จิรานัท อบเชย : การทดสอบความซึมผ่านของรอยแตกในหินภายใต้แรงเฉือน
(PERMEABILITY TESTING OF SHEARING FRACTURES IN ROCK)
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติเทพ เฟื่องขจร, 69 หน้า.

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านของรอยแตกในหินภายใต้ความเค้นตั้งฉากและความเค้นเฉือน โดยใช้การทดสอบการไหลของน้ำด้วยวิธีอัดน้ำด้วยแรงดันแบบผันแปรบนรอยแตกที่ทำขึ้นในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่าง 4 ชนิด ได้แก่ หินอ่อนจากจังหวัดสระบุรี หินแกรนิตจากจังหวัดตาก หินแกรนิตจากประเทศจีนและหินแกรนิตจากประเทศเวียดนาม พื้นที่ผิวรอยแตกมีขนาดเท่ากับ 10×10 ตารางเซนติเมตร มีการเจาะรูตรงกลางของตัวอย่างหินชิ้นล่างเพื่อให้การไหลของน้ำผ่านรอยแตก ให้แรงเฉือนบนตัวอย่างหินขณะที่มีการตรวจวัดการไหลเข้า ค่าความเค้นตั้งฉากบนรอยแตกผันแปรตั้งแต่ 1 ถึง 4 เมกะปาสคาล ผลที่ได้ระบุว่าการเปิดเผยอเชิงกายภาพ (e_p) และเชิงไฮดรอลิค (e_h) จะเพิ่มขึ้นตามการเคลื่อนตัวแบบเฉือน ซึ่งจะเห็นได้ชัดสำหรับรอยแตกภายใต้ความเค้นตั้งฉากที่มีค่าสูง ความซึมผ่านของรอยแตกภายใต้สภาวะที่ไม่มีแรงเฉือนและสภาวะที่มีแรงเฉือนสูงสุดจะมีค่าใกล้เคียงกัน การเปิดเผยอเชิงกายภาพจะมีค่ามากกว่าการเปิดเผยอเชิงไฮดรอลิคประมาณ 5 ถึง 10 เท่า ส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านเชิงกายภาพสูงกว่าค่าความซึมผ่านเชิงไฮดรอลิค เนื่องจากว่าการเปิดเผยอเชิงกายภาพไม่พิจารณาผลกระทบของความขรุขระของรอยแตกที่เป็นปัจจัยทำให้ระยะทางของการไหลของน้ำยาวขึ้น ผลต่างระหว่างค่าความซึมผ่านภายใต้ความเค้นสูงสุดและภายใต้ความเค้นคงเหลือจะมีค่ามากขึ้นเมื่อความเค้นตั้งฉากบนรอยแตกนั้นมีค่ามากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านของรอยแตกจะมีค่าลดลงเมื่อความเค้นตั้งฉากมีค่าสูงขึ้น ค่าความซึมผ่านที่ได้จากงานวิจัยนี้มีค่าระหว่าง 1×10^{-3} เมตร/วินาที ถึง 15×10^{-3} เมตร/วินาที เพื่อแสดงผลกระทบของการเคลื่อนตัวของรอยแตกได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม UDEC โดยจำลองการเคลื่อนตัวของรอยแตกในมวลหินบนอุโมงค์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผลจากการจำลองก่อนการขุดเจาะพบว่าค่าความซึมผ่านของรอยแตกจะลดลงเมื่อความลึกมากขึ้น หลังการขุดเจาะอุโมงค์พบว่ามีการเคลื่อนตัวของรอยแตกมากขึ้นที่บริเวณขอบอุโมงค์ ซึ่งส่งผลให้มีค่าความซึมผ่านของรอยแตกมากขึ้น ความเค้นและการเคลื่อนตัวของรอยแตกที่ได้จากการจำลองสามารถนำมาประยุกต์ใช้หาค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านทั้งก่อนและหลังการขุดเจาะในมวลหินอื่น ๆ ได้

สาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี ลายมือชื่อนักศึกษา ____________________

ปีการศึกษา 2553 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ______________

JIRANUT OBCHEOY : PERMEABILITY TESTING OF SHEARING FRACTURES IN ROCK. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. KITTITEP FUENKAJORN, Ph.D., P.E., 69 PP.

FRACTURE/PERMEABILITY/APERTURE/SHEAR STRESS

The objectives of this research are to experimentally determine hydraulic conductivity of tension-induced fractures under normal and shear stresses. The effort primarily involves performing a series falling head tests on tension-induced fractures. The fractures in four types of rock samples include Saraburi marble, Tak granite, Vietnamese granite and Chinese granite. The tested fracture area is 10×10 square centimeters. A small center hole is drilled into the lower block of the sample to allow water flow through the fracture. The shear force is applied while the flow rates are monitored. The constant normal stresses on the fracture are varied from 1 to 4 MPa. The results indicate that the physical aperture (e_p) and hydraulic aperture (e_h) increase with shearing displacement, particularly under high normal stresses. The magnitudes of fracture permeability under no shear and under peak shear stress are similar. For both peak and residual regions, the physical apertures are about 5 to 10 times greater than the hydraulic apertures, as a result the fracture hydraulic conductivity determined from the physical aperture are about one to two orders of magnitudes greater than those determined from the equivalent hydraulic apertures. This is probably because the measured physical apertures do not consider the effect of fracture roughness that causes a longer flow path. The difference between the permeability under residual shear stress and that under peak stress becomes larger under higher normal stresses. The fracture hydraulic conductivities exponentially decrease with increasing normal

stresses. Their permeability is in the range between 1×10^{-3} m/s and 15×10^{-3} m/s. To demonstrate these issues discrete element analyses are performed using UDEC to simulate the movement of the jointed rock mass above a rectangular underground excavation. Simulation results before excavation show that the joint permeability decreases when the depth increases. Under the excavated condition, the joint movement occurs around the zone of excavation, and results in an increase of the rock joint permeability. The stress and joint displacement can be used to determine the hydraulic conductivity obtains before and after excavation.

School of Geotechnology Student's Signature ___________________

Academic Year 2010 Advisor's Signature___________________