جامعة الموصل
كلية الهندسة
قسم الهندسة المدنية

تحليل عددي لثبوتية المنحدرات المسلحة المعرضة للهزات الأرضية

رسالة تقدم بها

محمد حواس حميد الجبوري

إلى

مجلس كلية الهندسة / جامعة الموصل

وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في ميكانيك التربة وهندسة الأسس

بإشراف

الأستاذ الدكتور سهيل إدريس خطاب

الدكتور قتيبة نزار الصفار

1441هـ 2020م

الخلاصة

يهدف البحث إلى دراسة استقرارية المنحدرات المسلحة المعرضة لأحمال الهزات الأرضية من خلال إيجاد معامل الأمان وقيمة معامل التعجيل الحرج للمنحدر. إذ شمل البحث أربعة محاور، تناول المحور الأول دراسة تأثير المركبة الأفقية والشاقولية للهزة في منحدر متماسك، تناول المحور الثاني دراسة تأثير الهزة الأرضية في منحدر مسلح بالمشبكات الأرضية (Geogrid) مع دراسة تأثير قيمة التماسك للتربة وزاوية ميل المنحدر، فضلاً عن طول وعدد طبقات التسليح وقوة الشد لطبقات التسليح وفي المحور الثالث دُرس تأثير الهزة الأرضية في منحدر مسلح بمسامير أرضية (Nails) مع دراسة تأثير معاملات القص للتربة وزاوية ميل المنحدر وطول وزاوية ميل المسمار والمسافة الشاقولية بين المسامير الأرضية، في حين تناول المحور الرابع من هذه الدراسة حساب قيمة الإزاحة للمنحدر بعد انتهاء الهزة الأرضية.

أشارت النتائج إلى أن قيمة معامل الأمان للمنحدر تتحسن بنسبة تتراوح (10-12%) مع زيادة قيمة التماسك للتربة بمقدار (5kPa)، كما لوحظ أن تأثير المركبة الشاقولية للهزة في معامل الأمان قليل مقارنة مع تأثير المركبة الأفقية.

أوضحت نتائج المحور الثاني من الدراسة أن قيمة معامل الأمان تتحسن بنسبة (8.6%) وقيمة معامل التعجيل الحرج بنسبة (28%) بزيادة قيمة التماسك (5kPa) للتربة.

وتوصلت إلى أن قيمة معامل التعجيل الحرج للمنحدر تتحسن بنسبة (47%) تقريبا بزيادة طول التسليح (2m)، كما أن قيمة التحسن في معامل الأمان بعد استعمال التسليح تزداد مع زيادة زاوية ميل المنحدر إذ بلغت أعلى قيمة لمعدل التحسن في معامل الأمان (69 %) عند زاوية ميل (β=70°) بعدها تبدأ قيمة التحسن بالانخفاض مع نقصان زاوية ميل المنحدر لتصل إلى اقل قيمة (22%) عند زاوية ميل (β=45°).

أشارت نتائج المحور الثالث من الدراسة إلى أن قيمة معامل الأمان للمنحدر تتحسن بنسبة (7%) وقيمة التعجيل الحرج بنسبة (12%) عند زيادة قيمة التماسك للتربة بمقدار (5kPa) في حين تتحسن قيمة معامل الأمان بنسبة (13%) وقيمة معامل التعجيل الحرج بنسبة (22%) عند زيادة زاوية الاحتكاك الداخلية للتربة بمقدار (4°). كما أن قيمة التحسن في معامل الأمان مع زيادة طول المسمار تقل مع زيادة قيمة معامل الهزة الأرضية الأفقي إذ بلغت أعلى نسبة للتحسن في معامل الأمان (17%) عند قيمة (Kh=0.0) ولزيادة في طول المسمار مقدارها (4m) وبلغت أقل قيمة للتحسن (5%) عند قيمة (Kh=0.9) وللزيادة نفسها بالطول، في حين بلغت نسبة التحسن في قيمة التعجيل الحرج (11%) عند زيادة طول المسمار (4m). وأن قيمة نسبة التحسن في معامل الأمان تبدأ بالانخفاض مع

زيادة زاوية ميل المسمار إذ بلغت نسبة التحسن بين زاوية (α=0°-20°) بمقدار(16.5%) في حين بلغت بمقدار (8%) بين زاوية (α=20°-40°). وأن نسبة التحسن في قيمة معامل الأمان تزداد مع زيادة نسبة الارتفاع إلى العرض للمنحدر بعد التسليح، إذ بلغت اعلى نسبة تحسن (70%) عند نسبة (1:0.5) ولقيمة (Kh=0.0) وأقل نسبة تحسن (6.2%) عند نسبة (1:1.5) ولقيمة (Kh=0.9).

إن قيمة الإزاحة الحاصلة في المنحدر بعد انتهاء الهزة الأرضية بلغت (0.644m) وهذا ما توصلت إليه نتائج المحور الرابع من الدراسة.

أهم الاستنتاجات التي توصلت اليها الدراسة أن تأثير المركبة الشاقولية للهزة الأرضية قليل جدا مقارنة بتأثير المركبة الأفقية للهزة الأرضية، كما توصلت الدراسة أن معامل الأمان للمنحدر المسلح بالمشبكات الأرضية تزداد مع زيادة قيمة الشد للمشبكات الأرضية إلى أن تصل إلى قيمة معينة بعدها تبقى ثابتة سميت هذه بقيمة الشد الحرجة للتسليح (Critical Tensile Strength, CTS)، كما توصلت الدراسة أن افضل نسبة تحسن في معامل الأمان تقع بين زاوية ميل مسمار (α=0°-20°) وتوصلت الدراسة أيضا أن نسبة التحسن في معامل الأمان تزداد مع زيادة زاوية ميل المنحدر.

Abstract

The research aims to study the stability of reinforced slope under seismic load by finding the factor of safety and seismic yield acceleration.

The research included four parts, the first deals with study the effect of vertical and horizontal acceleration of seismic on cohesive slope. The second deals with study the effect of seismic on the reinforced cohesive slope by geogride with studying the effect of cohesion, angle of slope, length of reinforcement, number of reinforcement layers and the tensile strength of reinforcement. The third deals with study the effect of seismic on reinforced slope by nails with studying the effect of shear strength parameters of soil, angle of slope, length of nails, angle of inclination of the nails and the vertical space between nails. The newmark deformation for the slope was computed in fourth part.

The results indicated that the value of the safety factor of the slope is improved by a rate ranging (10-12%) with an increase in the value of cohesion of the soil by (5 kPa). It was also observed that the effect of the vertical acceleration of the seismic on the safety factor is small compared with the effect of the horizontal acceleration.

The results of the second part showed that the value of the safety factor improves by (8.6%) and the value of the seismic yield coefficient by (28%) by increasing the cohesion value (5kPa) for the soil. The results also showed that the value of the seismic yield coefficient of the slope improved by about (47%) by increasing the reinforcement length (2m), and that the value of the improvement in the safety factor after the use of reinforcement increases with the increase of the angle of inclination of the slope, the highest improvement in factor of safety was (69%) at angle of inclination (70) while the lowest was (22%) at angle of inclination (45).

The results of the third part indicated that the value of the factor of safety improves by (7%) and the value of the seismic yield coefficient by (12%) with increasing the cohesion value of the soil by (5kPa) while the value of the safety factor improves by (13%) and the value of the seismic yield coefficient by (22%) with increasing the angle internal friction of the soil by (4 °). The factor of safety improvement with increase length of reinforcement and the seismic yield coefficient improvement by (11%) with increase the length of nails (4m). The factor of safety improves with increase length of nails and the seismic yield coefficient improves by (11%) with increase the length of nails (4m). the improvement in factor of safety decrease with increase angle of inclination nails and increase with increase angle of slope. The newmark deformation was (0.644m) which computed in forth part. The most important conclusions are the effect of vertical

competent of the earthquake is very small compared to the effect of the horizontal component of the earth quake, the factor of safety increase with increase tensile strength of geogrid until reaches certain value and remains constant called this value critical tensile strength and the study also reached that the best improvement in the safety factor is between the angle of inclination of the soil nail (α = 0 ° -20 °). The study reached that the percentage improvement in the safety factor increases with the increase in the angle of inclination of the slope.

University of Mosul
College of Engineering
Civil department

Numerical Analysis of the Reinforced Slopes Stability under Earthquake Loads

A Thesis submitted
By

Mohamed H. H. AL-Jburee

To
The Council of College of Engineering/ Mosul University
In a partial Fulfillment of the Master of Degree
In
Soil Mechanic and Foundation Engineering

Supervised by

Prof. Dr. Suhail Idrees Abdulkader Khattab
Dr. Qutayba Nazar Alsaffar

2020 A.D 1441 A.H