

บทที่ 7

สรุปผลงานวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อศึกษาผลกระทบจากรูปร่างที่ไม่เป็นทรงเรขาคณิตของตัวอย่างหินต่อค่ารับแรงกดและแรงดึงสูงสุดด้วยวิธีการทดสอบจุดกดแบบปรับเปลี่ยน งานวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน หรือ 6 กิจกรรมหลักประกอบด้วย 1) การทบทวนวรรณกรรมวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) การเก็บและจัดเตรียมตัวอย่างหิน 3) การทดสอบในห้องปฏิบัติการ 4) การศึกษาผลกระทบของรูปร่างด้วยแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ 5) การวิเคราะห์ผลการทดสอบ และ 6) การสรุปผลและเขียนรายงาน

วิธีการทดสอบจุดกดแบบปรับเปลี่ยน (Modified Point Load Testing, MPL) เป็นวิธีการทดสอบแบบใหม่ที่พัฒนาและถูกพิสูจน์แล้วว่าสามารถใช้ทดสอบหาคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของหินได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และแม่นยำ โดยงานวิจัยที่ผ่านมาได้ทดสอบกับตัวอย่างหินที่มีรูปร่างทรงเรขาคณิต ซึ่งผลการทดสอบที่ได้ใกล้เคียงกับการทดสอบแบบมาตรฐาน การศึกษาผลกระทบจากรูปร่างของตัวอย่างหินเพื่อให้ได้มาซึ่งความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น และสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องเสียเวลาในการจัดเตรียมตัวอย่างให้มีรูปร่างเป็นทรงเรขาคณิต

งานวิจัยนี้ได้ใช้ตัวอย่างหิน 3 ชนิด ได้แก่ 1) Andesite 2) Silicified-Tuffaceous Sandstone และ 3) Pebbly Tuffaceous Sandstone จากเหมืองแร่ทองคำชาติ บริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร ตัวอย่างหินทั้ง 3 ชนิด มีความเป็นเนื้อเดียวกันทำให้คุณสมบัติของตัวอย่างหินแต่ละก้อนค่อนข้างสม่ำเสมอ ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดผลกระทบความไม่แน่นอนของตัวอย่างหิน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้จัดเตรียมตัวอย่างหินทั้งหมดกว่า 270 ตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดสอบ

การทดสอบในห้องปฏิบัติการได้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลศาสตร์พื้นฐาน และ 2) การทดสอบจุดกดแบบปรับเปลี่ยน

การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลศาสตร์พื้นฐานมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างฐานข้อมูลเชิงกลศาสตร์ของตัวอย่างหินตามมาตรฐานสากล ASTM และข้อแนะนำของ ISRM ประกอบด้วย 1) การทดสอบแรงกดสูงสุดในแกนเดียวและการวัดค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่น 2) การทดสอบแรงกดในสามแกน 3) การทดสอบแรงดึงแบบบราซิลเลียน และ 4) การทดสอบจุดกดแบบดั้งเดิม

ผลการทดสอบการกดในแกนเดียวของหินทั้ง 3 ชนิด พบว่าค่ากำลังต้านแรงกดสูงสุดมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 115.0 ± 15.0 MPa สำหรับหิน Andesite

120.7±25.2 MPa สำหรับหิน Silicified Tuffaceous Sandstone และ 111.4±23.3 MPa สำหรับหิน Pebbly Tuffaceous Sandstone โดยค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่นมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 43.0±3.4 GPa 63.3±8.0 GPa และ 51.3±5.3 GPa ตามลำดับ

ผลการทดสอบการกดในสามแกนของหินทั้ง 3 ชนิด ให้ค่ามุมเสียดทานภายในเท่ากับ 54 องศา สำหรับหิน Andesite 55 องศา สำหรับหิน Silicified Tuffaceous Sandstone และ 49 องศา สำหรับหิน Pebbly Tuffaceous และมีค่าความยึดติด 33 MPa สำหรับหิน Andesite 28 MPa สำหรับหิน Silicified Tuffaceous Sandstone และ 36 MPa สำหรับหิน Pebbly Tuffaceous โดยค่ากำลังต้านแรงดึงสูงสุดแบบบราซิลเลียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.0±1.6 MPa 13.1±3.3 MPa และ 19.1±3.2 MPa ตามลำดับ

การทดสอบจุดกดแบบปรับเปลี่ยนในงานวิจัยนี้ได้ใช้หัวกดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (d) ผันแปรจาก 0.5, 10, 15 ถึง 20 มิลลิเมตร และมีอัตราส่วนความหนาของตัวอย่างหินต่อขนาดหัวกด (t/d) คงที่ประมาณ 2.0–3.0 สำหรับตัวอย่างหินที่มีรูปทรงไม่เป็นเรขาคณิต ผลที่ได้จากการทดสอบในกลุ่มที่สองนี้ได้นำมาประเมินค่าคุณสมบัติพื้นฐาน และนำผลมาเปรียบเทียบกับคุณสมบัติที่วัดได้จากการทดสอบจริงในกลุ่มแรก โดยมีการวิเคราะห์และคำนวณค่าจากตัวอย่างที่มีรูปร่างไม่เป็นเรขาคณิต ประกอบด้วย 1) ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่น 2) ค่ากำลังรับแรงกดสูงสุดในแกนเดียว 3) ค่ากำลังรับแรงดึงสูงสุด และ 4) ค่ากำลังรับแรงกดสูงสุดในสามแกน ค่าที่คำนวณได้ทั้งหมดถูกนำมาเปรียบเทียบและสอบทานด้วยผลการทดสอบแบบมาตรฐาน

ผลการศึกษาผลกระทบด้านรูปร่างด้วยแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณหาการกระจายตัวของความเค้นและสอบทานผลกระทบด้านรูปร่างของตัวอย่างหินที่ไม่เป็นรูปทรงทางเรขาคณิตด้วยการคำนวณเชิงตัวเลขด้วยวิธี Finite difference (โปรแกรม FLAC) โดยทำการผันแปรขนาดความกว้างของตัวอย่างหิน และควบคุมพื้นที่ตัดขวาง (Cross-sectional) ให้คงที่ ผลการศึกษาผลกระทบด้านรูปร่างของตัวอย่างหินต่อความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นสรุปได้ว่า การทดสอบจุดกดแบบปรับเปลี่ยนเพื่อหาค่าแรงกดและแรงดึงสูงสุดที่เกิดขึ้นตามการกระจายตัวของค่าความเค้นหลักมากที่สุด (σ_1) และค่าความเค้นหลักน้อยที่สุด (σ_3) ในแนวตั้งตามแนวจุดกดพบว่าเมื่อแบบจำลองถูกกำหนดให้ขนาดของพื้นที่ตัดขวางแนวใต้หัวกด (Cross-section Area) มีขนาดคงที่ตามแบบจำลองทั้ง 5 แบบ (เท่ากับ 16.13 cm²) และขนาดความหนาคงที่ (t/2) เท่ากับ 3.13 cm โดยทำการผันแปรเฉพาะความกว้างเท่านั้น ผลของค่าแรงกดสูงสุดที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม FLAC ให้ค่าที่ใกล้เคียงกันมากโดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 1–2% เท่านั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าในกรณีของตัวอย่างหินที่มีรูปร่างไม่เป็นเรขาคณิต เมื่อทำการทดสอบจนหินแตกแล้ว สามารถวัดพื้นที่แนวขวางของการแตกเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าแรงกดและแรงดึงสูงสุดของตัวอย่างหินได้

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1) ในงานวิจัยนี้หินที่มีรูปร่างไม่เป็นทรงเรขาคณิตที่นำมาทดสอบด้วยวิธีจุดกดแบบปรับเปลี่ยนถูกจำกัดแค่เพียง 3 ชนิด เท่านั้น ในอนาคตควรจะมีการทดสอบตัวอย่างหินที่ไม่เป็นทรงเรขาคณิตมากขึ้นเพื่อเป็นการยืนยันประสิทธิภาพและหาข้อจำกัดของการทดสอบ

2) ควรศึกษาผลกระทบอันเนื่องมาจากขนาดผลึกของหินตัวอย่างต่อขนาดพื้นที่ได้ห้วงกุด เพราะหินแต่ละชนิดมีขนาดผลึกที่มีความแตกต่างกันในแต่ละสถานที่

3) การทดสอบทั้งหมดกระทำภายใต้สภาวะแห้ง ผลกระทบของแรงดันน้ำ (pore pressure) และการอิ่มตัวด้วยน้ำ (degree of saturation) ควรมีการศึกษาเพิ่มในอนาคตเพื่อ งานวิจัยที่สมบูรณ์และมีประโยชน์เพิ่มขึ้น

