

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เทคโนโลยีการกักเก็บกากนิวเคลียร์ด้วยวิธีการอัดวัสดุลงไปในกลุ่มเจาะระดับลึก (Deep Hole Injection) ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ได้มีวิวัฒนาการมานาน แต่เพิ่งจะแพร่หลายมากขึ้นเมื่อ 3-4 ปีที่ผ่านมา (Arnold et al. 2011; Swift et al. 2009; Brady and Arnold 2011; Brady et al. 2009; Arnold and Brady 2012; Pusch et al. 2012; Gibb 1999; Anderson 2004) โดยเฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา และบางประเทศในทวีปยุโรป ข้อดีของเทคโนโลยีนี้คือ หินแกรนิตในระดับลึกมักมีรอยแตกน้อย และมวลหินมีค่าความซึมผ่านต่ำ นอกจากนั้นหินแกรนิตยังมีความคงทนต่ออุณหภูมิสูงซึ่งเป็นอุณหภูมิที่อาจเกิดจากการสลายตัว (Decay) ของธาตุกัมมันตรังสีของกากนิวเคลียร์ดังกล่าว

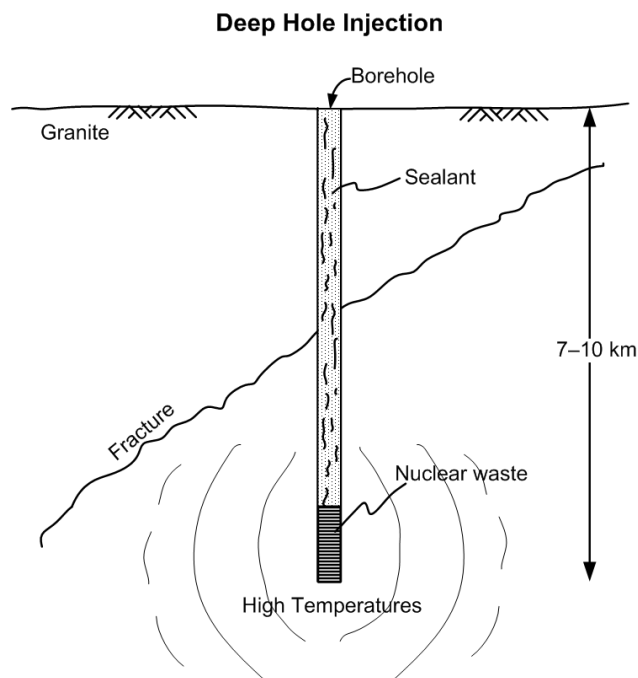
ในอนาคตอันใกล้ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการพัฒนาพลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งข้อดีประการหนึ่งคือ ในประเทศไทยมีมวลหินแกรนิตจำนวนมาก สามารถใช้ในการกักเก็บของเสียจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ดังกล่าวได้อย่างพอเพียง จึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาศักยภาพของมวลหินแกรนิตในเชิงกลศาสตร์และเชิงพลศาสตร์สำหรับเทคโนโลยีการทิ้งของเสียในระดับลึก เพื่อให้มั่นใจว่าจะไม่เกิดการรั่วไหลเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลหรือผิวดิน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ คือ การทดสอบหากล้างกวดของหินแกรนิตภายใต้อุณหภูมิระหว่าง 0-500°C เพื่อคาดคะเนเกณฑ์การแตกที่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพในการออกแบบและหาเสถียรภาพของกลุ่มเจาะกักเก็บกากของเสียจากภาคอุตสาหกรรมในชั้นหินแกรนิต

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1) ทดสอบกำลังรับแรงกดของหินแกรนิตในห้องปฏิบัติการ
- 2) ตัวอย่างหินที่ใช้ในการทดสอบอยู่ภายใต้อุณหภูมิระหว่าง 0-500°C
- 3) การทดสอบจะผันแปรค่าความเค้นหลักทรงตั้งตั้งแต่ 0-12 MPa
- 4) การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐานสากล (ASTM standard)
- 5) ทดสอบตัวอย่างหินแกรนิตไม่น้อยกว่า 12 ตัวอย่าง



รูปที่ 1.1 แผนผังแสดงรูปแบบการกักเก็บกากนิวเคลียร์ในหลุมเจาะที่ระดับลึก

1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

เพื่อให้ทราบถึงเสถียรภาพเชิงกลศาสตร์ของหินแกรนิตที่อยู่ใกล้กับแหล่งกักเก็บซึ่งจะอยู่ภายใต้อุณหภูมิและความดันสูง จึงจำเป็นที่จะต้องจำลองสภาวะดังกล่าวในห้องปฏิบัติการ โดยการทดสอบกำลังกดในสามแกน (Triaxial compressive strength test) ของตัวอย่างหินแกรนิตที่อยู่ภายใต้อุณหภูมิที่ระดับต่างๆ จาก 0-500°C ผลการทดสอบสามารถนำมาพัฒนาสมการเชิงคณิตศาสตร์เพื่อสร้างเกณฑ์การแตกของหินแกรนิตภายใต้อุณหภูมิและความดันที่หลากหลายซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการประเมินเสถียรภาพเชิงกลศาสตร์ของหินแกรนิตที่อยู่ติดกับหรือใกล้เคียงกับจุดที่ทิ้งกากนิวเคลียร์

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การค้นคว้าและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาเอกสาร รายงาน และสิ่งตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้โดยแบ่งการค้นคว้าและศึกษาออกเป็น 2 ประเด็นหลักประกอบด้วย การศึกษาคุณสมบัติเชิงกลศาสตร์ของหิน และเทคโนโลยีในการกักเก็บของเสียในหลุมเจาะระดับลึก

ขั้นตอนที่ 2 การจัดเตรียมตัวอย่างหินแกรนิต

ตัวอย่างหินแกรนิตได้ถูกจัดเตรียมเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด $5 \times 5 \times 10 \text{ cm}^3$ จากนั้นทำการทดสอบกำลังรับแรงกดของตัวอย่างหินในสามแกน (Triaxial strength test) ภายใต้อุณหภูมิระหว่าง $0-500^\circ\text{C}$ โดยมีการทดสอบตัวอย่างหินแกรนิตไม่น้อยกว่า 12 ตัวอย่าง ดังรูปที่ 1.2 แสดงโครงกดทดสอบในสามแกนที่ใช้ในการทดสอบ

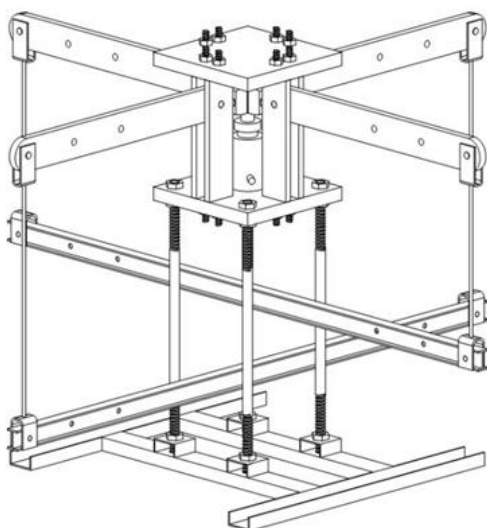
ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบหาค่าความแข็งแรงในสามแกนของหินแกรนิตภายใต้

อุณหภูมิสูง

ในขั้นตอนนี้ได้ทำการทดสอบหาค่าความแข็งแรงในสามแกนของหินแกรนิตด้วยโครงกดทดสอบในสามแกนจริง (Poly-axial load frame) โดยผันแปรค่าความเค้นและผันแปรอุณหภูมิระหว่าง $0-500^\circ\text{C}$ เพื่อศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อความแข็งแรงของหิน

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการได้นำไปสร้างความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยการอธิบายค่าความแข็งแรงภายใต้อุณหภูมิสูง ซึ่งเลือกใช้สมการเชิงคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ของ Coulomb, Hoek and Brown, Mogi 1971, Drucker and Prager, Lade และ Wiebols and Cook และนำอุณหภูมิมาพิจารณาในสมการเหล่านี้



รูปที่ 1.2 โครงกดทดสอบกดในสามแกนจริง

ขั้นตอนที่ 5 การสรุปผลและเขียนรายงาน

แนวคิด ขั้นตอนโดยละเอียด การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษาทั้งหมด และข้อสรุป ได้นำเสนอโดยละเอียดในรายงานฉบับสมบูรณ์ เพื่อที่จะส่งมอบเมื่อเสร็จโครงการ และตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ

1.6 ผลสำเร็จของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

ผลงานวิจัยที่เสนอมานี้มีประโยชน์อย่างมากกับงานด้านธรณีวิทยา วิศวกรรม สิ่งแวดล้อม และวิศวกรรมธรณี ซึ่งสามารถสรุปเป็นหัวข้อได้ดังนี้

- 1) ตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารระดับนานาชาติ
- 2) เผยแพร่องค์ความรู้ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ และเอกชน
- 3) สร้างนักวิจัยระดับ Postdoctoral อย่างน้อย 1 คน
- 4) สร้างนักวิจัยระดับ Postgraduate อย่างน้อย 1 คน

1.7 หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลการวิจัยที่เสนอมานี้จะมีประโยชน์อย่างมากและโดยตรงกับหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน สถาบันการศึกษาที่เปิดสอนทางด้านวิศวกรรมเหมืองแร่ และวิศวกรรมธรณี รวมไปถึงหน่วยงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการก่อสร้างในชั้นหิน เช่น การสร้างเขื่อน การสร้างอุโมงค์ เหมืองแร่บนดินและใต้ดิน หน่วยงานเหล่านี้ได้แก่

- 1) กรมทรัพยากรน้ำ
- 2) กองธรณีเทคนิค กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- 3) สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- 4) กองธรณีเทคนิค กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
- 5) สถาบันการศึกษาที่เปิดสอนทางด้านวิศวกรรมเหมืองแร่ และวิศวกรรมธรณี
- 6) บริษัทเอกชนที่ออกแบบและก่อสร้างอุโมงค์ และความลาดชันในมวลหิน
- 7) กระทรวงพลังงาน
- 8) บริษัทสำรวจและขุดเจาะน้ำมันในประเทศไทย
- 9) องค์การบริหารส่วนตำบล และองค์การบริหารส่วนจังหวัด