

## خلاصة البحث

المسألة ثنائية الطور الأكثر شيوعاً في الأوساط المسامية هي جريان الهواء والماء. وهذا على سبيل المثال يوجد في المناطق غير المشبعة، عندما ينفذ الماء خلال مسامات مشبعة جزئياً إلى الماء الأرضي. جريان السائل في المنطقة غير المشبعة يسيطر عليه بواسطة علاقة مركبة من الجاذبية والخاصية الشعرية وقوى اللزوجة. السلوك الميكانيكي للترب المشبعة جزئياً يمكن أن يكون مختلف جداً عن سلوك الترب المشبعة كلياً. لقد ثبت منذ زمن طويل أنه لمثل هذه الترب فإن التغير في الامتصاص لا يكون له نفس تأثير التغير في الإجهاد المسلط، وكنتيجة لذلك فإن مبدأ الجهد الفعال لا يكون قابل للتطبيق. لذلك النماذج التكوينية التقليدية والتي تستند على هذا المبدأ تكون محدودة الاستخدام عند تحليل المسائل الجيوتكنيكية المتضمنة وجود مناطق تربة مشبعة جزئياً.

في هذه الأطروحة تم العامل مع مسألة سدة المدينة التجريبية. استخدم برنامجاً العناصر المحددة (SIGMA/W) و (SEEP/W)، وتم استخدام عناصر رباعية الأضلاع بثنائي عقد لتمثيل هيكل التربة و ضغط ماء المسام. دراسة معاملات أجريت و معاملات متعددة غيرت قيمها لإيجاد تأثير هذه العوامل على سلوك التربة المشبعة جزئياً. هذه العوامل تتضمن معامل مرونة التربة (E) و معامل النفاذية (k) ومعامل التربة غير المشبعة (H).

توصل البحث إلى إن تأثير معامل المرونة على سلوك التربة غير المشبعة يظهر في المراحل الأولى من عملية الانضمام ويتلاشى مع تقدم الزمن. وعندما تتكون طبقة التربة من طين رخو يكون تأثيره واضح في التربة غير المشبعة بينما يتلاشى هذا التأثير عندما تكون التربة قوية.

وتبين أن الزيادة في ضغط ماء المسام في حالة الإشباع الكلي تكون أكبر منها في حالة الترب المشبعة جزئياً. بالإضافة إلى إن الانضمام العمودي في حالة التربة

كما تم التوصل إلى أن احتمالية الفشل في التربة غير المشبعة تكون أقل منها للتربة المشبعة كلياً بما أن إجهاد الانحراف  $(\sigma_1 - \sigma_3)$  في كل مراحل الانضمام أصغر.

## Abstract

The most common two-phase problem in porous media is the flow of air and water. This is for example found in the unsaturated zone, where water infiltrates through partly saturated pores to the groundwater. Liquid flow in the unsaturated zone is controlled by a combination of gravitational, capillary, and viscous forces.

The mechanical behaviour of partially saturated soils can be very different from that of fully saturated soils. It has long been established that for such soils, changes in suction do not have the same effect as changes in the applied stresses, and consequently the effective stress principle is not applicable. Conventional constitutive models, which are based on this principle, are therefore of limited use when analyzing geotechnical problems that involve the presence of partially saturated soil zones.

In this thesis, A trial embankment was the problem this work deals with. The finite element programs SIGMA/W and SEEP/W were used, and eight noded isoparametric quadrilateral elements are used for modelling both the soil skeleton and pore water pressure. Parametric study was carried out and different parameters were changed to find their effects on behaviour of partially saturated soil. These parameters include the modulus of elasticity of the soil ( $E$ ), hydraulic conductivity ( $k$ ) and the unsaturated soil modulus ( $H$ ).

It is concluded that the effect of modulus of elasticity on the behaviour of unsaturated soil is apparent at early stages of consolidation and diminishes when the time proceeds. When the clay layer consists of soft clay ( $E_{\text{soil}} < 10000 \text{ kN/m}^2$ ), the effect of unsaturated soil is apparent, while effect of the modulus of elasticity diminishes when the soil is stiff.

Also it is concluded that the excess pore water pressure of fully saturated soil is greater than that of partially saturated soil and dissipation starts at fast rate and becomes slow with time.

In addition the vertical displacement of fully saturated soil is greater than that of partially saturated soil.

It was also concluded that the failure potential of unsaturated soil is less than that for fully saturated soil since that the deviatoric stress ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) at all stages of consolidation is smaller.