

A practical design approach for energy piles based on pressuremeter test results

Une méthode pratique de dimensionnement des pieux énergétiques basée sur les résultats des essais pressiométriques

Ichrak Gaaloul^{1,3#}, Othman Ben Mekki¹, Sami Montassar¹ and Wissem Frikha^{2,4}

¹ *Laboratoire de Génie civil, Université de Tunis El Manar, Ecole Nationale D'Ingénieurs de Tunis, Tunis, Tunisia;*

² *Laboratoire de L'ingénierie Géotechnique, Université de Tunis El Manar, Ecole Nationale D'Ingénieurs de Tunis, Tunis, Tunisia;*

³ *Institut Supérieur des Etudes Technologiques de Nabeul, Nabeul, Tunisia;*

⁴ *Setec International, 42-52 Quai de la Rapée, Central Seine Building, 75583, Paris cedex 12, France.*

#Ichrak Gaaloul: email: ichrak.chihi@enit.utm.tn

ABSTRACT

This paper proposes a method for designing energy piles based on the results of in situ pressuremeter tests. The method involves integrating thermal effects into a numerical model of cylindrical cavity expansion. In a first part, a finite difference analysis was performed, considering large strains and thermal effects. The model assumed that the soil is a homogeneous elastic perfectly plastic material with a Mohr-Coulomb yield criterion. The numerical model produced pressuremeter profiles that represent the limit pressure at different temperature variations. The bearing capacity of the pile was subsequently determined using the conventional procedure outlined in Eurocode 7 for designing a pile, based on pressuremeter tests. Thus, from pressuremeter curves resulting from a conventional pressuremeter test, the proposed method is enabled to provide the mobilized base resistance, shaft friction and the bearing capacity of an energy pile. In a second part, a case study of an energy pile located in a silty clay was conducted to explain the different steps of the proposed method and to examine the impact of thermal effects on the mobilized bearing capacity of the pile. The study revealed that the bearing capacity exhibits an increase when heating which reaches 3% at $\Delta\theta = 40^\circ\text{C}$ and a decrease of 4% at $\Delta\theta = -40^\circ\text{C}$ when cooling.

In the absence of a standard for the design of energy piles, the proposed approach could offer engineers a practical method for designing energy piles.

RESUME

Ce papier propose une approche de dimensionnement des pieux énergétiques basée sur les résultats d'essais pressiométriques réalisés in situ. La méthode repose sur l'intégration des effets thermiques à travers un modèle numérique d'expansion de cavité cylindrique. Une analyse numérique par la méthode des différences finies a été réalisée en intégrant les effets thermiques. Le sol est considéré comme homogène et élasto-plastique, selon le critère de plasticité de Mohr-Coulomb. Les pressions limites correspondant à chaque variation de température sont présentées sous forme de profils pressiométriques générés par le modèle numérique. Ainsi, à partir des courbes pressiométriques, la méthode proposée permet de déterminer la résistance de pointe, le frottement latéral mobilisé et la capacité portante d'un pieu énergétique.

Une étude de cas d'un pieu énergétique situé dans un sol argileux a été menée, permettant d'expliquer les différentes étapes de la méthode proposée et d'examiner l'impact des effets thermiques sur la capacité portante du pieu. L'étude a révélé que la capacité portante augmente de 3 % lors d'un réchauffement à 40°C et diminue de 4 % lors d'un refroidissement à -40°C .

En l'absence de norme spécifique pour le dimensionnement des pieux énergétiques, l'approche proposée pourrait constituer une méthode pratique pour les ingénieurs.

Keywords: pieux énergétiques, essais pressiométriques, modèle numérique, effets thermiques, capacité portante.