SSNP104 – Test de semelle rigide avec la loi de Mohr-Coulomb

Résumé

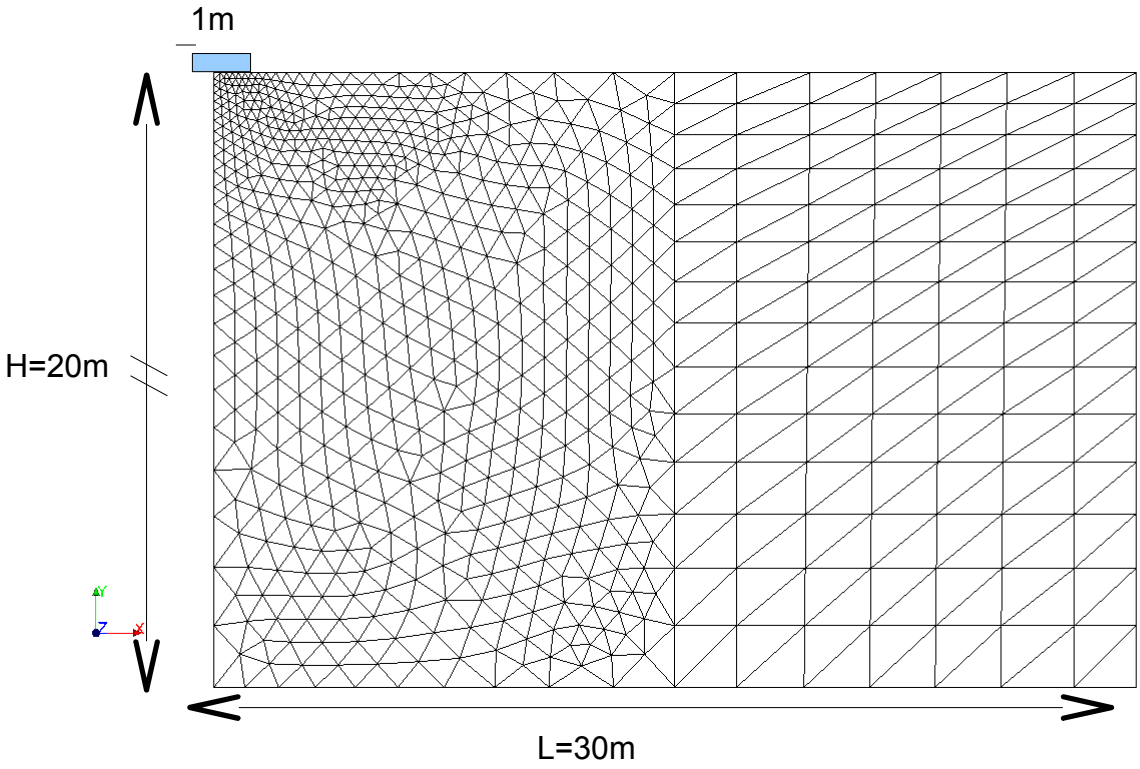
On réalise un *test de semelle rigide* posée sur un sol modélisé avec *la loi de Mohr-Coulomb*. Ce test comporte deux modélisations :

- une modélisation 2D ;
- une modélisation 3D ;

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Le maillage ci-dessus représente une semelle rigide reposant sur un demi-espace de sol. La fondation a une largeur de $2m$. Elle est soumise à un enfoncement verticale linéaire en fonction du temps. En exploitant la symétrie verticale du problème, seule une moitié du sol est représenté. Le modèle de sol représenté a une géométrie rectangulaire de hauteur $H=20m$ et de largeur $L=30m$. Le maillage, raffiné autour de la fondation, comporte 1297 éléments TRIA3.

1.2 Propriétés de matériaux

Les propriétés élastiques sont :
- module d'Young : $E=9GPa$
- module de cisaillement : $\nu=0,25$
- densité : $\rho=2000\,kg.m^{-3}$

Les paramètres de la loi de Mohr-Coulomb sont :
- angle de frottement : $\varphi=32°$
- angle de dilatance : $\psi=32°$
- cohésion : $c_0=4,21\,MPa$

1.3 Conditions aux limites et chargements

L'essai consiste à imposer un déplacement vertical sur l'interface sol/fondation représentée par le groupe de mailles $APPUI$.

Les conditions limites sont donc les suivantes :
- Les conditions de symétrie :

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

- $u_x=0$ sur les groupes de mailles latérales Left et Right
- Les conditions d'adhérence sol/fondation :
  - $u_x=0$ sur le groupe de mailles $APPUI$
- Les conditions de surface libre :
  - $P_n=0$ sur le groupe de maille $Freesurf$

Le sol est soumis à la pesanteur.

Le chargement s'effectue en deux phases :

• Initialisation :

Le modèle est purement élastique linéaire et est soumis à son poids propre (condition géostatique). Le coefficient de poussée des terres est $K_0=1$

• chargement de la fondation :

déplacement vertical u_y imposé sur le groupe de maille $APPUI$ et variant linéairement entre $t\in\left[0-200\right]$ secondes de $0\,cm$ à $-20\,cm$ (enfoncement). Le nombre de pas de temps est de $N=100$

1.4 Résultats

On compare la résultante verticale de la force nodale FORC_NODA_Y sur la fondation (groupe de mailles $APPUI$) à $t=200\text{s}$. A cet instant, on atteint la charge limite de la fondation rigide [**1**].

Le calcul 2D (modélisation **A**) sert de référence.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Modélisation A

2.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation **A** est bidimensionnelle.

Le maillage, raffiné autour de la fondation, comporte 1297 éléments TRIA3.

Le pas de temps est de $\Delta t = 2 sec$, soit 100 incréments temporels. Le redécoupage du pas de temps est activé en cas de non convergence.

Le critère de convergence global est RESI_GLOB_RELA = 10^{-6} .

2.2 Grandeurs testées et résultats

2.2.1 Valeurs testées

On compare la résultante verticale de la force nodale FORC_NODA_Y sur la fondation (groupe de mailles $APPUI$) à $t = 200 \mathrm{s}$. Cette modélisation sert de référence. Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

$t = 200 sec$	Solution de référence
F_y	$-2{,}022757350693\mathrm{E}{+8}$

Tableau 2.2.1-1 : Validation des résultats pour la modélisation A

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation B

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation **B** est tridimensionnelle.
Elle est construite à partir d'une extrusion du maillage de la modélisation **A** dans la direction (Oz). L'épaisseur dans cette direction est de $1\,m$ et est constituée d'un seul élément. Le maillage, raffiné autour de la fondation, comporte 1297 éléments TRIA3.

Le pas de temps est de $\Delta t = 2\,sec$, soit 100 incréments temporels. Le redécoupage du pas de temps est activé en cas de non convergence.

Le critère de convergence global est RESI_GLOB_RELA = 10^{-6}.

3.2 Grandeurs testées et résultats

3.2.1 Valeurs testées

On compare la résultante verticale de la force nodale FORC_NODA_Y sur la fondation (groupe de mailles $APPUI$) à $t = 200\text{s}$. La modélisation **A** sert de référence. Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

$t = 200\,sec$	Solution de référence	Erreur relative admissible [%]
F_y	−2,022757350693E+8	6,E-3

Tableau 3.2.1-1 : Validation des résultats pour la modélisation B

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Références

1 **E. S. Sorensen**, *Elasto-plastic strain hardening Mohr-Coulomb Model. Derivation and Implementation into the Finite Element Method using principal stress space*. Master thesis, Aalborg University, 2012.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)