บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเชิงกลศาสตร์ของปูนซีเมนต์เพื่อนำมาใช้อุดในชั้นเกลือหินที่ถูกขุดเจาะเป็นโพรงหรืออุโมงค์สำหรับเป็นแหล่งทิ้งกากของเสียจากภาคอุตสาหกรรม ผลการทดสอบที่ได้สามารถช่วยในการออกแบบซีเมนต์สำหรับการอุดรอยแตกเพื่อให้มีผลกระทบจากการรั่วไหลในชั้นเกลือหินให้น้อยที่สุด การทดสอบกำลังแรงเฉือนสูงสุดระหว่างซีเมนต์อุดและรอยแตกในเกลือหินประกอบด้วย การทดสอบ Push-out และการทดสอบแรงเฉือนโดยตรง (Direct shear test) โดยเตรียมตัวอย่างเกลือหินเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร จากเกลือหินชุดมหาสารคาม ซีเมนต์สำหรับอุดได้ใช้ปูนซีเมนต์ชนิดทนเค็มที่มีขายในท้องตลาด โดยหล่อให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ยาว 25 มิลลิเมตร สำหรับการทดสอบ Push-out และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร สำหรับการทดสอบกำลังเฉือนโดยตรง รอยแตกที่ใช้ทดสอบแบ่งเป็น 2 ชนิด คือรอยแตกแบบตัดเรียบและรอยแตกแบบขรุขระ เพื่อศึกษาผลกระทบด้านความขรุขระของรอยแตกในเกลือหิน ตัวอย่างซีเมนต์ถูกบ่มเป็นเวลา 3 วัน ก่อนการทดสอบ ผลการทดสอบตามเกณฑ์ของคูลอมป์พบว่าค่าแรงเสียดทานยึดติดระหว่างซีเมนต์และเกลือหินมีค่าเท่ากับ 70 และ 69 องศา สำหรับรอยแตกแบบขรุขระและรอยแตกแบบตัดเรียบตามลำดับ แรงยึดติดในรอยแตกระหว่างซีเมนต์และเกลือหินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.3 เมกกะปาสคาล การทดสอบ Push-out ให้ค่าผลการทดสอบที่สูงกว่าผลที่ได้จากการทดสอบแรงเฉือนโดยตรง โดยมีค่าแรงเฉือนสูงสุดตามแรงกดในแนวแกน 6.74 – 11.23 MPa อันเป็นผลมาจากผลกระทบของค่าอัตราส่วนปัวซ์ซองที่จะเพิ่มความเค้นตั้งฉากที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของตัวอย่างซีเมนต์และเกลือหินในขณะที่ให้แรงกดตามแนวแกน จึงชี้ให้เห็นว่าผลที่ได้จากการทดสอบแรงเฉือนโดยตรงนั้นให้ค่าที่อยู่ในเชิงอนุรักษ์ที่มากกว่าสำหรับการทดสอบหาค่ากำลังเฉือนสูงสุดระหว่างเกลือหินและซีเมนต์ที่ใช้ในการอุดหลุมเจาะ โดยซีเมนต์สำหรับอุดหลุมเจาะที่นำมาใช้ในการทดสอบครั้งนี้สามารถให้ประสิทธิภาพเชิงกลศาสตร์เป็นไปตามที่ต้องการ

Abstract

The objective of this study is to experimentally determine the mechanical performance of cement grout for the industrial waste repository in rock salt formation. The results are used to assist in the design of the cement seals in boreholes, fractures and dissolved channels to minimize the brine circulation and potential leakage along the main access (ramp) in the salt formation. Frictional shear strengths between cement grout and rock salt fracture have been experimentally determined by series of borehole push-out testing and direct shear testing. The salt specimens are prepared from the 100 mm diameter cores drilled from the Middle member of the Maha Sarakham formation. The cement grout is prepared from the commercial grade Portland cement mixed with chloride resistant agent. The cement slurry is casted in the 25 mm diameter borehole with a length of 25 mm for the push-out testing and on 100 mm diameter fracture surfaces for the direct shear testing. Two types of fractures have been tested, tension-induced fracture and saw cut surface, primarily to assess the effect of the fracture roughness. For all tests the cement is cured for 3 days prior to testing. According to the Coulomb criterion the friction angles at the cement-salt interface are 70 and 69 degrees for fracture and saw cut surfaces, respectively. The cohesion for the cement-salt fracture is averaged as 0.3 MPa. The push-out test results show significantly higher values of the frictional resistance at the interface than does the direct shear testing. The axial shear strength of the borehole cement seal is as high as 6.74 to 11.23 MPa. This is primarily due to the effect of the Poisson's ratio which increases the normal (radial) stress at the cement-salt interface while the axial load is applied. This implies that the direct shear test results may give an overly conservative estimate of the shearing resistance between the salt and cement seal. In general the tested cement grout has satisfied the mechanical performance requirement.