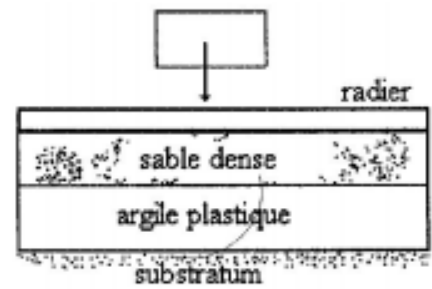


Fiche TD N°02

Exercice n°1 :

Un radier de grandes dimensions, caractérisé par un module de 35000 MPa et une masse volumique de 2500 kg/m^3 , est réalisé sur un sol bicouche schématisé à la figure ci dessous. La couche du sable dense est caractérisée par un module de déformation élastique dynamique de 65 MPa et une masse volumique de 1700 kg/m^3 et celle de l'argile plastique par un module de 33 MPa et une masse volumique de 1350 kg/m^3 . Le tout repose sur un horizon rocheux considéré comme un substratum. L'épaisseur de chaque couche est négligeable devant les dimensions du radier.



Au cours du chantier de réalisation, une masse tombe en chute libre transmettant au radier une impulsion sous forme d'une pression verticale incidente de 85 kPa et une vitesse verticale incidente de 9.1 mm/s.

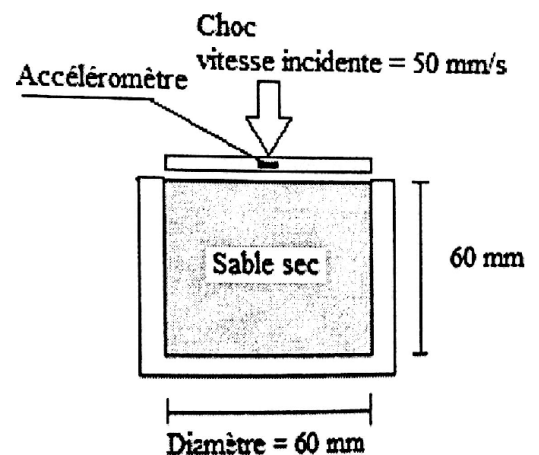
1. Calculer les impédances du radier et de chaque couche ?
2. Etudier le phénomène de la première transmission/réflexion des ondes à l'interface de la couche du sable et du radier
3. Déterminer les caractéristiques de l'onde transmise à la couche d'argile
4. Calculer la contrainte transmise au substratum.

Exercice n°2 :

Un échantillon de sable sec ayant une masse volumique de 1800 kg/m^3 , est placé dans un moule oedométrique rigide de dimensions spéciales (voir figure). Sous l'effet d'un choc en surface de l'échantillon, celle-ci subit une vitesse incidente de 50 mm/s.

L'interprétation de l'accélérogramme a permis de mesurer un temps aller-retour de l'onde égal à 10^{-3} s . On demande de calculer :

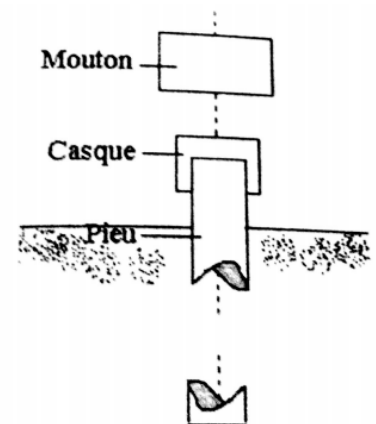
1. la célérité C de l'onde incidente dans le sable,
2. le module E_s d'élasticité du sol,
3. l'impédance du sol au choc,
4. la contrainte verticale incidente dans le sable,
5. les contraintes transmises et réfléchies à la base du moule,
6. les vitesses transmises et réfléchies à la base du moule.



Exercice n°3 :

Un pieu tubulaire en acier ($E_p = 2.1 \times 10^5 \text{ MPa}$, $\rho_p = 7800 \text{ kg/m}^3$) est battu dans une couche sableuse sèche de densité moyenne ($E_s = 65 \text{ MPa}$, $\rho_s = 1700 \text{ kg/m}^3$), supposée de grande épaisseur, telle que la vitesse particulaire lors du passage de l'onde incidente dans le pieu est de 0.1 m/s. On demande de :

1. Calculer les célérités et impédances des ondes se propageant dans le pieu.
2. Etudier la transmission/réflexion des ondes au niveau de la pointe du pieu, en supposant que le pieu a reçu un seul coup de battage, et calculer le temps d'arrivée de l'onde réfléchie en tête du pieu si la fiche du pieu est de 4.5 m.
3. En réalité, il a été constaté que la couche a plutôt une épaisseur de 4.5 m, au-delà de laquelle un horizon de granite intact, considéré comme un substratum indéformable, a été détectée. On demande de déterminer les caractéristiques de l'onde transmise et de l'onde réfléchie au niveau du substratum, dès le premier coup de battage, lorsque la pointe atteint la couche granitique.



Solution TD N°02

Exercice n°1 :

1. Les impédances du radier, du sable et de l'argile sont:

$$Z_r = (E_r \cdot \rho_r)^{1/2} = 9,35 \times 10^6 \text{ kg/m}^2/\text{s}$$

$$Z_s = (E_s \cdot \rho_s)^{1/2} = 0,33 \times 10^6 \text{ kg/m}^2/\text{s}$$

$$Z_r = (E_r \cdot \rho_r)^{1/2} = 0,21 \times 10^6 \text{ kg/m}^2/\text{s}$$

2. A l'interface radier/sable, l'onde incidente est caractérisée par une contrainte $\sigma_i = 85 \text{ kPa}$ et une vitesse de $v_i = 9,1 \text{ mm/s}$.

L'onde transmise au sable est caractérisée par:

$$\sigma_t = 2 \frac{Z_s}{Z_s + Z_r} \sigma_i = 5,83 \text{ kPa} \quad ; \quad v_t = \sigma_t / Z_s = 17,55 \text{ mm/s}$$

L'onde réfléchie est caractérisée par:

$$\sigma_r = \sigma_t - \sigma_i = -79,2 \text{ kPa (contrainte de traction dans le radier)} \quad ; \quad v_r = v_t - v_i = 8,44 \text{ mm/s}$$

3. A l'interface sable/ argile, l'onde incidente est elle même l'onde transmise par le radier au sable.

L'onde transmise à l'argile est caractérisée par:

$$\sigma_t = 2 \frac{Z_a}{Z_s + Z_a} \sigma_i = 4,53 \text{ kPa} \quad ; \quad v_t = \sigma_t / Z_a = 21,5 \text{ mm/s}$$

4. Le substratum rocheux est caractérisé par une impédance infinie, donc la célérité transmise est nulle et la contrainte transmise est double de celle incidente, soit: $4,53 \times 2 = 9,10 \text{ kPa}$.

Exercice n°2 :

1. $C_i = 2H_0/t = 2 \times 60 \times 10^{-3} / 10^{-3} = 120 \text{ m/s}$

2. $E_s = C^2 \rho = 120^2 \times 1800 = 25,92 \text{ MPa}$

3. $Z = \rho \cdot C = 216000 \text{ kg/m}^2/\text{s}$

4. $\sigma_i = Z \cdot v_i = 10,8 \text{ kPa}$

5. $\sigma_t = 2 \sigma_i = 21,6 \text{ kPa}$ (Car $Z_2 = \infty$) et $v_t = 0$

6. $\sigma_r = \sigma_t - \sigma_i = 10,8 \text{ kPa}$ et $v_r = -v_i = -50 \text{ mm/s}$

Exercice n°3 :

1. Le premier coup de battage produit une onde incidente :

$$C_p = (E_p / \rho_p)^{1/2} = 5188,74 \text{ m/s}$$

L'impédance du pieu est $Z_p = (E_p \cdot \rho_p)^{1/2} = 40,472 \times 10^6 \text{ kg/m}^2/\text{s}$

$$\sigma_i = Z_p \cdot v_i = 4,047 \text{ MPa}$$

Le sable est caractérisé par :

$$C_s = (E_s / \rho_s)^{1/2} = 195,53 \text{ m/s}$$

L'impédance du sable est $Z_s = C_s \cdot \rho_s = 0,332 \times 10^6 \text{ kg/m}^2/\text{s}$

$$2. \quad \sigma_t = 2 \frac{Z_s}{Z_s + Z_p} \sigma_i = 65,85 \text{ kPa} \quad ; \quad v_t = 0,198 \text{ m/s}$$

$$\sigma_r = \sigma_t - \sigma_i = -3,981 \text{ MPa} \quad ; \quad v_r = v_t - v_i = 0,098 \text{ m/s}$$

$$\text{Le temps d'arrivée de l'onde} = 4,5/0,098 = 45.9 \text{ s}$$

Dans ce cas la vitesse $v_t = 0$, On:

$$v_r = -v_i = -0.1 \text{ m/s} \quad ; \quad \sigma_r = \sigma_i = 4,047 \text{ MPa} \quad ; \quad \sigma_t = 2 \sigma_i = 8,094 \text{ MPa}$$