นำโชค เกณฑ์ขุนทด : ผลกระทบของอัตราการกดต่อกำลังรับแรงกดของหินทราย (EFFECTS OF LOADING RATES ON COMPRESSIVE STRENGTH OF SANDSTONES) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติเทพ เฟื่องขจร, 65 หน้า

ผลกระทบของอัตราการกดต่อค่ากำลังกดสูงสุดและค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นของหินได้ถูกตระหนักถึงมาเป็นเวลานาน ค่ากำลังกดสูงสุดของหินจะลดลงตามอัตราการกดสิ่งที่น่าเป็นห่วงประการหนึ่งคือการนำคุณสมบัติของหินที่ทดสอบได้ในห้องปฏิบัติการมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและประเมินเสถียรภาพของหินในภาคสนาม กล่าวคือคุณสมบัติของหินที่ทดสอบได้ในห้องปฏิบัติการภายใต้อัตราการกดที่ค่อนข้างสูงนั้น(ประมาณ 0.5-1 เมกกะปาสคาลต่อวินาที ซึ่งถูกกำหนดโดย ASTM) จะสูงกว่าอัตราการกดในมวลหินที่รองรับโครงสร้างทางวิศวกรรมในระหว่างการก่อสร้าง ข้อแตกต่างระหว่างคุณสมบัติของหินที่ได้จากห้องปฏิบัติการและคุณสมบัติของหินที่แท้จริงในภาคสนามจะขึ้นกับชนิดของหินนั้น คุณลักษณะในการกดและระยะเวลาการก่อสร้างของโครงการ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาในเชิงการทดสอบของผลกระทบของอัตราการกดต่อค่าความแข็งของหินทราย 3 ชนิดและเพื่อพัฒนาเกณฑ์การแตกที่มีตัวแปรจากผลกระทบของอัตราการกดเข้ามาพิจารณาด้วย การทดสอบประกอบด้วย การกดในแกนเดียว การกดในสามแกนและการกดโดยการเพิ่มขึ้นของแรงกดแบบขั้นบันไดโดยมีการควบคุมอัตราการกดอย่างแม่นยำ การทดสอบดังกล่าวดำเนินการเพื่อศึกษาผลกระทบของอัตราการกดต่อความแข็งและความเหนียวของตัวอย่างหินทราย ความเค้นในแนวแกนที่ให้บนตัวอย่างหินจะมีอัตราการกดที่คงที่ในระดับต่างกันเริ่มต้นที่ 0.001 0.01 0.1 1.0 ไปจนถึง 10 เมกกะปาสคาลต่อวินาที ความเค้นรอบข้างของตัวอย่างหินจะผันแปรจาก 0 3 7 ไปจนถึง 12 เมกกะปาสคาล ผลที่ได้ระบุว่าค่าความแข็งและความยืดหยุ่นของตัวอย่างหินทรายจะเพิ่มขึ้นตามอัตราการกด ผลกระทบนี้ดูเสมือนไม่ขึ้นกับความเค้นรอบข้าง เพื่อที่จะพิจารณาความเค้นในสามแกนที่จุดแตกค่าความยืดหยุ่นของหินจึงถูกกำหนดให้เป็นฟังก์ชันของอัตราของความเค้นที่ไม่ผันแปร ($\partial J_2/\partial t$) สมมุติในที่นี้ว่าพลังงานที่ทำให้หินแต่ละชนิดแตกจะไม่ขึ้นกับอัตราการกด ดังนั้นเกณฑ์การแตกในสามแกนสามารถถูกพัฒนาบนพื้นฐานของพลังงานความเครียดโดยมีการพิจารณาความแข็งและความเหนียวของหินที่อยู่ในฟังก์ชันของอัตราการกด ค่าพลังงานความเครียดเบี่ยงเบน(W_d) ถูกกำหนดให้อยู่ในฟังก์ชันของความเค้นเฉลี่ย(σ_m) ซึ่งพบว่าสมการดังกล่าวสอดคล้องกับความแข็งแรงของหินทรายในช่วงอัตราการกดที่ทดสอบใน งานวิจัยนี้

เกณฑ์การแตกที่เสนอมาในงานวิจัยนี้มีประโยชน์ในการใช้คาดคะเนความแข็งและการเปลี่ยนรูปร่างของหินในภาคสนามที่อยู่ภายใต้อัตราการกดที่แตกต่างไปจากอัตราการกดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

สาขาวิชา เทคโนโลยีธรณี ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2552 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

NUMCHOK KENKHUNTHOD : EFFECTS OF LOADING RATES ON COMPRESSIVE STRENGTH OF SANDSTONES. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. KITTITEP FUENKAJORN, Ph.D., PE., 65 PP.

LOADING RATE/COMPRESSIVE STRENGTH/CONFINING PRESSURE/ SANDSTONE/QUASI-STATIC.

The effects of loading rate on the compressive strength and elastic modulus of rocks have long been recognized. It has been found that rock compressive strength decreases with the loading rate. A primary concern of this effect arises when one applies the laboratory-determined properties of intact rock in the design and stability analysis of rock under in-situ conditions. The strength properties obtained from laboratory testing under a relatively high loading rate (normally about 0.5-1.0 MPa per second as specified by the American Society for Testing and Materials – ASTM) tend to be greater than those of the geologic structures during constructions. The discrepancy between the laboratory-determined properties and the actual in-situ properties also depends on rock types, loading characteristics and the project duration.

The objectives of this research are to experimentally assess the effect of loading rate on the compressive strength of three types of sandstone and to derive a strength criterion that explicitly incorporates the loading effect. Rate-controlled uniaxial, rate-controlled triaxial compressive strength tests and quasi-static loading tests have been performed to assess the loading rate effects on the strength and stiffness of sandstone specimens. The applied axial stresses are controlled at constant rates of 0.001, 0.01, 0.1, 1.0 and 10 MPa/s. The confining pressures are varied from 0, 3, 7 to 12 MPa. The sandstone strengths and elastic moduli tend to increase exponentially

with the loading rates. The effects seem to be independent of the confining pressures. To consider all three principal stresses at failure the rock stiffness is defined as a function of the rate of the second order of stress invariant ($\partial J_2/\partial t$). Assuming that the energy required to fail the specimen for each rock type is independent of the applied loading rate, a multi-axial strength criterion based on the strain energy density is developed by taking into consideration the rate-dependent strength and stiffness of the rock. The distortional strain energy density (W_d) defined as a function of mean stress (σ_m) can well describe the sandstone strengths within the range of the loading rates tested here. The proposed strength criterion is useful for predicting the strength and deformation characteristics of in-situ rocks subject to loading rates that are different from those used in the laboratory.

School of Geotechnology Student's Signature_____

Academic Year 2009 Advisor's Signature_____