รัฐพล เข็มทอง : การกำหนดกำลังรับแรงเฉือนของรอยแตกหินโดยใช้คุณสมบัติทางกายภาพ (DETERMINATION OF ROCK JOINT SHEAR STRENGTH BASED ON ROCK PHYSICAL PROPERTIES) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติเทพ เฟื่องขจร, 123 หน้า.

ชุดของการทดสอบกำลังเฉือนของรอยแตกในหินได้ดำเนินการเพื่อที่จะประเมินความสามารถในการคาดคะเนของกฎกำลังรับแรงเฉือน ที่ใช้คุณสมบัติเชิงกายภาพและค่าคงที่ที่กำหนดในภาคสนาม ตัวอย่างหินจากสิบแหล่งที่เป็นตัวแทนของหินที่พบบ่อยครั้งในอุตสาหกรรมการก่อสร้างและเหมืองแร่ในประเทศไทยได้นำมาจัดเตรียมและทดสอบในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างหินเหล่านี้ประกอบไปด้วย หินบะซอลต์หนึ่งชนิด หินอ่อนสองชนิด หินแกรนิตสามชนิด และหินทรายสี่ชนิด นอกจากนั้นการศึกษายังมุ่งเน้นไปที่ความน่าเชื่อถือของวิธีการที่ใช้ในภาคสนามสำหรับกำหนดค่ามุมเสียดทานพื้นฐาน (ϕ_b) ค่ากำลังกดในแกนเดียว (UCS หรือความแข็งของผนังรอยแตก) และค่าสัมประสิทธิ์ของความขรุขระ (JRC) ตัวอย่างหินที่ตัดให้มีผิวเรียบจัดเตรียมเพื่อใช้ในการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่าง ϕ_b กับคุณสมบัติเชิงกลศาสตร์ และเชิงแร่วิทยาของหิน ตัวอย่างหินที่มีรอยแตกที่เกิดจากการดึงในห้องปฏิบัติการได้นำมาทดสอบเพื่อหาค่ากำลังเฉือนของรอยแตกที่มี JRC ระดับต่าง ๆ กัน และนำผลมาใช้สอบทานกฎกำลังเฉือนที่ถูกพัฒนาด้วยค่าคงที่ที่กำหนดในภาคสนาม ค่า JRC ของรอยแตกเหล่านี้ได้ถูกประเมินอย่างอิสระโดยวิศวกรสองคน ค่า UCS ได้ประเมินด้วยวิธีในภาคสนามที่แนะนำโดย ISRM (ใช้ฆ้อนธรณีและมีดพก) และได้นำมาเปรียบเทียบกับวิธีการทดสอบมาตรฐานที่ได้จากห้องปฏิบัติการที่เสนอโดย ASTM ความน่าเชื่อถือและความอ่อนไหวของค่าคงที่ทั้งสามได้ถูกตรวจสอบโดยการเปรียบเทียบค่ากำลังเฉือนที่คาดคะเนได้กับค่ากำลังเฉือนของรอยแตกผิวขรุขระที่ทดสอบได้จริงในห้องปฏิบัติการ

ผลจากการศึกษาระบุว่ากฎที่พัฒนาโดยใช้ค่าคงที่ที่กำหนดในภาคสนามสามารถคาดคะเนค่ากำลังรับแรงเฉือนของรอยแตกผิวขรุขระได้ดีสำหรับหินอ่อนและหินทรายที่นำมาจากทุกแหล่ง และจะให้ค่าสูงเกินไปเล็กน้อยสำหรับตัวอย่างหินบะซอลต์ แต่กฎนี้ไม่สามารถอธิบายกำลังเฉือนของรอยแตกในตัวอย่างหินแกรนิตได้ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากผิวตัดเรียบของหินที่มีขนาดของผลึกแร่ใหญ่และมีความแข็งมาก (เช่น หินแกรนิต) จะมีความเรียบมากถึงแม้จะไม่มีการฝนขัด ดังนั้นจึงทำให้ค่า ϕ_b ที่ได้จากการทดสอบแรงเฉือนมีค่าต่ำเกินความเป็นจริง ผลจากการประเมินความอ่อนไหวระบุว่ากำลังรับแรงเฉือนที่คำนวณได้จากกฎของ Barton จะอ่อนไหวต่อค่า ϕ_b มากกว่าค่า UCS และ JRC ค่าของ UCS ที่ประเมินด้วยวิธีในภาคสนามของ ISRM จะสอดคล้องเป็นอย่างดีกับค่าที่ทดสอบในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีมาตรฐาน ASTM การผันแปรของค่า UCS สำหรับหินที่มีระดับความแข็ง R2 และ R3 (ผันแปรประมาณ 25 MPa) และสำหรับหินที่มีระดับความแข็ง R4 และ R5 (ผันแปร

ประมาณ 50 MPa) จะไม่มีผลกระทบเท่าใดนักต่อค่ากำลังเฉือนที่คาดคะเนได้ สำหรับหินทรายค่า ϕ_b จะอยู่ในช่วง 25-35 องศา และจะไม่ขึ้นกับ UCS หรือวัสดุที่เชื่อมเม็ดหิน ค่า ϕ_b สำหรับหินอ่อนที่ทดสอบในงานวิจัยนี้ รวมกับหินปูนที่ทดสอบได้จากที่อื่นจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35 ± 5 องศา และจะไม่ขึ้นกับ UCS หรือการผันแปรของแร่ประกอบหิน สำหรับหินชนิดอื่น ϕ_b จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นถ้า UCS เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับหินที่แข็งมาก (R5 และ R6) งานวิจัยนี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง ϕ_b กับค่าสัมประสิทธิ์ของความยืดหยุ่นหรือกับค่ากำลังดึงสูงสุดของหิน จำนวน และความหลากหลายของตัวอย่างหินแกรนิตมีไม่เพียงพอที่จะกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง ϕ_b กับการผันแปรของแร่ประกอบหินถึงแม้ว่าความสัมพันธ์นั้นอาจมีอยู่จริง

สาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

RUTTHAPOL KEMTHONG : DETERMINATION OF ROCK JOINT SHEAR STRENGTH BASED ON ROCK PHYSICAL PROPERTIES. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. KITTITEP FUENKAJORN, Ph.D., P.E. 123 PP.

ROCK JOINT/SHEAR STRENGTH/ FRICTION/ROUGHNESS

A series of direct shear tests have been performed in an attempt at assessing the predictive capability of the joint shear strength criterion by using rock physical properties and field-determined parameters. Rocks from ten different source locations representing the most commonly encountered rocks in Thailand construction and mining industries are prepared and tested in the laboratory. These include basalt, two marbles, three granites and four sandstones. The investigation also concentrates on the reliability of the field methods and results for determining the basic friction angle (ϕ_b), the uniaxial compressive strength (UCS or joint wall strength), and the joint roughness coefficient (JRC). The saw-cut surface specimens are prepared to determine the relationship between ϕ_b and the mechanical and mineralogical properties of the rocks. The specimens with tension-induced fractures are tested to obtain the joint shear strength under different JRC's, for use in verification of the criterion developed from the field determined parameters. The JRC's for the rough-joint specimens are evaluated by two independent engineers. The UCS's evaluated from the ISRM-suggested field methods (i.e. using geologic hammer and pocket knife) are used in the Barton's criterion, and are compared with those tested under the relevant ASTM standard method. Reliability and sensitivity of the three parameters are examined by comparing the predicted shear strength with those actually obtained from the direct shear testing on the rough joint surfaces.

The results indicate that the criterion with the field-determined parameters can well predict the shear strength of the rough joints in marbles and sandstones from all source locations, and slightly over-predicts the shear strength in the basalt specimens. The criterion however can not describe the joint shear strengths for the granite specimens. This discrepancy is due to the fact that the saw-cut surfaces for the coarse-grained and very strong crystalline rocks (such as granites) are very smooth, even without polishing, and hence results in an unrealistically low ϕ_b from the direct shear testing. The sensitivity evaluation also suggests that the Barton's shear strength is more sensitive to ϕ_b than to UCS and JRC. The range of UCS from ISRM field-determined method agrees well with the corresponding value determined by ASTM laboratory testing. Variations of the UCS by 25 MPa for weak and medium rocks (R2 and R3) and by 50 MPa for strong and very strong rocks (R4 and R5) do not significantly affect the predicted shear strengths. For all sandstones the ϕ_b values are in the range of 25-35 degrees, and are independent of their UCS and cementing materials. The ϕ_b values for the tested marbles and for the limestone recorded elsewhere are averaged as 35±5 degrees. They are also independent of UCS and mineralogical variation. For other rock types, ϕ_b tends to increase with UCS particularly for very strong rocks (R5 and R6). No relationship between ϕ_b and elastic modulus or tensile strength has been found for any rock types. The number and diversity of the tested granites are inadequate to determine the relationship between ϕ_b and their mineralogical variations, if there is any.

School of Geotechnology Student's Signature _____

Academic Year 2004 Advisor's Signature _____