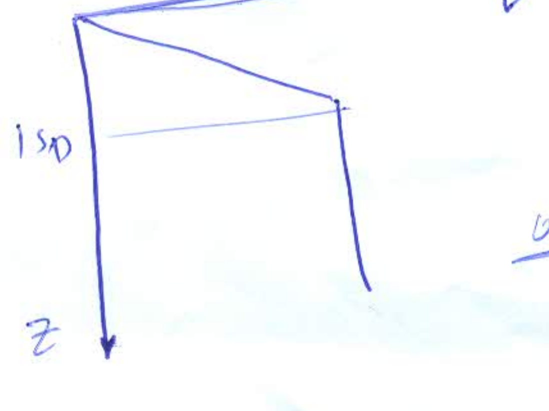
$$Q_s = \sum P \cdot \Delta L \cdot f_s$$

P محيط الوتد - ΔL طول الوتد - f_s المقاومة الاحتكاكية الواحدية

أولاً : مقاومة الاحتكاك في الرمل (معروف)

الرمل

$$f_s = K \sigma'_v \tan\delta$$



حصر رملي / احتكاك رمل

$$D_r = \left(\frac{e_{max} - e_{normal}}{e_{max} - e_{min}}\right) \times 100\%$$

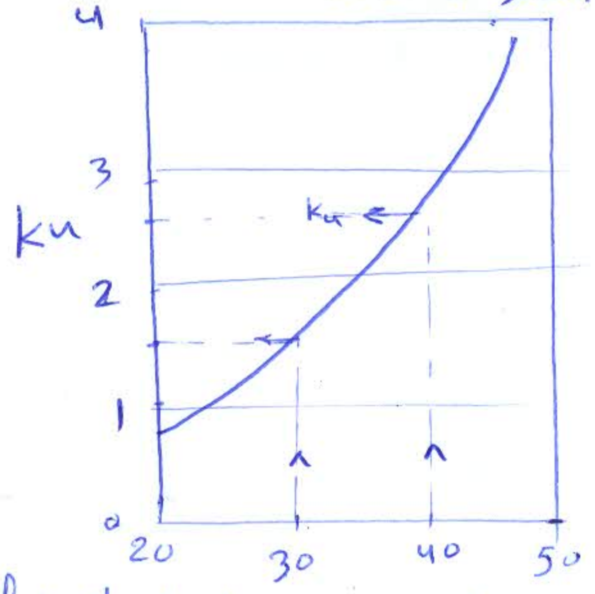
$0 < D < \frac{1}{3}$ ضعيف
$\frac{1}{3} < D < \frac{2}{3}$ متوسط
$\frac{2}{3} < D < 1$ جيد ثابت

$$f_u = K_u \cdot \sigma'_v \cdot \tan\delta$$

f_u احتكاك سطحي واحدي خلال الرمل

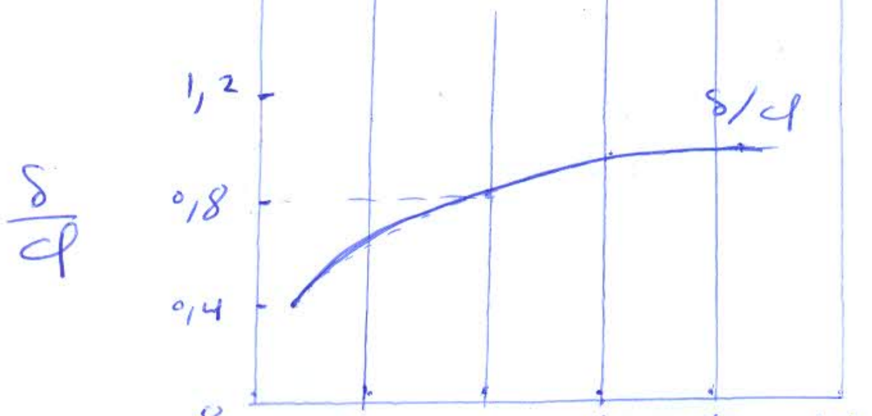
δ زاوية الاحتكاك بين الوتد والتربة

K_u معامل الرفع ويعطى من خلال الشكل ونلاحظ أنه ثابت لطبقة الرمل حسب زاوية احتكاك φ



زاوية الاحتكاك الداخلي للرمل φ

δ زاوية الاحتكاك بين الوتد والتربة تعطى بالشكل بدلالة الكثافة النسبية للرمل



الكثافة النسبية للتربة $D_r(\%)$

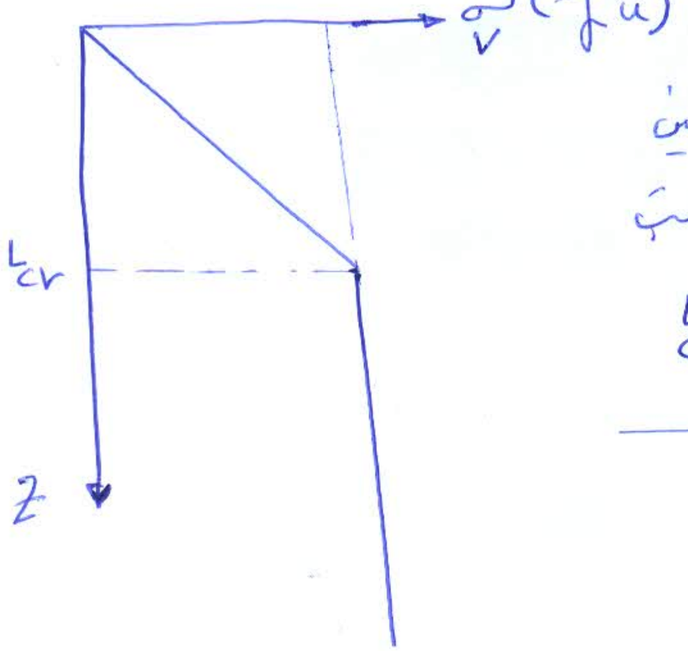
معطينا φ بدنا نطلع δ فمثلاً $\varphi = 30°$ ⇐ وكثافة نسبية 40% ⇐

$D_r = 20\%$ $\frac{\delta}{\varphi} = 0,60$

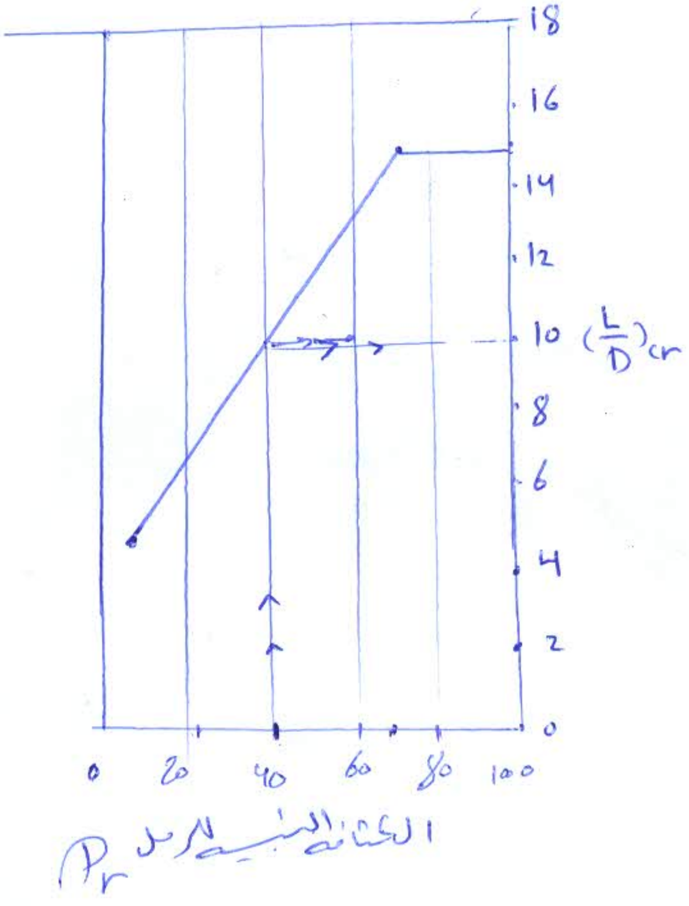
$D_r = 40\%$ $\frac{\delta}{\varphi} = 0,8$

$$\frac{\delta}{\varphi} = 0,8 \Rightarrow \frac{\delta}{30} = 0,8 \Rightarrow \boxed{\delta = 24°}$$

بقي حساب σ'_v عند عمق يوجد قيمة حدية له L_{cr}



نلاحظ أن σ'_v يزداد لحد معين
قيمة حدية L_{cr} ثم يصبح ثابت
مع العمق وهاي قيمة L_{cr}



مثلاً : $D_r = 40$ نجد $(\frac{L}{D})_{cr} = 10$

بفرض $D = 90$ cm ⇐

$$(\frac{L}{D})_{cr} = 10 \Rightarrow \frac{L}{0,9} = 10$$

$$L_{cr} = 9 \text{ m}$$

$$f_u = K_u \cdot \sigma'_v \cdot \tan\delta$$

حالة (1)

اذا كان طول الوتد أقل أو يساوي L_{cr}

$$T_{un} = P\int_0^L f_u \cdot dz = P\int_0^L (\sigma'_v \cdot K_u \cdot \tan\delta)\, dz$$

في التربة الجافة صبة $\sigma'_v = \gamma z$; γ الوزن الحجمي للتربة

$$T_{un} = P\int_0^L (\sigma'_v \cdot K_u \cdot \tan\delta)\, dz = P\int_0^L (\gamma \cdot z \cdot K_u \cdot \tan\delta)\, dz$$

$$= \frac{1}{2} P \cdot \gamma \cdot L^2\, K_u \cdot \tan\delta$$

حالة (2)

اذا كان طول الوتد أكبر من الطول الحرج L_{cr}

$$T_{un} = P\int_0^L f_u \cdot dz = P\left[\int_0^{L_{cr}} f_u\, dz + \int_{L_{cr}}^{L} f_u \cdot dz\right]$$

$$= P\left\{\int_0^{L_{cr}} (\sigma'_v \cdot K_u \cdot \tan\delta)\, dz + \int_{L_{cr}}^{L} (\sigma'_{v\,(at\ z = L_{cr})} \cdot K_u \cdot \tan\delta)\, dz\right\}$$

$$T_{un} = \frac{1}{2} P \cdot \gamma \cdot L_{cr}^2\, K_u \tan\delta + P \cdot \gamma \cdot L_{cr}\, K_u \tan\delta\, (L - L_{cr})$$

$$T_{u(all)} = \frac{T_{ug}}{F_s}$$ حمولة الرفع المسموحة

F_s $(2 \rightarrow 3)$

ويؤخذ عادة 2

قوه السحب

ثانياً **العقار**

cu معامل التماسك غير المصرف للعقار

دُرست من قبل العالم داس <u>1982</u>

$$T_{un} = L \cdot P \cdot \alpha' \cdot c_u$$

تشبه طريقة α لحساب مقاومة الاحتكاك السطحية الواحدة الجدار ونعوض α حيث $f_c = \alpha \cdot c_u$ هنا $f'_c = \alpha' \cdot c_u$

L طول الوتد المطمور بالتربة – P محيط الوتد

أصبح العلاقة تقدير قيمة α' بدلالة cu مثل الاحتكاك:

$\alpha' = 0,9 - 0,00625 c_u \Leftarrow c_u \leq 80\ kPa$

$\alpha' = 0,4 \Leftarrow c_u > 80\ kPa$ دوماً

مثلاً $80 = c_u \Rightarrow \alpha' = 0,9 - 0,5 = 0,4$

مثلاً $70 = c_u \Rightarrow \alpha' = 0,46$

مثلاً $50 = c_u \Rightarrow \alpha' = 0,587$