สุรชัย โกเมนธรรมโสภณ : ผลกระทบของวิถีความเค้นต่อกำลังกดของหินภายใต้สภาวะสามแกนจริง (EFFECTS OF STRESS PATH ON ROCK STRENGTH UNDER TRUE TRIAXIAL CONDITION) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.กิตติเทพ เฟื่องขจร, 129 หน้า.

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย การประดิษฐ์อุปกรณ์สำหรับทดสอบหาค่ากำลังรับแรงกดในหลายแกนต่อหินที่มีความแข็งอยู่ในช่วงอ่อนถึงปานกลาง ศึกษาผลกระทบของความเค้นหลักปานกลางต่อการแตกของหิน และสร้างเกณฑ์การแตกในสามแกนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบและวิเคราะห์เสถียรภาพของโครงสร้างต่างๆทางธรณีวิทยา อุปกรณ์สำหรับทดสอบหาค่ากำลังรับแรงกดในหลายแกนถูกนำมาใช้ทดสอบหาค่ากำลังกดในสองแกนและในหลายแกน เพื่อศึกษาผลกระทบของวิถีความเค้นต่อค่ากำลังรับแรงกดของหิน วิถีความเค้นที่ใช้ในการทดสอบมี 3 แบบ คือ (1) ความเค้นหลักสูงสุดเพิ่มขึ้นขณะที่ความเค้นหลักปานกลางคงที่ (2) ความเค้นหลักสูงสุด และความเค้นหลักปานกลางเพิ่มขึ้นพร้อมกัน และ (3) ความเค้นหลักสูงสุดเพิ่มขึ้น ขณะที่ความเค้นหลักปานกลางลดลง (ความเค้นเฉลี่ยคงที่) ผลการทดสอบระบุว่า วิถีความเค้นแบบที่ (1) ที่กำหนดความเค้นหลักปานกลางคงที่มีค่ากำลังรับแรงกดสูงกว่าวิถีความเค้นแบบที่ (3) ซึ่งจากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าความเค้นหลักปานกลางส่งผลกระทบอย่างชัดเจนต่อค่ากำลังรับแรงกดของหิน เกณฑ์การแตกแบบโมดิฟาย วายโบล แอนด์ คุก สามารถคาดคะเนค่ากำลังรับแรงกดของหินในสองแกนได้เป็นอย่างดี สำหรับการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงกดในหลายแกน วิถีความเค้นที่ใช้ในการทดสอบมี 5 แบบ คือ (1) ความเค้นหลักสูงสุดเพิ่มขึ้นขณะที่ความเค้นหลักปานกลางเท่ากับความเค้นหลักต่ำสุด (2) ความเค้นหลักสูงสุดเพิ่มขึ้นขณะที่ความเค้นหลักปานกลาง และความเค้นหลักต่ำสุดลดลง (ความเค้นเฉลี่ยคงที่) (3) ความเค้นหลักสูงสุด และความเค้นหลักปานกลางเพิ่มขึ้นเท่าๆ กัน (4) ความเค้นหลักสูงสุด และความเค้นหลักปานกลางเพิ่มขึ้นเท่ากันขณะที่ความเค้นหลักต่ำสุดลดลง (ความเค้นเฉลี่ยคงที่) และ (5) ความเค้นหลักสูงสุดเพิ่มขึ้นขณะที่ความเค้นหลักปานกลาง และความเค้นหลักต่ำสุดมีการผันแปร (ความเค้นหลักทั้ง 3 แกนไม่เท่ากัน) วิถีความเค้นสองแบบแรกเป็นการทดสอบกำลังรับแรงกดในสามแกน ส่วนวิถีความเค้นสองแบบถัดมาเป็นการทดสอบกำลังรับแรงดึงในสามแกน และวิถีความเค้นแบบสุดท้ายเป็นการทดสอบกำลังรับแรงกดในสามแกนจริง ซึ่งกรณีการทดสอบกำลังรับแรงกดในสามแกน วิถีความเค้นแบบที่ (1) จะให้ค่ากำลังรับแรงกดของหินสูงกว่าวิถีความเค้นแบบที่ (2) กรณีการทดสอบกำลังรับแรงดึงในสามแกน วิถีความเค้นแบบที่ (3) จะให้ค่ากำลังรับแรงกดของตัวอย่างหินสูงกว่าวิถีความเค้นแบบที่ (4) การทดสอบกำลังรับแรงดึงจะให้ค่ากำลังรับแรงกดของหินสูงกว่าการทดสอบกำลังรับ

แรงกด สามารถสรุปได้ว่าความเค้นหลักปานกลางอาจส่งผลกระทบอย่างมากต่อค่ากำลังรับแรงกดของตัวอย่างหินภายใต้วิถีความเค้นแต่ละแบบ โดยผลสรุปนี้อาจเป็นเหตุผลที่ทำให้ค่ากำลังรับแรงดึงของหินในสามแกนมีค่าสูงกว่ากรณีกำลังรับแรงกดในสามแกนเสมอ นอกจากนี้ความเค้นหลักปานกลางดูเหมือนจะส่งผลกระทบมากยิ่งขึ้นเมื่อความเค้นหลักต่ำสุดมีค่าสูง ด้วยเหตุนี้การทดสอบในสามแกนกรณีที่ความเค้นเฉลี่ยคงที่ (ความเค้นหลักต่ำสุดลดลง) จึงให้ค่ากำลังรับแรงกดของตัวอย่างหินต่ำกว่าในกรณีที่ความเค้นเฉลี่ยไม่คงที่ ซึ่งการทดสอบหาค่ากำลังกดในสามแกนนี้ เกณฑ์การแตกแบบโมดิฟาย วายโบล แอนด์ คุก และแบบเอ็มไพริคัลโมจิ สามารถให้ผลการประเมินค่ากำลังรับแรงกดได้เป็นอย่างดีในทุกสภาวะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา เทคโนโลยีธรณี ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2557 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

SURACHAI KOMENTHAMMASOPON : EFFECTS OF STRESS PATH ON ROCK STRENGTH UNDER TRUE TRIAXIAL CONDITION. THESIS ADVISOR : PROF. KITTITEP FUENKAJORN, Ph.D., P.E., 129 PP.

BIAXIAL/INTERMEDIATE PRINCIPAL STRESS/ROCK STRENGTH/FAILURE

The research objectives are to invent a true triaxial testing device to determine the compressive strength of soft to medium strong rocks subjected to polyaxial stress states, to investigate the influence of the intermediate principal stress on rock failure, and to develop a three dimensional failure criterion for the rocks that can be applied in the design and the stability analysis of geologic structures. The true triaxial testing device is used to perform biaxial and polyaxial compression tests to investigate the effects of stress path on rock strengths. Three different stress paths have been implemented : (1) σ_1 increases while σ_2 is maintained constant; (2) σ_1 and σ_2 equally increase; and (3) σ_1 increases while σ_2 decreases (σ_m constant). The results indicate that the stress path (1) with σ_2 constant provides higher strengths than the stress path (3). The intermediate principal stress (σ_2) notably affects the rock strengths. The modified Wiebols and Cook criterion can well predict the biaxial compressive strengths. For the polyaxial compression tests, five different stress paths have been implemented: (1) σ_1 increases while σ_2 equals σ_3; (2) σ_1 increases while σ_2 and σ_3 decrease (σ_m constant); (3) σ_1 and σ_2 equally increase while σ_3 is constant; (4) σ_1 and σ_2 equally increase while σ_3 decreases (σ_m constant); (5) σ_1 increases with varied σ_2 and σ_3 ($\sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$). The first two stress paths are triaxial compression and another two are triaxial extension while the last one is true triaxial stress condition. Under

triaxial compression tests, the stress path (1) normally provides higher rock strengths than does stress path (2). Under triaxial extension tests, the stress path (3) yields higher strengths than does the stress path (4). The trixial extension tests give higher strengths than the triaxial compression tests. The intermediate principal stresses (σ_2) have strong influence on different strengths of specimens under each stress path. As a result the rock strengths from triaxial extension tests are always higher than the ones from triaxial compression. The effect of σ_2 tends to be more pronounced under higher minimum principal stress (σ_3) and therefore the triaxial tests with σ_m constant (reduced σ_3) usually yield lower strength than the ones with σ_m not constant. The modified Wiebols and Cook criterion and the empirical Mogi criterion can well describe the compressive strengths for all test conditions.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Geotechnology Student's Signature_____

Academic Year 2014 Advisor's Signature_____