ณัฐวัฒน์ อัครฉัตรรัตรน์ : ความซึมผ่านของหินทรายภายใต้สภาวะความเค้นที่ไม่เท่ากัน (PERMEABILITY OF INTACT SANDSTONES UNDER DEVIATORIC STRESS STATES) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติเทพ เฟื่องขจร, 101 หน้า

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาผลกระทบของความเค้นที่ไม่เท่ากันในแต่ละทิศทางต่อความซึมผ่านของหินพรุน มีการจำลองด้วยระเบียบวิธีเชิงคำนวณเชิงตัวเลขเพื่อศึกษาความซึมผ่านของหินรอบอุโมงค์เดี่ยวและอุโมงค์ขนานรูปทรงกระบอกที่อยู่ใต้สภาวะความเค้นที่ไม่เท่ากัน กิจกรรมที่สำคัญของงานวิจัยนี้ประกอบด้วยการทดสอบอัดน้ำด้วยแรงดันแบบคงที่กับตัวอย่างหินทรายรูปทรงกระบอกภายใต้ความดันรอบข้างและความเค้นที่ไม่เท่ากันที่หลากหลาย ตัวอย่างหินถูกเตรียมจากหินทรายชั้นภูพาน พระวิหาร และภูกระดึง ของกลุ่มหินทรายชุดโคราชซึ่งเป็นตัวแทนของชั้นน้ำบาดาลในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หม้อแรงดันได้ถูกนำมาใช้ในการให้ความดันรอบข้างที่คงที่ (อยู่ในช่วงระหว่าง 1, 2 ถึง 3 เมกกะปาสคาล) กับตัวอย่างหินโดยที่ความเค้นในแนวแกนจะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งเกิดการวิบัติ ในขณะที่ความเค้นแนวแกนเพิ่มขึ้นได้ทำการตรวจวัดความซึมผ่านของหินในแนวแกนโดยการทดสอบอัดน้ำด้วยแรงดันแบบคงที่เท่ากับ 0.3 เมกกะปาสคาล การเปลี่ยนแปลงของตัวอย่างหินพรุนถูกวัดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของหิน ผลของความซึมผ่านที่ได้จากการทดสอบจะถูกแสดงอยู่ในฟังก์ชั่นของความดันรอบข้าง และความเค้นที่แตกต่างกัน

ผลจากการการทดสอบความซึมผ่านของหินทรายโดยวิธีอัดน้ำด้วยแรงดันแบบคงที่ภายใต้ สภาวะความเค้นที่ต่างกันระบุว่า ก่อนถึงจุดบวมตัวของหินค่าความซึมผ่านจะลดลงเมื่อค่าความเครียดเชิงปริมาตรเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการยุบตัวลงของช่องว่างในหิน และในสภาวะนี้ค่าอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงระหว่างความซึมผ่านต่อความเครียดเชิงปริมาตรจะลดลงเมื่อค่าความดันรอบข้างเพิ่มขึ้น เมื่อหินอยู่ในสภาวะผ่านจุดบวมตัวของหินไปแล้ว ค่าความซึมผ่านจะเพิ่มขึ้นตามการบวมตัวของหินเพราะเกิดการขยายตัวของรอยแตกเนื่องมาจากการเพิ่มความเค้นกดในแนวแกนจนกระทั่งเกิดการวิบัติ แบบจำลองแบบไฟไนท์ดิฟเฟอร์เรนท์จำนวน 2 แบบ ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนอุโมงค์เดี่ยวรูปทรงกระบอกในมวลหิน และอุโมงค์รูปวงกลมในแนวขนานที่อยู่ภายใต้สภาวะความเค้นไม่เท่ากัน ผลที่ได้จากแบบจำลองเชิงตัวเลขระบุว่าค่าความซึมผ่านของหินรอบอุโมงค์เดี่ยวเพิ่มขึ้นจาก107×10^{-9} ถึง 120×10^{-9} เมตรต่อวินาที สำหรับหินทรายชุดพระวิหารและจาก 140×10^{-12} ถึง 300×10^{-12} เมตรต่อวินาที สำหรับหินทรายชุดภูกระดึง เมื่ออัตราส่วนระหว่างค่าความเค้นในแนวระนาบต่อแนวแกนลดลงจาก 0.8 ถึง 0.2 ค่าความซึมผ่านของหินรอบอุโมงค์ขนานเพิ่มขึ้นจาก 120×10^{-9} ถึง 180×10^{-9} เมตรต่อวินาที สำหรับหินทราย

ชุดพระวิหาร และจาก 350×10^{-12} ถึง1350×10^{-12} เมตรต่อวินาที สำหรับหินทรายชุดภูกระดึงเมื่อค่าความเค้นในแนวแกนเพิ่มจาก 10 ถึง 40 เมกกะปาสคาล

สาขาวิชา เทคโนโลยีธรณี ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2552 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

NATTHAWAT AKKRACHATTRARAT : PERMEABILITY OF INTACT SANDSTONES UNDER DEVIATORIC STRESS STATES. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. KITTITEP FUENKAJORN, Ph.D., PE. ., 78 PP.

SANDSTONE/PERMEABILITY/DEVIATORIC STRESS/FLOW

The objectives of this research are to experimentally determine the effects of anisotropic stress states on the permeability of porous rocks. Numerical modeling is performed to study the hydraulic conductivity of rock around single opening in infinite plate and of pillars between parallel circular openings under deviatoric stresses. The effort primarily involves conducting constant-head flow test on intact cylindrical sandstone specimens under a variety of confining pressures and deviatoric stresses. The rock specimens are prepared from Phu Phan, Phra Wihan and Phu Kradung formations of Khorat group, representing ones of the aquifers in the north and northeast of Thailand. Hoek cell is used to apply constant confining pressures (ranging from 1, 2 to 3 MPa) to the specimens while the axial stress is increased until failure. During loading the rock permeability in axial direction is monitored by performing constant-head flow test with water injection pressure up to 0.3 MPa. The changes of rock porosity are measured from the volumetric changes of the specimen. The permeability results are presented as a function of confining pressure, deviatoric stress.

The results from the constant head flow tests under deviatoric stress states suggest that before dilation strength the permeability decreases with increasing volumetric strain. This is probably due to the contraction of the pore spaces in the specimen. Within this stage the change of rock hydraulic conductivity to the change of volumetric strain ($\Delta K/\Delta\varepsilon_V$ ratio) decreases as increasing the confining pressures.

After dilation strength the rock permeability increases with specimen dilation probably because of the initiation and propagation of micro-cracks due to the applied axial stress approaching failure. Two finite difference mesh models are constructed to represent single circular opening in infinite plate and parallel circular tunnels under deviatoric stresses. The results suggest that the hydraulic conductivity of rock around single circular tunnel increases from 107×10^{-9} to 120×10^{-9} m/s for PW sandstone, and 140×10^{-12} to 300×10^{-12} m/s for PK sandstone as the horizontal-vertical stress ratio decreases from 0.8 to 0.2. The hydraulic conductivity of rock pillars between parallel circular openings increases from 120×10^{-9} to 180×10^{-9} m/s for PW sandstone, and 350×10^{-12} to 1350×10^{-12} m/s for PK sandstone as the vertical stress increases from 10 to 40 MPa.

School of Geotechnology Student's Signature_____

Academic Year 2008 Advisor's Signature_____