

REPUBLIC OF IRAQ
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
BUILDING AND CONSTRUCTION ENGINEERING DEPARTMENT



STRESSES ANALYSIS USING FINITE ELEMENTS METHOD AROUND TUNNELS DURING CONSTRUCTION STAGES

A THESIS

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

By

ZAINAB HASSAN SHAKER

(B.Sc. Building and Construction Eng. 2010)

Supervised By

Prof. Dr. Kais Taha Shlash

Assist. Prof. Dr. Nahla Mohammed Salim

February/2013

Rabial II /1434

Abstract

The present research aims to study the stresses analysis through construction stages of the underground structures (Tunnels). For this purpose, the finite element method (FEM) was adopted as an effective approach to analyze the test results using (SIGMA/W) program.

The research includes the study of the behavior of soil due to excavation of tunnel by calculating the displacements and stresses in the three positions of tunnel (crown, wall, and invert) during the various stages of construction.

The finite element analyses were carried out using (Elastic- plastic) and (linear elastic) models for the soil and the concrete liner respectively. In this study, it can be noticed that the main reason for using an infinite element in the analysis is to extend the range of computed displacements that does not affect the boundary conditions. Finally, the excavation process was done by excavating the tunnel in six stages instead of one stage because the latter causes high values of displacement.

In this study, different parameters are considered such as the effect of tunnel's depth and tunnel's diameter, soil properties, lining stiffness, surcharge value and surcharge position. The effect of these parameters on the stresses and displacements is considered.

The results showed that there is a significant effect of tunnel's depth on the vertical stresses and vertical displacements throughout all the tunnel positions where the increase of tunnel's depth increases the vertical stresses and displacements, this is due to increase in the overburden pressure of the soil. However, the excavation process led to move all the points surrounding the tunnel toward the center of the tunnel. Moreover, when the diameter of tunnel increases the vertical displacement increases due to amount of soil removed in which the vertical stresses decreases due to distribution of the stress on larger area.

The results demonstrated that the soil cohesion (C) and the angle of internal friction (ϕ) have an inverse proportion to the vertical stresses and the vertical displacements, where as the soil properties (C , ϕ) increase, the vertical stresses reduce because the soil becomes more stable and the vertical displacements decrease due to increase in the modulus of elasticity of the soil. It was also found that the increase in the stiffness of lining leads to decrease the vertical displacements which increase the vertical stresses.

Obviously, the values of displacements and stresses obtained from the analysis are affected by surcharge value, where the magnitude of stresses and displacements directly proportional to the magnitude of the surcharge.

Finally, the results displayed that the shifting of the surcharge position away from the center of the tunnel reduces the vertical stresses and vertical displacements.

الخلاصة

يهدف هذا البحث إلى دراسة تحليل الاجهادات خلال مراحل إنشاء المنشآت تحت الارض (الانفاق). لهذا الغرض، تم اعتماد طريقة العناصر المحددة (FEM) كمنهج فعال لتحليل نتائج الاختبار باستخدام البرنامج (SIGMA/W).

تضمن البحث دراسة سلوك التربة نتيجة حفر النفق عن طريق حساب الازاحات و الاجهادات في مواقع ثلاثة (Crown, Wall, Invert) من النفق خلال المراحل المختلفة من الإنشاء. وأجريت التحليلات باستخدام العناصر المحددة على نموذجين من (اللدن مرن) و (المرونة الخطية) لتمثيل التربة و المادة بطانة النفق على التوالي. في هذه الدراسة، يلاحظ أن، السبب الرئيسي لإستخدام عنصر اللانهائي في التحليل هو توسيع نطاق الازاحات المحسوبة بحيث لا يؤثر على شروط الحدود. أيضاً، تم حفر النفق في ستة مراحل بدلاً من مرحلة واحدة لأن الاخيرة تسبب القيم العالية من الازاحة.

في هذه الدراسة، تم الاخذ بنظر الاعتبار العوامل المختلفة التي تؤثر على النفق منها عمق النفق، قطره ، خواص التربة المحيطة، وتصلب بطانة النفق، قيمة الاحمال، وموقع الاحمال وأخذ بنظر الاعتبار تأثير هذه العوامل على الاجهادات و الازاحات.

أظهرت النتائج أن هناك تأثير كبير لعمق النفق على الاجهادات العمودية و الازاحات العمودية في جميع مواقع النفق حيث أن زيادة عمق النفق يزيد من الاجهادات العمودية و الازاحات العمودية بسبب زيادة في (overburden pressure) للتربة. ومع ذلك، أدت عملية الحفر الى تحرك كافة النقاط المحيطة بالنفق باتجاه مركزه. علاوة على ذلك، عندما يزداد قطر النفق، فإن الازاحة العمودية تزداد بسبب كمية التربة التي أزيلت ويعود النقصان بالاجهادات العمودية الى توزيع الاجهاد على مساحة اكبر.

وأثبتت النتائج أن التماسك (C) وزاوية الاحتكاك الداخلي (ϕ) لهما تناسب عكسي مع الاجهادات العمودية و الازاحات العمودية حيث أن زيادة كلاً من خواص التربة المحيطة يؤدي إلى تقليل الاجهادات العمودية نظراً لكون التربة تصبح اكثر استقراراً و النقصان في الازاحات العمودية، وهذا يرجع إلى زيادة في معامل المرونة للتربة. ووجد أيضاً أنه، زيادة صلابة مادة بطانة النفق يؤدي إلى تقليل الازاحات العمودية وزيادة الاجهادات العمودية.

كذلك أن تأثير قيم الازاحات و الاجهادات التي تم الحصول عليها من عملية التحليل من حيث قيمة الاحمال حيث مقدار الاجهادات و الازاحات تتناسب بشكل مباشر مع مقدار الاحمال.

أخيراً، من النتائج المعروضة ان تغيير موقع الاحمال بعيداً عن مركز النفق يقلل من الاجهادات العمودية و الازاحات العمودية.



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة البناء و الإنشاءات

تحليل الأجهادات باستخدام طريقة العناصر المحددة حول الانفاق أثناء مراحل الإنشاء

رسالة مقدمة إلى
قسم هندسة البناء و الإنشاءات في الجامعة التكنولوجية
وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير
في علوم
(الهندسة الجيوتكنيكية)

من قبل
زينب حسن شاكر
(بكالوريوس في علوم هندسة البناء و الإنشاءات)
(2010)

بإشراف
أ.د. قيس طه شلاش
أ.م.د. نهلة محمد سليم

شباط (٢٠١٣)

ربيع الثاني (١٤٣٤)