บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือ เพื่อหาผลกระทบของอุณหภูมิสูงต่อกำลังกดและความยืดหยุ่นของหินแกรนิตชุดตากและต่อกำลังเฉือนของรอยแตกในหินแกรนิต การทดสอบความแข็งดำเนินการภายใต้ความเค้นล้อมรอบและอุณหภูมิที่ผันแปร ความเค้นล้อมรอบในขณะทดสอบมีค่าคงที่เท่ากับ 0, 3, 7 และ 12 เมกะปาสคาล โดยใช้โครงกดทดสอบในสามแกนจริง ตัวอย่างนำมาจัดเตรียมเป็นรูปแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 5×5×10 ลูกบาศก์-เซนติเมตร อุณหภูมิที่ใช้ทดสอบผันแปรจาก 273 ถึง 773 เคลวิน (0-500 องศาเซลเซียส) ผลการทดสอบระบุว่า ค่ากำลังกดในแกนเดียวและค่ากำลังดึงแบบบราซิลจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายได้เป็นอย่างดีด้วยสมการยกกำลัง ผลการทดสอบในสามแกนระบุว่า ค่าความเค้นยึดติดจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ในขณะเดียวกันค่ามุมเสียดทานภายในจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิที่ผันแปร นอกจากนั้นค่าความยืดหยุ่นจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค่ากำลังกดของหินแกรนิตภายใต้อุณหภูมิและความเค้นล้อมรอบที่ผันแปรสามารถอธิบายได้ด้วยพลังงานความเครียดเบี่ยงเบนที่จุดวิบัติในฟังก์ชันของพลังงานความเครียดเฉลี่ย

ส่วนการทดสอบค่ากำลังเฉือนของรอยแตกในหินแกนิตได้ใช้โครงกดทดสอบในสามแกนจริง ซึ่งสามารถควบคุมความเค้นล้อมรอบให้คงที่และเพิ่มความเค้นในแนวแกนได้ ในการทดสอบได้ใช้อัตราการกดเท่ากับ 1 เมกะปาสคาลต่อวินาที และหยุดทดสอบเมื่อระยะการเคลื่อนตัวในแนวเฉือนเท่ากับ 2 มิลลิเมตร การทดสอบแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือการทดสอบกำลังเฉือนบนรอยแตกผิวขรุขระและการทดสอบกำลังเฉือนบนรอยแตกผิวเรียบ ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบมีขนาดเท่ากับ 5.0×5.0×8.7 ลูกบาศก์เซนติเมตร พื้นที่รอยแตกมีค่าเท่ากับ 5×10 ตารางเซนติเมตร โดยทำการทดสอบภายใต้อุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิห้อง) 100, 300 และ 500 องศาเซลเซียส และผันแปรความเค้นล้อมรอบที่ 1, 3, 7, 12 และ 18 เมกะปาสคาล ผลการทดสอบได้แสดงผลกระทบของอุณหภูมิต่อค่ากำลังเฉือนของรอยแตกหินแกรนิตได้อย่างชัดเจน รอยแตกผิวขรุขระที่มีค่ากำลังเฉือนลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการลดลงของค่ามุมเสียดทานและค่าความเค้นยึดติดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ในการศึกษาได้เสนอสมการเอกซ์โพเนนเชียลเพื่อใช้ในการคาดคะเนค่ากำลังต้านทานการเฉือนของรอยแตกผิวขรุขระภายใต้อุณหภูมิของช่วงการทดสอบ ค่ากำลังเฉือนของตัวอย่างรอยแตกผิวเรียบมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เนื่องจากกระบวนการ Stick-slip ผู้วิจัยแนะนำว่าควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบของความขรุขระและองค์ประกอบแร่ของรอยแตกต่อกำลังเฉือนของรอยแตก

Abstract

The objective of this study is to experimentally determine the effect of elevated temperatures on the compressive strengths and elasticity of Tak granite, and on the shear strength of granite fractures. The compressive strengths of the rock are determined under the constant confining stresses of 0, 3, 7, to 12 MPa by using a polyaxial load frame. The specimens are prepared to obtain rectangular block specimens with nominal dimensions of 5×5×10 cm^3. The testing temperatures are varied from 273 to 773 K (0–500°C). The results indicate that the uniaxial compressive strength and Brazilian tensile strength decrease with increasing temperatures which can be best described by power equations. The triaxial test results suggest that the cohesion decreases as the temperature increases while the internal friction angle tends to be independent of the temperature. The elastic modulus also decreases with increasing temperature. The rock strength can be well described in terms of the distortional strain energy density as a function of the mean strain energy density at failure for various temperatures and confining pressures.

To determine the effects of the elevated temperatures on the shearing resistance of the granite fractures, the triaxial shear tests are performed. The effects of temperature are determined for the peak shear strengths of tension–induced fractures and smooth surfaces are determined. The polyaxial load frame applies confining (lateral) stresses while the axial stress is increased. The axial load is applied at the rate of 1 MPa/s until a total displacement of 2 mm is reached. The specimens have nominal dimensions of 5.0×5.0×8.7 cm^3 and the fracture area of 5×10 cm^2. The normal of fracture plane makes an angle of 60° with the axial (major principal) stress. The testing temperatures range from 30°C (ambient temperature), 100°C, 300°C to 500°C with confining stresses from 1, 3, 7, 12 to 18 MPa. The results clearly show the thermal effect on the friction resistance of granite fractures. For rough fracture surfaces the higher the temperatures can lower the shear strength. This can be seen also from the reductions of the friction angle and cohesion with increasing temperature. The proposed exponential equation can be used to predict the friction resistances of the fractures under temperatures within the range tested here. The shear strength of smooth surface tends to increase with temperature particularly above 100°C. This may be due to stick–slip phenomenon. More testing is needed to assess the effects of facture roughness and mineral compositions on the fracture shear strength.