

Analyse numérique d'un modèle physique réduit de pieu sous chargement cyclique

Hamouma. Dj¹, Messameh. A² et Tallah. N³

¹ laboratoire de recherche LRGC univ biskra, B.P. 145 RP hamouma55856@gmail.com

² Université Mohamed khider biskra, B.P. 145 RP ah_messameh@yahoo.fr

³ Université Mohamed boudiaf msila, 28000 tallah_naoui1@yahoo.fr

RESUME. L'article présente une analyse numérique par la méthode des éléments finis FEM d'un modèle physique réduit en chambre d'étalonnage sur un modèle instrumenté de pieu isolé installé dans le sable de fontainebleau, en utilisant le logiciel Plaxis 2D.V8.6. L'étude s'intéresse à la réponse de pieu, en particulier la dégradation de la contrainte au niveau de l'interface sol-pieu et leur évolution avec l'augmentation d'un chargement cyclique. Les résultats de la simulation numérique du modèle de pieu isolé en chambre d'étalonnage sous chargement cyclique par logicielle Plaxis indiquent qu'au début de chargement, la contrainte de cisaillement extrême augmente. Cependant, la contrainte de cisaillement diminue avec l'augmentation du nombre de cycles (300 cycles).

1. INTRODUCTION

Le comportement des pieux tient compte du caractère cyclique des forces qui viennent se rajouter aux forces permanentes et qui agissent sur les ouvrages à concevoir telles que le vent, la houle et les sollicitations de type transport routier et /ou ferroviaire pour les ponts. Ces sollicitations peuvent avoir une influence significative sur les réponses des pieux. Plusieurs travaux de recherche, que ce soit des travaux expérimentaux (Zheming Li et al., 2012 ; Hadj Bekki et al., 2016 ; Poulos, 1982 ; Doherty and Gavin, 2008 ; Doherty et al., 2013) ou par modélisation numérique (BENZARIA et al., 2010 ; BENZARIA et al., 2011), ont été réalisés par les chercheurs pour comprendre le comportement des pieux sous chargement cyclique.

2. DESCRIPTION DE LA MODÈLE PHYSIQUE

Nous avons choisi le modèle physique de Bekki et al [1]. Les auteurs ont utilisé une chambre d'étalonnage contenant un massif de sol de forme cylindrique de 524 mm de diamètre et de 700 mm de hauteur. Bekki et al (2016) ont utilisé le sable de fontainebleau NE34, la masse du sol a été considérée à un état de densité moyenne à une indice de densité $ID=0,65$. Les contraintes horizontales et verticales ($\sigma_h = 50\text{kPa}$, $\sigma_v = 125\text{kPa}$) sont appliquées sur l'échantillon de sable afin de simuler les conditions de confinement de la masse de sol pour un état de contrainte anisotrope comme indiqué dans la figure 1. Le pieu instrumenté a un diamètre (d) de 36 mm et de longueur de 950 mm. La sonde est équipée par un manchon de frottement latéral instrumenté d'une capacité de $\pm 5\text{ kN}$ et ayant une rugosité égale à 1.

3. LA SIMULATION NUMÉRIQUE

Le comportement de sol est décrit par une loi élastoplastique avec écrouissage HSM qui demande d'entrée les paramètres représentés dans le tableau 1. Le pieu est modélisé par un élément massif de comportement linéaire élastique et de type non poreux ayant les caractéristiques mécaniques selon De Gennaro.V et al [2]:

$$E_{(\text{pieu})} = 210 \text{ (GPa)}; \nu = 0,28$$

Les conditions aux limites caractérisées par le limite supérieure et inférieure sont fixes verticalement; le côté gauche et droite ayant une horizontale fixation. Les géométries et le maillage utilisés pour le modèle numérique sont montrés dans la figure 2.

4. RÉSULTATS & DISCUSSION

La figure 3 représente la dégradation de la contrainte au cisaillement sur le long de l'interface sol-pieu. Nous remarquons que au début de l'interface la contrainte au cisaillement est faible puis augmente progressivement jusqu'au début du manchon de frottement où il atteint son maximum. Cela remonte à un changement de

rigidité à cause de la transition d'une surface lisse à une surface rugueuse. Nous observons aussi au niveau du manchon de frottement, la contrainte au cisaillement est diminuée jusqu'à atteindre zéro pour le changement de signal puis elle augmente à la fin du manchon de frottement. On remarque aussi au niveau du point de pieu, la contrainte au cisaillement augmente ; cela en raison du chevauchement et de l'accumulation des contraintes.

Nous observons que pour le premier cycle la contrainte de cisaillement extrême atteint la valeur $9,65 \times 10^{-3} \text{ kN/mm}^2$ puis pour 10 cycles augmente jusqu'à $11,07 \times 10^{-3} \text{ kN/mm}^2$. Au contraire, si on augmente les nombres des cycles à 100 et 300 cycles, la contrainte de cisaillement extrême diminue où elle atteint environ $7,3 \times 10^{-3} \text{ kN/mm}^2$.

5. CONCLUSION

Le présent article a eu pour objectif d'analyser un modèle physique réduit en chambre d'étalonnage par une modélisation numérique à l'aide du logiciel Plaxis 2D.V8.6 sous un chargement cyclique. Le changement d'inertie (rigidité) et l'accumulation des contraintes ont conduit à l'augmentation des contraintes aux cisaillements.

La simulation numérique du modèle de pieu isolé en chambre d'étalonnage sous chargement cyclique par le logiciel Plaxis montre que au début de chargement, la contrainte de cisaillement extrême augmente. Contrairement, avec l'augmentation du nombre de cycles (300 cycles) la contrainte de cisaillement diminue.

Tableaux

Tableau 1. Les caractéristiques mécaniques de sable.

Paramètres	Symbole	Valeur	Unité
Module sécant	E_{50}^{ref}	18000	KN/m ²
Module de déchargement	E_{ur}^{ref}	18000	KN/m ²
Module œdométrique	E_{oed}^{ref}	54000	KN/m ²
Cohésion	c_{ref}	2,6	KN/m ²
Angle de frottement interne	φ	39,4	°
Angle de dilatance	ψ	16,7	°
Coefficient de poisson	ν_{ur}	0,2	-
Puissance	m	0,50	-
Coefficient de poussée de terre	k_0^{nc}	0,365	-
Coefficient à la rupture	R_f	0,9	-

Figures

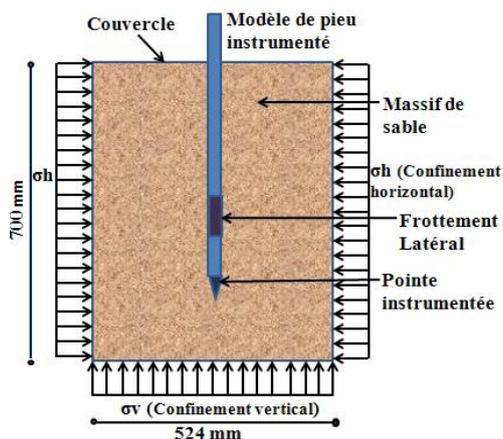
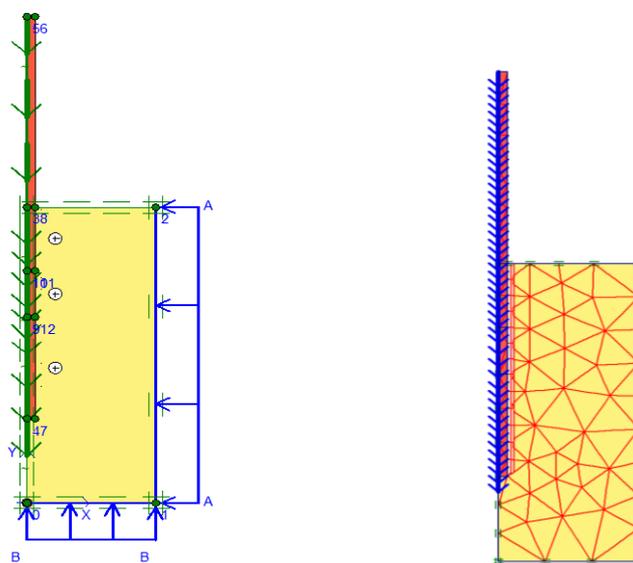


Figure 1. Titre complet de la figure centré et en dessous, comme indiqué.



(a) : la géométrie du modèle. (b) : le maillage du modèle.

Figure 2. Les géométries et le maillage utilisé pour le modèle numérique.

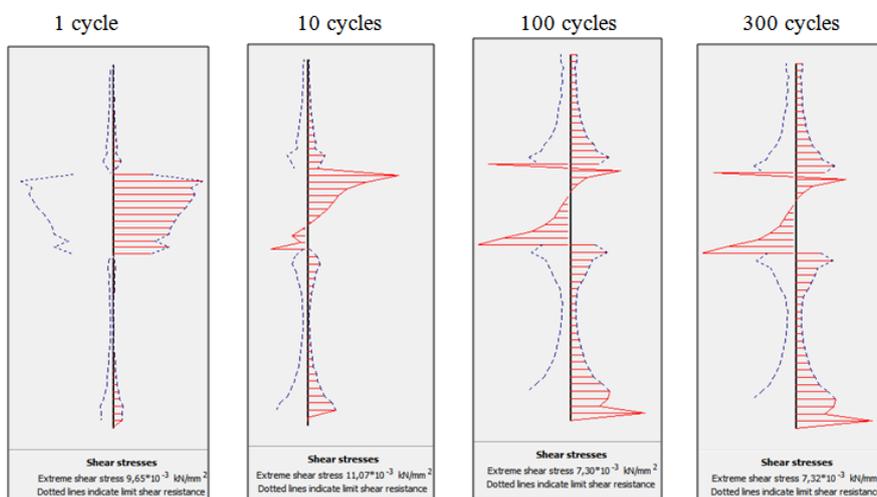


Figure 3. Contrainte de cisailment le long de l'interface.

RÉFÉRENCES

1. Bekki, H., Tali, B., Canou, J., Dupla, J.-C., Bouafia, A., (2014), "*Influence du chargement cyclique à grand nombre de cycles sur la capacité portante des pieux*", *J. Appl. Eng. Sci. Technol.*
2. De Gennaro.V., Frank.R.,Said.I., (2008)"*Finite element analysis of model piles axially loaded in sands*", *RIVISTA ITALIANA DI GEOTECNICA.*
3. Rawaz Dlawar M., (2016) ,"*Etude en chambre d'étalonnage du frottement sol-pieu sous grands nombres de cycles*", Ecole doctorale Géosciences, Ressources Naturelles et Environnement (GRN), laboratoire Navier.