الدراسة الجيوتقنية والهيدرولوجية للسد التحويلي لوادي بطحان بالمدينة المنورة

علي بن بلقاسم السيد

إشراف أ.د. عبدالله بن عبدالعزيز سبتان

الملخص

السيول من أعتى المخاطر الجيولوجية المتكررة التي يمكن أن تسبب دماراً هائلاً وخسارة في الأرواح، وتعتبر السدود من أنجح الحلول للحماية من تلك الاخطار إذ يمكن لها حجز المياه أو تحويل مجرى السيل لمناطق غير مأهولة. تقع المدينة المنورة في منخفض يجعلها عرضة للسيول المتجهة للمسجد الحرام من عدة اتجاهات. وتم إنشا سد بطحان في الجزء الجنوبي لتحويل مياه السيول بعيدا عن المسجد الحرام. بطحان سد ترابي طويل (٦٧٠ متر) بمعدل ارتفاع ٩ أمتار بني عام ١٤٢٠هـ (٢٠٠٠) ولم تتم صيانته منذ ذلك الحين، ولهذا هناك مخاوف على سلامته فيما لو تعرض لسيول في المستقبل. أجرت هيئة المساحة الجيولوجية السعودية دراسة على سد بطحان (٢٠١٤) وكان صاحب الرسالة الحالية أحد أعضاء فريق العمل، واستندت الدراسة الحالية على بعض البيانات الجيوتقنية ذات العلاقة. تتكون تربة السد من الرمل المدموك بشكل عام مخلوط في بعض اجزائه بالحصى أو التربة الناعمة، وتتراوح كثافة الرمل النسبية ما بين متوسط إلى عالي الكثافة وتراوحت قيم الاختراق القياسي من ٢٠ إلى ٤٥. ويتموضع البازلت على عمق ٢ إلى ٩ متر تحت السد ويتميز سطحه العلوي بسماكة متر إلى مترين بتشققات تسمح لانسياب الماء الجوفي وسريانه من خلال الصخور. سعة خزان السد كبيرة (10.109 مليون متر مكعب) ويمكن لمفيض السد أن يستوعب جريان المياه بمعدل ٢٩٣ متر^3/ث، وهذا أكبر من قيمة ذروة السيل المحسوب (244.9 متر^3/ث) لفترة تكرار 1000 عام. اعيد حساب ثبات المنحدرات كنوع من المعايرة باستعمال برنامج مختلف (سلايد، النسخة ٥)، وكانت قيم معاملات الأمان المستخلصة كافيه ومتقاربة مع ما تم ذكرة في تقرير هيئة المساحة الجيولوجية السعودية. من أهداف الدراسة الحالية تقييم ثبات منحدرات السد في حالة القوى الديناميكية وإمكانية تميوء تربة السد، هذا لم يتم عمله سابقا. استعانت هذه الدراسة بمخرجات بحث حديث (٢٠١٥) تبين فيه أن قوة أقرب زلزال تاريخي في منطقة السد بلغت ٥,٦ وأن قيمة ذروة العجلة الأرضية في منطقة الصخور وتربة السد تساوي ٠,٠٨٨ و ٠,١٥ على التوالي لفترة تكرار ٩٧٥ سنة. استعملت هذه القيم في تقييم التصرفات الديناميكية لمنحدرات السد، ويظهر التقييم أن السد ثابت بمعاملات أمان تتراوح بين ١,٦ و ١,٩ مع افتراض أن التربة رطبة وأن قيمة العجلة الأرضية ٠,١٥ . جزء من تربة السد رمل ناعم وغرين وهي عوامل مساعدة لتميؤ التربة. بمقارنة الضغط المتولد من الزلزال التاريخي مع مقدار مقاومة التربة تبين أن السد ثابت مقاوم للتميؤ وبمعاملات أمان من ٥,٢ إلى ٦,٥. يستنتج أن السد مقاوم للانهيار عند تعرضه للقوى الساكنة والديناميكية حتى لو افترض أن التربة رطبه كما أن التربة لن تتميأ فيما لو تعرضت لحركة أرضية تماثل الزلزال التاريخي.

Geotechnical and Hydrological Evaluation of Wadi Bat-han Diversion Dam (Al-Madinah, Saudi Arabia)

Ali Belgasem Al-Saied
Supervised by Prof. Abdullah A. Bin Sabtan

ABSTRACT

Flood is one of the main and frequent geological hazard that may causes serious destruction and loss of life. Dams are one of the most important solutions for flood protection, they can store water or change the course of flooding water to avoid populated areas. Al-Madinah Al-Monawarah is located in a depsression that makes the area of the Holy Mosque and the sourounding areas liable to flooding water from various directions. Bat-han dam in the souther part of Al-Madinah to divert the flooding water away from the Holy Mosque. It is a long earthfill dam (670 m), 9 m high, built in 1420 H (2000) and never maintained ever sence, as a result there are conserns regarding the future dam safety during an event of flood. Bat-han dam was investigated by the Saudi Geological Survey (SGS) in 2014, which includes the dam static slope stability, the auther is a member of that research team. Some of the related geotechnical data were used in this study. The dam soil is mainly compacted sand mixed with gravel or fine material in some areas. The sand is moderatly dense to dense ranging in SPT N values from 20 to 45. Basalt is situated at 2 to 9 m deep, under the dam, and it is fractured in the upper 1 to 2 m allowing the grounwater to seep and move through the rocks. The capacity of the dam reservoir is huge (10.109 million m^3), and the spillway can handle water flow of 293 m^3/s which is more than the estimated peak discharge (244.9 m^3/s) for a return period of 1000 years.As a way of calibration the static slope satbility was repeated here using a different software (SLIDE v5), the obtained factor of safeties FS are adequate and thier values are closed to the ones reported by SGS. As an objective of this research, the slope stability under daynamic forces and soil liquefaction were evaluated, that was not done before. The nearest historical earthquake and the Peak Ground Acelerations (PGA) of the dam site were obtained from a recent seismic study (2015). The estimated earthquake magnitude, M was 5.6 and PGA values of both bed rock and dam foundation are 0.088g and 0.15g respectivelly for a return period of 975 years. These values were implemented to evaluate the dynamic behavoir of dam slopes. It tune out that the slopes are satble (FS= 1.6 to 1.9) even if the PGA is 1.5 and the soil is wet. Part of the soil is fine sand and silt, therefore, the soil liquefaction potential is also possible. A comparison of the stress induced by the historical earthquake (CSR) and the soil resisting to liquify (CRR) was carried out. The resulting FS indicated that the dam is safe and can withstands soil liquefation (FS=5.2 to 6.5). It can be concluded that the dam has the ability to resists soil slope failure under static and dynamic conditions.