الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية

قسم الهندسة الجيوتكنيكية الزلزالية

تحليل استقرار المنحدرات تحت تأثير الأحمال الزلزالية

(المقارنة بين الطرق العددية والطرق شبه ستاتيكية)

دراسة أعدت لنيل شهادة الماجستير في الهندسة الجيوتكنيكية الزلزالية

إعداد

م. هبة المصري

إشراف

الدكتور المهندس سالم الخاطر

جامعة دمشق - قسم الهندسة المائية

الدكتور المهندس محمد نزيه جليلاتي

Widener University

Department of Civil Engineering

2017-2018

تحليل استقرار المنحدرات تحت تأثير الأحمال الزلزالية

(المقارنة بين الطرق العددية والطرق شبه ستاتيكية)

ملخص البحث

المنحدرات أكثر الأنظمة البيئية التي تعاني تغيرات حركية نتيجة أسباب عديدة داخلية وخارجية أهمها المياه والهزات الأرضية وبتطور النشاط البشري وتوسعه باتجاه المناطق الجبلية أصبح من الضروري هندسيا فهم آلية انهيارها وتحديد توازنها السكوني ودرجة استقرارها الحركي بهدف تحديد إمكانية إنشاء المشاريع والتنبؤ بالإنتقالات والتشوهات التي ممكن أن تشهدها أثناء وبعد التشييد لتجنب نتائج مؤلمة ووفق هذا الهدف تنوعت الطرق عالميا" التي تتناول تحليل المنحدرات رياضيا" باستخدام البرمجيات المتطورة فكانت التقليدية وتطورت للعددية الحديثة لكن بتنوعها لايمكن اعتبار أيا من هذه الطرق هي الأفضل وإنما يتم تقييمها وفق ظروف تطبيقها والملائمة للواقع المحلي المرتبطة به وهذا كان الهدف من هذا البحث إعطاء فكرة نظرية شاملة عن هذه الطرق مع تحديد المناسب تطبيقه في سوريا وفق الإمكانيات المتاحة .

تم اعتماد دراسة مرجعية للإستفادة من خطواتها والتطبيق العملي كان وفق مرحلتين:

المرحلة الأولى

تم دراسة نموذج منحدر مرجعي للتأكد من صحة خطوات العمل واستخدامه كنموذج قياسي لتربتين محليتين ل ٣ حالات (جاف – وجود ماء – وجود حمولة) وتم حساب قيم معامل الأمان الستاتيكي والديناميكي الموافقة للتحليل الشبه ستاتيكي (psedustatic) باستخدام طريقتين : طريقة الشرائح التحليلية بالاعتماد على برنامج geo slope وطريقة العناصر الرقمية (تخفيض المتانة) باستخدام plaxis وتم حساب نسبة الإختلاف في قيم معامل الأمان وفق الطريقتين لكل الحالات ومقارنة سطوح الإنهيار المحددة وفقهما وعرضت نتائج الطرق التحليلية (Morgenstern-price، Bishop، Janbu) وفق جداول وتم أخذ أثر تغيير (نوع التربة – الطبوغرافية – خصائص التربة على القساوة – استخدام الخاصية المحسنة)

المرحلة الثانية

تم أخذ أثر الزمن في الدراسة الديناميكية الرقمية وذلك بالاعتماد على خطوات الدراسة المرجعية حيث تم التأكد من صحة العمل بإعادة دراسة منحدر مبنى الطاقة لسد النيبال للدراسة المرجعية ثم التطبيق على منحدر قلعة

المضيق المحلي إضافة لتطبيق التحليل الشبه الستاتيكي (psedustatic) للحصول على قيم معامل الأمان ولعدة حالات مفترضة بدون حمولة ومع حمولة ومع وجود ماء وتم حساب نسب الإختلاف بين طرق التحليل الشبه الستاتيكي(psedustatic) وتم دراسة عدة عوامل { أثر تغيير خصائص متانة التربة على القص في التحليل الشبه الستاتيكي psedustatic وتغيير خصائص الزلزال (تغييرمعاملpsedustatic الأفقي في التحليل الشبه الستاتيكي psedustatic وسجل التسارع الزمني في التحليل الديناميكي) وأثر التخامد } .

أخيرا تم التوصل أن الطرق العددية الحديثة هي أدق بالنتائج للتعبيرعن الواقع كونها تتطلب معاملات وخصائص أكثر وتعطي مخرجات أوسع خاصة في حال وجود ماء وقوى ديناميكية وهي تتعامل مع الإجهادات في نقاط الشبكة وليس مع قوى أسفل الشرائح وتأخذ بالحسبان علاقة الأجهاد مع التشوه لتمثيل سلوك التربة عند الإنهيار وهذا يتيح حسابات أدق و إمكانية أخذ أثر الزمن في القوى الديناميكية وفق سجلات تسارع يعطينا فكرة عن قيم الإنتقالات التي ممكن أن تحصل في الكتلة المنزلقة المفترضة وفق نقاط مختارة مع التغيرات بقيم التسارع وإدخال أثر تخامد التربة و إمكانية تحديد التميع بناء على قيم ضغط الماء الزائد التي نحصل عليها في النقاط المغمورة ولكن استخدامها يجب أن يكون وفق تجارب حقلية مخبرية تعطي إدخالات تمثل النموذج المدروس بحالته الحقيقية كي تكون النتائج أقرب ما يمكن لوصف ماسيحدث وإلا ستكون أبعد عن الدقة وخاصة في المشاريع ذات الأهمية الكبيرة وفي حال عدم توفر الإمكانيات لتطبيق الطرق الرقمية الديناميكية فإن طرق التوازن المحدود التحليلية مازالت تحتفظ بمقدار جيد من الدقة وهي وأسهل وأقرب للفهم بشكل أسرع وبتقييم الإمكانيات المتاحة محليا وكون المشاريع المشيدة في المناطق المنحدرة غالبا متوسطة الأهمية والتعقيد فإن استخدام طرق الشرائح مازال يتناسب مع الواقع المحلي ريثما يتم تطوير فهم أشمل للطرق والإمكانيات التي يجب توظيفها واستخدامها للحصول على نتائج أفضل تحاكي التطور العالمي في هذا المجال الذي الى الآن المعلومات حوله مازالت غير كافية للجزم حول الأسلوب الأفضل لدراسة المنحدرات.

Abstract

The slopes are the most ecosystems that suffer from kinetic changes due to many internal and external causes. The most important ones are water, earthquakes ,the development of human activity and its expansion towards the mountainous areas. It is necessary to engineering to understand the mechanism of its collapse and determine its static balance and degree of Kinetic stability in order to determine the possibility of establishing projects and predict the displacements and diformations that may occur during and After the construction to avoid the painful results.

according to this goal, varied ways dealing with the analysis of slopes mathematically using the advanced software was traditional and developed to numerical, for determine which of this methods are the best it must be according to the circumstances of their application and appropriate to the local reality associated with it and this was the objective of this research to give the idea of a comprehensive theory of these methods and which one is the suitable option for beening applied in Syria, according to the possibilities available.

A reference study was adopted to take advantage of its steps and practical application was in two stages**:**

The first stage

A regression slope model was used to verify the correctness of the work steps and to use it as a standard model for two local cultures for 3 cases (dry - water presence - load presence). The statistically and dynamically determined safety factor values for the psedustatic analysis were calculated using two methods**:** slices method using geo slope program -finit elements (strength reduction) using plaxis 8 program. The ratio of the difference in safety factor values was calculated according to the two methods for each case and the comparison of the specific collapse surfaces according to them. The effect of this factors was taken (soil type -Topography - Characteristics of soil on hardness - Use Optimization tool in geoslope program).

The second stage:

The effect of time in the numerical dynamic study was taken according to the steps of the reference study. It was validated to re-study the slope of the energy building of the Nepalese dam for the reference study and then to apply it to the local slope

in addition to the application of the pseudustatic analysis, The effect of changing the properties of soil strength on shear in pseudustatic analysis and changing the characteristics of the earthquake (changing the horizontal psedustatic parameter - record time acceleration) finally the effect of damping .

It has been concluded that numerical methods are more accurate in terms of results because they require more coefficients, characteristics and give larger outputs especially in the case of water and dynamic forces .in case of water

they deal with water as stresses in the grid points and not with forces of the bottom of the slices. .it also Takes into account the stress relationship with deformation to represent the behavior of the soil at collapse .the possibility of taking the time effect in dynamic analysis according to acceleration records, This gives us an idea of the displasments in selected points that have been assumed in sliding mass according to changes in acceleration values ,the effect of damping soil and the values of the excess water pressure obtained in the submerged points. but their use must be with field and laboratory tests give inputs that describe as possible the reality slope, especially in projects of great importance. In cases that The possibilities for applying numerical methods not available The analytical ones that easy to understand and fast application still give a good results .

In syria the available possibilities and the the projects built in the sloping areas are often simple and with out existing of water ,the analytical methods is suitable mor for the current situation While developing a good understanding of the requirements and possibilities for modern numerical ones.

Damascus university
Higher Institute for Seismic Studies and Research
Seismic Geotechnical Engineering

Slope stability analysis under seismic loads

(Comparative between numerical and quasi-static methods)

A study prepared for a master's degree
in Seismic geotechnical engineering

Prepared by
Eng. Heba Al Masri

Supervision

Dr. Eng.Salem Al Khater — **Damascus University**
Department of water Engineering

Dr. Eng. Mohamad Nazieh jlilati — **Widener University**
Department of Civil Engineering

2017-2018