



جامعة الموصل
كلية الهندسة

سلوك الحمل-الهبوط للأسس القشرية المستندة على ترب مختلفة

علاء يوسف محمود الطائي

رسالة ماجستير

علوم في الهندسة المدنية / ميكانيك التربة وهندسة الأسس

بإشراف

الأستاذ المساعد

أمنية أحمد خليل

المستخلص

Abstract

الأسس القشرية هي أسس مستخدمة بشكل متزايد في المشاريع الهندسية كأجزاء بنائية أسفل البنايات، الأبراج، السدود المقوسة، وغيرها من المنشآت المماثلة، على سبيل المثال، في هافانا، كانت قاعة المدينة الجديدة عبارة عن مبنى مكون من 24 طابقاً تم اختيار الألواح المطوية القشرية (shell folded footings) كأسس لهذه البناية. إن دراسة وتصميم مثل هذه الأنواع من الأسس تطور بشكل متزايد منذ منتصف القرن الماضي واستخدم بشكل أوسع وخاصة في الترب الرخوة. وهي بدائل اقتصادية للأسس الضحلة في حالة وجود أحمال عالية تنتقل إلى تربة ضعيفة.

تهدف الدراسة الحالية بشكل أساسي التعرف على سلوك الحمل-الهبوط تحت تأثير أحمال عمودية ساكنة وضمن مجالين أساسيين، الأول: مجال العمل المختبري لموديل تم تصنيعه بأبعاد (cm 60×50×50) ومقاطع لأسس قشرية مختارة تم تصنيعها لتحقيق هدف الدراسة ولخصائص تربة غرين رملي تم جلبها من قرية خواجه خليل في شمال مدينة الموصل. أما المجال الثاني فقد خصص لدراسة نظرية باستخدام برنامج (Midas GTS NX) إذ تضمنت الدراسة النظرية تمثيل كل من الموديل المختبري مع مقاطع الأسس ونوعية التربة المعتمدة في المجال الأول فضلاً عن دراسة عددية شملت متغيرات متعلقة بخصائص التربة وخصائص مقاطع الأسس القشرية، تم استخدام موديل (Isotropic-Mohr-Coulomb) لتمثيل التربة، أما الأسس فتم تمثيلها باستخدام موديل (Isotropic-Linear-Elastic). وتضمنت الدراسة ثلاثة أنواع من الترب وهي الترب الطينية والغرينية والرملية، أما مقاطع الأسس تم دراسة كل من الأساس القشري الهرمي والمخروطي والهرمي الخماسي القائم والمقلوب لكل نوع، فضلاً عن الأسس التقليدية المسطحة وهي كل من الأساس المربع والدائري والخماسي. كما تم دراسة أيضاً كل من معامل كفاءة الأساس القشري (shell efficiency

factor) والذي يصف العلاقة بين أقصى قيمة تحمل للأساس القشري نسبة إلى قيمة تحمل الأسس المسطحة. أظهرت النتائج المختبرية ان الأسس القشرية ذات قيمة تحمل أعلى من الأسس التقليدية المسطحة بشكل عام، الأسس القشرية القائمة لها قيمة تحمل أعلى من الأسس التقليدية عند زاوية ميل الجوانب (63°)، حيث إن الأساس القشري الهرمي القائم له قيمة تحمل أعلى من باقي نماذج الأسس المختارة في الدراسة العملية عند زاوية ميل جوانب الأساس (63°) وبنسبة تحسن في قيمة التحمل 24.4%. وأما النتائج النظرية أظهرت أن الأسس القشرية المقلوبة في حدود زاوية ميل الجوانب ($15^\circ-30^\circ$) ذات قيمة تحمل أعلى من الأسس القشرية القائمة، بينما الأسس القشرية القائمة في حدود زاوية ميل الجوانب ($45^\circ-63^\circ$) ذات قيمة تحمل أعلى من الأسس القشرية المقلوبة. وإن إضافة حافة بطول (10cm) ذات تأثير أكبر في معدل الزيادة بقيمة التحمل من إضافة حافة بطول (20cm) باستثناء مقاطع الأسس عند زاوية ميل الجوانب (45°).

زيادة منسوب عمق الدفن ذو فعالية وعامل مؤثر في زيادة قيمة تحمل الأسس القشرية. حيث الأسس القشرية المخروطية والهرمية الخماسية القائمة أكثر فعالية عند تغير عمق الدفن (40-50cm)، بينما الأسس القشرية الهرمية القائمة ذات فعالية عند تغير عمق الدفن (50-60cm).

إن نسبة كفاءة ((shell efficiency factor (η)) الأسس القشرية المقلوبة أعلى من الأسس القشرية القائمة، حيث ان الأساس القشري الهرمي المقلوب بزاوية ($15^\circ-30^\circ$) كفاءته أعلى من باقي الأسس وبقيم 52.58% و 51.7% لأنواع الأسس (IP_A_DF50_E10, IP_B_DF50_E10) على التوالي. الأسس القشرية أكثر فعالية على التربة الرملية ومن بعدها التربة الغرين الرملية وتقل فعالية الأسس المختارة في الدراسة على التربة الطينية، وقيم التحمل لهذه الأسس على التربة الرملية أكبر مقارنة بحالات الترب الأخ

**University of Mosul
College of Engineering**



Load-Settlement Behavior of Shell Footing Resting on Different Soils

A Thesis

Submitted By

Alaa Yousef Mahmood Al-Taei

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 & Foundation Engineering)**

Supervised By

Assist. Prof.

Amina Ahmed Khalil

Abstract

Shell foundations are increasingly used in engineering projects as structural elements below buildings, towers, arched dams, and similar structures. For example, in Havana, the New City Hall was a building with 24 floors, and folded shell footings were chosen as the footings for this structure. The study and design of such types of foundations have evolved significantly since the mid-20th century and have been widely employed, particularly in soft soil conditions. They serve as economical alternatives to shallow foundations when there are high loads transmitted to weak soil.

The current study primarily aims to understand the load-settlement behaviour under the influence of static vertical loads within two main domains. Firstly, the laboratory work domain involves a model with dimensions of 50×50×60 cm and sections of selected shell footings manufactured to achieve the study's objectives and for the properties of sandy silt soil obtained from the village of Khawaja Khalil in the north of Mosul city.

The second domain was dedicated to a numerical study using the Midas GTS NX software. The theoretical study included the representation of both the laboratory model with the footing sections and the soil type used in the first scope. It also involved a numerical study that encompassed variables related to soil properties and the properties of shell footing sections. The isotropic-Mohr-Coulomb model was used to represent the soil, while the foundations were represented using the isotropic-linear-elastic model. The study included three types of soil: clayey, silty, and sandy soils. In terms of footing sections, the pyramidal, conical, and pyramidal pentagonal inverted and

upright for each type were all looked at. These were studied along with traditional flat footings like square, circular, and pentagonal footings. The study also examined the shell foundation efficiency factor, which describes the relationship between the ultimate bearing capacity of the footing relative to the ultimate bearing capacity of flat footing.

The laboratory results showed that shell footings generally have a higher load-carrying capacity than traditional flat footings. Upright shell footings have a higher load-carrying capacity than traditional footings at the side slope angle ($\theta = 63^\circ$). In particular, the pyramidal upright shell footing can hold more weight than the other models tested in the lab at a side slope angle of 63° , which is a 24.4% increase in the load-carrying capacity value.

The numerical results revealed that inverted shell footings within the side slope angle range (15° - 30°) have a higher load-carrying capacity than upright shell footings. On the other hand, upright shell footings within the side slope angle range (45° - 63°) exhibit a higher load-carrying capacity than inverted shell footings. The addition of an edge with a length of (cm10) has a more significant impact on the increase in load-carrying capacity compared to adding an edge with a length of (cm20), except for certain foundation sections at a side slope angle of (45°).

Increasing the embedment depth is effective and influential in increasing the load-carrying capacity of shell footings. Upright conical and pentagonal pyramid shell footings are more effective when the embedment depth changes to (cm40–50), while upright pyramid shell footings are effective when the embedment depth changes to (cm50–60).

The shell efficiency factor (η) of inverted shell footings is higher than that of upright shell footings. The inverted pyramidal shell footing with a slope angle of (15 to 30°) exhibited higher efficiency compared to other types of footings, with values of 52.58% and 51.7% for the specific types (IP_A_DF50_E10, IP_B_DF50_E10).

Shell footings work best on sandy soil, then silty soil, and less well on clayey soil. The load-carrying capacity of these foundations on sandy soil is greater compared to other soil conditions. The results showed that the upright pyramidal shell foundation (numerical laboratory model) could hold the most weight compared to the other foundations, with values of 14.1 kN, 17.5 kN, and 19.5 kN on clayey, silty, and sandy soils, respectively.