

เขาวริน วัลย์ศรี : ค่ากำลังแรงกดของหินทรายภายใต้ความเค้นในสามแกนจริง
(COMPRESSIVE STRENGTH OF SANDSTONE UNDER TRUE TRIAXIAL
STRESS STATES) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติเทพ เพ็องขจร, 78 หน้า

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือเพื่อหาค่าความแข็งของหินทรายสามชนิดที่อยู่ในสภาวะความเค้นในสามทิศทางที่ไม่เท่ากันและเพื่อพัฒนาเกณฑ์การวิบัติในสามทิศทางของหินที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและวิเคราะห์เสถียรภาพของโครงสร้างทางธรณีวิทยา กิจกรรมหลักประกอบด้วย การทดสอบเพื่อหาค่าความเค้นหลักสูงสุดที่จุดวิบัติของหินภายใต้ความเค้นหลักกลางและค่าความเค้นหลักต่ำสุดในหลายระดับและการพัฒนาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของความเค้นในสามแกนที่จุดวิบัติ ตัวอย่างหินคือหินทรายชุดพระวิหาร ภูพาน และภูกระดึง โดยเตรียมเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม 50x50x100 ลูกบาศก์ซมิลลิเมตร เครื่องทดสอบในสามแกนจริงจะให้ค่าความเค้นหลักกลางและค่าความเค้นหลักต่ำสุดคงที่ต่อตัวอย่างหินและทำการเพิ่มค่าความเค้นหลักสูงสุดจนถึงจุดวิบัติ ความเค้นหลักกลางและความเค้นหลักต่ำสุดจะมีระดับตั้งแต่ 0 ถึง 15 เมกะปาสกาล ได้ใช้ตัวอย่างทดสอบอย่างน้อย 20 ตัวอย่างต่อหินทรายหนึ่งชนิดซึ่งขึ้นอยู่กับความสอดคล้องของผลการทดสอบค่าความแข็ง ค่าความเค้นที่จุดวิบัติได้ถูกวัดและรูปแบบของการแตกได้ถูกตรวจสอบ เกณฑ์การแตกในสามทิศทางได้นำเสนอในรูปแบบของค่าความเค้นเมื่อต่อค่าความเค้นเฉลี่ย

ผลของการทดสอบแสดงอย่างชัดเจนว่าค่าความเค้นหลักกลางมีผลกระทบต่อค่าความเค้นหลักสูงสุดที่จุดวิบัติของหินทรายทุกชนิด ผลการทดสอบนี้มีความสอดคล้องกับการทดสอบโดยผู้วิจัยอื่น ภายใต้สภาวะความเค้นในสามแกนจริงนี้เกณฑ์ที่คัดแปลงจาก Weibols and Cook สามารถคาดคะเนค่าความแข็งของหินทรายที่ได้ทำการทดสอบได้อย่างสมเหตุสมผล เนื่องจากผลกระทบของค่าความเค้นหลักกลางเกณฑ์ของ Coulomb จึงไม่สามารถเป็นตัวแทนค่าความแข็งของหินภายใต้สภาวะแรงกดในสามแกนจริง โดยเฉพาะในสภาวะที่อัตราส่วนระหว่างความเค้นหลักกลางต่อความเค้นหลักต่ำสุดมีค่าสูง ซึ่งคาดว่าผลกระทบของค่าความเค้นหลักกลางเกิดจากการทำงานของกลไกสองแบบที่มีผลกระทบตรงข้ามกันคือ (1) กลไกจากการแข็งขึ้นของหินในทิศทางตั้งฉากกับระนาบของค่าความเค้นหลักสูงสุดและความเค้นหลักต่ำสุด และ (2) กลไกที่เพิ่มค่าความเครียดดึงในทิศทางของค่าความเค้นหลักสูงสุดและความเค้นหลักต่ำสุด ค่าความเค้น

หลักกลางสามารถทำให้เนื้อหีนมีความแข็งแกร่งในระนาบที่ตั้งฉากกับทิศทางของมัน ดังนั้นความแตกต่างของความเค้นจะมีค่าสูงขึ้นที่จุดวิบัติ มีความเชื่อว่าความสัมพันธ์ของขนาดของค่าความเค้นหลักกลางต่อค่าความแข็งของหีนอาจไม่เป็นเส้นตรง โดยเฉพาะในกรณีที่มีค่าความเค้นหลักกลางสูง ความสัมพันธ์จะขึ้นอยู่กับชนิดของหีนและเนื้อหีนของมันเอง (เช่น การกระจายตัวของขนาดของเม็ดหีน ช่องว่าง รอยแตกและรอยร้าว และชนิดของแร่ประกอบหีน)

สาขาวิชา เทคโนโลยีธรณี

ปีการศึกษา 2552

ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

CHAOWARIN WALSRI : COMPRESSIVE STRENGTH OF SANDSTONE
UNDER TRUE TRIAXIAL STRESS STATES. THESIS ADVISOR :
ASSOC. PROF. KITTITEP FUENKAJORN, Ph.D., PE., 78 PP.

ROCK/TRUE TRIAXIAL LOAD FRAM/ INTERMEDIATE PRINCIPLE STRESS/
MAXIMUM PRINCIPAL STRESS

The objectives of this research are to determine the compressive strengths of three types of sandstone subjected to polyaxial stress states, and to develop a three-dimensional failure criterion of the rocks that can be readily applied in the design and stability analysis of geologic structures. The efforts involve determination of the maximum principal stress at failure of the sandstone samples under various intermediate and minimum principal stresses, and development of a mathematical relationship between the three stresses at failure. The sandstone samples belong to the Phra Wihan, Phu Phan, and Phu Kradung formations. They are prepared to obtain 50x50x100 square mm. A polyaxial loading frame is used to apply constant σ_2 and σ_3 onto the specimen while the σ_1 is increased until failure. The applied σ_2 and σ_3 at different magnitudes are varied from 0 to 15 MPa. A minimum of 20 samples are tested for each rock type, depending on the consistency of the strength results. The failure stresses are measured and modes of failure are examined. The three-dimensional strength criterion is derived by presenting the octahedral shear strength as a function of the octahedral mean stress.

The strength results clearly show that σ_2 affects the maximum stress, σ_1 at failure for three sandstones. This phenomenon agrees with those observed elsewhere. Under true triaxial compressive stresses the modified Wiebols and Cook criterion can predict the compressive strengths of the tested sandstones reasonably well. Due to the effect of σ_2 the Coulomb criterion can not represent the rock strengths under true triaxial compressions, particularly under high σ_2 to σ_3 ratios. It is postulated that the effects of the intermediate principal stress are caused by two mechanisms working simultaneously but having opposite effects on the rock polyaxial strengths; (1) mechanism that strengthens the rock matrix in the direction normal to $\sigma_1 - \sigma_3$ plane, and (2) mechanism that induces tensile strains in the directions of σ_1 and σ_3 . The intermediate principal stress can strengthen the rock matrix on the plane normal to its direction, and hence a higher differential stress is required to induce failure. It is believed that the relationship between σ_2 magnitudes and the degrees of strengthening can be non-linear, particularly under high σ_2 . Such relation depends on rock types and their texture (e.g., distribution of grain sizes, pore spaces, fissures and micro-cracks, and types of rock-forming minerals).

School of Geotechnology

Academic Year 2009

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____