บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเชิงกลศาสตร์และชลศาสตร์ของปูนซีเมนต์เพื่อนำมาใช้อุดในชั้นเกลือหินในฟังก์ชันของเวลา ผลการทดสอบที่ได้สามารถช่วยในการออกแบบของซีเมนต์สำหรับการอุดรอยแตกในระยะยาวเพื่อให้มีผลกระทบจากการรั่วไหลในชั้นเกลือหินของเหมืองเกลือให้น้อยที่สุด ผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของซีเมนต์ระบุว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาการบ่มตัว ค่าแรงกดสูงสุดในแกนเดียว ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่น และค่าแรงดึงแบบบราซิลเลียนของปูนซีเมนต์มีแนวโน้มสูงขึ้น ผลการทดสอบความซึมผ่านของซีเมนต์พบว่าเมื่อระยะเวลาการบ่มตัวเพิ่มขึ้น ค่าความซึมผ่านและค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านจะลดลง ผลการทดสอบแรงเฉือนโดยตรงระยะสั้นพบว่าแรงเสียดทานยึดติดระหว่างซีเมนต์และเกลือหินมีค่าเท่ากับ 44 องศา และแรงยึดติดมีค่าเท่ากับ 2.12 เมกกะปาสคาล

การทดสอบ Push-out ระยะยาวถูกดำเนินการในแท่งซีเมนต์กับชุดความสัมพันธ์การบ่มตัวระยะยาวที่ความเค้นเฉือนคงที่ บนพื้นฐานพฤติกรรมการเคลื่อนไหลของความหนืดเชิงยืดหยุ่นเฉือน ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวแนวเฉือนและเวลาโดยระดับความเค้นเฉือนคงที่ต่างๆที่ 30 วัน รูปแบบ Hookean-Kelvin ถูกเลือกเพื่อหาค่าพฤติกรรมการเคลื่อนไหลของความหนืดเชิงยืดหยุ่นเฉือนระหว่างซีเมนต์และเกลือหิน พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของความยืดหยุ่นเฉือน (G_1) ความหนืดเชิงยืดหยุ่นเฉือน (G_2) และสัมประสิทธิ์ความหนืด (η_1) พิจารณาในฟังก์ชันของอัตราส่วนเฉือนคงที่ (τ/τ_{av}) ของแท่งซีเมนต์ในหลุมเจาะ พารามิเตอร์ของ G_1 เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อ (τ/τ_{av}) เพิ่มขึ้น พารามิเตอร์ของ G_2 และ η_1 มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มอัตราส่วนเฉือนคงที่กับความสัมพันธ์เชิงกำลังการทดสอบแรงเฉือนโดยตรงระยะยาวแสดงรูปแบบพารามิเตอร์การเคลื่อนไหลเฉือน พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของ G_1, G_2 และ η_1 เปลี่ยนแปลงเมื่อเพิ่มอัตราส่วนความเค้นเฉือน (τ/τ_p) ผลการคาดการณ์เป็นไปตามข้อมูลจากผลการทดสอบเป็นอย่างดี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นรูปแบบการเคลื่อนไหลของความหนืดเชิงยืดหยุ่นแบบไม่เป็นเส้นตรง

Abstract

The objectives of this study are to determine the mechanical and hydraulic performance of cement sealing in rock salt as a function of times. The results are used to assist in a long-term design of the cement seals in fracture and dissolved channels to minimize a brine circulation and potential leakage along a main access of a salt mine. The basic mechanical properties test results indicate that when the curing time increases the uniaxial compressive strength, elastic modulus and Brazilian tensile strength of cement grout increases. The results of constant head flow test indicate that when the curing time increases the coefficient of permeability (K) and the intrinsic permeability (k) of cement grout decreases. The short-term direct shear tests results indicate the frictional resistance at cement-salt interface with the friction angle of 44 degrees and cohesion of 2.12 MPa.

The long-term push-out tests are performed on cement plugs with a series of relatively long curing time with the constant shear stress. Base on the visco-elastic shear creep behavior results, the relation between shear displacement and time are obtained with a various constant shear stress levels with 30 days. The Hookean-Kelvin model is chosen to determine the visco-elastic shear creep behavior at cement-salt interface. The fitting parameters of elastic shear modulus (G_1), visco-elastic shear modulus (G_2) and viscous coefficient (η_1) are determined as function of the applied constant shear ratio (τ/τ_{av}) of borehole cement plug. The empirical parameters, G_1 increase slightly with the τ/τ_{av} increase. The parameters of G_2 and η_1 tend to decrease in term of increasing applied constant shear ratio with a power relation. The long-term direct shear test results show the shear creep model parameters. The fitting empirical parameters of G_1, G_2 and η_1 change with the increase in the shear stress ratio (τ/τ_p). The predicted curve agree well with the experiment data, which shows the reasonability of nonlinear visco-elastic shear creep model.