

**Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Technology
Building and Construction Engineering Department**



Experimental Study on Pipe Pile Models Embedded in Partially Saturated Sand

**A THESIS SUBMITTED TO THE
BUILDING AND CONSTRUCTION ENGINEERING DEPARTMENT OF
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
IN A PARTIAL
FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN GEOTECHNICAL ENGINEERING**

By

Ali Malik Hassan Al-Gharbawee

B. Sc. (Building and Construction Eng., 2013)

Supervised by

Assist. Prof. Dr. Mahmoud R. Al-Qaissy

Assist. Prof. Dr. Karim H. Al-Helo

JULY 2015

RAMADAN 1436

256

47-M-2015

Abstract

The bearing capacity of an open-ended pipe pile is composed of outer shaft resistance, toe resistance and inner shaft resistance (soil plug capacity). It is thought that the soil plug capacity is largely controlled by height and the stress states of soil plug that is formed inside the pile during installation process.

The aim of this thesis is to investigate the load carrying capacity of the pipe piles foundation embedded within unsaturated cohesionless soils and to investigate the effect of matric suction on the ultimate load carrying capacity.

The mechanical behavior of unsaturated soils can be very different to that of fully saturated soils. The influence of matric suction (i.e., capillary stresses) in partially saturated zone is typically not taken into account in the conventional design of deep foundations, so that the present research study is to determine the contribution of matric suction towards the load carrying capacity of pipe piles.

The experimental work consists of 20 models of pipe piles, these models are divided to 4 different configurations of pipe piles; single pipe pile, group of double pipe piles, group of triple pipe piles and group of six pipe piles. All these models are loaded and tested under three different states; dry condition, fully saturated condition (i.e., matric suction equals to 0 kPa) and unsaturated conditions with three different matric suction values (6 kPa, 8.5 kPa and 10.5 kPa).

The matric suction values of the soils are achieved by controlling the level of water table in the soil container and confirmed by using Tensiometers installed within the soil at different depths. The soil water characteristic curve (SWCC) is estimated by applying fitting methods through the software (Soil Vision) after identifying the basic properties of the soil such as particle size distribution, specific gravity, void ratio, porosity and wet and dry unit weights.

To simulate the pile load test in the field, a new apparatus of pressing system for pile installation was manufactured depending on manual hydraulic jack. The applied load is measured from a digital weighing indicator connected to the load cell and settlement was measured also by using two dial gauges.

From experimental work results, it is found that the matric suction has clear influence on the ultimate load capacity of all models of pipe piles tested and the variations of load carrying capacity with respect to matric suction are similar to that of shear strength of unsaturated soils. The increasing value of the ultimate load capacity for different configurations of pipe pile models under unsaturated conditions is approximately (1.3 to 2.7) times than of saturated condition. The bearing capacity for single pipe pile under fully saturated state is (450 N), it increases to (590 N), (990 N) and (1215 1N) in unsaturated soil under matric suction of (6 kPa, 8.5 kPa and 10.5 kPa), respectively.

The changes of soil plug length and incremental filling ratio IFR (that is defined as the increase of soil plug length (h) per unit increase of penetration depth D_p) with penetration depth during pile driving showed that the open-ended pile reached a fully plugged state (at which IFR would be equal to zero) for all tested models.

The results of analysis indicated that the ultimate load capacity increases with decreasing in the plug length ratio PLR (soil plug length/depth of penetration).

الخلاصة

قابلية التحمل للركائز الانبوبيه المفنوحة النهايات تتكون من المركبات التاليه: الاحتكاك الخارجي, تحمل النهايه والاحتكاك الداخلي (تحمل تربة السدادات المتكونه). يعتقد ان قابلية تحمل تربة السدادات المتكونه تيم التحكم بها الى حد كبير من خلال ارتفاع و حالة الاجهاد في تربة السدادات المتكونه داخل الركيزه اثناء عملية التنزيل.

الهدف من هذا البحث التحقق من قابليه تحمل أسس الركائز الانبوبيه عندما تكون مغروزة في تربه رمليه غير مشبعه ودراسة تأثير ضغط الماء السالب على قابلية التحمل ونسبة دخول التربة داخل الركيزة الأنبوبية (IFR).

أن السلوك الميكانيكي للترب غير المشبعه يمكن ان يكون مختلف جدا عن سلوك الترب المشبعه كليا. أن تأثير ضغط الماء السالب (اجهاد الخاصيه الشعريه) في جزء التربه غير المشبعه عادة لا يؤخذ في الحسابات التصميميه الاعتياديه للأساسات العميقه لذلك هذا البحث يدرس وبشكل مباشر تأثير ضغط الماء السالب المتولد في الترب غير المشبعة على قابليه تحمل أسس الركائز الانبوبيه.

الجانب العملي يتضمن فحص 20 نموذج من أساسات الركائز الانبوبيه هذه النماذج تقسم الى 4 مجاميع مختلفه من الركا ئن الانبوبيه : ركيزه منفرده، مجموعه من ركيزتين من الركائز الانبوبيه، مجموعه من ثلاث ركائز انبوبيه و مجموعه من ستة ركائز انبوبيه. جميع هذه النماذج من الاسس تم تحميلها وفحصها تحت ثلاث حالات من التشبع : الحاله الجافه، حالة تربه مشبعه كليا (الضغط السالب للماء يساوي صفر كيلو باسكال) وتحت ثلاث حالات من ظروف تربه غير مشبعه (الضغط السالب للماء يساوي 6، 8.5 و 10.5 كيلو باسكال).

قيم ضغط الماء السالب في التربه تم تحقيقها من خلال التحكم بمنسوب الماء الموجود في التربه داخل صندوق الفحص وتم قياس ضغط الماء السالب باستخدام ال (Tensiometer) والذي وضع على اعماق مختلفه في التربه. منحني خصائص الرطوبه (SWCC) تم قياسه من خلال تطبيق معادلات رياضيه باستخدام برنامج (Soil Vison) بعد تعريف المواصفات الاساسيه للتربه مثل : التوزيع الجببي للتربه ، الوزن النوعي ، نسبة الفجوات ، المساميه والكثافه الوزنيه الرطبه والجافه للتربه.

ولكي تكون الدراسة أقرب الى الواقع تم تصنيع منظومة لغرز الركائز داخل التربة (مكبس هيدروليكي يدوي) ، تم قياس الحمل المسلط باستخدام قارئ حمل مربوط بما يسمى خليه الحمل و تم قياس الهطول بواسطه مقياس الأزاحه.

نتائج العمل المختبري اثبتت ان الضغط الماء السالب له تاثير واضح على قابليه التحمل لجميع النماذج المفحوصه والتغيير في قابليه التحمل بتاثير الضغط السالب للماء يكون مشابها للتغيير في مقاومه القص الحاصل في الترب المشبعه جزئيا. نسبة الزيادة في قابليه التحمل للنماذج المختلفه من الركائز الانبويه مفحوصه في ظروف تربه غير مشبعه تكون تقريبا (1,7 الى 2,3) مرة اكبر من قابليه التحمل المفحوصه تحت ظروف تربه مشبعه كليا وكما موضح ان قابليه التحمل للركيزه الانبويه الاحاديه في حالة التشبع التام هي (450 N) بينما تزداد قيمة قابليه التحمل الى (590 N),(990 N) و (1215 N) في الترب الغير مشبعه تحت ضغط ماء سالب (6 باسكال، 8.5 باسكال و 10.5 باسكال) على التوالي.

إشارت الدراسة الى أن المعامل (IFR) الذي يمثل مقدار التغيير في طول التربة المشكلة داخل الركيزة الى مقدار التغيير في طول اختراق الركيزة داخل التربة يمثل مقياس تولد ظاهرة تكون السداة في الركيزة حيث عندما تكون قيمة (IFR) تساوي صفر تكون الركيزة مغلقة تماما وقد لوحظ خلال الفحص ان قيمة (IFR) تساوي صفر في جميع النماذج المفحوصه.

ومن خلال نتائج الفحص ايضا نلاحظ ان قابليه التحمل للركائز الانبويه يزداد مع نقصان في نسبة (PLR) التي تمثل نسبة مقدار دخول التربه داخل الركيزه الى مقدار اختراق الركيزه.



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة البناء والإنشاءات

دراسة عملية عن نماذج الركائز الأنبوبية الممتدة في ترب رملية مشبعة جزئياً

رسالة مقدمة إلى قسم هندسة البناء والإنشاءات في
الجامعة التكنولوجية
وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم
هندسة البناء والإنشاءات الهندسة الجيوتكنيكية

من قبل

علي مالك حسن الغرباوي

بكالوريوس هندسة بناء وإنشاءات 2013

بإشراف

أ.م.د. محمود رشيد القيسي

أ.م.د. كريم هادي الحلو