



วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาเพื่อให้ได้ผลครบตามวัตถุประสงค์ 3 ข้อที่วางไว้ในหัวข้อที่ 1.3 นั้น ก็จำเป็นต้องแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอนเช่นเดียวกัน คือ

2.1 การทดลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมของคอนกรีตผสมเสร็จ

เมื่อต้องการทราบพฤติกรรมของคอนกรีต จะต้องทราบสมบัติบางประการของวัสดุที่นำมาผสมกันเข้าเป็นคอนกรีตเสียก่อน ดังนั้น จึงดำเนินการทดสอบสมบัติของวัสดุที่จำเป็นต้องทราบ คือ

ก) ส่วนขนาดละเอียดของมวลรวมละเอียด และมวลรวมหยาบ ตามมาตรฐาน ASTM C136

ข) ความถ่วงจำเพาะ และการดูดน้ำของมวลรวมละเอียด ตามมาตรฐาน ASTM C128

ค) ความถ่วงจำเพาะ และการดูดน้ำของมวลรวมหยาบ ตามมาตรฐาน ASTM C127

ง) ความชื้นผิวของมวลรวมละเอียด ตามมาตรฐาน ASTM C70
 ทั้งนี้สมบัติในข้อ ก) ทำทดสอบเพียงครั้งเดียว และข้อ ข) กับ ข้อ ค) ทำทดสอบ 2 ครั้ง นำมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนสมบัติของวัสดุในข้อ ง) ทำการทดสอบทุกครั้ง ก่อนที่จะเริ่มการทดลองแต่ละครั้ง สำหรับการเก็บตัวอย่าง ใช้สุ่มจากกองมวลรวมของโรงผสมคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C75 และการลดขนาดของตัวอย่างลงให้มีปริมาณตามต้องการ ทำด้วยการแบ่งสี่

ชนิดของคอนกรีตที่นำมาทดสอบ ได้เลือกคอนกรีตที่มีปฏิภาคส่วนผสมต่างกันเป็น 2 ส่วนผสม ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในงานก่อสร้าง โดยเฉพาะงานก่อสร้างอาคาร ปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตทั้ง 2 ส่วนผสมดังกล่าวนี้ แสดงไว้ในตารางที่

ตารางที่ 2.1 ปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ทดลอง เมื่อมวลรวมอยู่ในสภาพอิ่มน้ำ ผิวแห้ง

ส่วนผสมที่	ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 (ก.ก./ลบ.ม.)	มวลรวมละเอียด (ก.ก./ลบ.ม.)	มวลรวมหยาบ 1" - # 4 (ก.ก./ลบ.ม.)	อัตราส่วน น้ำต่อซีเมนต์ โดยน้ำหนัก	ค่าการยุบมากที่สุด (ซ.ม.)	ค่ากำลังอัดที่รับรอง (ก.ก./ตร.ซ.ม.)
1	300	700	1240	0.55	7.5	180
2	350	690	1200	0.53	7.5	240

ตารางที่ 2.2 ปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ทดลอง จากการชั่ง ณ โรงผสมคอนกรีต

ส่วนผสมที่	ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 (ก.ก./ลบ.ม.)	มวลรวมละเอียด (ก.ก./ลบ.ม.)	มวลรวมหยาบ 1" - # 4 (ก.ก./ลบ.ม.)	อัตราส่วน น้ำต่อซีเมนต์ โดยน้ำหนัก	ค่าการยุบมากที่สุด (ซ.ม.)	ค่ากำลังอัดที่รับรอง (ก.ก./ตร.ซ.ม.)
1	300	730	1250	0.55	7.5	180
2	350	710	1210	0.53	7.5	240

ปฏิภาคส่วนผสมในตารางที่ 2.1 ใช้เมื่อมวลรวมอยู่ในสภาพอิ่มน้ำผิวแห้ง ดังนั้นเพื่อทดแทนความชื้นผิวของมวลรวม ทางโรงผสมคอนกรีตจะเพิ่มน้ำหนักของมวลรวมขึ้น ทำให้ปฏิภาคส่วนผสมที่ใช้ในการบ่งวัสดุส่วนผสม ณ โรงผสมคอนกรีตเปลี่ยนไปเป็นดังตารางที่ 2.2

2.1.1 การศึกษาอิทธิพลของเวลาการผสม เป็นการศึกษาสมบัติของคอนกรีตผสมเสร็จในรถผสมที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการถูกกวนรออยู่ในโม้ โดยพิจารณาตั้งแต่เริ่มการผสมครั้งแรกเรื่อยไปจนกระทั่งโม้ไม่สามารถนำคอนกรีตออกจากโม้ได้ ทั้งนี้โดยไม่มี การเติมน้ำเพิ่มจากการผสมครั้งแรก

ก) วิธีดำเนินการ บรรจุคอนกรีต 1.5 ลบ.ม. ตามปฏิภาคส่วนผสมที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.2 ลงไปในรถผสม เติมน้ำที่นับเป็น "ปริมาณน้ำในการผสมครั้งแรก" ลงไปพอที่จะทำให้เกิดการยุบประมาณ 7.5 ซม. การกะปริมาณน้ำนี้ทำเหมือนสภาพการทำงานในสนาม คือ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของคนขับรถผสมเอง บันทึก "ปริมาณน้ำในการผสมครั้งแรก" ไว้ มีการเติมน้ำที่การผสมครั้งแรกเพียงครั้งเดียวเท่านั้น การผสมครั้งแรกหมุนโม้ด้วยอัตราเร็วที่ใช้ผสม ต่อจากนั้นหมุนโม้ด้วยอัตราเร็วที่ใช้กวน

ข) การเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างแรกหลังการผสมครั้งแรก และตัวอย่างที่ 2 และ 3 เก็บ ณ เวลาการผสม 30 และ 60 นาทีตามลำดับ ต่อจากนั้นเก็บตัวอย่างทุกๆ 20 นาทีจนไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ ทุกตัวอย่างประกอบด้วยคอนกรีตรูปทรงกระบอกขนาด ϕ 15 x 30 ซม. จำนวน 6 ลูก และทุกครั้งเก็บตัวอย่างคอนกรีต

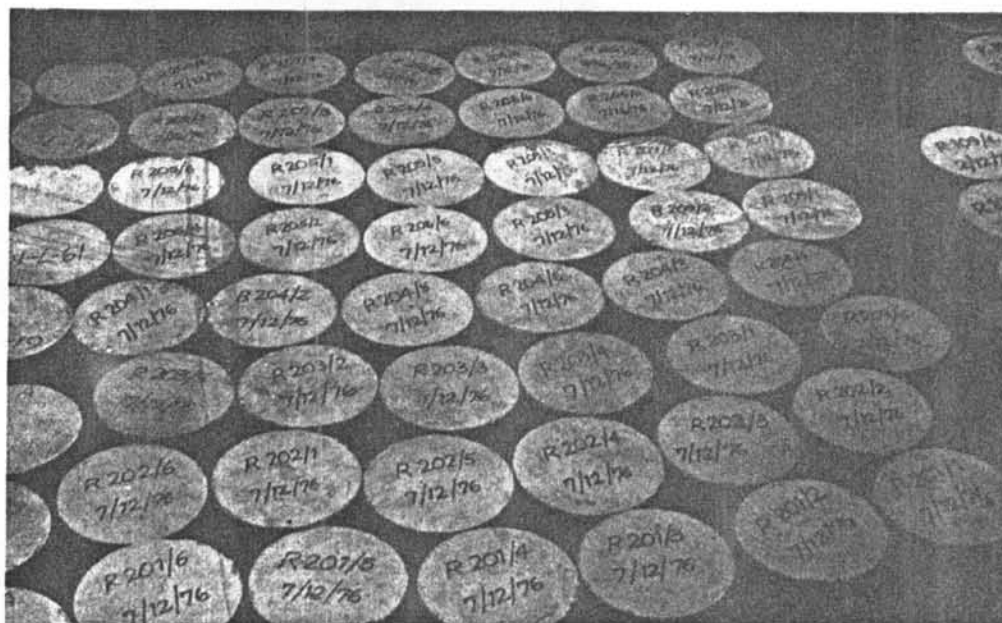
– บันทึกจำนวนรอบในการหมุนโม้ผสม นับแต่เริ่มเติมน้ำจนถึงขณะ
ที่เก็บตัวอย่าง

– ทำการทดสอบหาค่าการยุบของคอนกรีตสด 2 ครั้ง ตามมาตรฐาน
ASTM C143

ค) การบ่มตัวอย่างและการทดสอบกำลังอัด ตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่เก็บไว้แต่ละครั้ง ให้ปล่อยทิ้งไว้ในแบบโดยคลุมด้วยกระดาษชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนทำการถอดแบบ (ดูรูปที่ 2.1) เมื่อถอดแบบแล้วนำไปบ่มใน



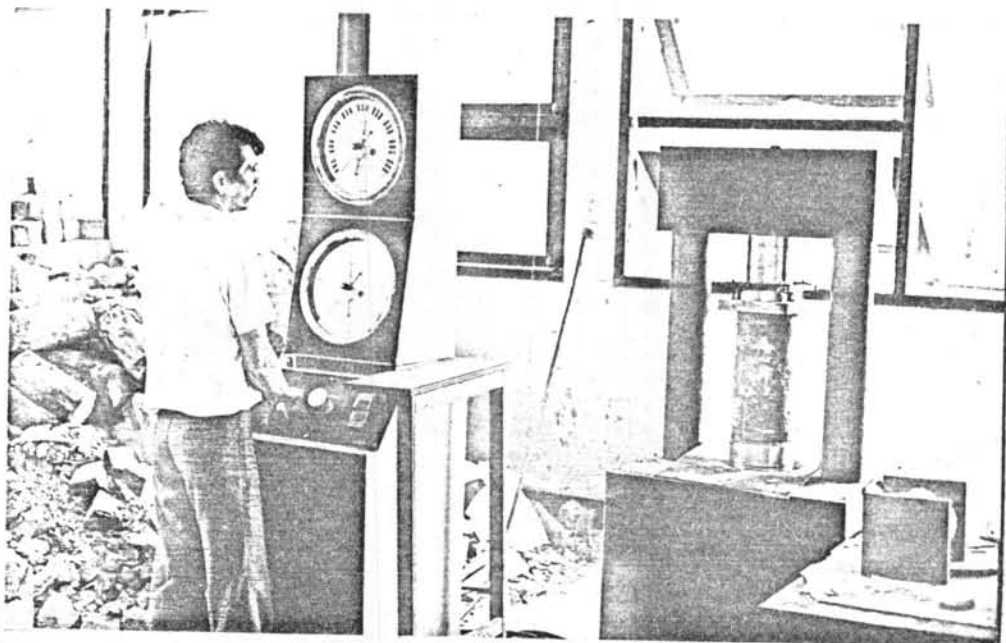
รูปที่ 2.1 การคลุมตัวอย่างคอนกรีตด้วยกระสอบชื้น หลังจากหล่อคอนกรีตลงแบบ



รูปที่ 2.2 การบ่มตัวอย่างคอนกรีตในบ่อน้ำ



รูปที่ 2.3 การหล่อฝาด้วย่างคอนกรีตด้วยกำมะถัน



รูปที่ 2.4 การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตด้วยเครื่อง SOILTEST Hydraulic Testing Machine ซึ่งมีกำลังอัดสูงสุด 180 ตัน

บ่อที่กักน้ำไว้จนท่วมตัวอย่างหมด (ดูรูปที่ 2.2) ทำการบ่มไปจนถึงอายุการทดสอบ จึงนำไปทดสอบกำลังอัด โดยจำนวนตัวอย่างคอนกรีต 6 ลูกที่เก็บแต่ละครั้งนั้นนำไปทดสอบกำลังอัดที่อายุ 7 วันและ 28 วันอย่างละ 3 ลูกเท่าๆกัน

สำหรับการทดสอบกำลังอัด เริ่มด้วยการหล่อฟ้ายี่หัวและท้ายของตัวอย่าง ด้วยกำมะถัน (ดูรูปที่ 2.3) ให้ก้อนตัวอย่างคอนกรีตมีผิวหน้าเรียบตั้งฉากกับแกน รอนฟ้ายี่หัวไว้นี้เย็นตัวลง จึงนำไปทดสอบหากำลังอัดด้วยเครื่อง SOILTEST Hydraulic Testing Machine ซึ่งมีกำลังอัดสูงสุด 180 ตัน (ดูรูปที่ 2.4) ด้วยอัตราการเพิ่มน้ำหนักรวดทุกในการทดสอบโดยปกติของผู้ผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ ที่ไปทำการทดลองนี้คือประมาณ 200-240 ก.ก./ตร.ซ.ม. ต่อนาที

2.1.2 การศึกษาอิทธิพลของการผสมซ้ำ เป็นการศึกษาสมบัติของ คอนกรีตผสมเสร็จในรตผสม เมื่อมีการเติมน้ำและผสมเพิ่มจากการผสมครั้งแรก เพื่อควบคุมให้คอนกรีตมีการยุบคงที่

ก) วิธีดำเนินการ ในระยะแรกทำเหมือนกับการศึกษาอิทธิพลของ เวลาการผสม คือ บรรจุคอนกรีต 1.5 ลบ.ม. ลงไปในรตผสม เติมน้ำในการผสม ครั้งแรกลงไปพอที่จะทำให้เกิดการยุบ 7.5 ซม. ทำการผสมครั้งแรกโดยหมุนไม้ ด้วยอัตราเร็วที่ใช้ผสม แต่หลังจากเก็บตัวอย่างแรกหลังการผสมครั้งแรกแล้ว ก่อนจะถึง เวลาเก็บตัวอย่างครั้งต่อไปประมาณ 3-5 นาที ให้คนขับรตผสมคอนกรีต ใช้ประสบการณ์และความชำนาญพิจารณาลักษณะของคอนกรีตสดในรตว่า คอนกรีตมี การยุบลดลงหรือไม่ ถ้าการยุบไม่ลดลงก็เก็บตัวอย่างทันที แต่ถ้าคอนกรีตมีการยุบ ลดลงก็เติมน้ำและทำการผสมเพิ่ม เหมือนกับที่เคยทำในสภาพสนาม แล้วจึงเก็บตัวอย่าง

ข) การเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างแรกหลังการผสมครั้งแรก และ ตัวอย่างต่อไปเก็บทุกๆ 30 นาทีจนครบ 3 ชั่วโมง ต่อจากนั้นเก็บตัวอย่างทุกๆ 20 นาทีจนไม่สามารถเก็บตัวอย่างจากรตผสมได้ ทุกตัวอย่างประกอบด้วยคอนกรีต รูปทรงกระบอกขนาด ϕ 15 x 30 ซม. จำนวน 6 ลูก และทุกครั้งที่ได้เก็บตัวอย่าง

- บันทึกปริมาณน้ำที่ได้เติมเพิ่มลงไปในการผสมแต่ละครั้ง
- บันทึกจำนวนรอบในการหมุนไม้ผสม นับแต่เริ่มเติมน้ำครั้งแรก จนถึงขณะที่เก็บตัวอย่าง

– ทำการทดสอบหาการยุบของคอนกรีตสด 2 ครั้ง ตามมาตรฐาน
ASTM C143

ก) การบ่มตัวอย่างและการทดสอบกำลังอัด ทำแบบเดียวกับกรณีการ
ศึกษาอิทธิพลของ เวลาการผสม

2.2 การประเมินผลจากข้อมูลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตในอดี

กำลังของคอนกรีตนั้น เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าเป็นสมบัติที่มีความหมาย
ที่สุดของคอนกรีต แม้ในบางกรณีสมบัติอย่างอื่น เช่น ความคงทน หรือการซึมไม่ได้
อาจมีความสำคัญมากกว่าก็ตาม ทั้งนี้เป็นเพราะว่า กำลังของคอนกรีตมีความสัมพันธ์
โดยตรงกับโครงสร้างของซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้ว ซึ่งนั่นก็หมายความว่า ข้อมูลจาก
กำลังของคอนกรีตสามารถที่จะให้ภาพอย่างกว้างๆ เกี่ยวกับคุณภาพของคอนกรีตได้
ดังนั้นการศึกษาระดับการควบคุมคุณภาพของคอนกรีตผสมเสร็จในสนาม จึงสามารถ
จะกระทำโดยการวิเคราะห์ และประเมินจากผลการทดสอบกำลัง โดยเฉพาอย่าง
ยิ่ง กำลังอัดของคอนกรีตในอดีตได้เช่นเดียวกัน

สำหรับวิธีการที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ และประเมินผลในการวิจัยนี้อาศัย
วิธีการทางสถิติเบื้องต้น ตามมาตรฐาน ACI 214-65⁽³⁾ ส่วนข้อมูลที่นำมาประเมิน
ผลนั้น คือ กำลังอัดของคอนกรีตรูปทรงกระบอกขนาด ϕ 15 x 30 ซม. ทั้งที่อายุ
7 วันและ 28 วัน ของตัวอย่างคอนกรีตทุกตัวอย่างจาก 2 ส่วนผสม (ในตารางที่
2.1 หรือ 2.2) ซึ่งเก็บมาจากสนามโดยผู้ผลิตคอนกรีตผสมเสร็จที่ไปทำการวิจัยใน
หัวข้อที่ 2.1 โดยคิดแยกตามงานก่อสร้างแต่ละงานไป สิ่งที่ได้ออกจากการประเมินผล
ในการวิจัยนี้ คือ

1. ค่ากำลังอัดโดยเฉลี่ยของคอนกรีต ทั้งที่อายุ 7 วันและ 28 วัน
2. ระดับการควบคุมคุณภาพในการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ
3. ประสิทธิภาพในการทดสอบกำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีต
4. การปรับปรุงปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีตให้สอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริง

2.3 การกำหนดขอบเขตและเงื่อนไขการใช้คอนกรีตผสมเสร็จ

การกำหนดขอบเขตและเงื่อนไขการใช้คอนกรีตผสมเสร็จในการวิจัยนี้ คือ การกำหนดขอบเขตและเงื่อนไขของเวลาการผสม และการผสมซ้ำ ที่ยังคงทำให้ คอนกรีตในรถผสมคอนกรีตอยู่ในสภาพที่สามารถนำไปใช้ในงานก่อสร้างได้โดยไม่เสีย คุณภาพ ซึ่งดำเนินการโดยสรุปจาก พฤติกรรมของคอนกรีตในรถผสมจากการศึกษา ในหัวข้อที่ 2.1 กับระดับการควบคุมคุณภาพของการผลิตคอนกรีตที่ได้จากการศึกษา ในหัวข้อที่ 2.2 เพื่อให้ขอบเขตและเงื่อนไขที่กำหนดขึ้นนี้สามารถใช้ได้อย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสภาพการผลิต ตลอดจนสภาพสนามของประเทศไทยโดยเฉพาะ