

## ABSTRACT

Slope stability design is largely a matter of decision making under uncertainty. This inherent uncertainty is particularly a characteristic of soil engineering since natural soils are extremely variable in their properties and the rational choice of suitable design parameters is generally the most difficult part of a design for inexperienced engineer.

In this study, two approaches have been presented. The first approach is the conventional deterministic where the variables are defined by a single mean ( $\mu$ ) value with standard deviation ( $\sigma$ ) equal to zero. This approach was used to give minimum factor of safety ( $F_{smin.}$ ) and location of critical slip circle ( $X_c$ ,  $Y_c$ ) and radius ( $R_c$ ) by using automatic search method. The second approach is the probabilistic approach where each variable is treated randomly and is defined by its mean ( $\mu$ ) and standard deviation ( $\sigma$ ). This approach gives probability failure of slope.

The two approaches are applied to three examples with different cases. The results are compared with commercial package "PROKON".

The effect of each design parameter on probability of failure and safety is studied. Design parameters include soil properties (soil strength parameters and bulk unit weight) and geometric properties (slope angle, height of embankment and height of water table). The derivations of probabilistic design equations are also presented. The variation of design parameters is studied in addition to the effect of the type of probability distribution (normal and lognormal).

A parametric study is made (3267 computer trials) to investigate the effect of importance of each design parameters in the deterministic and probabilistic approaches. Results show that the slope angle, cohesion

of soil and height of embankment respectively have more effect on the probability of failure than other parameters. From the results it can be found that the probability failure of slope ( $P_f$ ) is more reliable than the traditional factor of safety ( $F_s$ ) and hence ( $P_f$ ) is recommended in this thesis to substitute ( $F_s$ ) in the design of slope stability.

Five mathematical models are proposed, four models deal with deterministic approach, location of critical slip circle ( $X_c, Y_c$ ), radius ( $R_c$ ) and minimum factor of safety at critical circle ( $F_{smin}$ ). The fifth model is for probabilistic approach used to find the value of probability failure of slope. Inexperienced engineer can easily use these models to find the location of critical slip circle and minimum factor of safety in addition to the value of probability failure of slope stability.

## الخلاصة

تعد ثبوتية جوانب المنشآت الترابية واحدة من اكبر المشاكل التي تواجه في الهندسة الجيو تكنولوجية. أن تصميم مشاكل ثبوتية المنحدرات هي عبارة عن قرارات تؤخذ وفقاً لمعلومات وظروف مشكوك فيها أو غير دقيقة وأن هذا الشك يعتبر من خواص هندسة التربة ، حيث أن الطبيعة هي ذات خواص متذبذبة ومتغيرة ، وكذلك بالنسبة لمشاكل ثبوتية المنحدرات هنالك مشاكل هندسية متعلقة بارتفاع التعلات الترابية ومقدار زاوية الميلان مثلاً، أن اختيار القيم المناسبة لمعاملات التصميم يعتبر الجزء الأصعب في التصميم بالنسبة للمهندس قليل أو عديم الخبرة.

تم عمل صنفين من الدراسة. الصنف الأول الطريقة التقليدية باستخدام الأسلوب المحدد (deterministic approach) التي تكون فيها المتغيرات تعرف عن طريق معدلها ( $\mu$ ) وانحرافها المعياري ( $\sigma$ ) يكون مساوياً إلى الصفر. أن هذا الصنف يستخدم لإعطاء قيمة معامل الأمان الأدنى وموقع المركز الحرج ومقدار نصف قطر الانزلاق. أما الصنف الثاني فهو يستخدم نظرية الاحتمالات (probabilistic approach) التي يتم فيها معاملة كل متغير وتعريف بمقدار لمعدله ( $\mu$ ) ومقدار انحرافه المعياري ( $\sigma$ ). أن هذا الصنف يعطي احتمالية فشل المنشأ.

تم عمل دراسة حول تأثير كل عامل من عوامل التصميم. أن معاملات التصميم شملت خواص التربة ( التماسك ، زاوية الاحتكاك الداخلي والكثافة) والأبعاد الهندسية التي شملت (زاوية الميلان، ارتفاع السداد الترابية، إنشاء المحرمات و ارتفاع منسوب الماء الجوفي). كذلك تم دراسة نوع التوزيع (طبيعي أو لو غارتي).

تم وضع ثلاث أمثلة مختلفة للصنفين المذكورين وهذه الأمثلة تم مقارنتها مع برنامج تجاري هو "PROKON".

وضعت خمسة معادلات مقترحة، أربعة نماذج تتعامل مع الطريقة التقليدية، أول ثلاثة منها هو لتحديد موقع المركز الحرج ونصف قطر الانزلاق والرابع لإيجاد معامل الأمان الأدنى أما النموذج الخامس فهو يتعامل مع نظرية الاحتمالات لإيجاد قيمة احتمالية فشل المنشأ. أن المهندس القليل أو عديم الخبرة يمكن بسهولة استخدام هذه النماذج لتحديد موقع المركز