

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



# **Behavior of Plate on Elastic Foundation under Impact Load**

*A Thesis  
Submitted to the Department of  
Building and Construction Engineering of the  
University of Technology  
in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of  
Master of Science in Structural Engineering*

*By*

**Sura Amoori Abbas**  
*(B.Sc. Building and Construction Engineering, 2010)  
University of Technology*

*Supervised By*

**Asst. Prof.**  
**Dr. Mohammed J. Hamood**

**Prof.**  
**Dr. Mohammed Y. Fattah**

**January 2013**

## Abstract

Concrete slabs (plates) supported directly by the soil continuum is a very common construction form. The behavior of the slab when it carries external loads is influenced by the soil, and the behavior of the soil is, in turn, influenced by the action of the slab under load. Developing a realistic mathematical model for this complex soil-structure interaction problem is essential in order to provide safe and economical designs. In the past, many researchers have worked on this problem, which is referred to as "beams and plates on elastic foundations." In many practical design problems of this type, the soil continuum is layered and may be resting over a rigid rock or a relatively stronger soil.

In this study, nonlinear three-dimensional finite element analysis has been used to conduct a numerical investigation of the effect of applied impact load on the foundation based on sandy soil using the finite element method by **ANSYS (Version 11)** computer program.

The 8-node brick elements in **ANSYS** are used to represent the concrete of foundation and the soil under the foundation which are denoted by Solid65 for concrete and Solid45 for the soil, and the interface is modeled by using three-dimensional surface-to-surface (Target170 and Contact174) contact elements connected with concrete and soil.

First, the analysis is carried out on previously solved problems to verify the capabilities of the program and make a comparison between the results obtained from the finite element analysis and the available experimental results. This comparison shows a good agreement.

As a case study, a concrete foundation with dimensions (3×3×0.3) m placed on the foundation soil (15 m) deep and (9 m) away from the edge of plate is subjected to impact load.

A parametric study is carried out to investigate the effect of several parameters including: foundation thickness and dimensions (geometry), modulus of elasticity of soil, eccentricity of impact load and the damping ratio. It was

concluded that as the foundation thickness increases, the time for maximum displacement to take place increases due to geometrical damping induced by the foundation, for example when the thickness of foundation increases from ( $t = 0.3$  to  $0.5$  and  $0.75$ ) m for amplitude load ( $P = 25, 75$  and  $100$ ) kN, the maximum vertical displacement at the center of foundation decreases by about (45 and 58) %, and the maximum vertical stress decreases by about (22 and 50) %, respectively.

When the dimensions of foundation and damping ratio increase, the oscillation of vertical displacement decreases, which means that the foundation becomes more stable.

When the length of foundation increases from ( $L = 3$  to  $6$ ) m, the maximum vertical displacement at the center of foundation increases by about (13, 19 and 21) %, respectively under the same amplitudes of load, while the maximum vertical stress decreases by about (42, 48 and 57) %, respectively.

When the modulus of elasticity for soil decreases from ( $E_s = 50$  to  $20$  and  $10$ ) MPa, the maximum vertical displacement at the center of foundation increases by about (14 and 19) %, respectively. On the other hand, the decrease in the modulus of elasticity for soil leads to a small decrease in the maximum vertical stress depending on the amplitude of load. The time at which the maximum vertical displacement takes place increases as the soil modulus of elasticity increases.

The load eccentricity increases the displacement and decrease the stress at the foundation center. This is attributed to non-uniformly distributed stresses on the loaded area, where the loads are concentrated locally within the loaded area. The presence of damping leads to a considerable decrease in the foundation displacements and stresses. The increase in the damping ratio reduces the vertical displacement of the foundation at the same time whatever was the damping ratio.



جمهورية العراق  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
كلية الهندسة  
قسم هندسة البناء والإنشاءات  
فرع الهندسة الإنشائية

# المُسندة على أسس مرنة تحت تأثير تصرف الصفائح الاحمال الصدمية

## رسالة تقدمت بها الطالبة سرى أموري عباس

(بكلوريوس 2010 الجامعة التكنولوجية)

إلى قسم هندسة البناء والإنشاءات في الجامعة التكنولوجية  
وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في  
الهندسة الإنشائية  
بإشراف

حمود أ.د محمد يوسف فتاح أ.م.د محمد جعفر

ربيع الأول 1434

كانون الثاني 2013

## الخلاصة

ان استخدام الصفائح الخرسانية المُسندة على وسط ترابي هو شائع جداً في الأعمال الانشائية. ان تصرف الصفائح تحت الأحمال الخارجية يتأثر بخواص التربة والتي بدورها يتأثر سلوكها بتأثير البلاطة والأحمال المسلطة. ان تطوير نموذج رياضي واقعي لمسألة معقدة كمسألة التداخل بين المنشآت والتربة هو من الأساسيات لغرض الحصول على تصميم اقتصادي امين. وقد أُجريت عدة بحوث حول هذا الموضوع باستخدام عتبات وصفائح مُسندة على أسس مرنة وفي كل هذه المسائل أُستخدمت طبقات من التربة مُسندة على طبقة صخرية صلبة أو تربة صلبة نسبياً.

في هذه الدراسة تم استعمال طريقة العناصر المحددة ثلاثية الابعاد اللاخطية لتحري تأثير الحمل الصدمي على الأسس المُسندة على تربة رملية بالاستفادة من برنامج ( ANSYS ) الاصدار الحادي عشر. حيث أُستخدمت عناصر طابوقية ثلاثية الابعاد ذات ثمانية عقد لتوضيح خصائص خرسانة الأسس (Solid 65) وتم تمثيل خصائص التربة أسفل الأساس باستخدام عنصر ( Solid 45 ) أما منطقة التلامس بين سطح الخرسانة و سطح التربة فتم تمثيلها باستخدام عناصر التلامس سطح الى سطح (Target 170 & Contact 174) يربط كل من الخرسانة والتربة. وللتأكد من قابلية البرنامج تم تحليل مسائل محلولة سابقاً ومقارنة النتائج مع التجارب العملية المتوفرة حيث اظهرت النتائج ان النموذج المقترح يعطي نتائج متوافقة بشكل جيد.

ولدراسة حالة محددة، أُخذ اساس خرسانة بأبعاد (  $0.3 \times 3 \times 3$  ) م يستند على تربة تمتد لغاية عمق 15 م ويمتد جانبياً لمسافة 9 م من حافة الاساس الخرساني وعُرض الى احمال صدمية. تم التحري عن تأثير عدة عوامل بضمنها سمك الأساس، أبعاد الأساس، معامل مرونة التربة، انحراف الحمل الصدمي عن مركز الصفيحة ودرجة الاخمد.

وقد أظهرت النتائج أنه مع زيادة سمك الاساس يزداد الزمن اللازم لحدوث الازاحة القصوى نتيجة الاخمد الهندسي الذي يحتويه الاساس ، فمثلاً عندما يزداد عمق الاساس من 0.3 م الى 0.5 م ثم الى 0.75 م تحت قيمة قصوى للحمل مقدارها (25, 75, 100 كيلو نيوتن) تتناقص الازاحة الشاقولية العظمى عن مركز الاساس بحدود 44 % و 58 % ويتناقص الاجهاد الشاقولي الاقصى بحدود 22 % و 50 % على التوالي.

وعندما تزداد ابعاد الاساس ونسبة الاخمد يقل التذبذب في الازاحة الشاقولية مما يعني ان الاساس أصبح أكثر استقراراً.

فزيادة طول الاساس من ( 3 - 6 ) م فإن الازاحة الشاقولية العظمى عند مركز الاساس تزداد بحدود 13 % و 19 % و 21 % على التوالي تحت تأثير نفس القيم القصوى من الحمل ، بينما يلاحظ حدوث تناقصاً تدريجياً في قيمة الاجهاد الشاقولي بحدود 42 % و 48 % و 57 % على التوالي.

وعندما يتناقص معامل المرونة للتربة من 50000 الى 20000 ثم 10000 كيلو نيوتن/م<sup>2</sup> تزداد الازاحة الشاقولية العظمى في مركز الاساس بحدود 14 % و 19 % على التوالي. ومن ناحية اخرى ان التناقص في معامل المرونة للتربة يؤدي الى تناقص بسيط في الاجهاد الشاقولي الاعظم اعتماداً على الحمل الاقصى المسلط ويزداد الزمن الذي عنده تحدث الزيادة الشاقولية العظمى للازاحة مع زيادة معامل المرونة للتربة.

ان تركز الحمل عند منتصف الاساس يؤدي الى زيادة بالازاحة ونقصان بالاجهاد وهذا يعود الى التوزيع الغير منتظم للاجهادات التي تتمركز في منطقة التحميل أما وجود الاخمد فيؤدي الى نقصان في الازاحة والاجهاد.