

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินงานในครั้งนี สามารถแบ่งขั้นตอนออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

- การค้นหาข้อมูลและรวบรวมข้อมูล
- การทดสอบสารอินทรีย์ที่เจือปนในถ้ำเปียกคลิกไนต์
- การทดสอบหาร้อยละการดูดซึมน้ำของทรายและถ้ำเปียกคลิกไนต์
- การจัดเตรียมก้อนตัวอย่างทดสอบจากข้อมูลที่ได้
- การทดสอบก้อนตัวอย่างและทำการสรุปผล

3.1 การค้นหาข้อมูลและรวบรวมข้อมูล

ในการค้นหาข้อมูลในเรื่องต่างๆ ของหัวข้อโครงการจำเป็นต้องอาศัยความรู้จากหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นทั้งจากหนังสือ ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขา อินเทอร์เน็ต หรือจากตัวอย่างของผู้ที่ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์มาแล้ว ซึ่งสามารถแยกออกเป็นจากแหล่งต่างๆ ได้ดังนี้

3.1.1 หอสมุดมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

3.1.2 หอสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

เมื่อเราได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้มาแล้ว เราก็ได้ทำการทดสอบตรวจหาสิ่งที่เจือปนทดสอบหาการดูดซึมน้ำและออกแบบก้อนตัวอย่างจากส่วนผสมต่างๆ ที่เราต้องใช้ในการหาข้อมูลมาทำการทดลองเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการสรุปผลการทดลองต่อไป

3.2 การทดสอบสารอินทรีย์ที่เจือปนในถ้ำเปือกกลิโกไนต์ (ASTM C40)

ในการทดสอบสารอินทรีย์ที่เจือปนนั้นจัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบว่าในถ้ำเปือกกลิโกไนต์นั้นมีสารอินทรีย์เจือปนอยู่หรือไม่ ถ้ามีมากน้อยเพียงใดสามารถนำมาทำการทดลองได้หรือไม่ โดยที่สามารถทำการทดสอบได้ดังนี้

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

แก้วใส่พร้อมฝาปิดขนาดความจุ 240 – 470 cm³

3.2.2 เตรียมตัวอย่าง

- สारละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 3 เตรียมโดยชั่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 g ผสมกับน้ำสะอาด จนได้ปริมาตร 1000 cm³
- สีสมาตรฐานของการ์ดเนอร์ (Gardner)
- สุ่มตัวอย่างมวลรวมละเอียดมาประมาณ 450 g

3.2.3 วิธีการทดสอบ

- นำตัวอย่างที่เตรียมไว้เทลงในขวดแก้วทดสอบจนได้ปริมาตร 130 cm³
- เติมสารละลายที่เตรียมไว้ลงในขวดทดลองจนได้ปริมาตร 200 cm³
- ปิดฝาขวดแล้วเขย่าแรงๆ จนเห็นว่าไม่มีฟองอากาศเหลืออยู่ ตรวจสอบอีกครั้ง ถ้าระดับสารละลายมีปริมาตรไม่ถึง 200 cm³ ให้เติมสารละลายเพิ่มอีกจนได้ปริมาตร 200 m³ บันทึกวันและเวลา
- ตั้งขวดทดลองทิ้งไว้โดยไม่ให้มีการกระทบกระเทือนจนครบ 24 ชั่วโมง
- เมื่อครบ 24 ชั่วโมง แล้วให้เปรียบเทียบกับแถบสีมาตรฐานของการ์ดเนอร์

3.3 การทดสอบหาร้อยละการดูดซึมน้ำของถ้ำเปือกกลิโกไนต์และทราย (ASTM C127,C128)

ในการทดสอบร้อยละการดูดซึมน้ำจัดทำขึ้นเพื่อหาว่าทรายและถ้ำเปือกกลิโกไนต์มีความสามารถในการดูดซึมน้ำเป็นร้อยละเท่าไร เพื่อนำค่าร้อยละการดูดซึมน้ำมาใช้ในการคำนวณสัดส่วนผสมได้ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งสามารถทดสอบหาร้อยละการดูดซึมน้ำได้ดังนี้

3.3.1 วัสดุที่ใช้

ทรายและถ้ำเปือกกลิโกไนต์ที่ต้องการทดสอบประมาณ 1 kg

3.3.2 เครื่องมือ

- เครื่องชั่งที่สามารถชั่งได้ละเอียด 0.1 g
- กระจกตวง ขนาด 500 ml.

- กรวยโลหะ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางส่วนบน 3.75 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลางส่วนล่าง 8.9 cm. ความสูง 7.4 cm. ทำด้วยแผ่นโลหะหนาประมาณ 0.9 mm.
- เหล็กกระทง ปลายเรียบเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 cm. น้ำหนัก 340 g
- เครื่องเป่าลม
- ถาดโลหะ
- เตาอบ

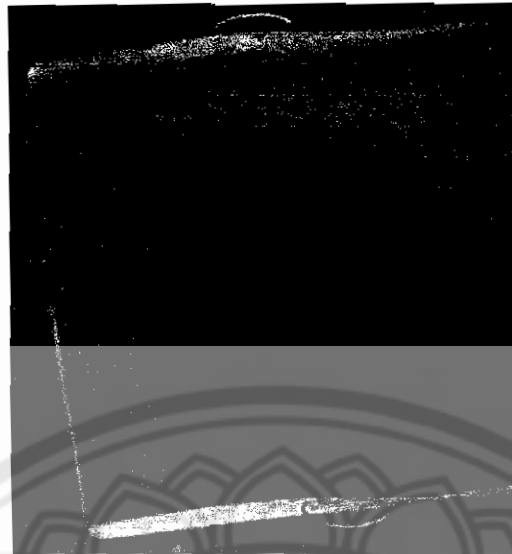
3.3.3 วิธีการทดลอง

1. นำถ้ำเปียกโลกไนต์ที่ต้องการทดสอบประมาณ 1 kg แขน้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ดังรูปที่ 3.1



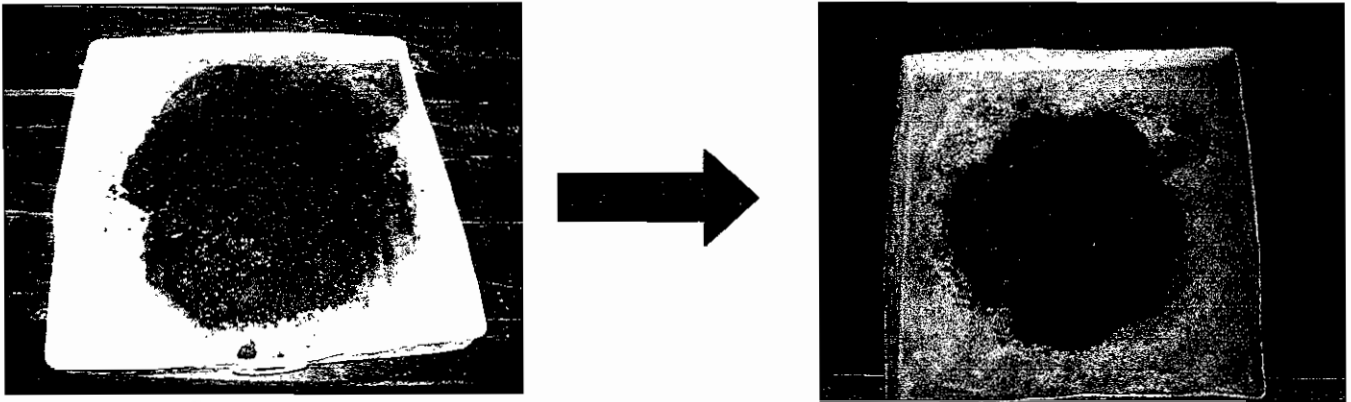
รูปที่ 3.1 แสดงถ้ำเปียกโลกไนต์ที่แช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2. ทำถ้ำเปียกโลกไนต์ให้แห้งโดยใช้เครื่องเป่าลมเป่ามวลรวมให้ทั่วจนแห้งสม่ำเสมอและอยู่ในสภาวะของการไหลอิสระ (Free flow) ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงการไหลอิสระของแก้วเปียกกลิ้งไนต์

3. การทดสอบว่ามวลรวมอยู่ในสถานะไหลอิสระหรือไม่ทำได้โดยเทมวลรวมลงในกรวยโลหะจนเต็ม แล้วใช้เหล็กกระทุ้ง กระทุ้งเบาๆ เป็นจำนวน 25 ครั้ง แล้วยกกรวยขึ้นในแนวตั้ง หากมวลรวมยังมีความชื้นที่ผิว (surface moisture) มวลรวมจะยังคงรูปกรวยอยู่ ให้ใช้เครื่องเป่าลมไล่ความชื้นที่ผิวต่อปือกแล้วนำมวลรวมไปทดสอบในกรวยโลหะอีก ทำซ้ำเช่นนี้จนยกกรวยขึ้นแล้วมวลรวมยุบตัวลงเล็กน้อย แสดงว่ามวลรวมอยู่ในสถานะไหลอิสระ ไม่มี ความชื้นที่ผิว เรียกว่าอยู่ในสถานะอิ่มตัวผิวแห้ง (saturated surface dry)
4. เทแก้วเปียกกลิ้งไนต์ที่ได้ 500 g ลงในกระบอกตวงแล้วเติมน้ำจนถึงขีดระดับประมาณ 450 ml.
5. ไล่ฟองอากาศภายในออกให้หมด โดยการหมุนหรือเขย่าประมาณ 15-20 นาที เติมน้ำจนถึงระดับ 500 ml. ทิ้งไว้จนอุณหภูมิคงที่ ซึ่งนำหนักกระบอกตวง
6. เทแก้วเปียกกลิ้งไนต์ในกระบอกตวงใส่ถาดโลหะ อบให้แห้งในเตาอบให้แห้งในเตาอบที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 1 วัน) ทิ้งให้เย็น (ประมาณ 1 ชั่วโมง) ชั่งน้ำหนักมวลรวม ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงเก้าเปียกติกไนต์ที่ผ่านการอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง(1 วัน)

7. ชั่งน้ำหนักของกระบอกตวงที่มีน้ำที่ระดับ 500 ml. ที่อุณหภูมิประมาณ 8 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงการชั่งน้ำหนักเก้าเปียกติกไนต์ที่ผ่านการอบ 24 ชั่วโมง(1 วัน) ในการทดสอบหาร้อยละการดูดซึมน้ำของทรายทำในทำนองเดียวกัน

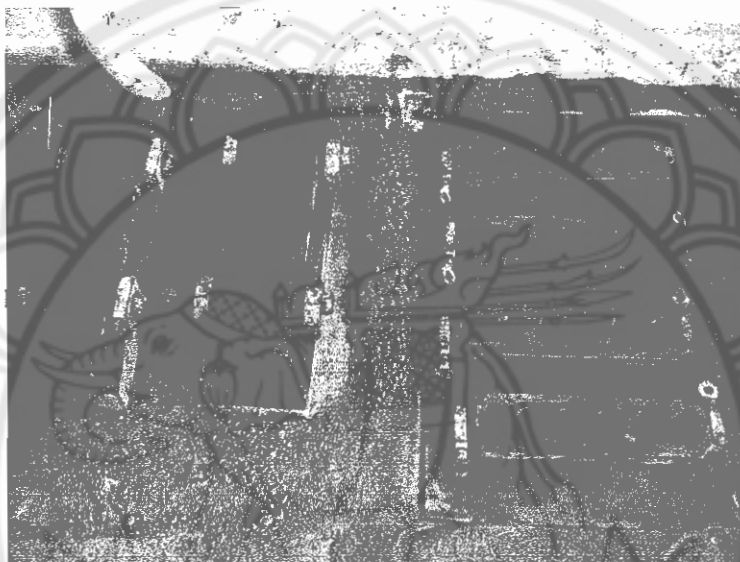
3.4 การจัดเตรียมก้อนตัวอย่างทดสอบจากข้อมูลที่ได้

อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ใช้ตั้งแต่ค่า 0.55 - 0.80 (เนื่องมาจากที่อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ 0.485-0.50 ทำให้ปูนซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ใช้เก้าเปียกติกไนต์เป็นส่วนผสมไม่สามารถหล่อได้) ชุดละ 6 ก้อนต่อการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเก้าเปียกติกไนต์ 1 สัดส่วน รวมทั้งหมด 108 ก้อน และในทำนองเดียวกันออกแบบส่วนผสมของก้อนตัวอย่างโดยใช้ส่วนผสมของ ปูนซีเมนต์ น้ำ และทราย ในอัตราส่วน 65% 70% 75% และ 80% โดยที่อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ใช้เท่ากับ 0.485 (ใช้เพียงค่าเดียวเนื่องมาจากถ้า อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์มีค่ามากกว่าจะทำให้ปูนซีเมนต์

มอร์ตาร์มีความเหลวมากเกินไป) ชุตละ 6 ก้อนต่อ 1 สัดสวน รวมทั้งหมด 24 ก้อน ดังนั้นจำนวนก้อนตัวอย่างที่ใช้ทั้งหมด 132 ก้อน

3.4.1 การเตรียมก้อนตัวอย่างทดสอบ

- นำส่วนผสมที่เตรียมไว้ตามตารางที่ 3.1 และ 3.2 มาหล่อในแบบหล่อบรีเคท (Briquet Mold) ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แบบหล่อบรีเคท (Briquet Mold)

- นำส่วนผสมที่ได้ทำการหล่อในแบบหล่อบรีเคท (Briquet Mold) ไปป้อนในน้ำเป็นเวลา 7 วัน ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงการบ่มก้อนตัวอย่าง

3.5 การทดสอบก้อนตัวอย่างและทำการสรุปผล

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดก้อนตัวอย่างที่ใช้แก้วเปียกโลกไนต์เป็นส่วนผสม

สัดส่วน	ปูนซีเมนต์(g)	แก้ว(g)	น้ำหนักน้ำ (g)					
			w/c (ร้อยละการดูดซึ่ม 11%)					
			0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80
			A1-A3	A4-A6	A7-A9	A10-A13	A14-A15	A16-A18
30 : 70	540	1260	435.6	462.6	489.6	516.6	543.6	570.6
35 : 65	630	1170	475.2	506.7	538.2	569.7	601.2	632.7
40 : 60	720	1080	514.8	550.8	586.8	622.8	658.8	694.8

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดก้อนตัวอย่างที่ใช้ทรายเป็นส่วนผสม

วัสดุ	ก้อนตัวอย่างที่(s) (ร้อยละการดูดซึ่ม 2.04 %)			
	1-3	4-6	7-9	10-12
ซีเมนต์,g	350	300	250	200
ผงทราย,g	650	700	750	800
น้ำ:ทราย(ml:g)	183.0	159.71	136.48	113.24

3.5.1. การทดสอบรับแรงอัดของก้อนตัวอย่าง (Compression Test) จำนวน 66 ก้อน (ASTM C109)

เพื่อทำการทดสอบหาค่ากำลังอัดของปูนซีเมนต์มอร์ตาร์โดยการใ้ก้อนตัวอย่างรูปลูกบาศก์ขนาด 50 mm. (2 in)

3.5.1.1 วัสดุ

- ปูนซีเมนต์
- ทราย
- แก้วเปียกโลกไนต์

3.5.1.2 เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องมือชั่งอ่านได้ละเอียดไม่น้อยกว่า 1 g
- แบบหล่อตัวอย่างรูปลูกบาศก์ขนาด 50 mm.
- เกรียงเหล็กจำนวน 1 อัน

- ถุงมือยางจำนวน 1 คู่
- ภาชนะสำหรับผสม mortar ปูนซีเมนต์จำนวน 1 ใบ
- เครื่องผสม mortar
- เครื่องทดสอบแรงกดทั่วไป (Universal Testing Machine)

3.5.1.3 วิธีการทดลอง

หลังจากที่ได้ทำการเตรียมก้อนตัวอย่างตามที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 3.4 นำก้อนตัวอย่างมาทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงกด (Universal Testing Machine) ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การทดสอบก้อนตัวอย่างด้วยเครื่องทดสอบแรงกด (Universal Testing Machine)

3.5.2. การทดสอบรับแรงดึงของก้อนตัวอย่าง (Tensile Test) จำนวน 66 ก้อน

3.5.2.1 วัสดุ (ASTM C190)

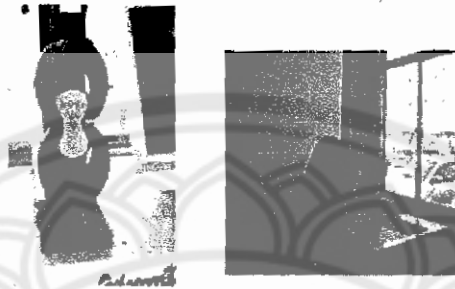
- ปูนซีเมนต์
- ทราย
- ใยเปียกกลีโกล

3.5.2.2 เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องมือซึ่งอ่านได้ละเอียดไม่น้อยกว่า 1 g
- แบบหล่อตัวอย่างรูปลูกบาศก์ขนาด 50 mm.
- เกรียงเหล็กจำนวน 1 อัน
- ถุงมือยางจำนวน 1 คู่
- ภาชนะสำหรับผสม mortar ปูนซีเมนต์จำนวน 1 ใบ
- เครื่องทดสอบกำลังดึงแบบบริเคท (Briquet Testing Machine)

3.5.2.3 วิธีการทดลอง

หลังจากที่ได้ทำการเตรียมก้อนตัวอย่างดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 3.4 นำก้อนตัวอย่างมาทดสอบด้วยเครื่องทดสอบกำลังดึงแบบบริเคท (Briquet Testing Machine) ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การทดสอบกำลังดึงด้วยเครื่องทดสอบแบบบริเคท (Briquet Testing Machine)

3.5.3. การทดสอบกำลังรับแรงอัดโดยใช้ปูนซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อนั่งอิฐ โดยใช้ในมวลรวมชนิดต่างๆเป็นส่วนผสม (ASTM C270)

สำหรับหัวข้อนี้ได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ชุด ดังนี้

- ชุดที่ 1 ปูนซีเมนต์ผสมเก่าเปียกติกไนต์
- ชุดที่ 2 ปูนซีเมนต์ผสมกับทราย
- ชุดที่ 3 ปูนซีเมนต์มอร์ตาร์สำเร็จรูปจากท้องตลาดยี่ห้อหนึ่ง

โดยที่ชุดที่ 1 และ 2 จะเลือกเอาสัดส่วนที่รับกำลังอัดได้มากที่สุดมาใช้ในการทดสอบ โดยที่วิธีการทดสอบสามารถทำได้โดยทำการนั่งอิฐมอดูจำนวน 5 ชั้นโดยที่แต่ละชั้นต้องมีปูนซีเมนต์มอร์ตาร์หนา 1 cm และจะต้องมีปูนซีเมนต์มอร์ตาร์ปิดทับทั้งด้านบนและด้านล่าง จากนั้นทำการบ่มด้วยอากาศชื้นเป็นเวลา 7 วัน แล้วนำมาทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงกด (Universal Testing Machine)