

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินโครงการทางวิศวกรรม

3.1 อุปกรณ์เครื่องมือ

- 3.1.1 อุปกรณ์ชุดทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะและการดูซึมของมวลรวม
- 3.1.2 อุปกรณ์ชุดทดสอบอินทรีย์สารที่ปนอยู่ในทราย
- 3.1.3 อุปกรณ์ชุดทดสอบการยุบตัวของคอนกรีต
- 3.1.4 อุปกรณ์ชุดผสมและหล่อคอนกรีตแบบมาตรฐาน
- 3.1.5 อุปกรณ์ชุดทดสอบแบบหล่อบริค

3.2 วิธีการดำเนินโครงการ

วิธีการดำเนินโครงการ สามารถลำดับขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังนี้

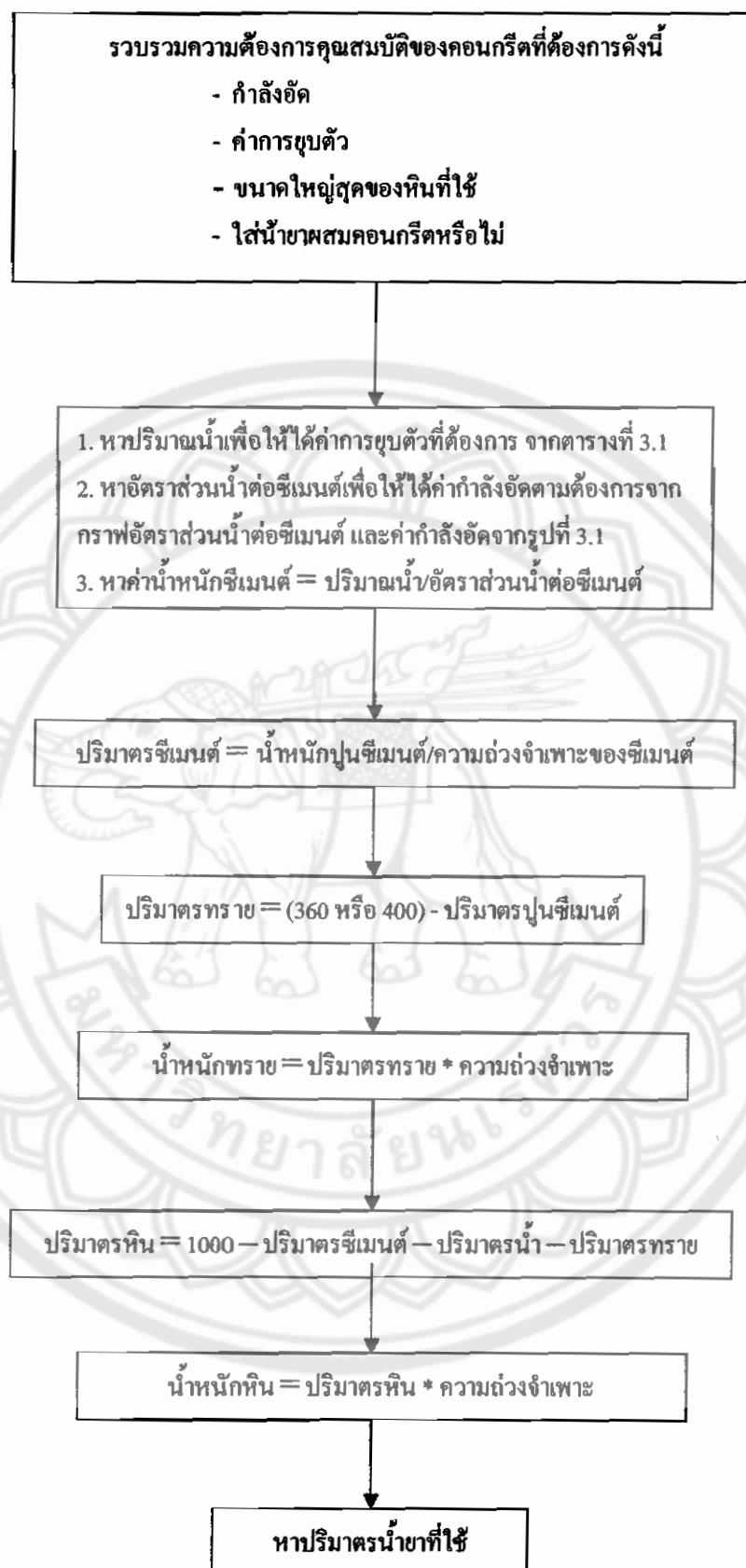
- 3.2.1 ทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะและการดูซึมของมวลรวมทั้งหิน ทราย
ภายใต้มาตรฐาน ASTM C 127 และ ASTM C128
- 3.2.2 การทดสอบหาสารอินทรีย์ในทราย ภายใต้มาตรฐาน ASTM C 40 และ
ASTM D 1544
- 3.2.3 ทดสอบหาค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ภายใต้มาตรฐาน ASTM C 187 และ
มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.15 เล่ม 8
- 3.2.4 ทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีตภายใต้มาตรฐาน ASTM 143
- 3.2.5 การออกแบบส่วนผสมของมอร์ต้าที่ 1%,2%,3%ของน้ำหนักทราย
- 3.2.6 การออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตตัวอย่างที่ 1%,2%,3% ของน้ำหนัก
ทราย
- 3.2.7 บ่มก้อนตัวอย่างตามเวลาที่กำหนด
- 3.2.8 ทดสอบหาค่าแรงดึงของมอร์ต้าภายใต้มาตรฐาน ASTM C 190
- 3.2.9 ทดสอบหาค่าแรงดึงของคอนกรีตโดย Splitting Test ภายใต้มาตรฐาน
ASTM C 496

3.3 ขั้นตอนการออกแบบส่วนผสม

ขั้นตอนการออกแบบส่วนผสมสำหรับงานคอนกรีตทั่วไปนั้นอาจดำเนินงานเป็นขั้นตอนตามวิธีการนำเสนอที่มีหลายวิธี แต่ในโครงการนี้ใช้ของวิธีการออกแบบส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับในประเทศไทย การออกส่วนผสมคอนกรีตสำหรับประเทศไทยเป็นวิธีการออกแบบที่นำเอาการออกแบบของประเทศอเมริกา และประเทศอังกฤษมาประยุกต์เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพวัสดุที่มีในประเทศไทย ซึ่งการที่จะทำการออกแบบคอนกรีตได้นั้นต้องทราบคุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุที่จะนำมาทำคอนกรีตเสียก่อน เช่น ค่าความถ่วงจำเพาะ ปริมาณส่วนละเอียดของวัสดุ ซึ่งขั้นตอนการออกแบบมีดังนี้

1. รวบรวมความต้องการคุณสมบัติของคอนกรีตที่ต้องการดังนี้
 - กำลังอัด
 - ค่าการยุบตัว
 - ขนาดใหญ่สุดของหินที่ใช้
 - ใส่น้ำยาผสมคอนกรีตหรือไม่
2. หาปริมาณน้ำเพื่อให้ได้ค่าการยุบตัวที่ต้องการ จากตารางที่ ก2.1
3. หาอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เพื่อให้ได้ค่ากำลังอัดตามต้องการจากกราฟอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ และค่ากำลังอัดจากรูปที่ ก2.1
4. คำนวณปริมาณปูนซีเมนต์ที่ต้องใช้

ซึ่งการออกแบบคอนกรีตนี้สามารถปฏิบัติได้ตามขั้นตอนการออกแบบของแผนภูมิที่จะแสดงให้ดูต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการออกแบบ Mix design

หมายเหตุ คอนกรีต 1ลบ.ม. มีปริมาตร 1000 ลิตร

ปริมาตรน้ำ = น้ำหนักน้ำ

ตารางที่ 3.1 ปริมาตรน้ำและค่าการยุบตัวแบบไม่ใส่น้ำยา

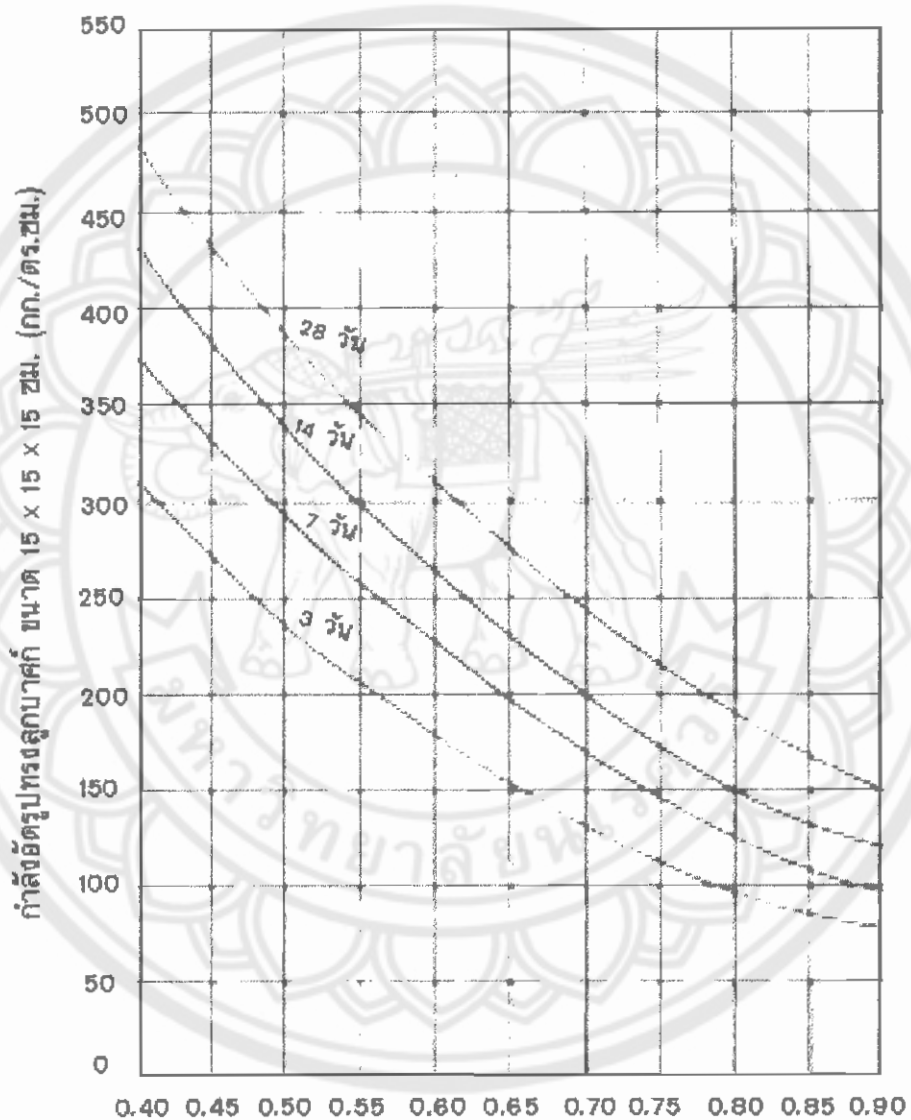
ค่าการยุบตัว (ซม.)	ปริมาตรน้ำต่อ 1 ลบ.ม. คอนกรีต	
	หินย่อยขนาด	หินย่อยขนาด
	1 " - # 4	3/4 " - # 4
7.5 ± 2.5	180	190
10.0 ± 2.5	190	200
12.5 ± 2.5	200	210

ตารางที่ 3.2 ปริมาตรน้ำและค่าการยุบตัวแบบใส่น้ำยา

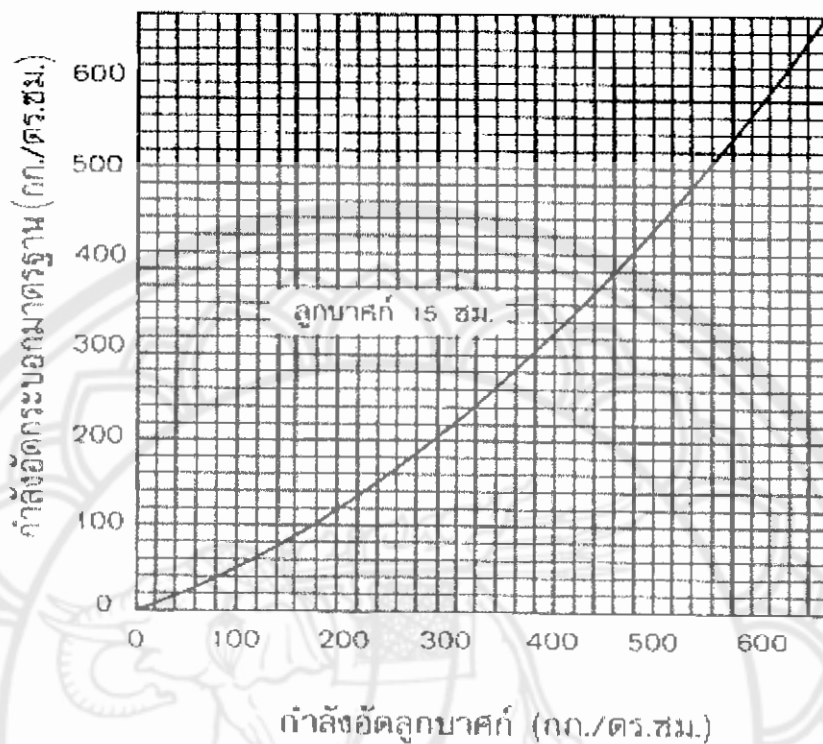
ค่าการยุบตัว (ซม.)	ปริมาตรน้ำต่อ 1 ลบ.ม. คอนกรีต	
	หินย่อยขนาด	หินย่อยขนาด
	1 " - # 4	3/4 " - # 4
7.5 ± 2.5	170	180
10.0 ± 2.5	180	190
12.5 ± 2.5	190	200

ตารางที่ 3.3 ปริมาตรส่วนละเอียด

ขนาดหิน	ปริมาตรปูนซีเมนต์ + ปริมาตรทราย
1 " - # 4	38% โดยปริมาตร หรือ 380 ลิตร
3/4 " - # 4	40% โดยปริมาตร หรือ 400 ลิตร



รูปที่ 3.2 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์และค่ากำลังอัดคอนกรีต (จักรวาล เศรษฐบุตร . คอนกรีต เทคโนโลยี . กรุงเทพฯ : 2539)



รูปที่ 3.3 การแปลงกำลังอัดรูปทรงลูกบาศก์และรูปทรงกระบอก (จัสวาล เศรษฐบุตร . คอนกรีต เทคโนโลยี . กรุงเทพฯ : 2539)

3.4 วิธีการบ่มคอนกรีต

การบ่มคอนกรีต (Curing) เป็นวิธีการที่ช่วยให้ปฏิกิริยาไฮเดรชันของซีเมนต์ เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ซึ่งจะเป็นผลทำให้การพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตเป็นไปได้อย่างสม่ำเสมอต่อเนื่อง ซึ่งสามารถทำได้โดยให้น้ำแก่คอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว

3.4.1 ความสำคัญของการบ่มคอนกรีตมีด้วยกัน 2 ประการ คือ

1. ป้องกันการสูญเสียความชื้นจากเนื้อคอนกรีตเพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีกำลังและความทนทาน
2. รักษาระดับอุณหภูมิให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการแตกร้าวของคอนกรีต

3.4.2 การบ่มคอนกรีตแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามสภาพอุณหภูมิที่ใช้บ่มคือ การบ่มที่อุณหภูมิปกติและ การบ่มที่อุณหภูมิ และความกดดัน

3.4.2.1 การบ่มที่อุณหภูมิปกติ

การบ่มที่อุณหภูมิปกติสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือการเพิ่มความชื้น และวิธีป้องกันการเสียน้ำความชื้น

1. การเพิ่มความชื้น คือวิธีการที่ให้ความชื้นต่อผิวหน้าคอนกรีตโดยตรง

ในระยะเวลาที่คอนกรีตแข็งตัว วิธีนี้นอกจากจะเป็นวิธีการบ่มคอนกรีตที่ดีที่สุดแล้ว ยังสามารถช่วยลดอุณหภูมิที่ผิวของคอนกรีตลงด้วยจึงเหมาะกับคอนกรีตที่เทในอากาศร้อน การป้องกันการความชื้นวิธีนี้ได้แก่ การขังน้ำ โดยการฉีบน้ำหรือพรมน้ำ และโดยการใช้วัสดุเปียกชื้นคลุม เป็นต้น

2. วิธีการป้องกันการเสียน้ำจากเนื้อคอนกรีต คือวิธีที่เป็นการป้องกันการความชื้นจากผิวคอนกรีต ไม่ให้ระเหยออกมามีสู่ภายนอก การป้องกันการความชื้นด้วยวิธีนี้ได้แก่ การใช้กระดาษกันน้ำผ้าพลาสติก หรือสารเคมี เป็นต้น

3.4.2.2 การบ่มที่อุณหภูมิสูง

การบ่มคอนกรีตด้วยอุณหภูมิที่สูงสามารถเร่งอัตราค่าถึงได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงเป็นที่นิยมการผลิตคอนกรีตสำเร็จรูป ลักษณะการบ่มคอนกรีตมีดังนี้

- การบ่มด้วย ไอน้ำที่กดดันต่ำ (Low Pressure Steam Curing)

การบ่มชนิดนี้อุณหภูมิที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 40 – 100 องศาเซลเซียส การเลือกอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นอยู่กับอัตราการเพิ่มกำลังและกำลังสูงสุดที่ต้องการ อุณหภูมิสูงจะทำให้ได้กำลังสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและกำลังประลัยสูงสุดจะมีค่าต่ำ

- การบ่มด้วย ไอน้ำที่ความกดดันสูง (High Pressure Steam Curing) หากต้องการที่จะบ่มคอนกรีตที่อุณหภูมิเกิน 100 องศาเซลเซียส เราต้องให้ความกดดันสูงขึ้น และบ่มคอนกรีตในภาชนะที่ปิดสนิท ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิอยู่ในช่วง 160 – 210 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 6 – 20 atm ซึ่งจะทำให้คอนกรีตมีผลดังนี้

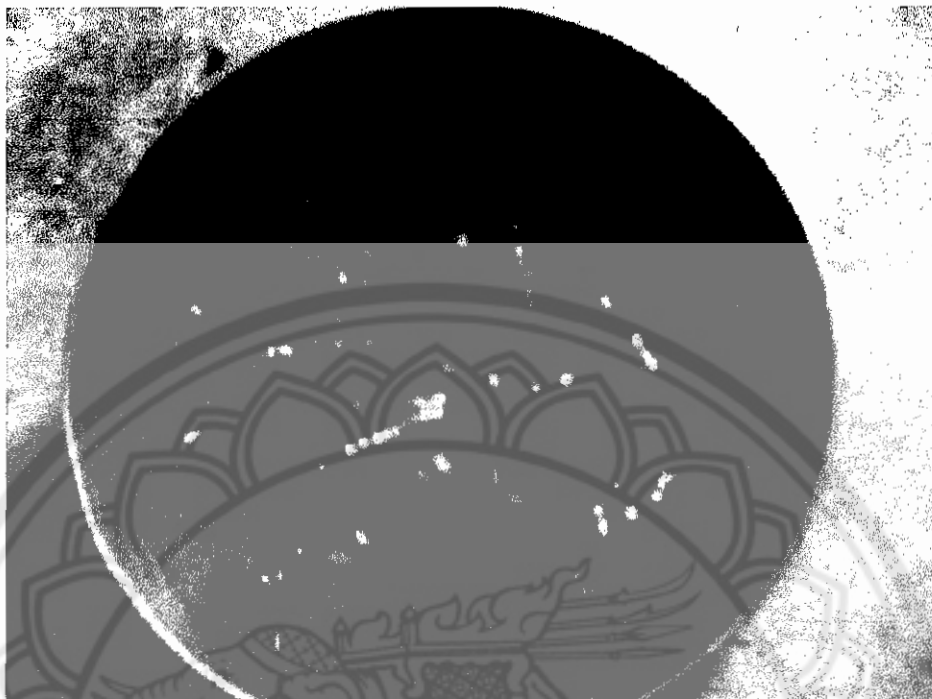
- สามารถใช้คอนกรีตได้ภายใน 24 ชั่วโมง
- มีการหดตัวและการล้าลดลงมาก
- มีความชื้นต่ำภายหลังจากการบ่ม

3.5 ระยะเวลาการบ่ม

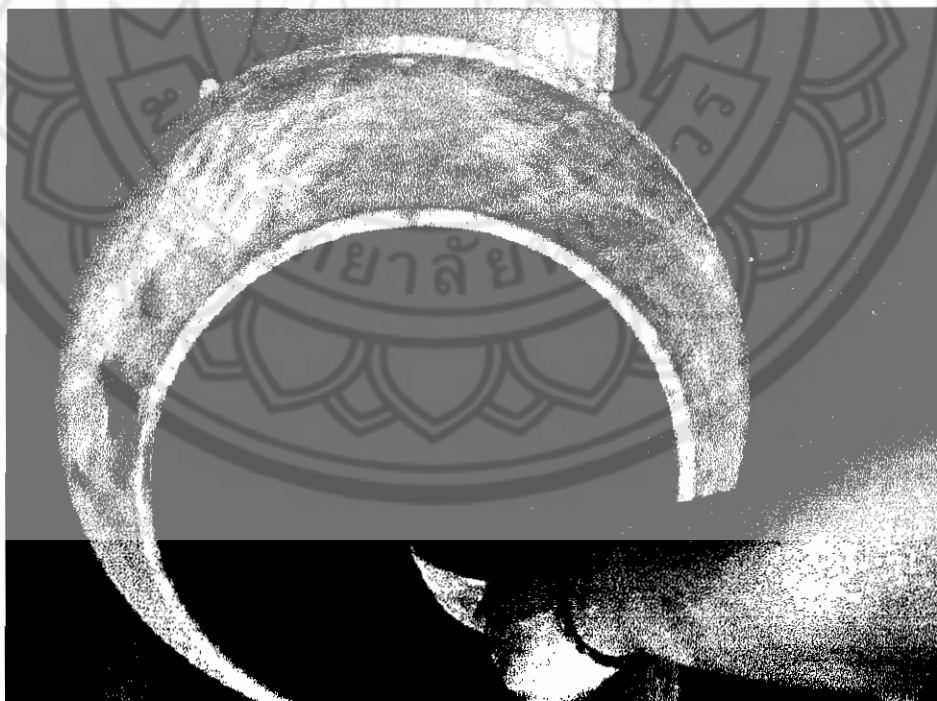
การบ่มคอนกรีตนั้นเป็นการบ่มเพื่อให้คอนกรีตมีกำลังอัดที่สูงขึ้น ส่วนระยะเวลาการบ่มนั้นจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายๆ ประการ อาทิเช่น ชนิดของปูนซีเมนต์ อัตราส่วนผสมของคอนกรีต อุณหภูมิที่ใช้บ่ม ฯลฯ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีผลกับคอนกรีตมาก สำหรับการบ่มนั้นอาจใช้เวลาถึง 1 เดือน สำหรับงานเขื่อน หรือเพียง 3 วัน สำหรับคอนกรีตที่มีปูนซีเมนต์สูง



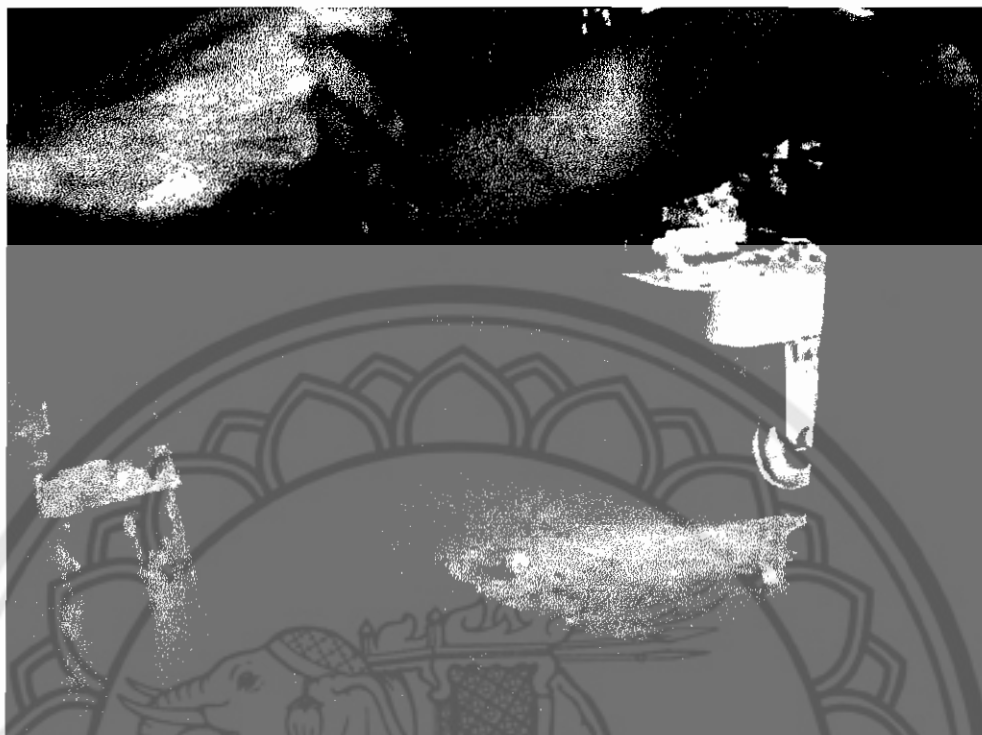
รูปที่ 3.4 แสดงการจัดเตรียมส่วนผสมมอร์ต้า



รูปที่ 3.5 แสดงการจัดเตรียมเส้นเหล็ก



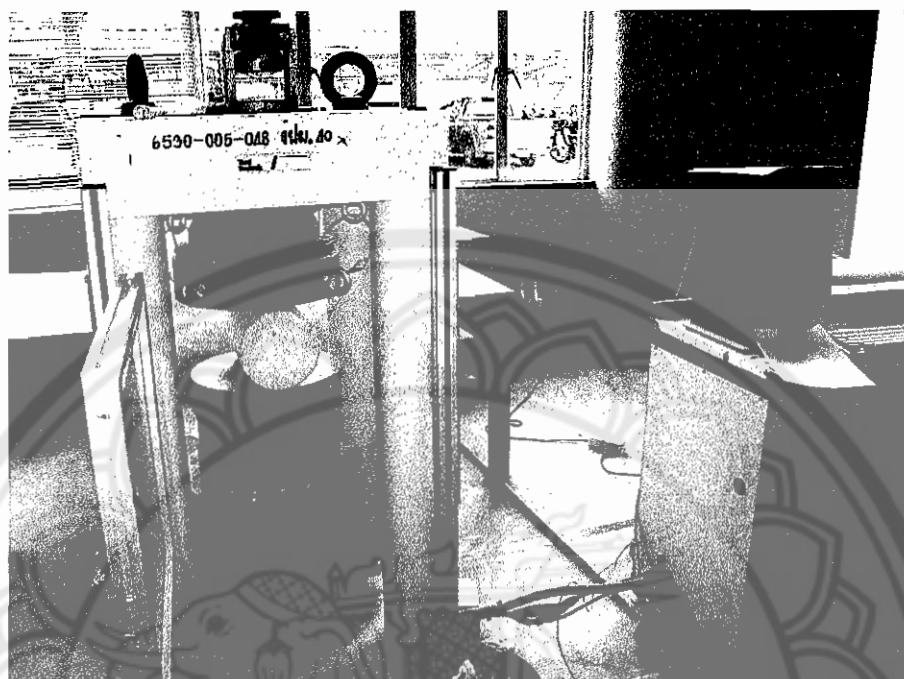
รูปที่ 3.6 แสดงการผสมคอนกรีต



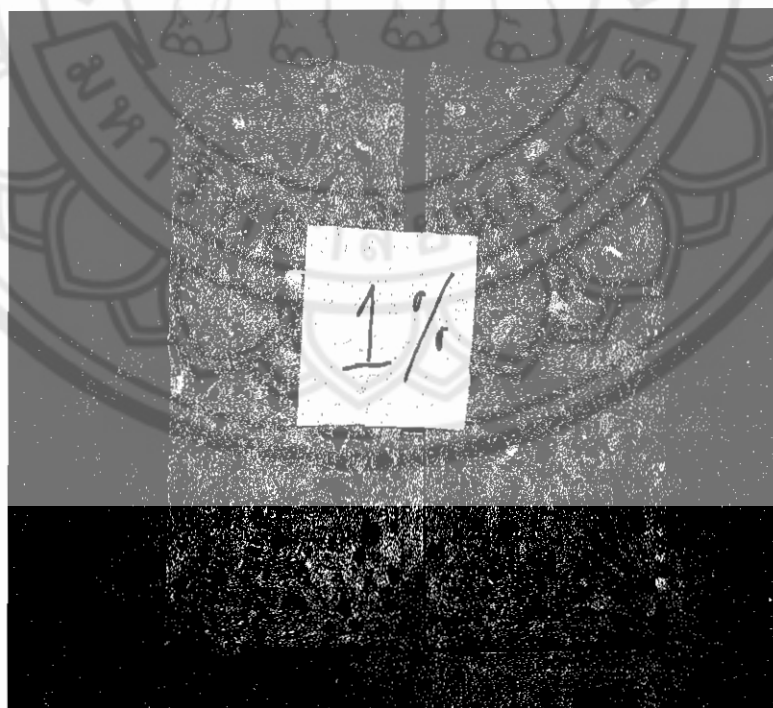
รูปที่ 3.7 แสดงการวัดค่าการยุบตัว



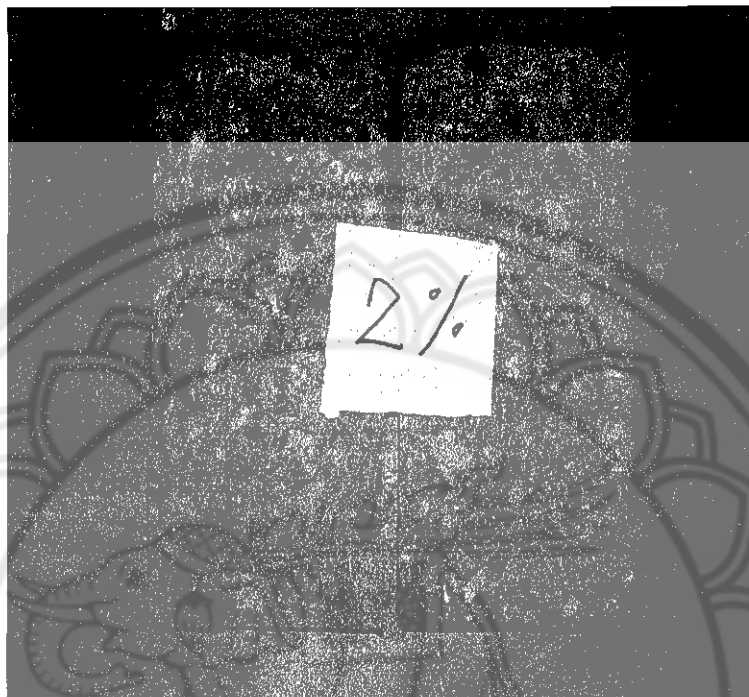
รูปที่ 3.8 แสดงการหล่อแท่งคอนกรีต



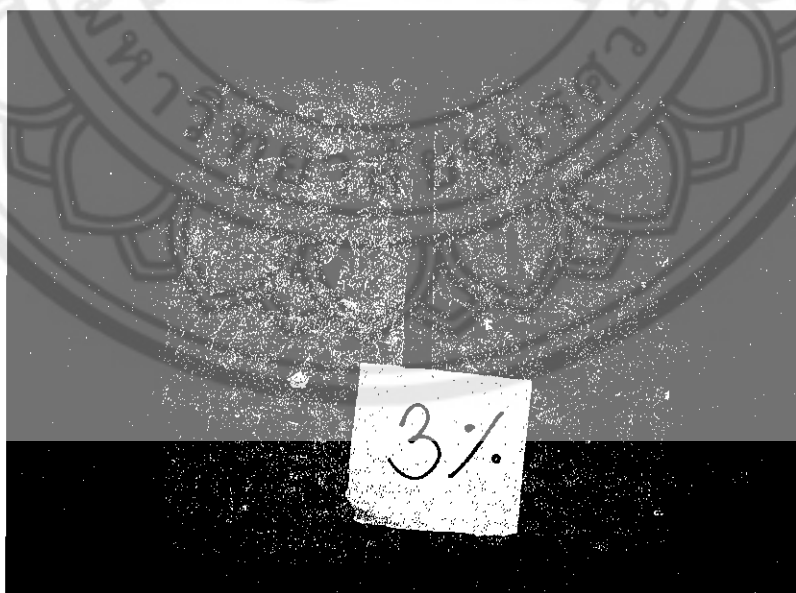
รูปที่ 3.9 แสดงการทดสอบ Splitting Test



รูปที่ 3.10 แสดงการกระจายตัวของเศษเหล็กที่ 1%



รูปที่ 3.11 แสดงการกระจายตัวของเศษเหล็กที่ 2%



รูปที่ 3.12 แสดงการกระจายตัวของเศษเหล็กที่ 3%



รูปที่ 3.13 แสดงการทดสอบการดึงมอร์ต้า



รูปที่ 3.14 แสดงลักษณะการวัดของมอร์ต้า