



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΟΥ ΡΗΓΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ
ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΡΑΝΩΝ ΣΕ ΤΡΕΙΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

του

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Γ. ΓΚΟΤΣΗ

Επιβλέπων : Δρ. Λύσανδρος Παντελίδης

Λέκτορας ΤΕ.ΠΑ.Κ

Λεμεσός, Μάιος 2014



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΟΥ ΡΗΓΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΡΑΝΩΝ ΣΕ ΤΡΕΙΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

του

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Γ. ΓΚΟΤΣΗ

Επιβλέπων : Δρ. Λύσανδρος Παντελίδης

Λέκτορας ΤΕ.ΠΑ.Κ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την ____^η _____ 2014.

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

Δρ. Λύσανδρος Παντελίδης

Λέκτορας ΤΕ.ΠΑ.Κ

Λεμεσός, Μάιος 2014

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Κωνσταντίνος Γ. Γκότσης, 2014

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής μελέτης από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Δρ. Λύσανδρο Παντελίδη και τον Κ. Ηλία Γραβάνη για την πολύτιμη βοήθειά τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αστάθεια πρανών αποτελεί ένα σημαντικό κίνδυνο για τις ανθρώπινες δραστηριότητες και συχνά συνοδεύεται με την καταστροφή περιουσιών, τραυματισμούς και απώλειες ανθρώπινων ζώων. Η ανάγκη εκτίμησης λοιπόν της ευστάθειας τους έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη μεθόδων ανάλυσης, αναφερόμενων είτε σε δύο είτε σε τρεις διαστάσεις. Τα πρανά δείχνουν σημάδια παραμόρφωσης πριν να συμβεί ολική αστοχία και μια τέτοια εκδήλωση είναι η εμφάνιση ρηγμάτων κατά μήκος της κορυφής του πρανούς. Αποτελούν συχνά την πρώτη ένδειξη ότι το πρανές μπορεί να είναι ασταθές και η παρουσία ή η απουσία τους εκλαμβάνεται συχνά σαν ένας δείκτης ευστάθειας του πρανούς. Δεδομένου ότι η διατμητική αντοχή κατά μήκος του ρήγματος είναι μηδενική, η ενσωμάτωση του ρήγματος στην ανάλυση δίνει συχνά χαμηλότερο συντελεστή ασφαλείας έναντι αστοχίας σε σχέση με αυτόν που προκύπτει αν δεν ληφθεί υπόψη η παρουσία του ρήγματος.

Η ύπαρξη τέτοιων ρηγμάτων φανερώνει ότι σε μία συγκεκριμένη περιοχή του πρανούς, η εφελκυστική τάση που ασκείται ξεπερνά την εφελκυστική τάση που το έδαφος μπορεί να αντέξει. Τα εφελκυστικά ρήγματα επηρεάζουν την ευστάθεια πρανών με διάφορους τρόπους. Πιο συγκεκριμένα, η ύπαρξη εφελκυστικού ρήγματος σε ένα πρανές σημαίνει αυτομάτως και μικρότερο μήκος επιφάνειας αστοχίας δηλαδή μείωση της ικανότητας αντίστασης του πρανούς σε αστοχία. Επιπροσθέτως, η πίεση του νερού που δρα στο πρόσωπο του εφελκυστικού ρήγματος συνιστά μία επιπλέον δύναμη η οποία βοηθά στην πραγματοποίηση της αστοχίας, και τέλος, το νερό που βρίσκεται στο εφελκυστικό ρήγμα τείνει να μαλακώνει το έδαφος, υποβαθμίζοντας έτσι τις μηχανικές του αντοχές.

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή πραγματεύεται την επίδραση του εφελκυστικού ρήγματος στην ευστάθεια πρανών στις τρεις διαστάσεις. Η ανάλυση που παρουσιάζεται βασίζεται στη λύση κλειστού τύπου ανάλυσης της ευστάθειας πρανών σε τρεις διαστάσεις των Pantelidis και Griffiths (2013b) και αποτελεί απόσπασμα πρωτότυπης έρευνας των Δρ. Λύσανδρο Παντελίδη, Ηλία Γραβάνη και εμού του ιδίου. Είναι μάλιστα η πρώτη απόπειρα διερεύνησης της επίδρασης του εφελκυστικού ρήγματος στην ευστάθεια πρανών στις τρεις διαστάσεις. Η μοντελοποίηση του προβλήματος έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού Wolfram Mathematica και μελετήθηκαν όλοι οι πιθανοί μηχανισμοί αστοχίας που συναντώνται σε ομοιογενή πρανά. Η επιφάνεια ολίσθησης θεωρήθηκε ως τμήμα σφαιροειδούς και η επιφάνεια του εφελκυστικού ρήγματος ως τμήμα καμπυλωτής επιφάνειας κυλίνδρου. Στα εξαγόμενα αποτελέσματα περιλαμβάνονται μεταξύ άλλων, διαγράμματα ευστάθειας για τον υπολογισμό του αριθμού ευστάθειας N_F .

ABSTRACT

Slope instabilities are a major hazard for human activities and many times are followed by the loss of properties and human lives. The necessity of evaluating the stability of slopes has led to the development of new analysis methods, either referring to two or three-dimensions. Slopes show signs of distress some times before ultimate failure occurs and one such manifestation is the appearance of cracks along the slope crest. They are often the first visible indication that a slope may be unstable and their presence or absence is often adopted as a crude indicator of slope stability. Since the shear strength along a crack is zero the inclusion of a crack in the stability analysis often produces a factor of safety against failure which is lower than if the crack were omitted.

The existence of such cracks indicates that in a certain zone the tensile stress exceeds the tensile strength of the soil. Tension cracks can affect the stability of slopes in a number of ways. The existence of a tension crack on a slope shortens the length of the slip surface and by this way reduces its resistance to failure. The water pressure acting on the crack face constitutes an additional driving force contributing to failure. Finally, the water inside the crack tends to soften the soil, degrading its strength properties.

The present graduation thesis investigates the three dimensional effect of tension cracks in the stability of homogeneous slopes. The investigation is based on the proposed closed-form 3D analysis method by Pantelidis and Griffiths (2013b) and constitutes an original research which was done in cooperation with Dr. Lysandros Pantelidis and Elias Gravanis. This study constitutes the first attempt for evaluating the effect of tension cracks on slope stability in three dimensions. The problem was modeled in Wolfram Mathematica and all the possible failure mechanisms encountered in homogeneous slopes were studied. The slip surface was assumed to be a part of a spheroid and the tension crack was taken into account as part of a curved surface of a cylinder. Stability charts are given for the calculation of the stability number N_F .