تحليل ثباتية قطوعات المنحدرات على طريق رقم (٨) بجبل فيفا بمنطقة جـــازان بالمملكة العربية السعودية

وحـــيد بن محمد سعيد باعامر

إشراف

أ.د. عباس عيفان الحارثي

المستخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل ثباتية قطوع المنحدرات على طريق رقم (٨) بجبل فيفا الواقع ضمن محافظة جازان بالمملكة العربية السعودية. قَيمت هذه الدراسة التأثير الناتج من حالات الجفاف والتشبع بالماء في قطوع المنحدرات على عدم ثباتيتها. إضافة إلى التوصية بإستخدام أنظمة التدعيم المناسبة لتثبيت المنحدرات والبلكات غير الثابتة. أجريت هذه الدراسة على طريق رقم (٨) البالغ طوله حوالي ٨,٣ كلم وعرضة حوالي ٧م بإستثناء الجزء السفلي.

تتألف جيولوجية المنطقة من صخور ما قبل الكامبري المتطبقة (صخور متكون صبيا) و صخور المحقون الجوفي المتكون في العصر ما قبل الكامبري (صخور الجرانيت والصخور المتراوحة في تركيبها من السيانيت إلى المنزوجرانيت). تقطع صخور المنطقة عدد من قواطع الميكروجرانيت والأبليت. تكونت الفواصل والصدوع الصغيرة ونطاقات القص داخل المحقون الجوفي. وُجد على طول طريق رقم (٨) أن وحدات التربة متكونة أساساً من تربة رملية متبقية على المنحدرات، وأن وحدات الصخور متكونة من السيانيت (يمثل الصخر السائد) والجرانوديورايت والأمفيبولايت.

أجريت هذه الدراسة على ٢٩ محطة قطع صخري و ١٢ محطة منحدر تربة و ١٥ محطة لتساقط الكتل الصخرية. تمت في هذه الدراسة بإستخدام طرق جيوميكانيكية ورزمة من برامج الحاسوب المتقدمة كالآتي: نظام تصنيف الكتل الصخرية أو (نظام التقييم العددي) RMR-system ونظام تصنيف المنحدرات الصخرية أو (نظام التصنيف الجيوميكانيكي) SMR-system ونظام تصنيف المنحدرات الصخرية المعدل DSMR-system والذين من خلالهم تم تعيين جودة الصخر وتعيين التدعيم الشامل للمنحدر الصخري. أما بالنسبة للبرامج، فبرنامج الـــ RocLab فقد تم إستخدامه لتعيين معاملات قوة الكتل الصخرية وبرامج الـــ SLIDE والـــ RocPlane و Swedge والـــ RocPack فقد تم إستخدامها لتحليل وتقييم إستقرارية الكتل الصخرية وتحديد معامل الآمان لها وبرنامج الـــ RocFall فقد تم إستخدامه لتقييم عملية تدحرج أو وثب الكتل الصخرية على المنحدر الصخري وإقتراح وسائل التخفيف المثلى للتقليل من عاقبة عدم إستقرارية الكتل. علاوة على ذلك، تم إستخدام برنامجي الـــ Surfer و الـــ Geomedia لرسم الخرائط، كما تم إستخدام برنامج الـــ Graph لعمل رسومات بيانية رياضية ضمن نظام إحداثي. أشارت نتائج وصف التربة والكتل الصخرية تبعاً لخواصها الهندسية إلى أن منحدرات التربة جُمعت في تسعة نطق، كما أن الكتل الصخرية جُمعت في

ستة عشر نطاقاً. طبقا لـــ نظام (USCS) صنفت معظم منحدرات التربة على طول الطريق بأنها تربة رملية سيئة الفرز ويرمز لها بالرمز (SP) مع أو بدون إحتوائها على حبيبات من الحصى. كما وجد أن الكتل الصخرية تتراوح في جودتها من كتل صخرية جيدة (درجة II) إلى متوسطة (درجة III) طبقاً لنظام الـــ RMR–system. دلت نتائج إستخدام نظامي الـــ (SMR) و (DSMR) لحالات الثباتية العامة، أن المنحدرات الصخرية على طول الطريق وقعت ضمن أربع فئات هي: منحدرات صخرية ثابتة (لمنحدرين) و منحدرات صخرية ثابتة جزئياً (لـــ ٣٢ منحدر) و منحدرات صخرية غير ثابتة (لـــ ١٥ منحدر) و منحدرات صخرية غير ثابتة كلياً (لـــ ٩ منحدرات). أشارت نتائج تحليل الإستقرارية بإستخدام برنامج الـــ DIPS إلى أن معظم المنحدرات الصخرية معرضة للإنهيار. يعتبر الإنهيار الإنقلابي هو الإنهيار المسيطر على الطريق. دلت نتائج تحليل قيم عوامل الآمان للإنهيار الدوراني في الحالة الجافة والمشبعة إلى أن كل منحدرات التربة ومنحدرات الحطام الصخري تكون مستقرة في الحالة الجافة وأيضاً في الحالة المشبعة خلال فترات تساقط الأمطار الخفيف والمتوسط على التوالي. بالإضافة إلى أن ٤ محطات تكون غير مستقرة خلال فترة التساقط الكثيف للأمطار. بينت نتائج تحليل قيم عوامل الآمان للإنهيار الخطي والإسفيني في الحالة الجافة والمشبعة إلى أن حوالي (٦٢%) و (٨٦%) من أوجه المنحدرات الصخرية على التوالي تكون مستقرة. دلت نتائج تحليل الإنهيار الإنقلابي في الحالة الجافة والمشبعة أن حوالي (٤٧%) من أوجه المنحدرات الصخرية تكون غير مستقرة. كما تبين من خلال النتائج النهائية لتحليل سقوط الكتل الصخرية على المنحدرات أن كل المواقع المدروسة على الطريق تتطلب إنشاء حواجز لمنع البلكات المفردة من السقوط على الطريق.

يستنتج من خلال النتائج أعلاه أن كل منحدرات التربة والصخور المستقرة لا تكون محتاجة لأي وسائل تدعيم. تحدث معظم الإنهيارات لمنحدرات التربة والصخور خلال فترات تساقط الأمطار الكثيف وخصوصاً في الجزء العلوي من الطريق والذي تتركز فية أغلب المنحدرات الصخرية الخطرة. تتمثل أنظمة التدعيم الموصى بها لمنحدرات التربة بمسامر التربة في إتحاد مع الرش الإسمنتي – التدريج للمنحدرات – الحوائط الصخرية – الحواجز الخرسانية. أما بالنسبة للمنحدرات الصخرية الخطرة فيتمثل تدعيمها في السياج الحديدي– الشبك الحديدي مع الرش الأسمنتي – مسامير وخوابير التدعيم – إعادة حفر الحوئط المرتكزة أو الثقيلة.

STABILITY ANALYSIS OF SLOPE CUTS ALONG ROAD NO. 8 OF JABAL FAYFA, JAZAN GOVERNATE, SAUDI ARABIA

Waheed Mohammed Saeed Baamer

Supervised By

Prof. Dr. Abbas Aifan Al-Harthi

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the stability of slope cuts along Road No.8 of Jabal Fayfa in Jazan governorate, Saudi Arabia. The effect of dryness and saturation conditions of slope cuts on the instability was evaluated. The recommended support systems to stabilize the unstable slopes and blocks were presented. The road has a total length of about 8.3 km and its total width is bout 7m except the lower part.

The study area is consisted of Precambrian layered rocks (Sabya formation) and Precambrian plutonic rock (granite and syenite to monzogranite). Joints, small faults and shear zones were formed within the pluton. Microgranitic and aplitic dykes are observed. Along Road No.8, the soil units are essentially consisted of sand. The rock units show three types of rocks namely; syenite (the common rock), granodiorite and amphibolite.

The study was conducted on twelve stations of soil, twenty nine stations of rocks and fifteen stations of rockfall along the road. In this study, geomechanical methods and advanced software packages were used as follow: Rock Mass Rating (RMR) system, Slope Mass Rating (SMR) system and Modified Slope Mass Rating (DSMR) system to assign the quality of the rock mass and to determine the general support for the rock slope. On the other hand, RocLab software was used to determine the generalized Hoek-Brown strength of a rock mass, DIPS, SLIDE, RocPlane, Swedge and RocPack (III) softwares were used to evaluate the stability of the rock mass and to detect the factor of safety for it, and finally RocFall simulation software was used to predict and simulate the rock fall trajectory and determine the remedial measures. In addition, Surfer and Geomedia were used to draw the maps, and Graph was used to draw mathematical graphs in a coordinate system. The results of the soil and rock masses description indicated that the soil slopes were grouped into nine zones. While the rock masses were grouped into sixteen zones. According to (USCS), most of the soil slopes along the road were classified as poorly graded sand (SP) with or without a small amount of gravel. The rock masses were classified from fair (class III) to good (class II) rock quality according to (RMR) system. The use of (SMR and DSMR) systems for general stability conditions indicated that the rock slopes along the road fell into four categories namely; stable (2 slopes), partially stable (32 slopes), unstable (15 slopes) and completely unstable slopes (9 slopes). The results of DIPS software indicated that most of the rock cuts were prone to failures. The potential toppling failure was the dominant failure on the road. The factor of safety of circular failure under dry and saturated conditions indicated that all of soil and debris slopes were stable under dry condition and also under saturated

condition during the light and moderate rainfall. In addition, four stations were unstable during the heavy rainfall. The factor of safety of planar and wedge failures under dry and saturated conditions indicated that about (62%) and (86%) of the slope faces respectively were generally stable. The results of stability analysis of toppling failure under dry and saturated conditions indicated that about (47%) of the slope faces are unsafe. The results of the analysis of rockfall simulation indicated that all of the studied stations were required to barriers to prevent the rock masses or the isolated blocks from falling on the road.

From the results above, it may conclude that all of the stable slopes of soil and rock are not required to any support systems. Most of the unstable slopes are concentrated in the upper part of the road as most of the failure may occur during the heavy rainstorms, which support systems are necessary. The recommended support systems for soil slopes are soil nailing in combination with shotcrete, grading, gabion, or concrete barriers. While, the recommended support systems for dangerous rock slopes are fence, nets with spot shotcrete, systematic bolting, spots, systematic shotcrete, systematic anchors, gravity or anchored wall reexcavation.