

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

2.1 วัสดุ

1. ก้อนตัวอย่างทดสอบเป็นแท่งก้อนมีขนาดรูปทรง $30 \times 30 \times 30$ ซม. จากแหล่งโรงไม้ บด ย่อยหินวัสดุก่อสร้าง และแหล่งผลิตอุตสาหกรรมแร่ (ปูนซีเมนต์ หินอ่อนหินประดับ) จำนวนแท่งละ 2 ก้อน
2. ปากกากันน้ำ ดึงพลาสติกขนาดต่าง ๆ ในการเก็บตัวอย่าง
3. แผนที่ธรณีวิทยาระวางต่าง ๆ ในมาตราส่วน 1: 250,000
4. แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000

2.2 อุปกรณ์

1. เครื่องทดสอบความทนขัดสีแบบลอสแอนเจลิส (Los Angeles Abrasion Machine)
2. เครื่องมือทดสอบแรงกดจุดแบบหิ้ว (Portable Point Load Test Equipments)
3. มาตรการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ (X-ray Diffractometer) ของ Phillip รุ่น PW3710 BASED
4. มาตรการสะท้อน (Reflectionmeter) ของ Photovolt รุ่น Model 577
5. เครื่องทดสอบแรงอัด (Compression Machine)
6. เครื่องทดสอบแรงดัด (Flexural Machine)
7. ฉ้อนกระดอนแบบชมิทต์ ชนิด N (Schmidt Rebound Hammer)
8. เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer GBC-902
9. เครื่องชั่ง 2 แขน มีความละเอียดทศนิยม 3 ตำแหน่ง ในสูญญากาศ
10. เครื่องชั่งแขนเดียว มีความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง และเวอร์เนียคาลิเปอร์
11. คอมพิวเตอร์รุ่น 486 หน่วยความจำถาวร (Hard Disk) 170 MB หน่วยความจำมาตรฐาน (RAM) 9 MB
12. เครื่องตัดหิน ขัดหิน (Cutting and Polish Machines)
13. กล้องจุลทรรศน์ชนิดแสงทางเดียว (Polarizing Microscope) พร้อมกล้องถ่ายรูปของ Olympus
14. ตู้อบ และตู้กันความชื้น เข็มทิศ (Brunton Compass) และฉ้อนธรณี

2.3 วิธีการ

โดยเริ่มงานวิจัยในต้นเดือนมิถุนายน 2537 ในช่วงปีแรกได้ทำการเก็บตัวอย่างและทำการสำรวจในพื้นที่เขตภาคใต้ตอนล่าง ซึ่งครอบคลุมบริเวณจังหวัด พัทลุง สงขลา ปัตตานี ยะลา นราธิวาส ตรัง และสตูล การศึกษาแบ่งขั้นตอนออกได้ 4 ประเภทใหญ่ คือ

1. การศึกษาในสำนักงาน ได้แก่ การศึกษาวรรณกรรมปริทัศน์ การเตรียมแผนที่
2. การศึกษาในสนาม ได้แก่ การเก็บตัวอย่าง การวัดค่าโครงสร้างธรณีวิทยา การทดสอบ "ในที่" (In-situ)
3. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การวิเคราะห์และตรวจสอบตัวอย่าง การวิเคราะห์ผล การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ การทดสอบทางกายภาพและเชิงกล
4. การวิเคราะห์ผลเชิงสถิติ และความสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้น

2.3.1 การศึกษาในสำนักงาน

ส่วนใหญ่เป็นการศึกษารายงานวิจัย การเตรียมแผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา และรายงานผลการวิเคราะห์เชิงวัสดุวิศวกรรมก่อสร้างที่ได้มีการศึกษามาก่อนแล้ว นอกจากนี้ได้แบ่งตารางการทำงานออกเป็นช่วง

2.3.2 การศึกษาในสนาม

ส่วนใหญ่ศึกษาบริเวณหน้าเหมืองหินหรือแหล่งหินของโรงโม่ต่าง ๆ ที่เปิดหน้าอยู่ สุ่มเก็บตัวอย่างตามแหล่งอยู่ในระหว่างขอบประตันทับตร โดยทำการทดสอบความแข็งด้วยฆ้อนชนิดดี วัดค่าโครงสร้างธรณีวิทยาได้แก่ ชั้นการวางตัว (Bedding), รอยแยก (Joint), รอยเลื่อน (Fault) สังเกตการแทรกซอนของสายแร่แคลไซต์ (Calcite veins) รูปลักษณ์ของรอยไม่ต่อเนื่องอันได้แก่ ช่วงห่าง (Spacing), ความเปิดอ้า (Aperture), ชนิดผงอุด (Filling), การวางตัว (Attitude), ความขรุขระของผิว (Roughness) การสำรวจทางธรณีวิทยาชั้นละเอียด โดยได้วัดค่าแนววางตัวของรอยไม่ต่อเนื่อง (Discontinuity) ในรูปของค่าแนวเทกับมุมเท (Dip direction and dip angle)

2.3.3 การศึกษาในห้องทดสอบปฏิบัติการ

ตัวอย่างที่เก็บมาจากบริเวณหน้าเหมืองหิน "ที่สด" (Sound) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนก้อนแท่งมีขนาดใหญ่ประมาณ 30×30×30 ลบ.ซม. จำนวน 1-2 ก้อน ในแต่ละเหมือง กับขนาดประมาณ 10×5×5 ลบ.ซม. จำนวน 20-30 ก้อน อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบค่ากำลังใน

สนาม ได้แก่ น້อนกระคอนของชนิดต์ ประเภท N (N-type) ตัวอย่างที่เก็บ นำมาทำความสะอาด เคาะฝุ่น และสิ่งสกปรกออกด้วยน້อนยาง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

- 1) ก้อนขนาดแท่งก้อน นำไปตัดเป็นแท่งเหลี่ยมขนาด 50×50×130 มม. เพื่อนำไปเตรียมก้อนตัวอย่างทดสอบกำลังอัด กำลังแรงกดจุด ตัดทำแผ่นหินขัดบาง (Thin Section)
- 2) เศษก้อนขนาดไม่เท่ากันหลังการทดสอบแรงกดจุดนำไปบด ย่อย ด้วยเครื่องบดขนาดหยาบ (Jaw Crusher) (> 37.5 มม.) และเครื่องบดแบบไจราทอรี (Gyratory Crusher) เพื่อให้ได้ขนาดเม็ดกรวดที่นำไปทดสอบความทนทานการขัดสีแบบลอสมแอลเจลิส (แบบ A)
- 3) เครื่องบดขนาดละเอียด (Jar Mill) ชนิดลูกบอลแบบเซรามิกส์ ร่อนผ่านตะแกรงคัดขนาด ก้อนเล็กมากจนถึงละเอียดเป็นผง นำไปทดสอบทางความขาวความสว่าง และวิเคราะห์ทางเคมี

1) การเตรียมก้อนตัวอย่าง

จากตัวอย่างที่เก็บมานำมาทำความสะอาด เคาะฝุ่นและสิ่งสกปรกออกด้วยน້อนยาง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

- 1.1) ก้อนขนาดแท่งก้อน นำไปตัดเป็นแท่งเหลี่ยมขนาด 50 × 50 × 130 มม. เพื่อนำไปเตรียมก้อนตัวอย่างทดสอบกำลังอัด กำลังแรงกดจุด ตัดทำแผ่นหินขัดบาง (Thin Section)
- 1.2) เศษก้อนขนาดไม่เท่ากันหลังการทดสอบแรงกดจุด นำไปบด ย่อย ด้วยเครื่องบดขนาดหยาบ (Jaw Crusher) เพื่อให้ได้ขนาดเม็ดกรวดที่ใช้ทำถนนตามความต้องการทดสอบ การขัดสีแบบลอสมแอลเจลิส
- 1.3) กัดก้อนเล็กมากจนถึงละเอียดเป็นผง นำไปทดสอบทางความขาวความสว่าง การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ และวิเคราะห์ทางเคมี

2) วิธีตรวจสอบทางคิลาวรรณนา

มุ่งเน้นตรวจหาชนิดของแร่หลัก (Essential minerals) ลักษณะเนื้อหิน (Fabric texture) และสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็ก (Calcite veinlet)

3) วิธีการทดสอบ

วิธีการทดสอบในแต่ละชนิดได้ยึดหลักวิธีการของสถาบันที่เป็นที่ยอมรับกัน โดยทั่วไป ได้แก่

- 3.1) การทดสอบกำลังอัดแกนเดียว ได้ยึดหลักวิธีการของ ASTM (1981)

3.2) การทดสอบกำลังแรงกดจุด ยึดหลักการพื้นฐานของ ISRM (1985)

3.3) การทดสอบความคงทนการขัดสีแบบลอสมแอลเจลิส ได้ยึดหลักวิธีการของ ASTM (1981)

4) วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

นำสารละลายที่ต้องการวิเคราะห์หาปริมาณ แคลเซียมออกไซด์ (CaO) ใช้วิธี Complexometric Titration ส่วนแร่ธาตุอื่น ได้แก่ แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) แมงกานีสออกไซด์ (MnO) เหล็กออกไซด์ (Fe₂O₃) วิเคราะห์หาปริมาณโดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer GBC-902

5) วิธีการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-Ray Diffractometer

เครื่องที่ใช้มีกำลังสูงสุด 10 กิโลวัตต์ ใช้หลอดกำเนิดรังสีเอ็กซ์ชนิดเป้าทองแดง ควบคุมการทำงานด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ มีโปรแกรมค้นหาโครงสร้างมาตรฐาน JCPDS นำตัวอย่างหินคาร์บอนเตกที่เป็นผงละเอียด มาใส่ตลับโดยเกลี่ยให้กระจายสม่ำเสมอ โดยมีปริมาณมากพอที่จะให้ค่าอัตราที่นับ (Count rate) ได้ทำการวัดค่ามุมที่ตกกระทบ (θ) คำนวณหาค่า d ตามสมการของแบรค (Bragg Equation)

$$2d \cdot \sin\theta = n\lambda$$

เมื่อ λ คือความยาวคลื่นของรังสีเอ็กซ์ = 1.5406 อังสตรอม

สำหรับค่า n นำมาเรียงตามลำดับความเข้มของอัตราที่นับ จากมากไปหาน้อย 6 อันดับแรก นำค่า d ที่ได้ไปเทียบกับสารมาตรฐานจาก Hanawalt Search Manual ตามลำดับความเข้มค่า d ดังกล่าว ซึ่งถ้าตรงกับสารมาตรฐานชนิดใด สรุปว่าเป็นสารประกอบชนิดนั้น

2.3.4 การวิเคราะห์เชิงสถิติและถดถอยเชิงเส้น

ผลการทดสอบและวิเคราะห์จำนวนพอสสมควรนำมารวมเพื่อแจกแจงและจัดการข้อมูลให้เป็นระเบียบ หาค่าเฉลี่ยทั้งหมด หลังจากนั้นนำข้อมูลเก่า ไปหาความสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้น เพื่อหาค่าสมการเส้นตรงที่เหมาะสม ที่มีความน่าเชื่อถือในระดับนัยสำคัญ โดยดูจากค่าสัมประสิทธิ์การสัมพันธ์ (Coefficient of Correlation- R^2) และสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (coefficient of determination, R) ขึ้นระดับ 1