10/3/2019

"الاحتكاك السلبي"
Negative skin friction

هناك ثلاث حالات مختلفة لتشكل ظاهرة الاحتكاك السلبي على محيط الوتد

وهي قوة شد الوتد نحو الأسفل بمايعاكس قوى الاحتكاك الناجمة عن التربة حول محيط الوتد وتعمل قوة الاحتكاك السلبي على تخفيض قدرة تحمل الوتد بشكل كبير

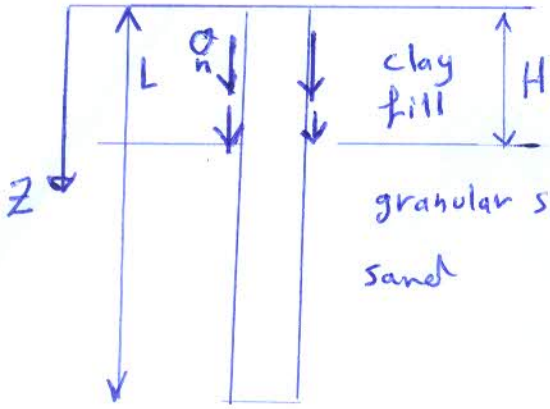
ويمكن تلخيص حالات تشكل ظاهرة الاحتكاك السلبي د

١- ردم تربة غضارية طرية فوق تربة صلبة خشنة توضع ع الوتد
أن الردم الغضاري سوف يتعرض لهبوط ويتشكل تدريجي وتتشكل نتيجة ذلك قوى تسحب الوتد للأسفل خلال زمن التصلب تسمى هذه القوى قوى احتكاك السلبي وجهتها نحو الأسفل

٢- ردم تربة صلبة فوق تربة غضارية طرية سوف يؤدي إلى بدء بعملية تصلب وانضغاط الطبقة الغضارية الطري مما يؤدي لتشكل قوة تسحب الوتد للأسفل وهي قوة الاحتكاك السلبي المتشكلة الطبقة الغضارية.

٣- ان انخفاض منسوب المياه الجوفية باتجاه الأسفل يؤدي لزيادة الاجهاد الفعال مما يؤدي لزيادة هبوط الانضغاطي للتربة الغضارية حول الوتد مما يؤدي لشد الوتد نحو الأسفل

case I : clay Fill over Granular Soil



في طريقة β

$Q_s = P \cdot L \cdot f_c$

$f_c = \beta \cdot \bar{\sigma}_v$

f_c مقاومة الجانبية للوحدة

$\bar{\sigma}_v$ الاجهاد الفعال عند أي عمق Z

friction remolded sample ϕ_R : $\beta = k \tan \phi_R$

$k = k_o = 1 - \sin \phi_R$ (Nc)

$k = (1 - \sin \phi_R) \sqrt{OCR}$ (oc)

negative skin friction Q_n حساب

~~$Q_n = f_n \cdot \bar{\sigma}_o$~~

$Q_n = P \cdot z \, f_n$:

$f_n = k' \bar{\sigma}_o \tan \delta'$

k' = earth pressure coefficient $= k_o = 1 - \sin \phi'$

$\bar{\sigma}_o$ vertical effective stress at any depth $z = \gamma'_f z$

γ'_f effectiv unit weight of fill

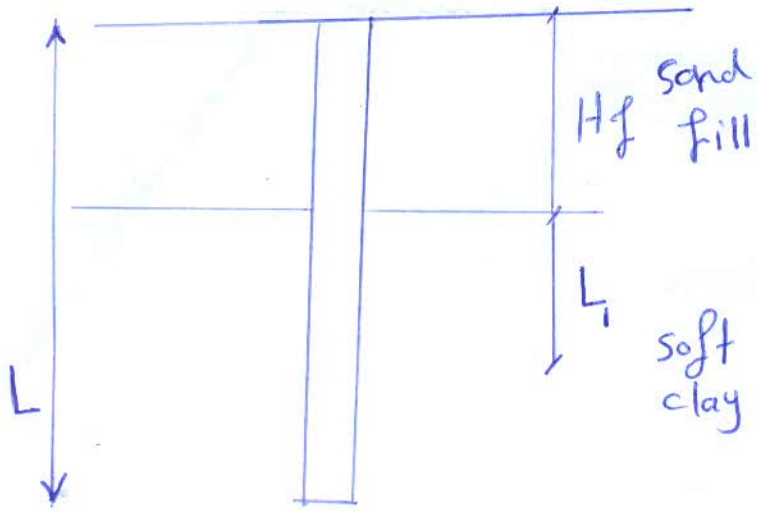
δ' soil - pile friction angle $\approx 0{,}5 - 0{,}8\, \phi'$

$$Q_{negative} = \int_0^{H_f} P k' \gamma'_f z \tan \delta' \, dz = \int_0^{H_f} (P k' \gamma'_f \tan \delta') z \, dz$$

$$Q_n = \frac{1}{2} P k' \gamma'_f \tan \delta' H_f^2$$

Case II

Granular soil Fill over clay



$$L_1 = \frac{L - H_f}{L_1}\left[\frac{L - H_f}{2} + \frac{\gamma'_f \cdot H_f}{\gamma'}\right] - \frac{2\gamma'_f H_f}{\gamma'}$$

حيث: L_1: neutral depth (العمق المحايد)

γ'_f effective unit weight of the fill

γ' : . . . . clay

يمكن توضيح أن $L_1 = L - H_f$ عندما يكون العمق المحايد عند القاع

$$k' = k_0 = 1 - \sin\varphi'$$

$$f_n = k' \sigma'_0 \tan\delta' \quad ; \quad \sigma'_0 = \gamma'_f H_f + \gamma' \cdot z$$

$$\delta' = (0.5 - 0.7)\varphi'$$

$$Q_n = \int_0^{L_1} P f_n \, dz = \int_0^{L_1} P k' (\gamma_f H_f + \gamma' z) \cdot \tan\delta' \cdot dz$$

negative

$$Q_n = (P k' \gamma_f H_f \tan\delta')L_1 + P k' \gamma' \tan\delta' \cdot \frac{L_1^2}{2}$$

مناقشة

يمكن التخلص من ظاهرة الاهتزاز السلبي
إذا وضعنا الوتر المدعوك بمواد اسفلتيه نضع بذلك
حمل الوتر تنزلق داخل الرنين القضباني العازل لسوله ويكون
الاهتزاز من الرنين والوتر بأصغر ما يمكن عندها تكون القوى
المسببة الاهتزاز السلبية مصدره حول الوتر وتدهن
المنطقة الملوثة تزال الاهتزاز السلبي عندها من حول
الوتر الكلي .

Pile-Driving Formula

١- يمكن الوصول إلى قدرة تحمل الوتد الحدية الكلية يجب أن يخترق رأس الوتد طبقات التربة الكثيفة أو القاسية أو يرتكز على طبقة صخرية تتميز بقساوة، كما يمكن أن تخترق هذه الطبقة بعمق حوالي (3D ، D) قطر الوتد

٢- لا يمكن أن نحقق هذا الشرط دائماً لأن مقطع التربة متغيرة حسن موقع المشروع ذاته بينما الأوتاد المدقوقة لها طول ثابت لذلك لا يمكن أن يتحقق هذا الشرط دائماً من أجل الأوتاد المدقوقة إلى عمق محدد

٣- لذلك لابد من إيجاد آلية لتقييم قدرة تحمل الوتد من خلال عمليات الدق للوتد أثناء إدخاله بالتربة

٤- من أهم أنواع هذه المعادلات هي المعادلات الديناميكية التي تستخدم بشكل واسع في المشاريع الهندسية لتحديد حمولة الوتد عند العمق المحدد.

٥- أهم هذه المعادلات هي (الأخبار الهندسية) Engineering News (EN)
اشتقت هذه المعادلات على مبدأ نظرية عمل - طاقة:

القدرة (الطاقة) المنقولة من المطرقة بكل ضربة (دقة) = مقاومة الوتد × الاختراق بكل ضربة للمطرقة

لذلك يمكن التعبير عن الحمولة الحدية Q_u

$$Q_u = \frac{W_R \cdot h}{S + C}$$

W_R: وزن المطرقة - h ارتفاع السقوط

S : القيمة الوسطية لاختراق الوتد عند ضربات الدق الأخيرة.

C ثابت حسب نوع المطرقة $C = 2,54\ cm$ مطرقة سقوط حر
$C = 0,254\ cm$ = مطرقة بخارية

يمكن أن نوضح عن الحد $W_R \cdot h$ بالحد $E H_E$

حيث E مقاومة المطرقة و H_E تقييم طاقة المطرقة

$$\sigma_u = \frac{E H_E}{S + C}$$

ثم تعديل هذه المعادلة عدة مرات عبر السنين وثم اقتراح معادلات أخرى أكثر واقعية من خلال التجارب المنفذة من الأوتاد

١ -

Modified EN formula

$$\sigma_u = \frac{E W_R h}{S + C} \cdot \frac{W_R + h^2 W_P}{W_R + W_P}$$

W_P وزن الوتد - h عامل ارتداد بين المكبس ومقدمة الوتد (ليس له وحدة)

ويؤخذ حسب آلية الدق

مطرقة حديدية تدق وتد بيتوني بدون غطاء لرأس الوتد $h = (0,4 - 0,5)$

" " " " " " $h = (0,3 - 0,4)$ خشبية

" " " " " " $h = (0,3 - 0,25)$

نوع المطرقة

مطرقة ساقطة (سقوط حر) ⇐ E مقاومة المطرقة $(0,7 - 0,85)$

مطرقة ديزل ⇐ E $(0,9 - 0,8)$

مطرقة أحادية الأثر ⇐ E $(0,85 - 0,7)$

٢ -

Michigan State Highway

$$\sigma_u = \frac{1,25\ E H_E}{S + C} \cdot \frac{W_R + h^2 W_P}{W_R + W_P}$$

٣ - الدانماركية وتعطى تبعاً لمعادلة

Danish formula

$$\sigma_u = \frac{E H_E}{S + \sqrt{\frac{E H_E \cdot L}{2 E_P \cdot A_P}}}$$

E_P عامل يوقع للوتد

A_P مساحة مقطع عرضي للوتد

L طول الوتد

٤- علاقة جانبو

Jambu's formula

$$Q_u = \frac{EHE}{K_u \cdot S} \quad : \quad K_u = C_d \left(1 + \sqrt{1 + \frac{\lambda'}{C_d}}\right)$$

$$C_d = 0{,}75 + 0{,}15 \left(\frac{W_p}{W_R}\right)$$

$$\lambda' = \frac{EH_E \cdot L}{A_p \cdot E_p \cdot S^2}$$

تقترح اعتماد عامل أمان $[F_s = 4]$ للعلاقات السابقة 1- 2- 3- 4

مثال :