พงษ์ศักดิ์ แปงเพ็ชร : การจำลองการพังทลายของความลาดเอียงของมวลหินโดยใช้แบบจำลองทางกายภาพ (SIMULATION OF ROCK SLOPE FAILURE USING PHYSICAL MODELS) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติเทพ เฟื่องขจร, 176 หน้า

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อประดิษฐ์แท่นทดสอบสำหรับใช้ในการจำลองความลาดเอียงของมวลหินที่ลดขนาดลงจากความเป็นจริงสำหรับทดสอบในห้องปฏิบัติการภายใต้การพังทลายแบบไหลเลื่อนตามแนวระนาบและแบบพลิกคว่ำ และเพื่อเปรียบเทียบผลจากการทดสอบกับผลจากการคำนวณด้วยวิธีเชิงทฤษฎี ข้อกำหนดสำหรับการออกแบบแท่นทดสอบคือ แท่นทดสอบต้องสามารถจำลองการพังทลายของความลาดเอียงทั้งแบบไหลเลื่อนและแบบพลิกคว่ำภายใต้สภาวะแห้งและจมน้ำ และสามารถใส่ผลกระทบของคลื่นไหวสะเทือน (ความเร่งเชิงสถิตจากด้านข้าง) ต่อเสถียรภาพของความลาดเอียง งานวิจัยประกอบด้วย (1) การเลือกตัวอย่างของแท่งหิน (2) การสร้างแท่นทดสอบ (3) การจำลองแบบจำลองความลาดเอียงที่ลดขนาดลงภายใต้แรงโน้มถ่วงที่แท้จริง (4) การเปรียบเทียบผลของการทดสอบด้วยแบบจำลองกับผลจากการคำนวณด้วยวิธีเชิงทฤษฎี (5) การประเมินผลกระทบเนื่องจากคลื่นไหวสะเทือน หินทรายหมวดหินภูพานจากจังหวัดนครราชสีมาได้ถูกนำมาใช้เป็นหินตัวอย่าง รูปแบบของความลาดเอียงของหินประกอบไปด้วย แท่งหินทรายรูปลูกบาศก์ (4×4×4 ซม.) และรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (4×4×8 ซม. และ 4×4×12 ซม.) ภายใต้การผันแปรมุมของผิวหน้าและความสูงของความลาดเอียง ซึ่งความสูงของความลาดเอียงสูงสุดคือ 1 ม. แท่งหินทรายถูกจัดเตรียมโดยการตัดด้วยเลื่อยเพื่อให้การจำลองความลาดเอียงของหินที่มีรอยแตกสองชุดที่ตั้งฉากกัน การทดสอบมีการผันแปรมุมของผิวหน้าของความลาดเอียง มุมของระนาบที่ไหลเลื่อน ระดับน้ำ และอัตราเร่งของการสั่นสะเทือน

ความสามารถของการจำลองจะถูกพิสูจน์โดยการจำลองการพังทลายแบบไหลเลื่อนและพังทลายแบบพลิกคว่ำของความลาดเอียงของหิน ค่าปัจจัยความปลอดภัยสำหรับการทดสอบความลาดเอียงถูกคำนวณโดยใช้วิธีเชิงทฤษฎีตามวิธีของ Hoek and Bray ผลจากการทดสอบกว่าสองร้อยชุดแสดงให้เห็นว่าแท่นทดสอบสามารถทำการจำลองลักษณะการพังทลายได้เสมือนจริง ค่าปัจจัยความปลอดภัยของการไหลเลื่อนตามแนวระนาบมีค่าสูงกว่าผลที่ได้จากการสังเกตการณ์ประมาณร้อยละ 30 โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับความลาดเอียงที่มีมุมของการไหลเลื่อนต่ำและมีก้อนหินขนาดเล็กบนความลาดเอียง การพังทลายแบบพลิกคว่ำสอดคล้องกับวิธีการเชิงทฤษฎีของ Hoek and Bray เมื่อพิจารณาแรงเสียดทานระหว่างแท่งหินตัวอย่างด้วย

การพังทลายตามแนวระนาบของแบบจำลองความลาดเอียงของหินที่ลดขนาดลง ได้ถูกจำลองภายใต้แรงโน้มถ่วงที่แท้จริงและความเร่งเชิงสถิต ความเร่งเชิงสถิตในแนวราบมีค่าสูงสุดถึง 0.225 g และความสูงของคลื่นอยู่ระหว่าง 24-64 มม. มุมของการไหลเลื่อนจากการทดสอบภายใต้คลื่นไหวสะเทือนค่อนข้างต่ำกว่ามุมที่ได้จากการคำนวณ ความแตกต่างนี้จะเพิ่มขึ้นสำหรับความลาดเอียงที่มีตัวอย่างหินขนาดเล็กและอยู่ภายใต้ความเร่งที่สูงขึ้น ผลจากการจำลองด้วยแบบจำลองเชิงกายภาพภายใต้สภาวะแห้งและจมน้ำนั้นสอดคล้องกับการวิเคราะห์เชิงตัวเลขโดยใช้โปรแกรม FLAC โดยการทดสอบได้จำลองรอยแตกที่มีผิวเรียบ เปิดเผยอและมีค่าการยึดเกาะต่ำ ผลจากงานวิจัยนี้ระบุว่าการประเมินเสถียรภาพของความลาดเอียงของหินภายใต้แรงดันสถิตและคลื่นไหวสะเทือนโดยใช้วิธีเชิงทฤษฎีเพียงอย่างเดียวจะไม่เป็นไปในเชิงอนุรักษ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมวลของความลาดเอียงที่ประกอบไปด้วยรอยแตกที่มีระยะห่างน้อย

สาขาวิชา เทคโนโลยีธรณี ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2552 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

PONGSAK PANGPETCH : SIMULATION OF ROCK SLOPE FAILURE USING PHYSICAL MODELS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. KITTITEP FUENKAJORN, Ph.D., PE., 176 PP.

ROCK SLOPE/SLIDING/TOPPLING/MODEL/SANDSTONE

The objectives of this research are to invent a test platform for use in the laboratory simulation of scaled-down rock slope models under plane sliding and toppling failures and to compare the observed results with those calculated by the deterministic methods. The design objectives for the test platform are that it must be capable of simulating sliding and toppling failures under both dry and submerged conditions, and should allow assessing the effects of dynamic load (lateral static acceleration) on the slope stability. The research effort mainly involves (1) collection of rock block samples, (2) construction of a test platform, (3) simulation of scaled-down slopes model under real gravitational force, (4) comparison of the test results with those from the deterministic method, and (5) assessing the effect of seismic loads. Phu Phan sandstone from Nakhon Ratchasima province has been selected for use as rock samples. Rock slopes are formed by cubical (4×4×4 cm) and rectangular (4×4×8 cm and 4×4×12 cm) blocks of sandstone, under various slope face angles with the maximum slope height up to 1 m. The sandstone blocks prepared by saw-cutting are arranged to simulate rock slopes with two mutually perpendicular joint sets. The test variables include slope face angle, sliding plane angle, water height, and horizontal pseudo-static accelerations.

The model capability is demonstrated by simulating two-dimensional plane sliding and toppling failures of rock slopes. Factors of safety for the tested slopes are calculated using the deterministic method given by Hoek and Bray. Results from over 200 tests suggest that the test platform can realistically simulate the modes of failure. The calculated factor of safety over-estimates the actual observations of plane sliding by as much as 30%, particularly for slopes with low angled sliding planes and comprising short blocks. The observed toppling failures agree well with those determined by Hoek and Bray solution when the friction between the rock blocks is considered in the calculation.

Plane failures of scaled-down rock slope models have been simulated under real gravitational force and pseudo-static accelerations of up to 0.225 g with amplitudes between 24 and 64 mm. The observed sliding angles under dynamic loading are considerably lower than those calculated by the deterministic method. The discrepancy becomes larger for slope models formed by shorter sandstone blocks and under a higher acceleration. The results from the physical model simulations under dry and submerged conditions agree well with those obtained from finite difference analyses using FLAC code. The findings imply that for the smooth, open and low-cohesion joints as simulated here, assessment of rock slope stability under static and dynamic loading by using the deterministic method alone may not be conservative, particularly for the slope mass comprising joints with small spacing.

School of Geotechnology Student's Signature_____

Academic Year 2008 Advisor's Signature_____