

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



Experimental and Numerical Study of Circular Piled Raft Foundation in Unsaturated Sand

A THESIS

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

BY

Asmaa Ahmed Hani

B.Sc. (Building and Construction Engineering, 2004)

Supervised by:

**Assist. Prof. Dr. Mahmood R. Mahmood
Dr. Saad Faik Abbas Al-Wakel**

April 2016

Rajab 1437

Abstract

This thesis presents an experimental study and numerical modelling to investigate the load carrying capacity of piled raft foundation embedded within partially saturated cohesionless soil and investigates the influence of the matric suction on the foundation's bearing capacity.

Experimental work consists of testing two models of foundation, circular raft foundation and circular piled raft foundation. Both models are loaded and tested under both fully saturated condition and unsaturated conditions which were achieved by predetermined lowering of water table. The water table was lowered into two different depths from the soil surface to achieve different values of matric suction, the relationship between the matric suction and depth of ground water table was represented in a suction profile set by using three Tensiometers (IRROMETER). The soil water characteristic curve (SWCC) for the soil used in this study was estimated by applying fitting methods through the software (SoilVision) after identifying the basic properties of the soil. The loading process was performed by using manual hydraulic jack, and the applied load was measured from a digital weight indicator connected to the load cell. The settlement of the piled raft was measured also by using two dial gauges.

Numerical analysis of piled raft foundation was carried out in this study in order to understand the complex behavior of piled raft foundation in partially saturated soil with the aid of a sufficient finite element computer program ABAQUS 6.12. An axisymmetric model was adopted to simulate the piled raft foundation in partially saturated soil for lowering the water table 45cm bellow the soil surface. Eight node axisymmetric quadrilateral element CAX8RP and CAX8R were used to simulate the soil continuum and piled raft, respectively. The interaction or contact behavior between the piled raft and the soil was simulated using the master-slave concept, and the

'surface to surface' contact method was adopted. The behavior of pile and raft material was simulated using a linear elastic model. However, the behavior of soil was simulated by an elasto-plastic model by using of the Mohr-Coulomb failure criterion. For this study, a short-term settlement of the foundation has been considered. It was assumed that the piled raft will settle under a uniformly distributed load which is applied in a same value in the experimental test.

The results of the experimental work demonstrate that the matric suction has a significant role on the bearing capacity of all the tested models. It is shown that the ultimate bearing capacity of a circular raft foundation under a partially saturated condition increased by about (6-7) times than the ultimate bearing capacity of fully saturated condition. While the ultimate bearing of circular piled raft foundation under a partially saturated condition increased by about (8-9) times than the ultimate bearing capacity of fully saturated condition. The results of the ultimate bearing capacity of piled raft foundation obtained from the experimental model and from the numerical model for the same soil condition and same matric suction indicated that a successful validation is achieved for the simulation process.

الخلاصة

هذه الأطروحة تقدم دراسة عملية ونظرية للتحقق من مقدار التغيير في قابلية تحمل الاسس الحصييرية المدعمة بالركائز في الترب الحبيبية المشبعة جزئياً" ودراسة تأثير ضغط الماء السالب على قابلية تحمل الاساس.

الجانب العملي يتألف من نموذجين من الاسس, اساس حصييري دائري واساس حصييري دائري مدعم بركيزة. كلا النموذجين تم تحميلهما وفحصهما تحت ظروف تربة مشبعة كلياً" ومشبعة جزئياً" واللذان تم تحقيقهما من خلال تخفيض منسوب مياه التربة. تم تخفيض منسوب المياه الى عمقين مختلفين للوصول الى قيم مختلفة من ضغط الماء السالب وكذلك العلاقة بين ضغط الماء السالب وعمق الماء في التربة تم قياسها بواسطة ثلاثة اجهزة (Tensiometer). تم قياس منحني خصائص التربة (SWCC) من خلال تطبيق معادلات رياضية باستخدام برنامج (SoilVision) بعد تعريف المواصفات الاساسية للتربة. عملية التحميل تمت باستخدام مكبس هيدروليكي يدوي. الحمل المسلط تم قياسه باستخدام قارئ حمل مربوط بما يسمى خلية الحمل اما الهبوط فقد تم قياسه بواسطة مقياسين للازاحة.

في هذه الدراسة تم اجراء عملية تحليل عددي للاساس الحصييري المدعم بالركيزة لفهم السلوك المعقد للاساس في التربة الرملية المشبعة جزئياً" بمساعدة برنامج حاسوبي (ABAQUS 6.12) والذي يستخدم طريقة العناصر المحددة في التحليل.

النموذج العددي المستخدم في تحليل الاساس الحصييري المدعم بالركيزة في التربة المشبعة جزئياً" بأنخفاض مستوى المياه 45 سم تحت سطح التربة هو نموذج متناظر حول المحور العمودي (Axisymmetric) وقد تم توظيف عنصر ثماني العقد رباعي الاضلع نوع (CAX8RP) و (CAX8R) لتمثيل التربة والاساس مع الركيزة على التوالي. لتمثيل منطقة التلامس في منظومة الاساس والتي تشمل التربة والاساس الحصييري والركيزة, تم استخدام طريقة تلامس الاسطح (surface-to-surface) بمبدأ السيد والتابع (master and slave) الخاص ببرنامج (ABAQUS). تم اعتبار تصرف مادة الاساس الحصييري وكذلك الركيزة مرناً" خطياً" (linear elastic) في حين تم اعتبار سلوك التربة سلوكاً مرناً" لدناً" (Elasto-Plastic) بأستعمال معيار فشل مور كولومب (Mohr-Coulomb Failure Criteria). في هذه الدراسة تم الاخذ بنظر الاعتبار الهبوط اللحظي للركيزة كذلك تم اعتبار هبوط الركيزة منتظم نتيجة الحمل المنتظم المسلط بنفس المقدار والوقت الخاص بالفحص العملي.

اثبتت نتائج العمل المختبري ان الضغط السالب للماء له تأثير واضح على قابلية التحمل لجميع النماذج المفحوصة. كما تظهر النتائج ان قابلية التحمل للاساس الحصييري الدائري مفحوص في ظروف تربة مشبعة جزئيا" تزيد بمقدار (6-7) مرات عن قابلية التحمل للاساس المفحوص تحت ظروف تربة مشبعة كليا" بينما قابلية التحمل للاساس الحصييري الدائري المدعم بركيزة واحدة مفحوصة في ظروف تربة مشبعة جزئيا" تزيد بمقدار (8-9) مرات عن قابلية التحمل لنفس الاساس مفحوص تحت ظروف تربة مشبعة كليا". أن نتائج قابلية التحمل للاساس الحصييري المدعم بالركيزة التي تم فحصها مختبريا" ومثيلتها الناتجة من التحليل العددي بالعناصر المحددة تحت نفس ظروف التربة وضغط الماء السالب تظهر عملية مصادقة ناجحة ما بين النتائج العملية والنظرية.



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

دراسة عملية وتحليلية لأساس حصيري دائري مدعم بركيزة في تربة رملية مشبعة جزئياً

رسالة مقدمة إلى
قسم هندسة البناء والانشاءات في الجامعة التكنولوجية
كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير
في علوم هندسة البناء والانشاءات
(الهندسة الجيوتكنيكية)

من قبل

أسماء أحمد هاني

بكالوريوس هندسة بناء وانشاءات

2004

بإشراف

د. سعد فايق عباس الوكيل

أ.م.د. محمود رشيد محمود

رجب 1437

نيسان 2016