

โครงการวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบในหลายแกนเพื่อใช้ทดสอบตัวอย่างหินภายใต้ความเค้นในสามแกนจริง การออกแบบอยู่บนพื้นฐานข้อกำหนด 3 ประการ คือ 1) สามารถให้แรงกดด้านข้างคงที่ในระหว่างทดสอบ 2) สามารถทดสอบตัวอย่างหินที่มีปริมาตรเท่ากับหรือใหญ่กว่าตัวอย่างหินที่ใช้ในการทดสอบแบบดั้งเดิม และ 3) สามารถตรวจวัดการเปลี่ยนรูปร่างของตัวอย่างหินในแนวแกนหลักทั้งสามทิศทาง โดยได้นำคานทอดแรงทั้ง 2 คู่ มาใช้ในการให้ความเค้นด้านข้างที่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน ซึ่งแรงสูงสุดด้านข้างนี้ถูกออกแบบให้เท่ากับ 100 กิโลนิวตัน แรงกดในแนวด้านบนจะใช้แม่แรงไฮดรอลิกขนาด 1,000 กิโลนิวตัน โครงการทดสอบนี้สามารถทดสอบตัวอย่างหินที่มีขนาดตั้งแต่  $2.5 \times 2.5 \times 2.5$  ซม. ไปจนถึงขนาด  $10 \times 10 \times 20$  ซม.

งานวิจัยนี้ได้พิสูจน์ขีดความสามารถของเครื่องทดสอบ ด้วยการทดสอบการกดในสามแกนจริงและการทดสอบกำลังดึงแบบบราซิลภายใต้แรงกดในแนวแกนจากตัวอย่างหินทราย 3 ชนิด คือ หินทราย หินทรายวิหาร และหินทรายกระดิ่ง ผลการทดสอบระบุว่าเครื่องทดสอบนี้ทำงานได้ดี และสามารถแสดงผลกระทบของความเค้นหลักกลางต่อค่ากำลังกดและกำลังดึงของหินทราย การตรวจวัดการเปลี่ยนรูปร่างของตัวอย่างหินด้วยการวัดการเคลื่อนตัวของคานทอดแรงมีความแม่นยำและอ่อนไหวเพียงพอที่จะแสดงคุณสมบัติที่ไม่เท่ากันในแต่ละทิศทางของตัวอย่างหินทรายทั้ง 3 ชนิด ผลจากการวิจัยยังสามารถพิสูจน์ได้ว่าเกณฑ์การแตกของ Weibols and cook สามารถอธิบายความเค้นที่จุดแตกได้ดีกว่าเกณฑ์ของ Coulomb เมื่อความเค้นทั้งหมดเป็นความเค้นกดและเมื่อความเค้นหลักน้อยที่สุดเป็นความเค้นดึง เกณฑ์ของ Coulomb จะให้ค่าความเค้นที่จุดแตกสูงกว่าความเป็นจริงประมาณร้อยละ 20 ในขณะที่เกณฑ์ของ Weibols and cook ไม่สามารถอธิบายการแตกของหินภายใต้แรงดึงได้

ข้อได้เปรียบของการทดสอบที่เสนอมาในงานวิจัยนี้คือ มีความสามารถในการทดสอบหินได้หลายขนาดและหลายรูปร่างเมื่อเปรียบเทียบกับหม้อแรงดันในสามแกนที่พัฒนาขึ้นในต่างประเทศ ข้อได้เปรียบนี้ทำให้สามารถทดสอบหินภายใต้คุณลักษณะของแรงและรูปร่างของตัวอย่างหินได้อย่างหลากหลาย อาทิ การทดสอบความคืบในสามแกน การทดสอบความโค้งงอแบบสี่จุด การทดสอบกำลังดึงแบบบราซิลและแบบวงแหวนโดยมีการกดในแนวแกนด้วย และการทดสอบเสถียรภาพของหลุมเจาะภายใต้ความเค้นในสองแกนและในสามแกนที่มีค่าต่างกัน เป็นต้น

A polyaxial load frame is designed and constructed for use to test rock specimens under true triaxial stresses. The design is based on three key requirements: (1) capable of maintaining constant lateral stresses during the test, (2) capable of testing specimen with volume equal to or larger than those used in the conventional triaxial testing, and (3) allowing monitoring of specimen deformation along the three principal axes. Two pairs of cantilever beams are used to apply the lateral stresses in mutually perpendicular directions. The maximum lateral load is designed for 100 kN. The axial load is applied by a 1000-kN hydraulic load cell. The load frame can accommodate specimen sizes from 2.5×2.5×2.5 cm to 10×10×20 cm.

Performance assessment of the load frame is made by performing true triaxial compression tests and Brazilian tensile strength tests under axial confinements. Phu Phan, Phra Wihan and Phu Kradung sandstones are used as rock specimens. Results indicate that the polyaxial load frame performs well for the assessment of the effects of intermediate principal stress on the compressive and tensile strengths of the sandstones. Measuring the specimen deformations by monitoring the movement of the cantilever beams is sufficiently accurate and sensitive to detect the transversely isotropic behavior of the three sandstones. The research results also reveal that the modified Wiebols and Cook criterion describes the failure stresses better than does the Coulomb criterion when all principal stresses are in compressions. When the minimum principal stresses are in tension, the Coulomb criterion over-estimate the second order of the stress invariant at failure by about 20% while the modified Wiebols and Cook criterion fails to describe the rock tensile strengths.

An advantage of the proposed polyaxial frame is that it can test rock specimens with a wider range of sizes and shapes compared to most true triaxial cells previously developed. Such flexibility allows performing a variety of test configurations, for example polyaxial creep testing, four-point beam bending tests with lateral confinement, Brazilian and ring tension tests with axial compression, and borehole stability testing under biaxial and true triaxial stresses.