جامعة الموصل
كلية الهندسة

تصرف الأسس المستندة على عدة طبقات مائلة من التربة الطينية- تحليل عددي

رسالة تقدم بها

مثنى محمد صالح أبراهيم بكر

إلى

مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل

كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم الهندسة المدنية (ميكانيك التربة)

بإشراف

الأستاذ المساعد

الدكتور معتز عبد الجبار العبيدي

1443 هـ
2021 م

الخلاصة

إن دراسة سلوك التربة المتكونة من طبقات مائلة من الأمور المهمة للوصول إلىٰ أفضل الحلول السليمة في الهندسة الجيوتقنية. إن دراسة كيفية ترتيب الطبقات الترابية وتأثيرها على سلوك التربة قديما معدومة لاسباب منها:عدم توفر الأداة المناسبة للتعبير عنها رياضياً،إذ تم فرض أن الطبقات الترابية أفقية للوصول إلىٰ الحل بسهولة.

يهدف البحث إلىٰ دراسة سلوك الأسس السطحية (المستطيل، المربع والدائري) المستند على طبقتين من التربة الطينية (السفلى أقوى من العليا) وثلاث طبقات من التربة الطينية (متعاقبة الوسطى منها ضعيفة والعليا والسفلى متساوية القوة) هذه الطبقات مائلة تحت الأساس بزوايا مختلفة، معتمداً على التحليل بطريقة العناصر المحددة (FEM) باستخدام برنامج (Plaxis 3D Foundation). شملت الدراسة عدداً من المتغيرات المتمثلة بقيم سمك للطبقة العليا (H) كنسبة من عرض الأساس (B) هي H/B=0.5, 1, 2, 3, 4 في حالة الطبقتبن أما في حالة الثلاث طبقات H/B=0.25, 0.5, 1, 1.5 كذلك تم أخذ قيم مختلفة لزاويا ميل الطبقات الترابية تحت الأساس i=0, 5, 10, 15 and 20 degree فضلاً عن دراسة تأثير شكل الأساس (المستطيل، المربع والدائري) مع الحفاظ على مساحة الاساس المكافئة، شمل العمل النظري دراسة قابلية التحمل القصوى (Ultimate Bearing Capacity) والهبوط (Settlement) عند الحمل (150 kPa) وإمالة الأساس (Footing of Tilting) وكذلك ميكانيكية الفشل (Failure Mechanism).

أظهرت النتائج بصورة عامة إختلافاً في سلوك الأسس بحالة الطبقات الأفقية عن الطبقات المائلة، إذ إن وجود ميل بطبقات التربة يؤثر على تحمل التربة وكذلك على إمالة الأساس وآلية الفشل. ففي حالة الطبقتين من التربة يقل تحمل التربة بزيادة سمك الطبقة العليا، إذ إن العمق المؤثر بشكل عام عند السمك (H=2B) حيث أن بزيادة سمك الطبقة العليا (H) عن (2B) فأن تأثير الطبقة السفلى ممكن اهمالها.

إن ميل طبقات التربة يؤدي إلىٰ نقصان بقابلية تحمل التربة مقارنة مع الطبقات الأفقية عند سمك محدد للطبقة العليا، إذ بلغت نسب النقصان بزيادة زاوية ميل الطبقات من (0^o) إلىٰ (20^o) 16.3، 11.8 و 8.1% في حالة الأساس المستطيل، المربع والدائري على التوالي عند السمك (H=0.5B). فضلاً عن ذلك هناك زيادة في إمالة الأسس والانزلاق الأفقي في حالة الطبقات المائلة مقارنة مع الطبقات الأفقية، فعند السمك (H=0.5B) فإن إمالة الأسس زادت بشكل كبير، إذ بلغت إمالة الأساس المربع والدائري بمقدار (6.4^o) عند الميل (20^o) و (5^o) بينما إمالة الاساس المستطيل بمقدار (4.1^o) عند الميل (5^o). مع زيادة السمك الى

(H=B) فإن أكبر إمالة تكون في حالة الأساس المربع عند الميل (15^o) بمقدار (2.6^o). إن زيادة نسبة المقاومة للأسس الثلاثة لا تؤثر بشكل ملحوظ على تحمل التربة ولا على الهبوط. نوع الفشل من نوع فشل القص العام في جميع الحالات للأسس الثلاثة وذلك لحد السمك (H<2B)، ومع زيادة السمك إلىٰ (H≥2B) تغير نوع الفشل الى القص المحلي.

في تحليل التربة المتكونة من ثلاث طبقات تبين أنه تزداد قابلية تحمل التربة ويقل الهبوط بزيادة سمك الطبقة العليا للاسس الثلاثة، تزداد نسبة النقصان بتحمل التربة بتاثير ميل الطبقات مع زيادة سمك الطبقة العليا للأساس المستطيل مقارنة مع الأساسين المربع والدائري. إذ إن أكبر نسبة نقصان كانت (22.9%) في حالة الميل (15^o) عند السمك (H=1.5B) وهي متقاربة مع نسب نقصان زوايا ميل الطبقات الأخرى. إن أكبر قيمة لإمالة الأساسين (المستطيل والدائري) عند ميل الطبقات الترابية (20^o) بمقدار(2.7^o) و (3.4^o) على التوالي، بينما للأساس المربع عند الميل (15^o) بمقدار (3.2^o) وذلك عند نسبة السمك (H/B=0.25). إن نوع الفشل في الأسس الثلاثة هو من نوع فشل القص الثاقب (punching shear failure). بصورة عامة في حالة التربة المتكونة من طبقتين وكذلك التربة المتكونة من ثلاث طبقات لم يكن هناك علاقة واضحة بين زوايا ميل الطبقات وإمالة الأساس.

ABSTRACT

The study of the behavior of the soil consisting of inclined layers is one of the important issues to reach the exact solutions in geotechnical engineering. The study of how the soil layers is arranged and their effect on the behavior of the soil in the past is non-existent. Due to many reasons including the lack of an appropriate tool to express it mathematically, hence, it was assumed that the soil layers are horizontal to reach the solution easily.

The present study aims to investigate the behavior of shallow foundations (rectangular, square and circular) based on two layers of clay soil (the upper is stronger than the lower) and three layers of clay soil (the middle ones are weak and the upper and lower are equal in strength). These layers are inclined with different inclination angle. The finite element method (FEM) using Plaxis 3D Foundation was adopted in the analysis. Many parameters study was considered in the study such as the thickness values of the upper layer (H) taken as a percentage to the width of the foundation (B) that H/B = 0.5, 1, 2, 3, and 4 in the case of the two layers, while in the case of the three layers H/B = 0.25, 0.5, 1, and 1.5. Also, different values of the angles of inclination of the soil layers under the foundation were taken as i=0, 5, 10, 15 and 20 degrees. In addition, the increase in the cohesive strength of the lower layer, which was expressed by the strength ratio, which represents the ratio of the cohesion of the lower layer to the cohesion of the upper layer (SR=C2/C1). In the case of the two layers of soil, the values of the strength ratio that were studied (SR = 1, 4, 8) and in the case of the three layers (SR = 0.5). The effect of the shape of the foundation (rectangular, square and circular) was also studied, while maintaining the equivalent area of the foundation. The effect of these parameters on the ultimate bearing capacity, settlement at load (150 kPa), tilting of the footing, and failure mechanism have been examined.

In general, the results showed a difference in the behavior of the foundations in the case of the horizontal layers from the inclined layers. The presence of an inclined in the soil layers affects the bearing capacity of the soil, the tilt of the footing, and the failure mechanism. In the case of the two layers of soil, the bearing capacity of the soil decreases with the increase in the thickness of the upper layer (H). The critical depth is (H=2B), after which the effect of the lower layer does not considered.

In the case of the inclined layers compared to the horizontal layers, for thickness (H = 0.5B), the tilt of the footings increased significantly, where the tilt of the square and circular footings is (6.4^{o}) at the inclination of soil layer (20^{o}) and (5^{o}), while the tilt of the rectangular footing is (4.1^{o}) at

inclination soil layer of (5^{o}). With the increase in thickness to (H = B), the largest tilt in the case of the square footing is (2.6^{o}) at the inclination angle of (15^{o}). Increasing the strength ratio does not significantly affect the bearing capacity and settlement of the soil. The type of failure is appeared as general shear failure in all cases for the three footings to the limit of thickness (H<2B), and with the increase of thickness to (H≥2B) the type of failure changed to local shear type.

In the analysis of soil consisting of three layers, it was found that the bearing capacity of the soil increases and the settlement decreases with the increase in the thickness of the top layer (H) of the three footings. The reduction in soil bearing increases of the inclined layers with the increase in the thickness of the upper layer in case of the rectangular footing compared to the square and circular footings. Whereas, the largest decrease was (22.9%) in the case of inclined soil layer (15^{o}) at thickness (H = 1.5B), which is close to the decrease in the other inclined layers. The largest value for the tilting of the rectangular and circular footings are (2.7^{o}) and (3.4^{o}), respectively at the inclined soil layers of (20^{o}), while for the square footing at the inclination layer (15^{o}) it is by (3.2^{o}) at the thickness ratio (H/B = 0.25). The type of failure in the three footing is punching shear failure. In general, in the case of soil consisting of two layers as well as soil consisting of three layers, there was no clear relationship between the angles of inclination of the layers and the tilt of the footing.

University of Mosul
College of Engineering

Behavior of Footings Resting on Multi Inclined Clay Soil Layers- Numerical Study

A Thesis

Submitted By

Muthanna Mohammed Salih Ibrahim Baker

To

The Council of College of Engineering University of Mosul

as Partial Fulfillment of The Requirements for The Degree of M.Sc.

In Civil Engineering (Soil Mechanics)

Supervised By

Assist. Prof.

Dr. Moataz A. Alobaydi

2021 A.C. **1443 A.H.**