

## บทที่ 4

### คุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

รายละเอียดวิธีการและขั้นตอนการทดลองหาคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุที่ใช้ในการทดลองได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 ในบทนี้จะได้สรุปถึงผลที่ได้จากการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง โดยเฉพาะคุณสมบัติของตัวอย่างดินเหนียวทั้ง 3 เพื่อใช้ประกอบการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของส่วนผสมดินเหนียว-ปูนขาวซึ่งจะกล่าวต่อไปในบทที่ 5

#### 4.1 คุณสมบัติพื้นฐานทางด้านวิศวกรรม

ผลจากการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมของดินเหนียวตัวอย่างจากทั้ง 3 แหล่ง ได้สรุปไว้ในตารางที่ 4.1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ดินหนองงูเห่า จัดอยู่ในกลุ่ม OH โดยมีค่าความถ่วงจำเพาะ 2.78 และมีปริมาณอนุภาคดินที่มีขนาดเล็กกว่า 0.002 มม. อยู่ร้อยละ 67.2
- ดินพานทอง จัดอยู่ในกลุ่ม CL โดยมีค่าความถ่วงจำเพาะ 2.74 และมีปริมาณอนุภาคดินที่มีขนาดเล็กกว่า 0.002 มม. อยู่ร้อยละ 75.0
- ดินระนอง จัดอยู่ในกลุ่ม ML โดยมีค่าความถ่วงจำเพาะ 2.72 และมีปริมาณอนุภาคดินที่มีขนาดเล็กกว่า 0.002 มม. อยู่ร้อยละ 10.4

ผลการศึกษาทางด้าน plasticity พบว่า ดินหนองงูเห่ามีค่า LL. เท่ากับ 69.7 % ซึ่งมีค่ามากกว่าดินพานทอง (45.4 %) และดินระนอง (48.0 %) สำหรับค่า PI. พบว่า ดินหนองงูเห่ามีค่าสูงสุด (35.0 %) ดินพานทองมีค่ารองลงมา (20.3 %) และดินระนองมีค่าต่ำสุด (7.7 %)

#### 4.2 คุณสมบัติทางด้านแร่

ส่วนประกอบทางด้านแร่จะมีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของส่วนผสมดินเหนียว-ปูนขาว ในการศึกษาคุณสมบัติทางด้านแร่สำหรับงานวิจัยนี้ได้อาศัยวิธี

X-ray diffraction ในการพิจารณาหาส่วนประกอบของแร่พร้อมทั้งการคาดคะเนปริมาณเบื้องต้นอย่างคร่าว ๆ ในการวิเคราะห์ผลเพื่อสรุปหาปริมาณของแร่ดินเหนียวในตัวอย่างดินทั้ง 3 ชนิด ได้อาศัยข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ DTA ประกอบในการพิจารณา

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยวิธี X-ray diffraction และ DTA ตลอดจนรายละเอียดของวิธีวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ง. ผลสรุปที่ได้จากการศึกษาสามารถพิจารณาได้ดังนี้

#### 4.2.1 ผลการศึกษาทางด้าน X-ray diffraction

ผลการศึกษาทางด้าน X-ray diffraction โดยการเตรียมตัวอย่างดินทั้งแบบ Random powder และ Oriented aggregate สำหรับดินตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดสามารถสรุปถึงชนิดของส่วนประกอบทางด้านแร่ได้ดังนี้

ดินตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดประกอบด้วยแร่ที่ไม่ใช่ดินเหนียวหลัก คือควอทซ์และแร่ดินเหนียวหลักได้แก่มอนท์โมริลโลไนท์ อิลไลต์และคาโอลิไนท์ ยกเว้นดินระนองซึ่งผลที่ได้จากการศึกษา X-ray diffraction ไม่พบ peak ที่แสดงถึงแรมมอนท์โมริลโลไนท์

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติตามธรรมชาติของดินเหนียวตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด

แหล่งดิน	สีของดิน	จำแนกประเภทดิน	ความถ่วงจำเพาะ	<2 $\mu$ clay-%	Liquid Limit %	Plastic Limit %	Plasticity Index %	อนุภาคดินที่เล็กกว่า 2 $\mu$		
								มอนท์โมริลโลไนท์ (%)	อิลไลต์ (%)	คาโอลิไนท์ (%)
ดินหนองงูเห่า	เทา	OH	2.78	67.2	69.7	34.7	35.0	35	30	35
ดินพานทอง	เทาอ่อน	CL	2.73	75.0	45.4	25.1	20.3	30	40	30
ดินระนอง	ขาว	ML	2.72	10.4	48.0	40.3	7.7	-	10	90

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณเบื้องต้นของแร่ระหว่างดินเหนียว ตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด โดยพิจารณาจากความเข้ม (Intensity) ของ peak ที่ได้จากการทดลอง โดยวิธี X-ray diffraction ซึ่งสามารถสรุปแยกตามชนิดของแร่ที่พบได้ดังนี้

- ควอทซ์ ดินพานทองประกอบด้วยแร่ควอทซ์มากที่สุด ดินหนองงูเห่ารองลงมาและดินระนองน้อยที่สุด
- มอนต์โมริลโลไนท์ พบเฉพาะในดินหนองงูเห่าและดินพานทองโดยมีความเข้มของ peak ซึ่งแสดงถึงปริมาณที่ใกล้เคียงกัน
- อิลไลต์ พบในดินทั้ง 3 ชนิด โดยที่ดินพานทองมีแนวโน้มของความเข้มของ peak มากที่สุดและดินระนองต่ำสุด
- คาโอลิไนท์ พบในดินทั้ง 3 ชนิด เช่นเดียวกัน โดยที่ดินระนองแสดงความเข้มของ peak เด่นชัดมาก ส่วนดินหนองงูเห่าและดินพานทองแสดงความเข้มของ peak ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบปริมาณเบื้องต้นจากความเข้มของ peak ที่ได้จากการศึกษาโดยวิธี X-ray diffraction

ตัวอย่างดิน	ควอทซ์	มอนต์โมริลโลไนท์	อิลไลต์	คาโอลิไนท์
ดินหนองงูเห่า	++	++	++	++
ดินพานทอง	+++	++	++	++
ดินระนอง	+	-	+	+++

หมายเหตุ

- +++ มาก
- ++ ปานกลาง
- + น้อย
- ไม่พบเลย

#### 4.2.2 ผลการศึกษาทางด้าน DTA

จากการศึกษาทางด้าน DTA พบว่าส่วนประกอบทางด้านแร่ดินเหนียวหลักของตัวอย่างดินทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ มอนท์โมริลโลไนท์ อิลไลต์และคาโอลิไนท์ ยกเว้นดินระนองที่มีเฉพาะอิลไลต์และคาโอลิไนท์ ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี X-ray diffraction

อาศัยหลักการที่ว่าปริมาณของแร่ในส่วนประกอบของตัวอย่างดินเหนียวจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ได้กราฟของปฏิกิริยาดูดหรือคายความร้อนที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์หาปริมาณของแร่ดินเหนียวโดยวิธี DTA สำหรับงานวิจัยนี้ได้อาศัยหลักการข้างต้น โดยทำการเปรียบเทียบระหว่าง thermogram ของดินเหนียวตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดกับแร่ดินเหนียวบริสุทธิ์ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ได้สรุปไว้ในตารางที่ 4.1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ดินหนองงูเห่า ประกอบด้วยแร่ดินเหนียวมอนท์โมริลโลไนท์ อิลไลต์และคาโอลิไนท์ประมาณ 35, 30 และ 35 % ของอนุภาคที่เล็กกว่า 0.002 มม. ตามลำดับ
- ดินพานทอง ประกอบด้วยแร่ดินเหนียวมอนท์โมริลโลไนท์ อิลไลต์และคาโอลิไนท์ประมาณ 30, 40 และ 30 % ของอนุภาคที่เล็กกว่า 0.002 มม. ตามลำดับ
- ดินระนอง ประกอบด้วยแร่ดินเหนียวอิลไลต์และคาโอลิไนท์ประมาณ 10 และ 90 % ของอนุภาคที่เล็กกว่า 0.002 มม. ตามลำดับ

จากการศึกษาคุณสมบัติทางด้านแร่ของดินเหนียวตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด โดยวิธี X-ray diffraction และ DTA สามารถสรุปได้ดังนี้

- ก. ดินหนองงูเห่าและดินพานทองมีส่วนประกอบทางด้านแร่ โดยมีชนิดและปริมาณใกล้เคียงกัน
- ข. ดินระนองประกอบด้วยแร่คาโอลิไนท์เป็นส่วนใหญ่ โดยมีแร่อิลไลต์เพียง 10%

#### 4.3 คุณสมบัติทางด้านเคมี

การศึกษาคุณสมบัติทางด้านเคมีสำหรับดินเหนียวตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด สามารถแยกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การศึกษาถึงส่วนประกอบทางเคมีและการศึกษาถึงคุณสมบัติทั่วไปได้แก่ค่า cation exchange capacity ค่า exchangeable cation ค่า pH และปริมาณอินทรีย์สาร

ตารางที่ 4.3 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่างดินเหนียวทั้ง 3 ชนิด ซึ่งพบว่า ดินพานทองให้ค่า  $\text{SiO}_2$  สูงถึง 72.9 % ซึ่งมากกว่าดินหนองงูเห่า (58.0 %) และดินระนอง (50.1 %) ผลที่ได้นี้สอดคล้องกับผลจากการวิเคราะห์ ส่วนประกอบแร่เบื้องต้นโดยวิธี X-ray diffraction ซึ่งพบปริมาณของแร่ควอตซ์มากในดินพานทองดังแสดงตามตารางที่ 4.2

ดินระนองมีปริมาณ  $\text{Al}_2\text{O}_3$  มากที่สุดถึง 33.2 % ซึ่งจากการพิจารณาส่วนประกอบทางเคมีมาตรฐาน (Grim, 1968) ของแร่ดินเหนียวบริสุทธิ์ทั้ง 3 ชนิดคือ มอนต์โมริลโลไนท์ อิลไลต์และคาโอลิไนท์ สามารถสรุปได้ว่าปริมาณ  $\text{Al}_2\text{O}_3$  33.2 % ที่พบในดินระนองเป็นผลเนื่องมาจากแร่ดินเหนียวคาโอลิไนท์ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ที่อุณหภูมิของแร่โดยวิธี DTA พบว่า ดินระนองมีปริมาณแร่คาโอลิไนท์ ถึง 90 %

ตารางที่ 4.3 ส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่างดินเหนียวทั้ง 3 ชนิด

ส่วนประกอบทางเคมี	ดินหนองงูเห่า %	ดินพานทอง %	ดินระนอง %
$\text{SiO}_2$	58.0	72.9	50.1
$\text{Al}_2\text{O}_3$	19.0	12.1	33.2
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	5.2	6.1	1.3
CaO	2.1	0.4	0.4
MgO	2.1	0.8	0.3
$\text{K}_2\text{O}$	} 2.1	1.5	1.8
$\text{Na}_2\text{O}$		0.2	0.1
$\text{TiO}_2$	-	-	0.1
$\text{SO}_3$	1.0	-	-
L.O.I	9.3	6.0	12.6

สำหรับคุณสมบัติทางเคมีอื่น ๆ ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.4 ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

ค่า CEC. ของแร่ดินเหนียวของดินหนองงูเห่าและดินพานทองใกล้เคียงกันและมีค่ามากกว่าดินระนอง

สำหรับค่า exchangeable cation นั้นสามารถสรุปได้ว่า ดินหนองงูเห่ามี  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  และ  $\text{Mg}^{2+}$  สูงที่สุด รองลงมาคือดินพานทองและดินระนองจะมีค่าต่ำสุด อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาที่ผ่านมาในอดีตพบว่า  $\text{Na}^+$  เป็น exchangeable cation ที่สำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในส่วนผสมดินเหนียว-ปูนขาว โดยเฉพาะทางด้าน plasticity

ทางด้านปริมาณของอินทรีย์สารซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสมบูรณ์ของการเกิดปฏิกิริยาระหว่างดินเหนียว-ปูนขาว พบว่า ดินหนองงูเห่ามีปริมาณอินทรีย์สารอยู่ในเกณฑ์สูง รองลงมาได้แก่ดินพานทองและดินระนองตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 คุณสมบัติทางเคมีทั่วไปของดินเหนียวตัวอย่างทั้ง 3

แหล่งดิน	pH	ปริมาณอินทรีย์สาร (%)	Exchangeable Cation (meq/100 gm)				CEC (meq/100 gm)
			Na	K	Ca	Mg	
ดินหนองงูเห่า	8.15	2.04	15.5	0.2	13.4	17.3	33.6
ดินพานทอง	7.02	1.23	9.4	1.2	5.8	7.9	37.5
ดินระนอง	7.30	0.27	0.4	0.3	2.1	0.3	5.2

#### 4.4 ส่วนประกอบทางเคมีของปูนขาว

ตารางที่ 4.5 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของปูนขาวที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าปูนขาวที่ใช้เป็นปูนขาวประเภท Quick Lime โดยมีส่วนผสมของ  $\text{MgO}$  อยู่บ้างเล็กน้อย ประมาณ 3.56 %

ตารางที่ 4.5 ส่วนประกอบทาง เคมีของปูนขาว

ส่วนประกอบทาง เคมี	ปริมาณ %
CaO	36.63 ✓
MgO	3.56
SiO <sub>2</sub>	1.58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.64
K <sub>2</sub> O	-
Na <sub>2</sub> O	-
L.O.I.	56.3

## 4.5 สรุปคุณสมบัติของตัวอย่างดินเหนียวทั้ง 3 ชนิด

จากการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานต่าง ๆ ของดินเหนียวทั้ง 3 ชนิดที่ใช้ในงานวิจัยนี้ สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

- ก. ดินเหนียวตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณของส่วนประกอบที่มีอนุภาคเล็กกว่า 0.002 มม. อยู่พอเพียงที่จะก่อให้เกิดปฏิกิริยากับปูนขาว
- ข. ดินหนองงูเห่าและดินพานทองประกอบด้วยแร่ดินเหนียวมอนท์โมริลไลโนท์ อิลไลต์และคาโอลิโนท์ โดยมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ในขณะที่ดินระนองประกอบด้วยแร่อิลไลต์และคาโอลิโนท์เท่านั้น โดยมีคาโอลิโนท์เป็นแร่ดินเหนียวหลักถึง 90 %
- ค. ดินหนองงูเห่ามีค่า exchangeable cation ที่เป็น Na<sup>+</sup> มากกว่าดินพานทองและดินระนอง
- ง. ดินหนองงูเห่ามีปริมาณอินทรีย์สารอยู่ในเกณฑ์สูง ดินพานทองมีปริมาณรองลงมา และดินระนองมีปริมาณต่ำสุด