SSNP 06 – Analyse de stabilité d'une pente homogène par la méthode Bishop

Résumé :

Ce cas-test analyse la stabilité d'une pente homogène en remblai. On calcule le facteur de sécurité de la pente par la méthode de Bishop simplifiée basée sur la théorie de limite d'équilibre en utilisant la macro-commande CALC_STAB_PENTE. Le cas-test provient des cas de validation du logiciel géotechnique américain Plaxis2D développé par Geostudio.

En comparant le résultat avec la valeur de référence, le résultat de CALC_STAB_PENTE présente une erreur de 0,8 4 % causée probablement par la différence de la forme de la base des tranches et de la discrétisation de l'espace des variables géométriques de la surface de rupture. La cohérence entres les résultats CALC_STAB_PENTE, Plaxis2D et la littérature permet de valider scientifiquement la méthode Bishop et l'algorithme d'optimisation associé implémentés dans CALC_STAB_PENTE.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

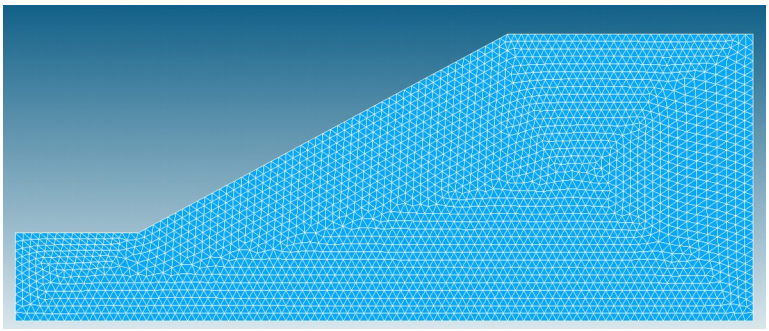


Figure 1 : Géométrie et maillage de la pente étudié e

On étudie une pente constituée du matériau homogène de hauteur 4,5m avec le tau x de la pente égale à 1:2. Le modèle est de largeur 18m et de hauteur 6,5m . La géométrie et le maillage de la pente sont montrés dans la Figure 1 .

1.2 Propriétés matériaux

Identique s au cas-test Plaxis2D, les propriétés du matériau sont les suivents :

- Masse unitaire du sol : $\gamma_{sol}=16\,kN$
- Angle de frottement du sol : $\varphi=20\,deg$
- Cohésion du sol : $c=5\,kN/m^2$

On analyse la stabilité avec le critère de rupture Mohr_Coulomb.

1.3 Conditions aux limites et chargements

On analyse la stabilité sous l'effet de la gravité seul.

On applique donc les chargements mécaniques suivants au modèle :

- La pesanteur avec $g=9{,}81\,m/s^2$

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

La solution de référence provient du cas-test du logiciel américain Plaxis2D qui calcule le facteur de stabilité par la méthode SRM (également disponible dans CALC_STAB_PENTE, cf. [V06.03.507] et [U4.84.47])[1]. Le cas-test Plaxis2D fait référence lui-même au résultat fourni par Verruijt via la méthode de Bishop simplifiée[2].

2.2 Résultat de référence

Le résultat de Plaxis2D est montré dans la Figure 2. Dans la méthode SRM, on incrémente le FS jusqu'à la divergence du calcul non-linéaire aux éléments finis. En approchant la vraie valeur du FS, le déplacement absolu à la crête de la pente tend vers l'infini, ce qui implique l'émergence d'une zone plastifiée formant la

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

surface de rupture qui traverse toute la pente. Le résultat du FS est égale à 1,54 avec la tolérance d'erreur 0,001.

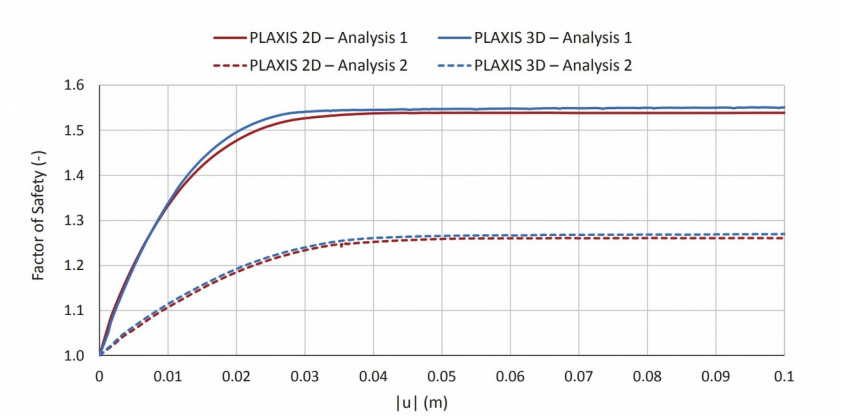


Figure 2: Résutlat Plaxis2D - Tracée du FS en fonction du déplacement absolu à la crête de la pente

La Figure 3 montre le résultat issu de la méthode Bishop simplifié. On définit au préalable une grille des éventuels centres des cercle de glissement afin d'en trouver celui qui minimise le FS. Le FS obtenu est égale à 1,534.

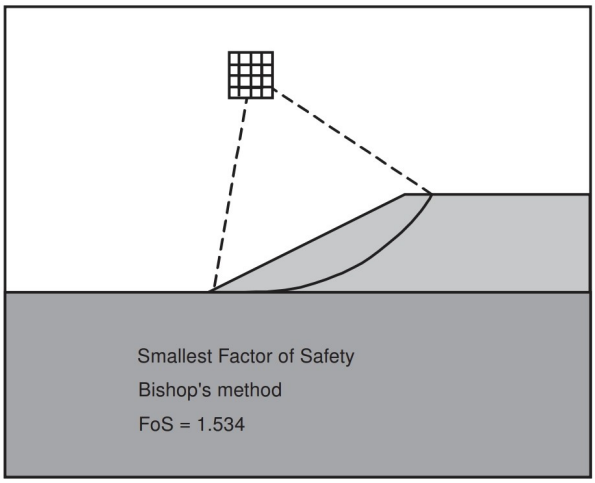


Figure 3: Résultat Verruijt - FS et la surface critique

2.3 Référence bibliographique

1. PLAXIS 2018 Validation & Verification, Phi-C Reduction and Comparison With Bishop's Method.
2. Verruijt, A. STB2010. http://geo.veruijt.net/. Accessed January 25, 2016.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

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

Selon l'étude préliminaire, on détermine les extrémités de la surface de rupture et configure X1_MINI = X1_MAXI = 3,0 et X2_MINI = X2_MAXI = 13,4 afin d'accélérer le calcul. La recherche du rayon optimal avec les bornes de l'espace d e recherche automatiquement déterminé par la macro-commande.
On profite de la fonctionnalité d'adaptation du maillage de CALC_STAB_PENTE pour améliorer la précision du FS. Le raffinement s'arrête jusqu'à NB_RAFF_MAXI = 4 puisqu'au delà du 4ième raffinement le FS n'évolue pas significativement.

En sortie de CALC_STAB_PENTE, on a obtenu la surface de rupture montrée dan la Figure 4 .



Figure 4: Surface de rupture issue de CALC_STAB_PENTE

3.2 Grandeurs testées et résultats

On teste le facteur de sécurité au dernier raffinement du maillage. Les résultats sont montrés dans la Tableau 1 .

Tableau 1: Valeurs de référence des FS – Modélisation A

NUME_RAFF	Identification	Résultat Aster	Valeur de référence	Error
4	FS	1.5469235715723666	1.534	0,84 %

L'erreur de CALC_STAB_PENTE est de même ordre de grandeur que celle de Plaxis2D (0,4 %) par rapport au résultat de la littérature. Cette erreur s'explique par :

- Les différentes discrétisations de l'espace des variables géométriques de la surface de rupture.
- Les différentes hypothèses sur la forme de la base des tranches. Dans CALC_STAB_PENTE la base est circulaire. L'angle d'inclinaison est mesurée par la dérivée de l'équation du cercle au centre de la base.
- Erreur numérique produite lors du calcul des poids propres des tranches.

4 Synthèse des résultats

Le résultat d u FS issu de la macro-commande CALC_STAB_PENTE donne l'écart de 0, 84 % par rapport à la solution de référence. Cela prouve la pertinence du résultat de la méthode Bishop et l'algorithme d'optimisation associée dans CALC_STAB_PENTE.

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