

ข้อสรุปและเสนอแนะ

7.1 ข้อสรุป

จากการวิจัยเกี่ยวกับคอนกรีตผสมเสร็จในสภาพการผลิต และสภาพสนามของประเทศไทย สรุปได้ว่า

1. เวลาการผสม เมื่อกวนคอนกรีตผสมเสร็จรออยู่ในโม้เป็นเวลานาน โดยไม่เติมน้ำเพิ่มและผสมใหม่ จะมีผลต่อสมบัติต่างๆทางวิศวกรรมของคอนกรีต ดังนี้ คือ

ก) กำลังอัดของคอนกรีต มีค่าค่อนข้างคงที่ โดยมีแนวโน้มไปในทางที่จะมีกำลังอัดสูงขึ้นตามเวลาการผสมที่ผ่านไป

ข) คอนกรีตสดมีค่าการยุบไม่เปลี่ยนแปลงมากนักในช่วงแรกของเวลาการผสม แต่หลังจากเวลาการผสมเกิน 100 นาทีขึ้นไปแล้ว ค่าการยุบของคอนกรีตสดจะลดลงอย่างเห็นที่เห็นได้

ค) คอนกรีตสดจะค่อยๆเปลี่ยนจากสภาพพลาสติกและค่อนข้างอ่อนทรายไปเป็นคอนกรีตสดที่เหนียวและแก่ทรายตามลำดับเวลาการผสม

ง) คอนกรีตจะยังอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ โดยยังคงมีค่าการยุบ และความชื้นเหลือเพียงพอแก่การเทลงแบบ เมื่อเวลาการผสมไม่เกิน 100 นาที

2. การผสมซ้ำ เมื่อเติมน้ำเพิ่มจากการผสมครั้งแรกลงไปในรอบผสมคอนกรีต และทำการผสมใหม่ เพื่อควบคุมให้คอนกรีตผสมเสร็จมีค่าการยุบคงที่ จะมีผลต่อสมบัติต่างๆทางวิศวกรรมของคอนกรีต ดังนี้ คือ

ก) กำลังอัดของคอนกรีตลดลง โดยมีความสัมพันธ์เกือบเป็นเส้นตรงกับเวลาการผสมที่ผ่านไป

ข) คอนกรีตสดจะค่อยๆเปลี่ยนแปลงจากสภาพที่ค่อนข้างอ่อนทราย ไปเป็นคอนกรีตสดในสภาพที่ค่อนข้างแก่ทราย

ค) คอนกรีตจะยังอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ โดยที่มีกำลังอัดลดลง แต่ยังคงอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ เมื่อเวลาการผสมไม่เกิน 120 นาที

3. ระดับการควบคุมคุณภาพในการผลิตของคอนกรีตผสมเสร็จ ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ "พอใช้" โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 35 - 50 ก.ก./ตร.ซ.ม. ระดับการควบคุมคุณภาพในการผลิตนี้ ขึ้นอยู่กับระดับการทำงานของผู้รับเหมาก่อสร้างที่ใช้คอนกรีตผสมเสร็จ และระดับความสำคัญของส่วนของโครงสร้างที่ใช้คอนกรีตนั้น ดังนั้น คอนกรีตที่มีปริมาณปูนซีเมนต์ในส่วนผสมที่สูงกว่า จึงมักได้รับการควบคุมคุณภาพในระดับที่ดีกว่า

4. ระดับการควบคุมคุณภาพการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เพราะความบกพร่องในการดูแลตัวอย่างคอนกรีตสด การขนย้ายตัวอย่างคอนกรีตบ่อยครั้ง และอัตราการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกทุกแ่งตัวอย่างในการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตไม่สม่ำเสมอ และเร็วกว่ามาตรฐานการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต ASTM C39 ออยู่มาก

## 7.2 ข้อเสนอแนะในการทำงานเกี่ยวกับคอนกรีตผสมเสร็จ

การทำงานเกี่ยวกับคอนกรีตผสมเสร็จ จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือและความเข้าใจกันของทั้งฝ่ายผู้ผลิต และฝ่ายผู้ใช้ จึงจะได้คอนกรีตที่มีคุณภาพดี ข้อเสนอแนะต่อไปนี้เป็นการแก้ไขข้อบกพร่อง หรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนต่างๆ ในการทำงานเกี่ยวกับคอนกรีตผสมเสร็จในปัจจุบัน

1. การออกแบบปฏิกิริยาส่วนผสมของคอนกรีต ให้กำหนดค่ากำลังอัดโดยเฉลี่ยที่จะทำการผลิต ( $f_{cr}$ ) จากค่ากำลังอัดที่เป็นเป้าหมาย ( $f'_c$ ) โดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการผลิต = 45 ก.ก./ตร.ซ.ม. ดังนั้น จากสมการที่ 5.9 และข้อกำหนดในการผลิตคอนกรีตจากหัวข้อที่ 5.1.4 จะได้สมการในการคำนวณเป็น

$$f_{cr} = f'_c + 57.69 \text{ ก.ก./ตร.ซ.ม.}$$

2. การผสมครั้งแรก ให้ยึดเวลาการผสมครั้งแรกออกไปอีกอย่างน้อย

จนกระทั่ง จำนวนรอบในการหมุนไม้ด้วยอัตราเร็วที่ใช้ผสมครบ 70 - 100 รอบตามมาตรฐาน ASTM C94 (ซึ่งถ้าทำการผสมครั้งแรกด้วยวิธีการในปัจจุบัน ก็อาจประมาณได้ว่า ต้องใช้เวลาในการผสมครั้งแรกนี้อยู่ในช่วง 10 - 15 นาที)

3. ปริมาณน้ำ ที่ใช้เติมไปในการผสมทุกครั้งนอกจากการผสมครั้งแรก มีผลสำคัญที่ทำให้กำลังอัดของคอนกรีตลดลง แม้ในกรณีที่มีการเติมน้ำเพิ่มจะทำเพียงเพื่อควบคุมให้การยุบของคอนกรีตสดมีค่าคงที่ก็ตาม ดังนั้น ถ้าไม่มีความจำเป็นและเหตุผลอันสมควร ให้หลีกเลี่ยงการผสมซ้ำเสีย แต่ในกรณีที่จำเป็นต้องทำการผสมซ้ำ ควรหมุนไม้ด้วยอัตราเร็วที่ใช้ผสมหลังจากเติมน้ำเพิ่มให้ครบ 20 - 30 รอบตามมาตรฐาน ASTM C94

4. การลำเลียงคอนกรีต และการเทลงแบบ เป็นขั้นตอนที่มีกล่าวซ้ำอันก่อให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของคอนกรีต ดังนั้น การใช้คอนกรีตผสมเสร็จในงานก่อสร้าง ควรจะมีการเตรียมพื้นที่ที่จะเท แรงงาน รวมทั้ง เครื่องมือ เครื่องใช้ ในการลำเลียง และการเทลงแบบเพิ่มขึ้นจากงานก่อสร้างที่ใช้คอนกรีตผสมเองกับที่เป็นอันมาก ถ้าไม่มีการเตรียมการ และลงทุนในคาน เครื่องมือ เครื่องใช้ดังกล่าวอย่างเพียงพอแล้ว การหันมาใช้คอนกรีตผสมเสร็จในงานก่อสร้าง จะไม่ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพดีขึ้นเท่าที่ใ้มุ่งหมายไว้

5. การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อนำไปทดสอบกำลังอัด ควรเก็บตัวอย่างจากรถผสมด้วยวิธีสุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดรถผสมคันที่จะเก็บตัวอย่างไว้ล่วงหน้าก่อนการทำงาน และในแต่ละวัน ถ้าต้องมีการเก็บตัวอย่างหลายตัวอย่าง ควรเก็บตัวอย่างคันละ 1 ตัวอย่างจากรถผสมหลายคัน เพื่อนำมาเฉลี่ยเป็นค่ากำลังอัดของตัวแทนคอนกรีตในวันนั้น ซึ่งข้อมูลที่ได้จะน่าเชื่อถือกว่า การเก็บหลายตัวอย่างจากรถผสมคันเดียวในแต่ละวัน

6. การดูแลตัวอย่างคอนกรีตสด และการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต ต้องเข้าใจว่า ค่ากำลังอัดที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างคอนกรีตนั้น ไม่ใช่ค่ากำลังอัดของคอนกรีตในโครงสร้างโดยตรง ( เพราะคอนกรีตจะมีสภาพและได้รับผลกระทบที่แตกต่างกัน ) แต่เป็นเพียงดัชนีที่ใช้ชี้ว่าจะมีข้อบกพร่องในการผลิตคอนกรีตในช่วงนั้นหรือไม่ การที่จะทำให้ดัชนีนี้มีความเที่ยงตรงที่จะใช้วัดความบกพร่อง ก็ต้องมี

การดูแลตัวอย่างคอนกรีตรวมทั้งการทดสอบกำลังอัดของตัวอย่างคอนกรีตให้ได้มาตรฐานสม่ำเสมอ ดังนั้น การเตรียมตัวอย่าง และการทดสอบกำลังอัดเพื่อการยอมรับหรือไม่ยอมรับคอนกรีต จึงควรกระทำตามมาตรฐาน ASTM C192 ซึ่งเป็นการเตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ ไม่ใช่กระทำตามมาตรฐาน ASTM C31 ซึ่งเป็นการเตรียมตัวอย่างคอนกรีตในสนามเพื่อใช้พิจารณาที่จะถอดแบบโครงสร้าง

### 7.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อ

1. ควรศึกษา "การทดสอบสมรรถภาพของการผสม" เพื่อหาจำนวนรอบและเวลาการผสมครั้งแรกที่เหมาะสมสำหรับรถผสมคอนกรีต
2. ควรศึกษาอิทธิพลของเวลาการผสม และการผสมซ้ำ ที่มีต่อสมบัติทางวิศวกรรมอื่นๆของคอนกรีตนอกเหนือไปจากค่ากำลังอัด และการยุบของคอนกรีต เช่น ความคงทน การซึมไม่ได้ โมดูลัสยืดหยุ่น และการล้าของคอนกรีต เป็นต้น