ชาติคุณ สกุลนิติชัย : การจำลองทางกายภาพของอุโมงค์ระดับตื้นในมวลหินภายใต้สภาวะสถิตยศาสตร์และพลศาสตร์ (PHYSICAL MODEL SIMULATION OF SHALLOW OPENINGS IN ROCK MASS UNDER STATIC AND DYNAMIC CONDITIONS) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติเทพ เฟื่องขจร, 117 หน้า

แบบจำลองทางกายภาพหรือแบบจำลองย่อส่วนได้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในห้องปฏิบัติการเพื่อจำลองเสถียรภาพของอุโมงค์ในมวลหิน แบบจำลองเหล่านี้โดยทั่วไปจะถูกใช้เพื่อให้เข้าใจถึงผลกระทบจากคุณลักษณะของมวลหิน สภาวะความเค้นในที่หรือจากรูปทรงเลขาคณิตของอุโมงค์ การจำลองจากสภาวะจริงจะทำให้ง่ายขึ้น โดยการลดคุณลักษณะสภาวะจริงจากสามมิติเป็นสองมิติ เครื่องมือบางชนิดสามารถหาผลกระทบของแรงในเชิงพลศาสตร์ที่กระทำต่อมวลหินได้ ผลจากการจำลองมักนำมาเปรียบเทียบกับผลของระเบียบวิธีเชิงตัวเลขเพื่อที่จะยืนยันผลการคำนวณด้วยวิธีดังกล่าวหรือเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของแบบจำลอง นักวิจัยส่วนใหญ่จะเน้นการศึกษาไปที่เสถียรภาพของอุโมงค์ภายใต้สภาวะที่จำกัดสภาวะหนึ่ง ดังนั้นผลจากการจำลองที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างแพร่หลายจึงหาได้ยาก

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อหาผลกระทบของความลึก ระยะห่างระหว่างรอยแตกและทิศทางของรอยแตกต่อความกว้างสูงสุดของอุโมงค์ที่ไม่มีการค้ำยันในระดับตื้นภายใต้สภาวะสถิตยศาสตร์และพลศาสตร์ โดยใช้แบบจำลองทางกายภาพ โดยนำหินทรายจากชุดภูพานมาจัดเตรียมเป็นรูปลูกบาศก์และรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแล้วนำมาจัดเรียงในโครงทดสอบที่วางตัวอยู่ในแนวดิ่ง เพื่อจำลองภาพตัดขวางของอุโมงค์เดี่ยวรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าในมวลหินแบบสองมิติ โดยรอยต่อระหว่างก้อนตัวอย่างหินได้ใช้เป็นตัวแทนของรอยแตกสองชุดที่มีทิศทางตั้งฉากกันในมวลหิน ผลจากการทดสอบพบว่า ความกว้างสูงสุดที่ไม่มีการค้ำยันของอุโมงค์ต่อระยะห่างระหว่างรอยแตกในแนวดิ่งจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามความลึก และจะมีแนวโน้มเท่ากับค่าคงที่ค่าหนึ่งสำหรับแต่ละอัตราส่วนของรอยแตกระหว่างแนวดิ่งและแนวนอน (S_V/S_H) ความกว้างสูงสุดนี้จะมีค่าเพิ่มขึ้นถ้าอัตราส่วนของรอยแตกระหว่างแนวดิ่งและแนวนอนมีค่าลดลงภายใต้ สภาวะที่ระยะห่างระหว่างรอยแตกในแนวดิ่งและแนวนอนมีค่าเท่ากัน การเพิ่มขึ้นของมุมของรอยแตกจาก 0 ถึง 45° จะลดความกว้างสูงสุดของอุโมงค์ลงประมาณร้อยละ 20 สำหรับอุโมงค์ในระดับตื้นคลื่นไหวสะเทือนที่มีความเร่ง 0.225 g จะสามารถลดความกว้างสูงสุดของอุโมงค์ลงประมาณร้อยละ 50

อย่างไรก็ตามผลกระทบของคลื่นไหวสะเทือนจะลดลงถ้าอุโมงค์อยู่ในระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น ผลจากการทดสอบภายใต้สภาวะสถิตและคลื่นไหวสะเทือนในงานวิจัยนี้มีผลสอดคล้องอย่างเป็นเหตุเป็นผลต่อผลที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีเชิงตัวเลขโดยใช้โปรแกรม UDEC

สาขาวิชา เทคโนโลยีธรณี ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2552 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

CHATKUN SAKULNITICHAI : PHYSICAL MODEL SIMULATION OF SHALLOW OPENINGS IN ROCK MASS UNDER STATIC AND DYNAMIC CONDITIONS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. KITTITEP FUENKAJORN, Ph.D., PE., 117 PP.

OPENING/JOINT/FRICTION/DYNAMIC LOAD/ACCELERATION

Physical models or scaled-down models have been widely used in laboratory to simulate stability conditions of underground openings in rock masses. They are commonly used to gain an understanding of the effects of unique rock characteristics, in-situ stress conditions or opening geometries. The simulations usually simplify the actual conditions into two-dimensional problems. Some devices can incorporate the effects of dynamic loading on the rock models. The modeling results are often compared with those obtained from numerical simulations, usually by a discrete element analysis, either to verify the predictive capability of the computed results or to confirm the accuracy of the test models. Most researchers however aim at studying the opening stability under site-specific conditions. Results obtained from the physical test models that can provide a more general solution of the opening stability in rock masses have been rare.

The objective of this research is to determine the effects of depth, joint spacing and orientation on the maximum unsupported span of shallow underground openings under static and dynamic loads by using physical models. Cubical and rectangular blocks of Phu Phan sandstone are arranged in a vertical test frame to simulate a two-dimensional representation of single rectangular openings in rock mass with two mutually perpendicular joint sets. Results indicate that the normalized

maximum span (W/S_V) rapidly increases with the normalized depth (D/S_H), and tends to approach a certain limit for each joint spacing ratio, S_V:S_H. The maximum span increases with decreasing S_V:S_H ratio. Under S_V=S_H condition, increasing the joint angles from 0° to 45° reduces the maximum span by about 20%. At shallow depths the acceleration of 0.225 g can reduce the maximum span by up to 50%. The impact of the dynamic loads however reduces as the depth increases. The test results under both static and dynamic loading compare reasonably well with those calculated from discrete element analyses using the UDEC code.

School of Geotechnology Student's Signature_____

Academic Year 2008 Advisor's Signature_____