

Test du 10 février 2012
sur les aspects de dimensionnement

Eléments de corrigé

Exercice

Question (a) Soutènement

Application du principe de similitude :

Le rapport de similitude est égal au rapport entre la convergence à l'infini en élastique et la convergence à l'infini en plastique :

$$u_{\infty el} = \frac{\sigma_0 (1+\nu)}{E} = \frac{5 \cdot 5.2 \cdot (1+0.3)}{1100} = 0.03 \text{ m}$$

$$u_{\infty pl} = 0.10 \text{ m (lu sur le graphique)}$$

$$\xi = \frac{u_{\infty el}}{u_{\infty pl}} = 0.3$$

Le principe de similitude fournit :

$$u_{pl} \left(\frac{2}{5.2} \right) = \lambda_{el} \left(\xi \cdot \frac{x}{R} \right) = \left[1 - 0.75 \cdot \left(\frac{1}{1 + \frac{4 \cdot 0.3 \cdot 2}{3 \cdot 5.2}} \right)^2 \right] * 0.10 = \underline{0.043 \text{ m}}$$

Module de rigidité du soutènement, pour une épaisseur e du béton projeté :

$$K = \frac{10\,000 \cdot e}{(1 - 0.2^2) \cdot 5.2} + \frac{200\,000 \cdot 44 \cdot 10^{-4}}{1.5 \cdot 2} + \frac{5.2}{1 \cdot 1} * \frac{4.91 \cdot 10^{-4} \cdot 200\,000}{3.5}$$

Ce module est le rapport p*R/u. Dans le tableau ci-dessous, la pression à l'équilibre est lue sur le diagramme.

Epaisseur béton projeté	module total K	pression de soutènement à l'équilibre	pression sur le béton projeté	contrainte dans le béton projeté
m	MPa	kPa	kPa	MPa
0.20	716	689	386	10.03
0.30	916	713	468	8.11
0.35	1016	722	498	7.40

On retiendra donc une épaisseur de 35 cm.

Question (b) Revêtement

1) le revêtement est drainé.

La convergence à la pose du revêtement est égale à la convergence d'équilibre de soutènement, soit (lu sur le diagramme) :

$$u = 4.7 \text{ cm}$$

Le module de rigidité du revêtement (en tenant compte de la réduction du rayon intérieur (R = 4.85 m) est donné par :

$$K = \frac{11\,000 \cdot e}{(1 - 0.2^2) \cdot 4.85}$$

D'où la table suivante, sur le modèle de la précédente :

Epaisseur béton de revêtement	module K	pression de soutènement à l'équilibre	contrainte dans le béton de revêtement
m	MPa	kPa	MPa
0.40	881	633	8.23
0.30	624	582	10.09
0.25	551	607	12.63

On peut donc admettre une épaisseur de revêtement définitif de 25 cm environ.

2) Le revêtement n'est plus drainé, et la pression hydrostatique monte à 2000 kPa = 2MPa. Dans ce cas, le diagramme montre que la pression d'équilibre sur le revêtement, quelle qu'en soit l'épaisseur, atteindra 2000 kPa. L'épaisseur minimale de revêtement, pour ne pas dépasser les 12,5 MPa, sera donc de :

$$e = \frac{2 * 5.2}{12.5} = 0.83 \text{ m}$$

Il est donc impératif de drainer.

