บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เทคโนโลยีการกักเก็บกากนิวเคลียร์ด้วยวิธีการอัดวัสดุลงไปในหลุมเจาะระดับลึก (Deep Hole Injection) ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ได้มีวิวัฒนาการมานานแต่เพิ่งจะแพร่หลายมากขึ้นเมื่อ 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 ข้อดีของเทคโนโลยีนี้คือหินแกรนิตในระดับลึกมักมีรอยแตกน้อย และมวลหินมีค่าความซึมผ่านต่ำ นอกจากนั้นหินแกรนิตยังมีความคงทนต่ออุณหภูมิสูงซึ่งเป็นอุณหภูมิที่อาจเกิดจากการสลายตัว (Decay) ของธาตุกัมมันตรังสีของกากนิวเคลียร์ดังกล่าว

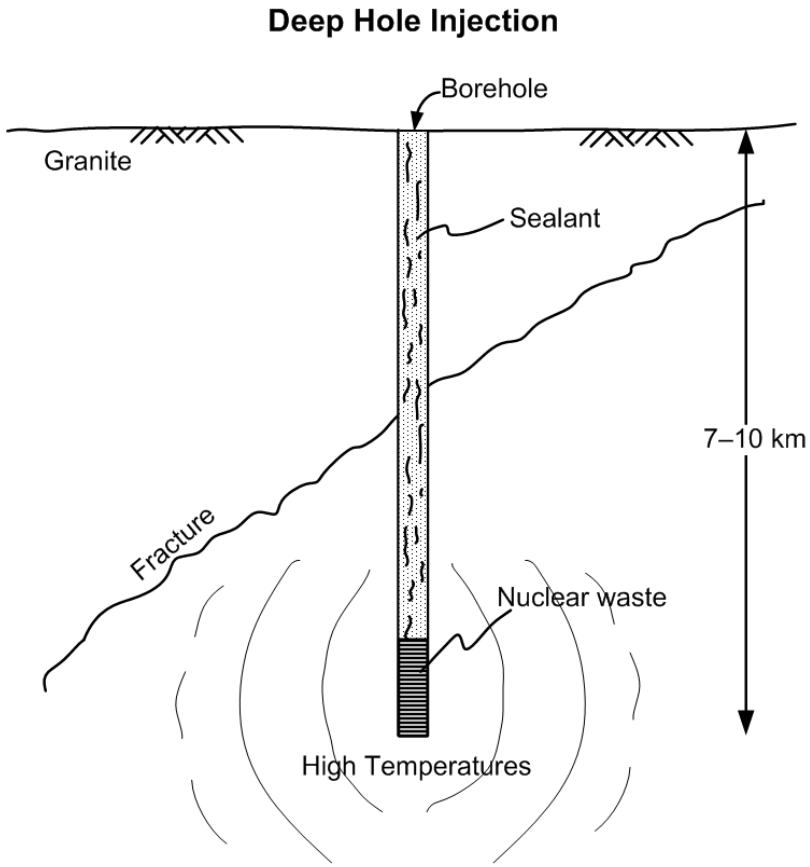
ในอนาคตอันใกล้ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการพัฒนาพลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งข้อดีประการหนึ่งคือ ในประเทศไทยมีมวลหินแกรนิตจำนวนมาก สามารถใช้ในการกักเก็บของเสียจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ดังกล่าวได้อย่างพอเพียง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาศักยภาพของมวลหินแกรนิตในเชิงกลศาสตร์และเชิงชลศาสตร์สำหรับเทคโนโลยีการทิ้งของเสียในระดับลึก เพื่อให้มั่นใจว่าจะไม่เกิดการรั่วไหลเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลหรือผิวดิน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของรอยแตกในหินแกรนิตภายใต้อุณหภูมิระหว่าง 30-500°C โดยมีการผันแปรความเค้นในแนวตั้งฉากไม่น้อยกว่า 4 ระดับ ผลการศึกษาจะนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินเสถียรภาพของหลุมเจาะสำหรับกักเก็บกากนิวเคลียร์ที่อาจมีรอยแตกอยู่ในบริเวณใกล้เคียง

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1) ทดสอบคุณสมบัติเชิงกลศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ
2) หินที่ใช้ทดสอบอยู่ภายใต้อุณหภูมิระหว่าง 30-500°C
3) ความเค้นตั้งฉากของการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของรอยแตกได้ทดสอบอย่างน้อย 4 ระดับ
4) ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบไม่น้อยกว่า 16 ตัวอย่าง
5) การทดสอบเป็นไปตามมาตรฐานสากล ASTM



รูปที่ 1.1 แผนผังแสดงรูปแบบการกักเก็บกากนิวเคลียร์ในหลุมเจาะที่ระดับลึก

1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

เทคโนโลยีการกักเก็บกากนิวเคลียร์ด้วยวิธีทิ้งในหลุมเจาะระดับลึกในหมวดหินแกรนิตถึงแม้จะมีข้อดีหลายประการทางด้านเสถียรภาพเชิงกลศาสตร์และศักยภาพในการกักเก็บเชิงชลศาสตร์ แต่ในบางพื้นที่มวลหินแกรนิตอาจมีรอยแตกและรอยร้าวที่เกิดจากการเคลื่อนตัวเนื่องจากการผันแปรของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น อุณหภูมิดังกล่าวเกิดจากการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีที่อาจส่งผลให้เกิดการเคลื่อนตัว สภาวะดังกล่าวสามารถจำลองได้ในห้องปฏิบัติการด้วยการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนภายใต้อุณหภูมิและแรงดันสูง ผลที่ได้สามารถนำมาสร้างเกณฑ์การเคลื่อนตัวหรือกำลังรับแรงเฉือนของรอยแตกในสภาวะภายใต้การกักเก็บกากนิวเคลียร์

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การค้นคว้าและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้แบ่งการค้นคว้าและศึกษาวารสาร รายงาน และสิ่งตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษากำลังรับแรงเฉือนของตัวอย่างหิน และการรับกำลังเฉือนของมวลหินภายใต้อุณหภูมิสูงที่อยู่ในความเค้นล้อมรอบ รวมไปถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมของหินแกรนิต

ขั้นตอนที่ 2 การจัดเตรียมตัวอย่างหิน

ตัวอย่างหินแกรนิตรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 5.0×5.0×8.7 cm^3 ที่ใช้ในการทดสอบได้ถูกทำให้เกิดรอยแตกในห้องปฏิบัติการอย่างน้อย 16 ตัวอย่าง ด้วยการให้แรงดึงแบบแนวเส้น

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบกำลังเฉือนของรอยแตกในสามแกนจริง

ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วยการทดสอบหาค่ากำลังเฉือนของรอยแตกในสามแกนจริงด้วยโครงกดทดสอบในสามแกนจริง (True triaxial load frame) โดยมีปัจจัยการทดสอบคือ 1) ผันแปรอัตราส่วนระหว่างค่าความเค้นขนานกับรอยแตกกับค่าความเค้นบนรอยแตก และ 2) ผันแปรอุณหภูมิที่ให้กับตัวอย่างทดสอบตั้งแต่ 30–500°C

ขั้นตอนที่ 4 การเปรียบผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ขั้นตอนนี้ได้นำผลการทดสอบมาหาค่ากำลังรับแรงเฉือนของรอยแตกในสามแกนจริงภายใต้อุณหภูมิที่ผันแปรที่มีความเค้นล้อมรอบมาทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำไปพัฒนาความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 การพัฒนาความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์

ผลจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการได้นำไปสร้างความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์จากผลการทดสอบในรูปแบบของค่ากำลังรับแรงเฉือนของหินแกรนิตภายใต้ความเค้นล้อมรอบและรูปแบบของค่ากำลังรับแรงเฉือนของหินแกรนิตภายใต้อุณหภูมิสูง

ขั้นตอนที่ 6 การสรุปผลและเขียนรายงาน

แนวคิด ขั้นตอนโดยละเอียด การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษาทั้งหมด และข้อสรุปได้นำเสนอโดยละเอียดในรายงานฉบับสมบูรณ์นี้ เพื่อส่งมอบเมื่อเสร็จโครงการ และตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ

1.6 ผลสำเร็จของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

ผลงานวิจัยที่เสนอมานี้มีประโยชน์อย่างมากกับงานด้านธรณีวิทยา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และวิศวกรรมธรณี ซึ่งสามารถสรุปเป็นหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

1) ตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารระดับนานาชาติ
2) เผยแพร่องค์ความรู้ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน

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