บทคัดย่อ

การทดสอบการคืบในแกนเดียวและการทดสอบการให้แรงแบบวัฏจักร ดำเนินการเพื่อประเมินผลกระทบของการให้แรงและอุณหภูมิแบบวัฏจักรของพฤติกรรมที่ขึ้นกับเวลาของเกลือหินชุดมหาสารคาม ตัวอย่างเกลือหินที่ใช้มีรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร โดยตัวอย่างถูกให้แรงด้วยอุปกรณ์ให้น้ำหนักกดทับแบบคงที่ แรงกดในแนวแกนมีการสอบเทียบล่วงหน้าด้วยอิเล็กทรอนิกส์โหลดเซลล์เพื่อให้ความเค้นที่กดบนตัวอย่างถูกต้อง โดยความเค้นกดคงที่ที่ให้กับตัวอย่างเกลือหินมีขนาด 6.5, 9.6, 13.0 และ 16.0 เมกะปาสคาล หลังจากให้แรงแบบคงที่เป็นระยะเวลา 21 วัน ตัวอย่างจะถูกผันแปรแรงกดจาก 1 เมกะปาสคาล และกลับไปที่ค่าเริ่มต้นของแต่ละชุดการทดสอบ ซึ่งรอบของการผันแปรแรงกดคือ 24 ชั่วโมง ตัวอย่างจะถูกผันแปรแรงกดในแนวแกนเป็นระยะเวลา 21 วัน อุณหภูมิที่ใช้ทดสอบมีการผันแปรตามสภาวะความเค้นที่ 30°C และ 100°C (273 และ 303 เคลวิน) ภายใต้การให้แรงกดคงที่ค่าความเครียดในช่วงที่อัตราการเปลี่ยนแปลงความเครียดหรือการเคลื่อนไหลต่อช่วงเวลาคงที่ได้แสดงในรูปของความเครียดเฉือนหกด้านในเชิงเวลา ซึ่งสามารถอธิบายได้ดีที่สุดด้วยสมการเอ็กซ์โพเนนเชียลที่สามารถอธิบายพฤติกรรมความหนืดเชิงพลาสติกของเกลือหินได้ทั้งการทดสอบการให้แรงแบบคงที่และการให้แรงแบบวัฏจักร การทดสอบการให้แรงสลับอุณหภูมิจะให้ค่าความเครียดสูงกว่าการทดสอบการให้แรงแบบคงที่ในทุกความเค้นกด

ผลการสอบเทียบตัวแปรความหนืดเชิงพลาสติกได้นำมาใช้ในการจำลองการยุบตัวเชิงเวลาของโพรงกักเก็บด้วยโปรแกรม FLAC2D การยุบตัวของโพรงภายใต้สภาวะการให้แรงแบบวัฏจักรมีค่าประมาณ 13.2% ซึ่งมากกว่าที่สภาวะการให้แรงคงที่ที่อุณหภูมิห้อง และมีค่าประมาณ 17% ที่ 100°C ค่าการยุบตัวสูงสุดสำหรับสภาวะการให้แรงสลับอุณหภูมิมีค่าประมาณ 8.9% ของเส้นผ่าศูนย์กลางโพรง แสดงให้เห็นว่าทั้งการทดสอบและการจำลองด้วยแบบจำลองคอมพิวเตอร์ของโพรงกักเก็บภายใต้สภาวะการให้แรงสลับอุณหภูมิจะให้ผลการประเมินการยุบตัวของโพรงที่เป็นไปในเชิงอนุรักษ์ ในทางปฏิบัติแล้วค่าตัวแปรความหนืดเชิงพลาสติกควรมีการปรับขึ้นประมาณ 15% สำหรับผลการทดสอบการคืบแบบทั่วไปเพื่อให้การออกแบบเป็นไปในเชิงอนุรักษ์

Abstract

Uniaxial creep and cyclic loading tests have been performed to assess the influence of loading cycles and temperatures on the time-dependent behavior of the Maha Sarakham salt. The salt specimens are cylindrical shaped with 100 millimeters in diameter. They are axially loaded using dead weight loading device. The axial load is pre-calibrated with an electronic load cell to obtain an equivalent axial stress on the specimen. The constant axial stresses applied by consolidation load frames are 6.5, 9.6, 13.0 and 16.0 MPa (about 20% to 50% of the uniaxial compressive strength). After static loading for 21 days the applied stresses are alternated from 1 MPa to the maximum selected stresses. Each cycle takes 24 hours. The salt specimens are under the alternated loads for 21 days. The temperatures have been changed for each stresses condition from 30°C (300 K) to 100°C (373 K). Under static load the steady-state creep strains presented in terms of the octahedral shear strain with time can be best described by exponential creep law. The calibration of the steady-state creep phase using exponential model can the visco-plastic behavior of salt for both static and cyclic loading results. The stress and temperature cycles induce a higher creep strain than the static loading for all applied stress levels.

The visco-plastic parameters (η_1) calibrated from the test results are used in the simulations of the creep deformation of compress-air storage caverns by using FLAC2D. The cavern closure under cyclic loading is about 13.2% more than that under static lading at room temperature and about 17% at 100°C. The maximum closure for stress and temperature cycles is about 8.9% of a cavern diameter. This suggests that salt testing and simulation of the storage caverns under both stress and temperature cycles will provide a conservative assessment of the cavern closure. For a simple practice, the visco-lastic parameters should be adjusted by about 15% for the conventional test results for conservative design.