# บทที่ 3
# วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ คือ

1. ขั้นตอนการเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย
2. ขั้นตอนการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต
3. ขั้นตอนออกแบบวิธีการเตรียมก้อนตัวอย่าง
4. ขั้นตอนการผสมและทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีต

ซึ่งรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนได้แสดงดังต่อไปนี้

## 3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัสดุที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

ก. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตราช้าง

ข. เถ้าลอยแบบคัดขนาด และไม่คัดแยกขนาด จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ยูนิตที่ 13 อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง

ค. ทรายแม่น้ำ อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ ล้างน้ำจนสะอาดและอบให้แห้ง

ง. หินขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 3/8 นิ้ว ล้างน้ำจนสะอาดและอบให้แห้ง

จ. น้ำประปา

โดยเถ้าลอยทั้งแบบคัดแยกขนาด และไม่คัดแยกขนาด และปูนซีเมนต์ที่ใช้ จะทำการทดสอบหาค่าความละเอียดด้วยเครื่องแอร์เพอร์มีอะบิลิตีแบบเบลนตามมาตรฐาน ASTM C204-96a หรือ มอก.15 เล่ม6-2521 และทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ ตามมาตรฐาน ASTM C188 ส่วนหินและทรายจะทำการทดสอบหาคุณสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐานที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.4 ง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

ก. เครื่องคัดแยกขนาด ที่ Air Classifier โรงไฟฟ้าแม่เมาะ

ข. เครื่องผสมคอนกรีตแบบโม่นอน

ค. เครื่องทดสอบกำลังอัดคอนกรีต

ง. เครื่องถ่ายภาพขยายกำลัง Scanning Electron Microscope

จ. ขวด Le Chatelier ใช้ทดสอบความถ่วงจำเพาะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ฉ. เครื่องมือทดสอบความละเอียด (Air Permeability Apparatus)

ช. ตะแกรงวิเคราะห์ขนาดคละ

ซ. แบบหล่อคอนกรีตขนาด 100X200 มิลลิเมตร

ฌ. ชุดทดสอบการยุบตัวของคอนกรีต

ญ. เกียง และเหล็กกระทุ้ง

ฎ. บ่อบ่มคอนกรีต

รูปที่ 3.1 การคัดแยกขนาดเถ้าลอยด้วยเครื่องคัดแยกขนาด Air Classifier ที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะ

การคัดแยกเถ้าลอยที่ใช้ในงานวิจัยนั้น เถ้าลอยที่ทำการคัดแยกขนาดนั้นจะใช้เถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าผ่านเครื่อง Air Classifier ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะดังแสดงในรูปที่ 3.1 โดยหลักการทำงานของเครื่องคัดแยกคือ จะใช้แรงลมเป่าเอาส่วนที่ละเอียดลอยขึ้น และเครื่องดูดจะดูดส่วน

ละเอียดเก็บเข้าไซโลด้านซ้ายมือ ส่วนที่หยาบนั้นจะตกลงไซโลด้านขวามือ โดยเถ้าลอยส่วนละเอียดที่คัดแยกได้จะมีประมาณร้อยละ 40 ของเถ้าลอยก่อนผ่านการคัดแยกขนาด

**3.2 วิธีการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต**

วิธีการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตกำลังสูงผสมเถ้าลอยแม่เมาะนั้น จะใช้วิธีการออกแบบตามมาตรฐาน ACI 211.4R-93 เป็นหลักในการประกอบการวิจัย เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานและขนาดของเถ้าลอยกับกำลังอัดของคอนกรีตกำลังสูงให้ใช้ได้กับเถ้าลอยแม่เมาะ เมื่อใช้เถ้าลอยทั้งแบบคัดขนาดและแบบไม่คัดแยกขนาดแทนที่ปูนซีเมนต์ในปริมาณร้อยละ 0 ถึงร้อยละ 35 และอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานระหว่าง 0.35 ถึง 0.44 ซึ่งแผนผังการดำเนินการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ดังกล่าวได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.1 ส่วนรายละเอียดวิธีการคำนวณส่วนผสมคอนกรีตแสดงไว้ในภาคผนวก ก.

ขั้นตอนการออกแบบประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 เลือกค่าการยุบตัว ค่าการยุบตัวจะเป็นค่าที่บอกถึงความข้นเหลวของคอนกรีตสดว่ามีความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตสดมากน้อยเพียงไร ความต้องการค่าการยุบตัวจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของงานก่อสร้าง สำหรับในงานวิจัยนี้เลือกใช้ค่าการยุบตัว 5-8 ซม.

3.2.2 เลือกขนาดหินใหญ่สุด การเลือกขนาดหินใหญ่สุดขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงสร้าง ได้แก่ ความกว้าง ความหนา ระยะห่างระหว่างเหล็กเส้น ขนาดใหญ่สุดของหินต้องไม่ใหญ่จนไม่สามารถเทคอนกรีตลงแบบหล่อได้ โดยทั่วไปแล้วจะกำหนดขนาดใหญ่สุดของหินไว้ ไม่เกิน

1/5 ของด้านในที่แคบที่สุดของแบบหล่อ
1/3 ของความหนาของแผ่นพื้น
3/4 ของระยะช่องว่างที่น้อยที่สุดระหว่างเหล็กเสริมแต่ละเส้นหรือแต่ละมัด
1/5 ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อปั๊มคอนกรีต

สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้ขนาดหินใหญ่สุดคือ 3/8 นิ้ว เนื่องจากเป็นขนาดหินที่นิยมใช้กันในคอนกรีตกำลังสูงเพราะหินก้อนเล็กมักจะมีความแข็งแรงกว่าหินขนาดใหญ่ เนื่องจากในขบวนการย่อยหินให้มีขนาดเล็กมักจะช่วยขจัดปัญหาการแตกร้าวในเนื้อหิน โพรงในเนื้อหิน

และสิ่งปนเปื้อนที่ไม่แข็งแรงในเนื้อหิน เป็นต้น(P.C. Aitcin , 1998) อีกทั้งเป็นการลด wall effect (A.M. Neville,1999) เนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้ใช้แบบทรงกระบอกขนาดเล็ก

3.2.3 คำนวณปริมาณหิน ปริมาณหินที่ใช้ผสมคอนกรีตขึ้นอยู่กับความละเอียดของทราย ขนาดหินใหญ่สุดและหน่วยน้ำหนักของหิน ปริมาณหินต่อคอนกรีตหนึ่งลูกบาศก์เมตรสามารถหาได้จากตารางสำหรับการออกแบบของเอซีไอ ดังตารางที่ 2.6 ในบทที่ 2

3.2.4 ประมาณปริมาณน้ำและฟองอากาศ ปริมาณน้ำที่ใช้ขึ้นอยู่กับค่าการยุบตัวและขนาดใหญ่สุดของหิน การใส่เถ้าลอยอาจทำให้ค่าการยุบตัวเปลี่ยนแปลง ผลที่ตามมาคือความต้องการปริมาณน้ำในคอนกรีตเปลี่ยนแปลงไปด้วย ส่วนปริมาณฟองอากาศจะขึ้นอยู่กับขนาดหินใหญ่สุด การใส่เถ้าลอยจะทำให้ปริมาณฟองอากาศเปลี่ยนแปลง เนื่องจากเถ้าลอยในส่วนที่ไม่เกิดปฏิกิริยาปอซโซลานิกจะเข้าไปอยู่ในช่องว่างของเนื้อคอนกรีตแทนที่อากาศ ซึ่งทำหน้าที่เสมือนเป็นมวลรวมละเอียดที่อุดช่องว่าง สำหรับการวิจัยนี้จะสมมุติให้ปริมาณการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยบางส่วนไม่เกินร้อยละ 35 นั้นไม่มีผลต่อปริมาณฟองอากาศในคอนกรีต

3.2.5 เลือกอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสาน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานกับกำลังอัดของคอนกรีต นอกจากจะใช้ได้กับคอนกรีตกำลังปกติแล้วยังสามารถใช้กับคอนกรีตกำลังสูงได้เช่นเดียวกัน สำหรับคอนกรีตกำลังสูงโดยทั่วไปจะใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานอยู่ในช่วง 0.20 ถึง 0.50 (ACI 211.4R-93 , 1996) โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ W/(C+P) แทนอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสาน โดยพิจารณาอัตราส่วน W/(C+P) 4 ค่า ได้แก่ 0.35 0.38 0.41 และ 0.44 ตามลำดับ แต่ละอัตราส่วนจะแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยร้อยละ 0 15 25 และ 35 ตามลำดับ

3.2.6 คำนวณหาปริมาณปูนซีเมนต์และปริมาณเถ้าลอย เมื่อได้ปริมาณน้ำและอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสาน ก็สามารถคำนวณหาปริมาณวัสดุเชื่อมประสานได้ดังนี้

$$(c+p)=\frac{w'}{R_{wcp}} \qquad (3.1)$$

โดยที่ (c+p) = ปริมาณวัสดุเชื่อมประสาน

$w'$ = ปริมาณน้ำ

$R_{wcp}$ = อัตราส่วน W/(C+P) ที่เลือก

จากนั้นก็สามารถคำนวณหาปริมาณเถ้าลอยได้ดังนี้

$$p = \frac{f \times (c+p)}{100} \tag{3.2}$$

โดยที่ p = ปริมาณเถ้าลอย

f = ร้อยละการแทนที่ด้วยเถ้าลอย

และ ปริมาณปูนซีเมนต์ จาก

$$c = (c+p) - p \tag{3.3}$$

โดยที่ c = ปริมาณปูนซีเมนต์

3.2.7 คำนวณปริมาณทราย หลังจากที่คำนวณหาปริมาตรของวัสดุผสมอื่นทั้งหมดแล้ว ก็จะสามารถคำนวณหาปริมาณทรายได้จากวิธีปริมาตรสัมบูรณ์ดังนี้

$$S = 1000 - A \tag{3.4}$$

โดยที่ S = ปริมาตรทรายมีหน่วยเป็น ลิตร

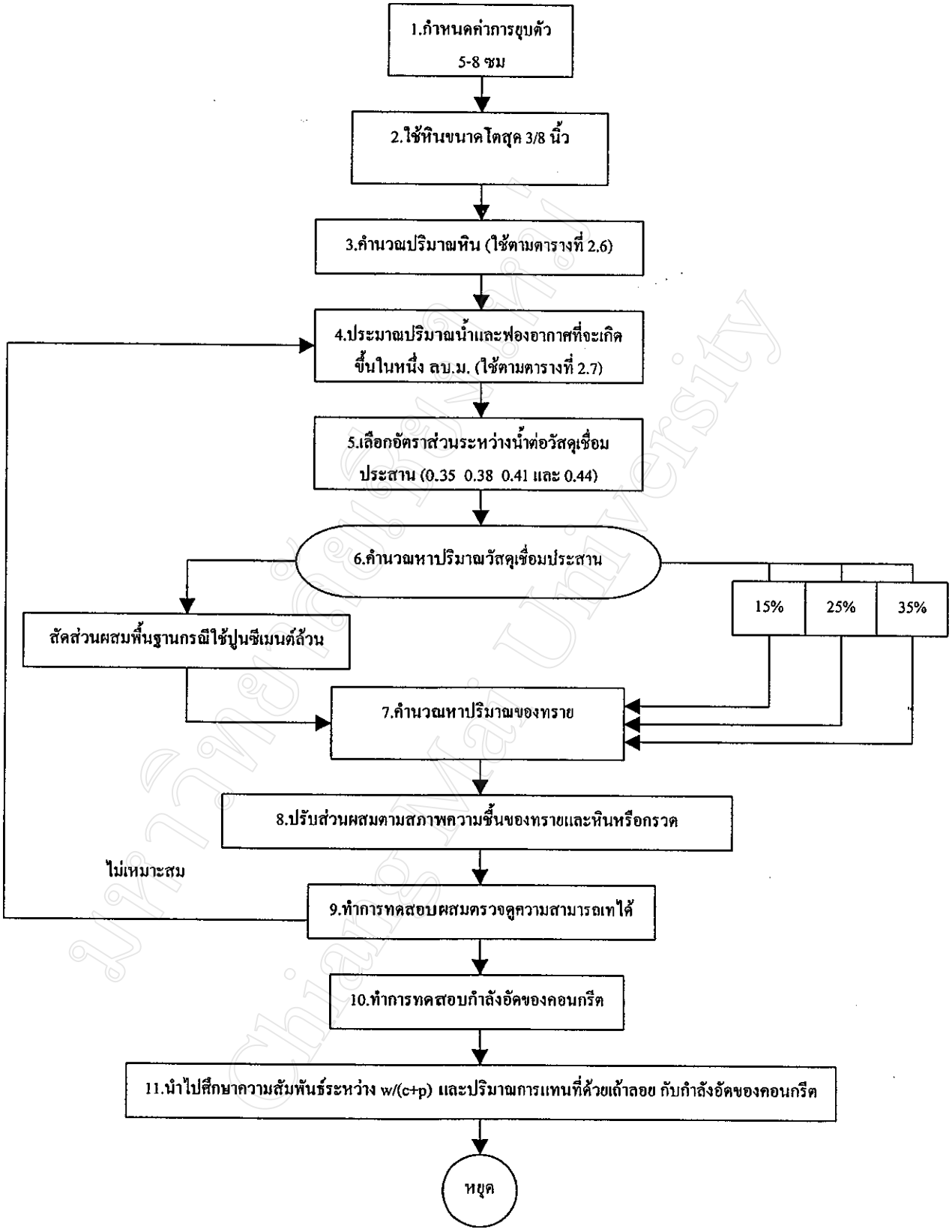
A = ปริมาตรวัสดุผสมทั้งหมดยกเว้นทราย มีหน่วยเป็นลิตร

จากนั้นถ้าต้องการปริมาณทรายโดยน้ำหนัก ก็สามารถหาได้จาก

$$s = G_s S \tag{3.5}$$

โดยที่ s = ปริมาณทรายโดยน้ำหนัก มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

$G_s$ = ค่าความถ่วงจำเพาะของทราย




รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงขั้นตอนการศึกษาการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตกำลังสูงผสมเถ้าลอยโดยประยุกต์ใช้วิธีการตามมาตรฐานเอซีไอ สำหรับเถ้าลอยแม่เมาะแบบคัดแยกและไม่คัดแยกขนาด

3.2.8 ปรับส่วนผสมตามสภาพความชื้นทรายและหิน ในสภาพจริงทรายและหินไม่ได้อยู่ในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง บางครั้งทรายและหินมีสภาพแห้งหรือเปียกกว่าสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง เมื่อนำไปผสมคอนกรีตจะทำให้ปริมาณน้ำที่ใช้คลาดเคลื่อนไป กล่าวคือ ในกรณีที่ทรายและหินมีสภาพแห้งเกินไป ปริมาณน้ำที่ใส่เข้าไปบางส่วนจะถูกหินและทรายดูดซับเอาไว้ ทำให้ปริมาณน้ำที่ใช้น้อยกว่าความเป็นจริง หรือในกรณีที่ทรายและหินมีสภาพเปียกเกินไป ปริมาณน้ำส่วนเกินก็จะเข้าไปรวมกับปริมาณน้ำที่ใส่เข้าไปทำให้มีปริมาณน้ำในส่วนผสมมากกว่าความเป็นจริง ซึ่งปริมาณน้ำที่เปลี่ยนไปจะมีผลโดยตรงต่อกำลังอัดคอนกรีต ดังนั้นก่อนจะนำส่วนผสมที่คำนวณได้มาใช้ จะต้องมีการปรับส่วนผสมใหม่ตามสภาพความชื้นจริงของทรายและหิน. เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำในส่วนผสมใกล้เคียงสภาพอิ่มตัวผิวแห้งมากที่สุด

3.2.9 การทดลองผสม เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการผสมคอนกรีต เพื่อตรวจสอบความสามารถเทได้ของคอนกรีตว่าเป็นไปตามความต้องการหรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามความต้องการก็ต้องปรับส่วนผสมใหม่

**3.3 การเตรียมก้อนตัวอย่าง**

ในการทดสอบจะใช้ก้อนตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอกขนาด 100x200 มิลลิเมตร แยกออกเป็น 3 ชุด หลักได้แก่ คอนกรีตที่แทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยแบบคัดขนาด คอนกรีตที่แทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยแบบไม่คัดแยกขนาด และคอนกรีตที่ไม่มีการแทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอย โดยคอนกรีตที่มีการแทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยนั้น จะแทนที่ด้วยเถ้าลอยร้อยละ 15 25 และ 35 โดยน้ำหนักของวัสดุเชื่อมประสาน และในแต่ละชุดยังได้แบ่งออกตามอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสาน (W/(C+P)) ดังนี้ 0.35 0.38 0.41 และ 0.44 ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละส่วนผสมจะทำการทดสอบกำลังอัดที่ อายุ 1 7 28 และ 56 วัน ใช้ก้อนตัวอย่างคอนกรีตกลุ่มละ 5 ก้อน รวมทั้งหมดคิดเป็น 560 ก้อน ตามตารางที่ 3.1

โดยที่สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดสอบมีดังนี้

HSXX-P-D-N

HSCFXX-P-D-N

HSUFXX-P-D-N

HS หมายถึง ชุดคอนกรีตกำลังสูงที่ไม่ผสมเถ้าลอย

HSCF หมายถึง ชุดคอนกรีตกำลังสูงที่ผสมด้วยเถ้าลอยแบบคัดขนาด

HSUF หมายถึง ชุดคอนกรีตกำลังสูงที่ผสมด้วยเถ้าลอยแบบไม่คัดแยกขนาด

XX หมายถึง อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสาน

P หมายถึง ปริมาณร้อยละของเถ้าลอยที่แทนที่ซีเมนต์

D หมายถึง อายุวันที่ทดสอบ

N หมายถึง ลำดับก้อนที่ในแต่ละชุดการทดสอบ

การอ่านสัญลักษณ์

ตัวอย่าง HS0.35-0-1-1 หมายถึง คอนกรีตกำลังสูงที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานเท่ากับ 0.35 ที่ไม่ผสมเถ้าลอย ทดสอบที่อายุ 1 วัน ก้อนที่ 1

ตัวอย่าง HSCF0.38-15-7-2 หมายถึง คอนกรีตกำลังสูงผสมเถ้าลอยแบบคัดขนาดที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานเท่ากับ 0.38 แทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยร้อยละ 15 ทดสอบที่อายุ 7 วัน ก้อนที่ 2

ตัวอย่าง HSUF0.41-25-28-3 หมายถึง คอนกรีตกำลังสูงผสมเถ้าลอยแบบไม่คัดแยกขนาดที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสานเท่ากับ 0.41 แทนที่ซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยร้อยละ 25 ทดสอบที่อายุ 28 วัน ก้อนที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ 3.1 แสดงวิธีการออกแบบการทดสอบและเตรียมก้อนตัวอย่าง

| จำนวนก้อนตัวอย่างสำหรับคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยที่มีขนาดและร้อยละการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอยต่าง ๆกัน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ประเภทเถ้าลอย | เถ้าลอยไม่แยกขนาด | | | | | | | | | | | | เถ้าลอยละเอียดที่ผ่านเครื่องคัดแยก* | | | | | | | | | | | | คอนกรีตควบคุม | | | |
| % การแทนที่ | 15 % | | | | 25 % | | | | 35 % | | | | 15 % | | | | 25 % | | | | 35 % | | | | 0 % | | | |
| W/(C+P) | 1 วัน | 7 วัน | 28 วัน | 56 วัน | 1 วัน | 7 วัน | 28 วัน | 56 วัน | 1 วัน | 7 วัน | 28 วัน | 56 วัน | 1 วัน | 7 วัน | 28 วัน | 56 วัน | 1 วัน | 7 วัน | 28 วัน | 56 วัน | 1 วัน | 7 วัน | 28 วัน | 56 วัน | 1 วัน | 7 วัน | 28 วัน | 56 วัน |
| 0.35 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 0.38 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 0.41 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 0.44 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

*เถ้าลอยที่ผ่านเครื่องคัดแยกของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ 1 ครั้ง

ใช้ก้อนตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอกขนาด 100x200 มม. รวม 560 ก้อน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

**3.4 ขั้นตอนการผสมและทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีต**

3.4.1 ทำความสะอาดแบบหล่อและทาน้ำมัน แล้วประกอบแบบหล่อให้แน่นพร้อมใช้งาน

รูปที่ 3.3 แบบหล่อที่ทาน้ำมันแล้วประกอบแน่นพร้อมใช้งาน

3.4.2 ชั่งน้ำหนักน้ำ ปูนซีเมนต์ เถ้าลอย ทราย และหิน ที่เตรียมไว้ตามที่คำนวณ (ใช้ตารางการคำนวณในภาคผนวก ก.)

3.4.3 ทำความสะอาดเครื่องผสม และเครื่องมือวัดค่าความยุบตัว จากนั้นใช้ผ้าเช็ดพอหมาดๆ ให้เครื่องมืออยู่ในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง เพื่อป้องกันการดูดกลืนน้ำเนื่องจากเครื่องมือ ซึ่งจะทำให้น้ำในส่วนผสมน้อยกว่าที่คำนวณไว้

3.4.4 ทำการผสมปูนทรายและน้ำในเครื่องผสมก่อนการผสมจริง โดยใช้อัตราส่วนเดียวกันกับส่วนผสมที่ผสมจริง จากนั้นเทปูนทรายที่ไม่ติดกับผนังด้านในของเครื่องผสมทิ้ง เพื่อเป็นการเคลือบปูนทรายบางส่วนกับผนังด้านในเครื่องผสมไม่ให้มีการสูญเสียปูนทรายในส่วนผสมจริงขณะทำการผสม

3.4.5 นำวัสดุเทลงในเครื่องผสมโดยมีขั้นตอนดังนี้

ก. เทหินและทรายลงในเครื่องผสม คลุกเคล้าให้เข้ากัน

ข. เทปูนซีเมนต์และเถ้าลอยผสมลงในเครื่องผสม ใช้พลาสติกปิดฝาโม่เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของซีเมนต์และเถ้าลอยออกจากเครื่องผสม ทำให้ส่วนผสมไม่เป็นไปตามที่คำนวณไว้ จากนั้นเปิดเครื่องผสม เพื่อคลุกเคล้าปูนซีเมนต์และเถ้าลอยให้เข้ากัน ใช้เวลาประมาณ 3-5 นาที ไม่ควรใช้เวลาน้อยเกินไป เพราะจะทำให้ปูนซีเมนต์และเถ้าลอยไม่คลุกเคล้าเป็นเนื้อเดียวกัน และไม่ควรใช้เวลามากเกินไป เพราะอาจทำให้หินเสียดสีกับโม่จนเกินเม็ดฝุ่นมากเกินไป เป็นผลให้เกิดการสูญเสียค่าการยุบตัว (slump loss)

ค. เทน้ำที่จะผสมลงในเครื่องผสม โดยแบ่งน้ำเทลงเป็น 3 ช่วง แต่ละช่วงห่างกัน 10 วินาที เพื่อให้น้ำคลุกเคล้ากับส่วนผสมอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ หลังจากเทน้ำหมดปล่อยเครื่องให้ผสมต่ออีกประมาณ 1 นาที (ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องโม่ด้วย)

รูปที่ 3.4 การผสมคอนกรีตด้วยเครื่องผสมแบบโม่นอน

3.4.6 เทส่วนผสมคอนกรีตที่ได้ออกจากเครื่องผสม แล้วตรวจสอบวัดค่าการยุบตัวของคอนกรีต ถ้าค่าการยุบตัวเป็นไปตามที่ต้องการ นำไปเทลงแบบหล่อที่เตรียมไว้ เพื่อไว้ทดสอบกำลังอัดต่อไป แต่ถ้าไม่ได้ตามที่ต้องการก็เริ่มทำการผสมใหม่ โดยถ้าค่าการยุบตัวมากเกินไปก็ปรับ

เลขหมู่.....
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

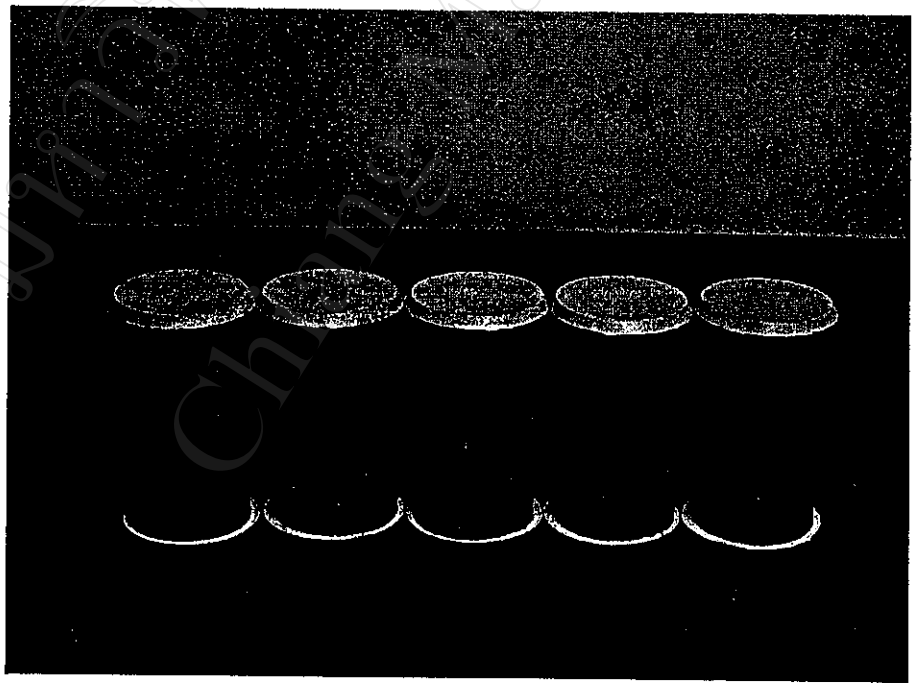
ปริมาณน้ำในตารางการคำนวณลง แต่ถ้าค่าการยุบตัวน้อยเกินไปก็ปรับปริมาณน้ำในตารางการคำนวณขึ้น และปรับอัตราส่วนผสมอื่น ตามตารางการคำนวณ

รูปที่ 3.5 การวัดค่ายุบตัวของคอนกรีตสด

3.4.7 เมื่อคอนกรีตสดที่ได้มีค่ายุบตัวตามที่ต้องการแล้ว จากนั้นทำการเตรียมก้อนตัวอย่างตามมาตรฐาน ASTM C192 โดยเทคอนกรีตลงแบบหล่อที่ได้เตรียมไว้ และทำการป้องกันการระเหยของน้ำที่ผิวหน้าของคอนกรีตดังแสดงในรูปที่ 3.5 แล้วปล่อยทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงจึงแกะแบบหล่อเพื่อนำก้อนคอนกรีตตัวอย่างไปบ่มในน้ำตามอายุที่ได้กำหนดไว้

3.4.8 เมื่อทำการบ่มคอนกรีตได้ตามอายุที่กำหนดไว้แล้ว จากนั้นจึงนำเอาก้อนคอนกรีตขึ้นจากน้ำแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้น้ำที่ผิวนอกของก้อนคอนกรีตแห้ง ต่อจากนั้นจึงทำการเคลือบหัวก้อนคอนกรีตทั้งสองด้านด้วยกำมะถันแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้กำมะถันแข็งตัวก่อนที่จะนำก้อนคอนกรีตไปทดสอบกำลังอัด

รูปที่ 3.6 คอนกรีตสดที่เทลงแบบเรียบร้อยแล้ว และทำการป้องการระเหยของน้ำที่ผิวหน้า



รูปที่ 3.7 ก้อนคอนกรีตที่ทำการเคลือบหัวทั้งสองด้านด้วยกำมะถันก่อนที่จะนำไปทดสอบกำลังอัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University