Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Baghdad
College of Engineering
Civil Engineering Department

Three-Dimensional Analysis Of Single Pile In Clay By The Finite Element Method

A thesis submitted by
Usama Saeed Al-Anbaki
(B. Sc. 2002)

TO THE COLLEGE OF ENGINEERING OF THE UNIVERSITY OF BAGHDAD IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN CIVIL ENGINEERING

Supervised by

Dr. Omar Al-Farouk Al-Damluji
(Assistant Professor)

Rajab, 1427 **July, 2006**

الخلاصة

في هذه الاطروحة تم تقديم دراسة و تحليل فكرة الركائز المنفردة في الترب الطينية باستخدام طريقة العناصر المحددة. لقد تم الاعتماد على عناصر بالاتجاهات الثلاثة باستخدام عناصر طابوقية twenty-node hexahedron brick elements متكونة من (20) عقدة, كل عقدة لها اربع درجات للحرية و التي هي الازاحات في الاتجاهات الثلاثة اضافة الى ضغط ماء المسام.

لقد تم الاعتماد على نموذج طين-كام المعدل Modified Cam-Clay Model لتحليل خواص التربة والذي تم تطويره للعمل بالاتجاهات الثلاثة ضمن البرنامج الحاسوبي. كما تم تمثيل خرسانة الركيزة بنموذج مرن خطياً Linear Elastic. اخيرا تم الاخذ بنظر الاعتبار الخواص عند التماس بين الركيزة الخرسانية والتربة الطينية باستخدام العنصر البيني Interface Element بالاتجاهات الثلاثة كذلك.

لقد تم التحقق من صحة النتائج المستحصلة عن البرنامج الحاسوبي المطور الذي اطلق عليه اسم ACED3 من خلال اجراء عدد من الفحوص العددية باستخدام الحاسبة وللحالات الاتية:-

أ- خرسانة الركيزة لوحدها.

ب- العنصر البيني بالاتجاهات الثلاثة.

ج- نموذج العنصر البيني على مستوى مصفوفة نموذج طين-كام المعدل.

د- نموذج التربة الطينية باستخدام طريقة العناصر المحددة من خلال برنامج ACED3.

على مستوى العنصر المحدد باستخدام برنامج ACED3 تم التحقق من مختلف حالات البزل للتربة الطينية مشتملة على الحالتين المنضغطة غير المبزولة و المنضغطة المبزولة. اظهرت النتائج توافقا عاليا مع المشاهدات.

لقد اظهرت كافة النتائج المستحصلة عن التحققات للحالات المذكورة اعلاه نتائج قريبة جدا من المشاهدات والفحوص المختبرية مما يعطي مصداقية لعمل برنامج ACED3 بمختلف الاجزاء المكونة له.

بعد ذلك تم اجراء تحليل باستخدام برنامج ACED3 على ثلاث ركائز فحص, اذ تم احتساب الازاحات عند نهاية الركيزة اضافة الى ضغوط ماء المسام في مناطق المحيطة بالركيزة ضمن مجال التربة الطينية.

ABSTRACT

This thesis presents an analysis of *statically loaded single piles* in *clayey soils*. The objective is to find the build-up of *pore water pressures* around the pile and their dissipation with time. Hence, the settlement of the pile can be determined through the deformation of the surrounding soil medium in addition to pile carrying capacities.

The analysis conducted herein is based on the *finite element method*. The pile and the surrounding soil medium are modelled by using *three-dimensional twenty-node hexahedron brick elements*. The first order parameters involved are *displacements* of the pile and soil medium and the *pore water pressures* induced in the clay medium due to loads applied onto the pile.

The governing equations of the problem are *equilibrium* for pile and clay in addition to *flow* for the soil medium. A *thin layer interface element* is employed to model stress transfer from the pile into the soil. The constitutive equations are the *linear elastic* for the pile and interface materials while the *modified Cam-Clay Model in three-dimensions* is employed to visualize the soil surrounding the pile.

A three-dimensional finite element analysis program is adopted. It is given the name ACED3. It bears all the concepts presented above. ACED3 is extensively verified on *matrix* and *finite element levels*. The constitutive relations alone first then the finite element model are tested for the concrete material, the interface model and the clayey soil medium. The soil medium alone is tested for *drained*, *undrained* and *one-dimensional consolidation* conditions. All tests show extremely acceptable agreements with observations, tests or results from literature. This gives confidence to turn onto solving protype problems.

Three problems of single pile in clay are selected from literature. The first was after *Desai (1978),* the second after *Ottaviani* and *Marchetti (1977)* while

the third was after *Seed* and *Reese (1955)*. From the results of displacements, the difference in settlements under ultimate loads was 15%, 8% and 25% for the above mentioned problems, respectively. Moreover, similar trends in pore water pressure dissipations were obtained. The bearing capacity of all piles is calculated from equations adopted from standard text books and compared with the results obtained from analysis and shows similarity with observations.