บทที่ 3
อุปกรณ์เครื่องมือ และวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ เครื่องมือ และวิธีดำเนินการวิจัย

การปรับปรุงคุณภาพคอนกรีตให้ได้กำลังสูง จะทำการศึกษาถึงคุณสมบัติต่างๆ ทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และคุณสมบัติทางวิศวกรรม ซึ่งจะเป็นคุณสมบัติที่จะใช้ในการพิจารณาก่อนนำไปใช้งาน ดังนั้นจึงใช้อุปกรณ์เครื่องมือ และวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

<u>อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำวิจัย</u>

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่องมือทดสอบต่างๆดังนี้

1. อุปกรณ์ชุดทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมของมวลรวม
2. อุปกรณ์ชุดทดสอบอินทรีย์สารที่ปนอยู่ในทราย
3. อุปกรณ์ชุดทดสอบหาส่วนขนาดคละของมวลรวม
4. อุปกรณ์ชุดทดสอบการยุบตัวของคอนกรีตสด
5. อุปกรณ์ชุดผสม และหล่อคอนกรีตเข้าแบบมาตรฐานทดสอบกำลังอัด
6. เครื่องมือทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต

3.2 <u>วิธีดำเนินการวิจัย</u>

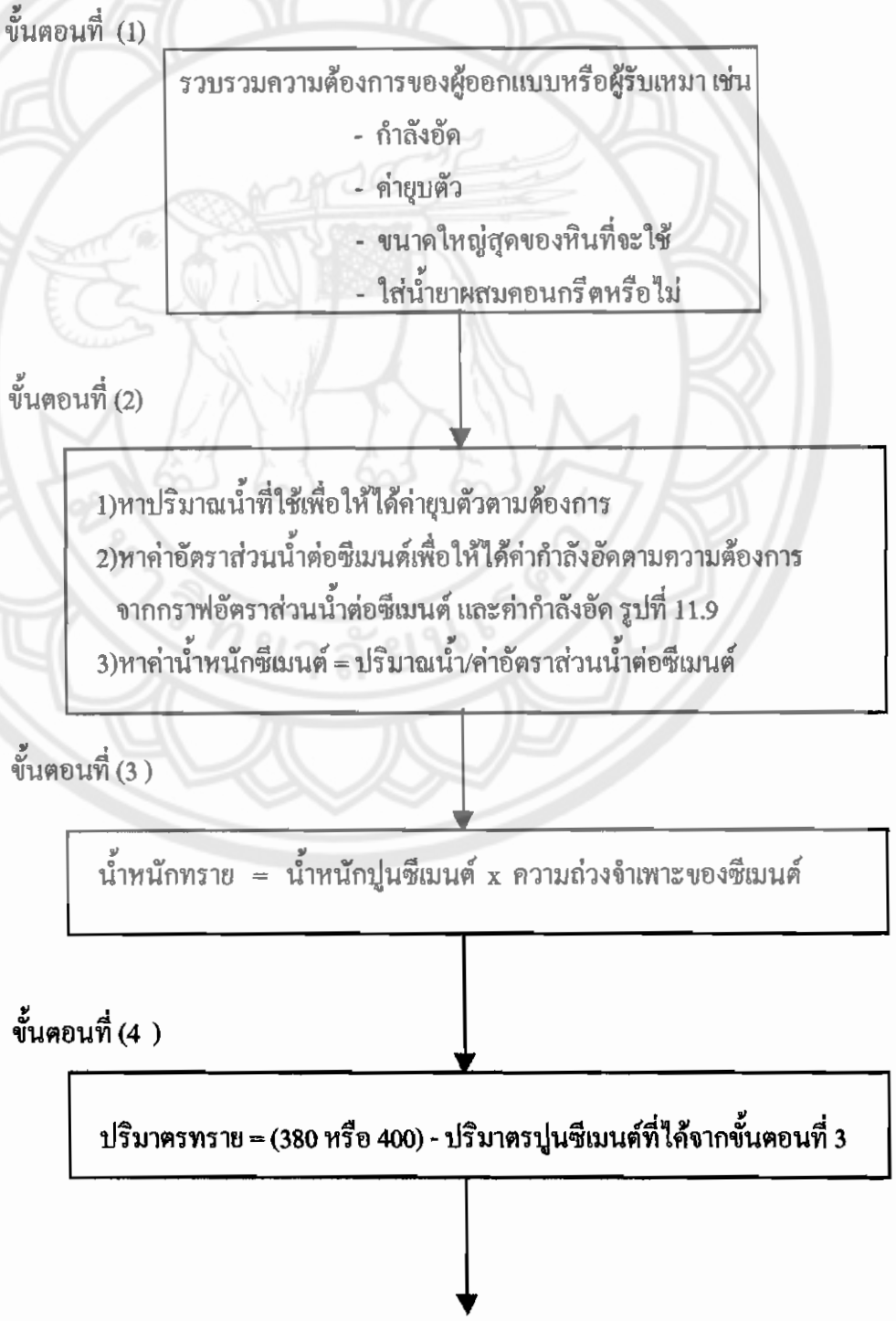
วิธีการดำเนินวิจัย สามารถลำดับขั้นตอนการทำงานได้ตามแผนภูมิการปฏิบัติการทดสอบ

1. การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ และการดูดซึมของมวลรวมภายใต้มาตรฐาน ASTM C127 และ C128 (ภาคผนวก (ก))
2. การทดสอบหาค่าปริมาณอินทรีย์สารที่ปนอยู่ในทรายผสมคอนกรีต ภายใต้มาตรฐาน ASTM C 40 – 79 (ภาคผนวก (ข))
3. การทดสอบหาส่วนขนาดคละของมวลรวมละเอียด และมวลรวมหยาบ ภายใต้มาตรฐาน ASTM C136 – 84 (ภาคผนวก (ค))
4. การออกแบบส่วนผสม
5. การทำการผสม และก้อนตัวอย่างภายใต้มาตรฐาน BS 1881 : PART 3 (ภาคผนวก (ง))

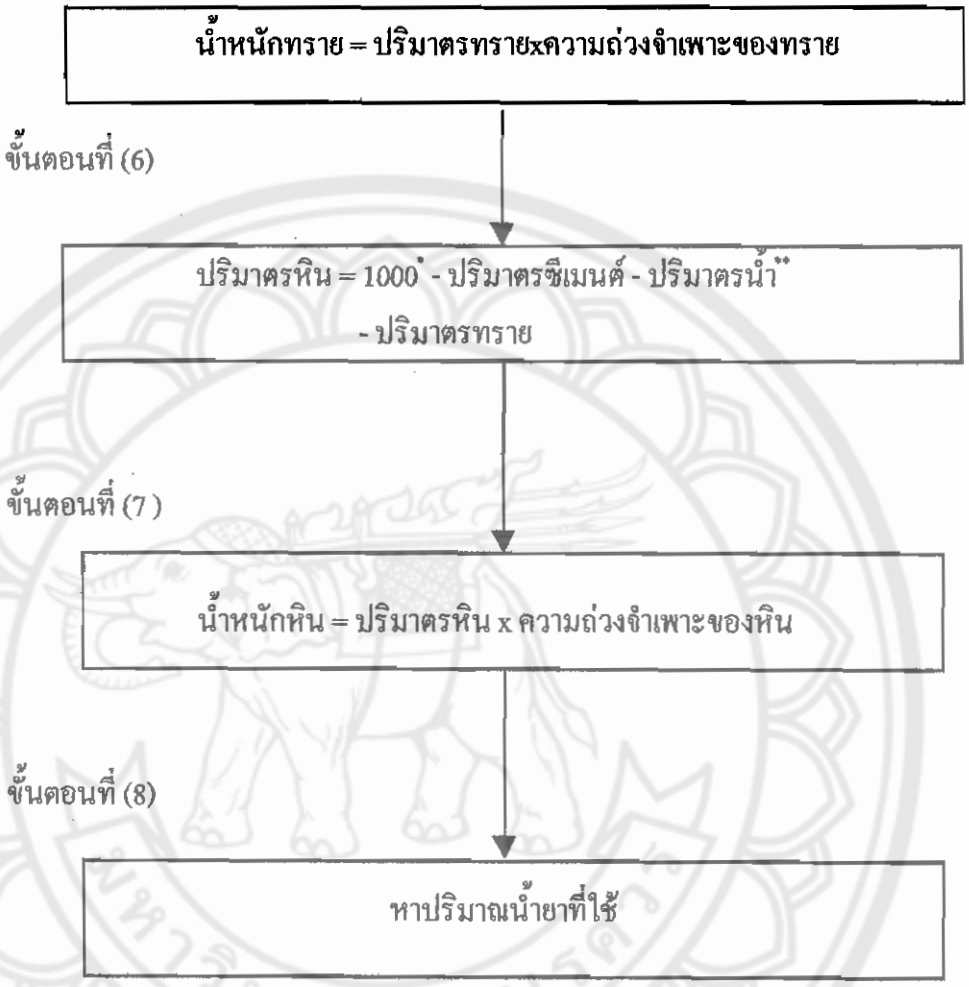
6. การทดสอบค่าการยุบตัว ภายใต้มาตรฐาน ASTM C143 (ภาคผนวก (ข))
7. การบ่มคอนกรีต
8. การทดสอบคอนกรีตภายใต้มาตรฐาน ASTM C192 (ภาคผนวก (ฉ))

3.2.1 ขั้นตอนในการออกแบบ

ขั้นตอนในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต สามารถสรุปได้ดังนี้

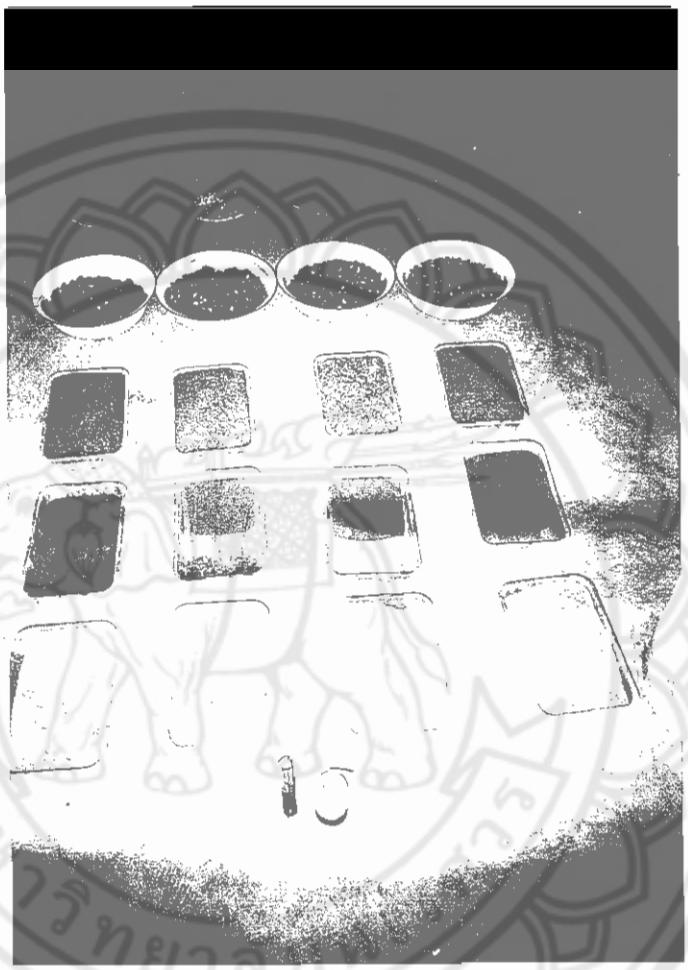


ขั้นตอนที่ (5)



* คอนกรีต 1 ลบ.ม. มีปริมาตร 1000 ลิตร

** ปริมาตรน้ำ = น้ำหนักน้ำ



รูปที่ 6 แสดงการจัดเตรียมอุปกรณ์ก่อนทำการทดลอง

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

3.2.2 การคำนวณออกแบบส่วนผสม

ตัวอย่างที่ 1

เลือกใช้ Silica Fume 5% ของปริมาณซีเมนต์ = 0.05 x 500

= 25 กก.

เลือก Water – Cement ratio = 0.35

ใช้น้ำหนักปูนซีเมนต์ = 500 กก. / ลบ.ม.

ปริมาณน้ำ = น้ำหนักปูน x Water – Cement ratio

= 0.35 x 500

= 175 ลิตร / ลบ.ม.

ปริมาตรซีเมนต์ = น้ำหนักซีเมนต์ / ความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์

= 500 / 3.15

= 160 ลิตร

ปริมาตรทราย = (380 ถึง 450) - ปริมาตรซีเมนต์

จากขนาดหิน ¾" - #4 เลือกใช้ปริมาตรซีเมนต์ + ปริมาตรทราย

เท่ากับ 44% โดยปริมาตร หรือ 440 ลิตร

ดังนั้น ปริมาตรทราย = 440 - 160

= 280 ลิตร / ลบ.ม.

4310172
TA
439
.T155A
2540

น้ำหนักทราย = ปริมาตรทราย x ความถ่วงจำเพาะทราย

= 280 x 2.65

= 742 กก. / ลบ.ม.

ปริมาตรหิน = 1000 – ปริมาตรซีเมนต์ – ปริมาตรน้ำ – ปริมาตรทราย

= 1000 – 160 – 280 – 175

= 405 ลิตร / ลบ.ม.

น้ำหนักหิน = ปริมาตรหิน x ความถ่วงจำเพาะหิน

= 385 x 2.78

= 1070 กก. / ลบ.ม.

สารลดน้ำ = 1000 ซีซี / น้ำหนักปูน 100 กก.

ดังนั้นใช้สารลดน้ำ = 5000 ซีซี

ในการหาสัดส่วนผสมตามละเอียดของส่วนผสมควรเป็นดังนี้

ซีเมนต์	ละเอียดถึง 5 กก.
น้ำ	5 ลิตร
ทราย	5 กก.
หินหรือกรวด	5 กก.
น้ำยาผสมคอนกรีต	50 ซีซี

(ยกเว้นน้ำยาเพิ่มฟองอากาศ)

สรุป

ซีเมนต์	500	กก.
น้ำ	175	ลิตร
ทราย	690	กก.
หินหรือกรวด	1095	กก.
Silica Fume	25	กก.
สารลดน้ำ	5000	ซีซี

หมายเหตุ สำหรับอัตราส่วนผสมของคอนกรีตที่ไม่ได้ใส่ซิลิกาฟูมจะมีอัตราส่วนผสมดังนี้

ซีเมนต์	500	กก.
น้ำ	175	ลิตร
ทราย	690	กก.
หินหรือกรวด	1095	กก.

ตัวอย่างที่ 2

เลือกใช้ Silica Fume 5% ของปริมาณซีเมนต์ = 0.05 x 450

= 22.5 กก.

เลือก Water – Cement ratio = 0.35

ใช้น้ำหนักปูนซีเมนต์ = 450 กก. / ลบ.ม.

ปริมาณน้ำ = น้ำหนักปูน x Water – Cement ratio

= 0.35 x 450

= 157.5 ลิตร / ลบ.ม.

ปริมาตรซีเมนต์ = น้ำหนักซีเมนต์ / ความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์

= 450 / 3.15

= 142.85 ลิตร

ปริมาตรทราย = (380 ถึง 450) - ปริมาตรซีเมนต์

จากขนาดหิน ¾ " - #4 เลือกใช้ปริมาตรซีเมนต์ + ปริมาตรทราย

เท่ากับ 44% โดยปริมาตร หรือ 440 ลิตร

ดังนั้น ปริมาตรทราย = 440 - 142.85

= 297.15 ลิตร / ลบ.ม.

น้ำหนักทราย = ปริมาตรทราย x ความถ่วงจำเพาะทราย

= 297.15 x 2.65

= 787.45 กก. / ลบ.ม.

ปริมาตรหิน = 1000 – ปริมาตรซีเมนต์ – ปริมาตรน้ำ – ปริมาตรทราย

= 1000 – 142.85 – 297.15 – 157.5

= 402.5 ลิตร / ลบ.ม.

น้ำหนักหิน = ปริมาตรหิน x ความถ่วงจำเพาะหิน

= 402.5 x 2.78

= 1119 กก. / ลบ.ม.

สารลดน้ำ = 1000 ซีซี / น้ำหนักปูน 100 กก.

ดังนั้นใช้สารลดน้ำ = 4500 ซีซี

ในการหาสัดส่วนผสมตาวมละเอียดของส่วนผสมควรเป็นดังนี้

ซีเมนต์	ละเอียดถึง 5 กก.
น้ำ	5 ลิตร
ทราย	5 กก.
หินหรือกรวด	5 กก.
น้ำยาผสมคอนกรีต	50 ซีซี

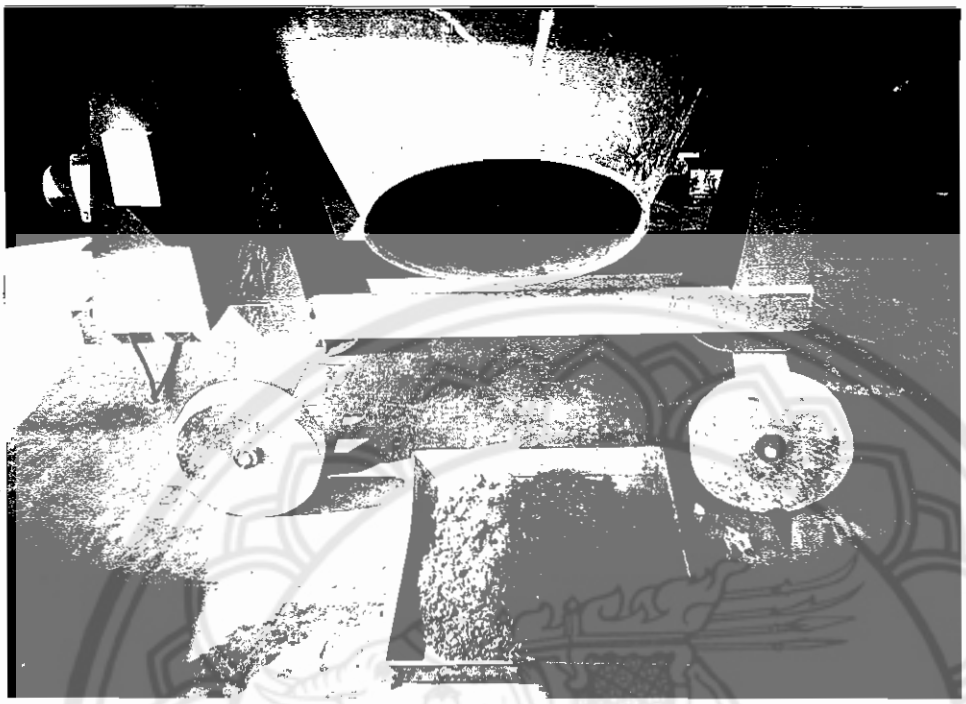
(ยกเว้นน้ำยาเพิ่มฟองอากาศ)

<u>สรุป</u>

ซีเมนต์	450	กก.
น้ำ	160	ลิตร
ทราย	790	กก.
หินหรือกรวด	1120	กก.
Silica Fume	22.5	กก.
สารลดน้ำ	4500	ซีซี

<u>หมายเหตุ</u> สำหรับอัตราส่วนผสมของคอนกรีตที่ไม่ได้ใส่ซิลิกาฟูมจะมีอัตราส่วนผสมดังนี้

ซีเมนต์	450	กก.
น้ำ	160	ลิตร
ทราย	790	กก.
หินหรือกรวด	1120	กก.



รูปที่ 7 แสดงการเทคอนกรีตสดจากโม่ลงสู่ถาดเอนำไปเข้าแบบหลังจากการผสม

รูปที่ 8 แสดงการวัดค่าการยุบตัว และการเข้าแบบของรูปทรงลูกบาศก์

รูปที่ 9 แสดงการนำคอนกรีตสดเข้าแบบและเตรียมทำความสะอาด

รูปที่ 10 แสดงการติดป้าย Mix No. ของคอนกรีตหลังจากเข้าแบบเรียบร้อยแล้ว

3.2.3 การบ่มคอนกรีต

ใช้การขังน้ำ ซึ่งเหมาะสำหรับงานคอนกรีตที่มีพื้นราบ เช่น แผ่นพื้นทั่วไป, ดาดฟ้า, พื้น **สะพาน** ถนนทางเท้า, สนามบิน

วิธีการ ทำโดยใช้ดินเหนียวหรือก่ออิฐทำเป็นคันโดยรอบของงานคอนกรีตที่จะบ่ม

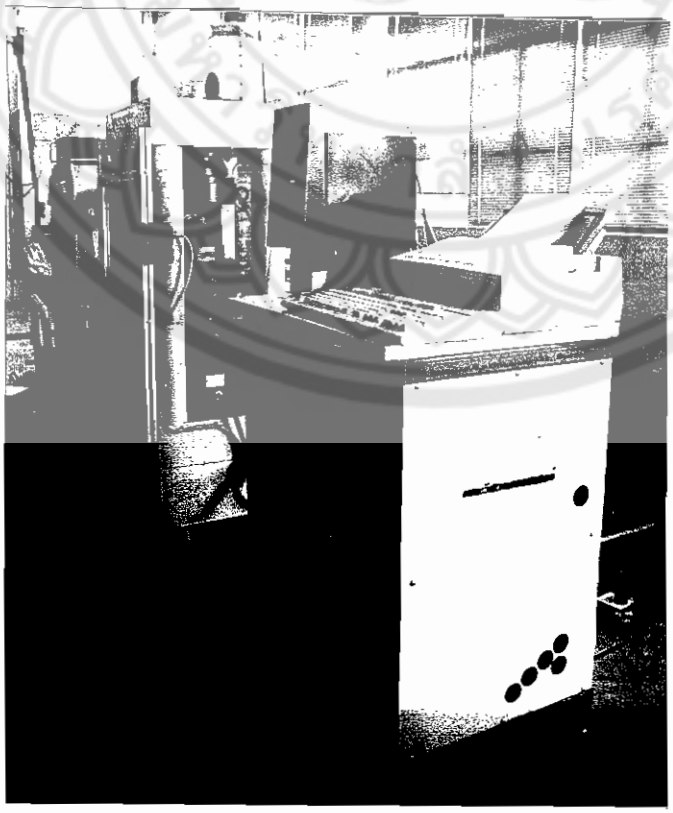
ข้อควรระวัง อย่าให้น้ำที่ใช้บ่มมีอุณหภูมิต่ำกว่าคอนกรีตเกิน $10^{\circ}C$

ข้อได้เปรียบ

1. ทำได้สะดวก, ง่าย, ราคาถูก
2. วัสดุหาได้ง่าย เช่นดินเหนียวและน้ำ
3. ใช้คนงานรำดับกรรมกรทำได้
4. ซ่อมแซมได้สะดวก, รวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย ตัวอย่างเช่นทำคันดินเหนียวและ พัง ก็สามารถซ่อมได้ทันที

ข้อเสียเปรียบ

1. ต้องหมั่นตรวจดูรอยแตกร้าวของดินเหนียวที่นำมาใช้อยู่เสมอ, มิฉะนั้นน้ำจะซึมหนี
2. ต้องเก็บทำความสะอาดบริเวณคอนกรีตที่บ่มเมื่อเสร็จงานบ่มเรียบร้อยแล้ว



3.3 แผนงานปฏิบัติการทดสอบ