

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

1. ปูนซีเมนต์

ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย มอก. 15-2547 ซึ่งเก็บและบรรจุไว้โดยไม่มี ความชื้น

2. ทราย ใช้ทรายแม่น้ำโดยมีการกระจายขนาดคละของทรายตามมาตรฐาน ASTM C 136
3. หิน ใช้หินแกรนิตขนาดโตสุด 3/4 นิ้ว
4. น้ำ ใช้น้ำประปาสะอาดในการผสม
5. ไม้ไผ่ ใช้ไม้ไผ่ตง และไม้ไผ่สีสุก
6. เหล็ก ใช้เหล็กเส้นกลมขนาด 6 และ 9 มิลลิเมตร และ เหล็กข้ออ้อยขนาด 12 มิลลิเมตร

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. แบบหล่อเสา
2. เครื่องผสมปูน
3. เครื่องทดสอบกำลังอัดและกำลังดึง (Universal test machine)

ขั้นตอนการทดสอบ

1. การทดสอบคุณสมบัติขั้นพื้นฐานของวัสดุ
 - 1.1. ความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ โดยใช้ขวดมาตรฐาน เลอชาเตอลีเออร์ (Le Chatelier Flask) ตามมาตรฐาน ASTM C 188
 - 1.2. การกระจายและขนาดคละของทรายและหิน เป็นการวิเคราะห์หาขนาดคละของมวลรวมโดยใช้ตะแกรงตามมาตรฐาน ASTM C 136-01 และหาค่าโมดูลัสความละเอียด (Fineness Modulus, F.M)
2. การเตรียมตัวอย่างเสาคอนกรีต
 - 2.1 การออกแบบส่วนผสมและการเตรียมตัวอย่างเสาคอนกรีต
คอนกรีตที่ใช้ในงานวิจัยออกแบบกำลังอัดของคอนกรีตควบคุมโดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุประสานเพียงอย่างเดียวที่อายุ 28 วัน 240 กก./ชม.² โดยสัดส่วนผสมแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นนำไปหล่อเสาขนาดต่าง ๆ สูง 0.80 เมตร ตรวจสอบการติดตั้งของแบบหล่อ นำเหล็กที่เตรียมไว้ใส่ในแบบหล่อ จัดเหล็กให้อยู่ในตำแหน่ง จากนั้นเทคอนกรีตลงในแบบหล่อให้เต็ม ปรับแต่งผิวน้ำให้มี

ความเรียบโดยใช้เกรียงเหล็ก ถอดแบบหล่อที่อายุ 1 วัน ทาด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต รักษาอุณหภูมิควบคุมและป้องกันการระเหยของน้ำโดยใช้กระสอบเพื่อควบคุมอุณหภูมิของคอนกรีต ดังแสดงในภาพประกอบที่ 12 และ 13 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ส่วนผสมคอนกรีต

กำลังอัดคอนกรีต (ksc.)	อัตราส่วนผสม (กก./ลบ.ม)			
	ปูนซีเมนต์	น้ำ	ทราย	หิน
240	250	200	876	1018

ตารางที่ 2 ขนาดตัวอย่างเสา

ตัวอย่างเสา คอนกรีต	ขนาดของตัวอย่าง (กxยxส ซม.)	เหล็กยื่น/ไม้ไผ่	เหล็กปลอก/ไม้ไผ่
1	10x10x80	4 RB6	RB6@0.10 m.
2	12.5x12.5x80	4 RB6	RB6@0.10m.
3	15x15x80	4 RB9	RB6@0.15 m.
4	20x20x80	4 DB20	RB6@0.20 m.
5	10x10x80	ไม้ไผ่ขนาด 1x1.5cm	ไม้ไผ่ขนาด 0.5x0.5 cm@0.10 m.
6	12.5x12.5x80	ไม้ไผ่ขนาด 1.2x1.5cm	ไม้ไผ่ขนาด 0.5x0.5 cm@0.10 m.
7	15x15x80	ไม้ไผ่ขนาด 1.5x1.5cm	ไม้ไผ่ขนาด 1x0.5 cm@0.15 m.
8	20x20x80	ไม้ไผ่ขนาด 2x1.52cm	ไม้ไผ่ขนาด 1x0.5 cm@0.20 m.



ภาพประกอบที่ 12 ไม้ไผ่เสริม



ภาพประกอบที่ 13 การหล่อเสาคอนกรีต

2.2 การออกแบบเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

ข้อกำหนด เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก เสาภายใน ปลายเดี่ยวน กำหนดค่า $f_y = 3,000$ กก./ ซม.^2 $f'_c = 240$ กก./ ซม.^2 กำลังรับน้ำหนักน้อยสุดของเสา ออกแบบเสาขนาด 0.20×0.20 เมตร โดยวิธีกำลัง

ข้อกำหนดที่ใช้ออกแบบ

$$f'_c = 240 \text{ กก./ซม.}^2$$

$$f_y = 3,000 \text{ กก./ซม.}^2$$

ขนาดหน้าตัดของเสา 0.20×0.20 เมตร

ระยะ Covering = 2.50 ซม.

ใช้เหล็กข้ออ้อย 4-DB12

Solⁿ

จากสมการ

$$\begin{aligned} \text{หาค่า } P_0 \text{ จากสูตร } P_0 &= f_y A_{st} + f'_c (A_g - A_{st}) \\ &= [(3 \times 4 \times 1.13) + ((0.24) \times (20^2 - 4.52))] = 108.47 \text{ ตัน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หาค่า } P_n \text{ จากสูตร } P_n &= 0.80 [0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \\ &= 0.80 \times [(0.85 \times 0.24 \times (20^2 - (4 \times 1.13))) + (3 \times 4 \times 1.13)] = \text{ตัน} \end{aligned}$$

$$P_u = \phi P_n = 0.7 \times 62.32 = 43.63 \text{ ตัน}$$

ตัวอย่างการออกแบบเหล็กปลอก

$$\begin{aligned} \text{ระยะเรียงเหล็กลูกตั้ง 16 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กยื่น} \\ = 16 \times 1.2 = 19.2 \text{ ซม.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ระยะเรียงเหล็กลูกตั้ง 48 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กลูกตั้ง} \\ = 48 \times 0.6 = 28.8 \text{ ซม.} \end{aligned}$$

$$\text{ด้านแคบสุดของเสา} = 20 \text{ ซม.}$$

ดังนั้นระยะเหล็กปลอกน้อยที่สุด 1-RB6 @ 19.2 ซม. เลือกใช้เหล็กปลอก 1-RB6 @ 20 ซม. ซึ่งรายการคำนวณเสาขนาดอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การคำนวณกำลังอัดของเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

ขนาดเสาคอนกรีต	กำลังอัดของเสาคอนกรีต (ตัน)		
	P_0	P_n	P_u
10x10x80	26.45	18.30	12.80
12.5x12.5x80	39.95	27.48	19.24
15x15x80	59.50	41.18	28.82
20x20x80	108.47	75.39	52.77

3. การทดสอบคอนกรีต

3.1. การทดสอบค่ายุบตัวของคอนกรีต (Slump test)

การทดสอบหาค่ายุบตัวของคอนกรีต ตามมาตรฐาน American society of Testing and Materials C 143-90a โดยควบคุมให้มีค่ายุบตัวไม่น้อยกว่า 10 ± 2 ซม. ซึ่งใช้แบบกรวยเส้นผ่านศูนย์กลางตอนบน 102 มม. เส้นผ่านศูนย์กลางตอนล่าง 203 มม. สูง 305 มม. โดยบรรจุคอนกรีตลงในแบบ 3 ชั้น ในปริมาณชั้นละเท่าๆกันแต่ละชั้นกระทุ้งด้วยเหล็กปลายกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. ยาว 600 มม. ชั้นละ 25 ครั้ง จากนั้นยกแบบออกแล้ววัดค่ายุบตัว

3.2. การทดสอบกำลังอัด (Compressive strength)

หลังจากถอดแบบคอนกรีตที่มีอายุ 1 วัน แล้วนำตัวอย่างไปบ่มในน้ำที่ห้องควบคุมอุณหภูมิ 23 ± 2 องศาเซลเซียส โดยทำตามมาตรฐาน American society of Testing and materials C 192 เมื่อครบอายุการทดสอบ ทำการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต ที่อายุ 90 วัน

ตามมาตรฐาน American society of Testing and materials C 39 โดยหล่อผิวหน้าให้สม่ำเสมอด้วยกำมะถัน ตามมาตรฐาน American society of Testing and materials C 617 ก่อนการทดสอบ

3.3. การทดสอบแรงดึงของไม้ไผ่

ทำการทดสอบแรงดึงไม้ไผ่ตามมาตรฐาน ASTM โดยใช้ไม้ไผ่ขนาดต่าง ๆ ในตารางที่ 2 และใช้ไม้ไผ่ในการทดสอบ 2 ชนิด เพื่อเปรียบเทียบผล



ภาพประกอบที่ 14 การทดสอบแรงดึงของไม้ไผ่

3.4. การทดสอบกำลังอัดในแนวแกน (Axial load)

หลังจากหล่อ เสา และบ่มในน้ำ เป็นเวลา 28 วันแล้ว จากนั้นนำเสาขึ้นมาผึ่ง ให้แห้ง 24 ชั่วโมง และนำไปทดสอบ ทดสอบความสามารถรับแรงใน (axial load)



ภาพประกอบที่ 15 การทดสอบเสาคอนกรีต