

FILIERE : Génie Civil

SPECIALITE : Master Géotechnique (S2)

COURS : Rhéologie des sols

EPREUVE DE FIN DE SEMESTRE

(Date : 15/05/2024 - Durée : 1 heure 30)

Ex. 1 (10 points) Les résultats d'une série d'essais triaxiaux de type CID réalisés sur un sol sableux d'angle de frottement interne effectif $\varphi' = 30^\circ$ sont présentés dans le tableau ci-après, où E_i désigne le module tangent initial et $(\sigma_1 - \sigma_3)_{ult}$ le déviateur de contraintes ultime.

Essai	1	2	3
σ_3 (kPa)	50	100	200
E_i (MPa)	25.000	100.000	400.000
$(\sigma_1 - \sigma_3)_{ult}$ (kPa)	125	250	500

- 1.1 Calculer pour chaque essai le déviateur de contraintes à la rupture $(\sigma_1 - \sigma_3)_{rup}$ satisfaisant au critère rupture de type Mohr-Coulomb, puis déduire les valeurs du paramètre R_f correspondantes.
- 1.2 Déterminer les valeurs des paramètres K_h et n pour le modèle de Duncan et Chang (1970). Prendre $p_a = 100$ kPa.

Ex. 2 (10 points) Soit le tenseur de contraintes appliqué en un point d'un massif argileux :

$$\bar{\sigma} = \begin{pmatrix} -k & 0 & -k \\ 0 & 2k & 0 \\ -k & 0 & -k \end{pmatrix}, \quad \text{où } k \geq 0 \text{ (Paramètre de chargement).}$$

- 2.1 Quelle est la particularité de ce tenseur ? Justifier la réponse donnée.
- 2.2 Déterminer les contraintes principales $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$ correspondantes, puis déduire le type de sollicitation correspondante.
- 2.3 Déterminer les valeurs de k satisfaisant aux deux critères de plasticité suivants :

- Critère de Tresca : $\text{Sup}\{|\sigma_1 - \sigma_2| ; |\sigma_2 - \sigma_3| ; |\sigma_3 - \sigma_1|\} \leq 2c_u$
- Critère de von Mises : $\sqrt{J_2} \leq \frac{2}{\sqrt{3}}c_u \quad | \quad J_2 = \frac{1}{2}\text{Tr}(\bar{s}^2) = -(s_1s_2 + s_2s_3 + s_3s_1)$

où c_u désigne la cohésion non drainée du sol et J_2 le 2^{ème} invariant du tenseur des contraintes déviatoriques $\bar{s}$.

Commenter ensuite les résultats trouvés.

N.B. Seules les notes de cours sont autorisées. Ecrire les réponses directement au verso de cette feuille.

Bonne chance

Prof. Mohamed Khemissa

EFS - Rhéologie des sols (15/05/2024)

Corrigé type

Ex. 1

1.1 Déviateur de contraintes à la rupture $(\sigma_1 - \sigma_3)_{rup}$ et paramètre R_f correspondant

Essai	1	2	3	
σ_3 (kPa)	50	100	200	
$(\sigma_1 - \sigma_3)_{ult}$ (kPa)	125	250	500	
$(\sigma_1 - \sigma_3)_{rup}$ (kPa)	100	200	400	(#1.5)
R_f	0.8	0.8	0.8	(#1.5)

1.2 Valeur de K_h et n pour le modèle de Duncan et Chang (1970)

N°	σ_3 (kPa)	E_i (kPa)	σ_3/p_a	E_i/p_a	$\log(\sigma_3/p_a)$	$\log(E_i/p_a)$	
1	50	25000	0.50	250.00	-0.301	2.398	(#1)
2	100	100000	1.00	1000.00	0.000	3.000	(#1)
3	200	400000	2.00	4000.00	0.301	3.602	(#1)

$$K_h = 1000 \quad (\#2)$$

$$n = 2 \quad (\#2)$$

Ex. 2

2.1 Particularité du tenseur $\bar{\sigma}$: Tenseur déviatorique

Justification : $Tr(\bar{\sigma}) = \sigma_{ii} = \sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33} = k - 2k + k = 0 \quad (\#1)$

2.2 Contraintes principales :

$$\sigma_1 = +2k \quad (\#1)$$

$$\sigma_2 = 0 \quad (\#1)$$

$$\sigma_3 = -2k \quad (\#1)$$

Commentaire : $\sigma_1 + \sigma_3 = 0$ et $\sigma_2 = 0 \Rightarrow$ Cisaillement pur $(\#1)$

2.3 Valeur de k satisfaisant à chacun des deux critères de plasticité suivants :

a. Critère de Tresca : $k = \frac{1}{2}c_u \quad (\#2)$

b. Critère de von Mises : $k = \frac{\sqrt{3}}{3}c_u \quad (\#2)$

Commentaire : $k_{Tresca} = \frac{1}{2}c_u \leq k_{von Mises} = \frac{\sqrt{3}}{3}c_u$

$\Rightarrow$ Le critère de Tresca est donc plus restrictif que celui de von Mises $(\#1)$