

### บทที่ 3

## วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

### 3.1 แบบการวิจัย

สำหรับการวิจัยเรื่องการใช้หินฝุ่นเป็นมวลรวมละเอียดในงานคอนกรีตผสมเถ้าลอยนั้น เป็น การวิจัยเชิงปฏิบัติการทดลอง ซึ่งมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังแสดงต่อๆ ไป

### 3.2 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

3.2.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จากงานวิจัยและ โครงการอื่นๆ ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับ โครงการวิจัยนี้

3.2.2 ทดสอบคุณสมบัติทางด้านต่างๆ ของหินฝุ่น โดยทำการทดสอบแบบเดียวกับการทดสอบ ทราบตามมาตรฐาน ASTM

3.2.3 ออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตผสมเถ้าลอยและหินฝุ่น ซึ่งจะมีทั้งคอนกรีตผสมเถ้าลอย ที่ใช้หินฝุ่นแทนทรายทั้งหมด และใช้หินฝุ่นแทนทรายบางส่วน

3.2.4 ทดสอบการรับกำลังอัดของคอนกรีตผสมเถ้าลอยและหินฝุ่น ตามมาตรฐาน ASTM

3.2.5 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ต่างๆ จากผลการทดสอบ และเปรียบเทียบกำลังอัดของ คอนกรีตผสมเถ้าลอยและหินฝุ่นที่ได้ กับคอนกรีตมาตรฐาน

3.2.6 สรุปผลการวิจัย และจัดทำรายงานวิจัย

### 3.3 สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

3.3.1 สถานที่ทำการหล่อชิ้นตัวอย่างคอนกรีต และทำการทดสอบกลสมบัติของคอนกรีตที่ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

3.3.2 สถานที่เก็บตัวอย่างหินฝุ่นที่โรงโม่หินศิลาเทพตะวัน ต.หน้าพระลาน อ.เฉลิมพระเกียรติ จ. สระบุรี

3.3.3 สถานที่เก็บตัวอย่างเถ้าลอยที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง

### 3.4 การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ในการทดสอบ

ก่อนทำการทดสอบก่อนอื่นต้องเตรียมเครื่องมือให้พร้อมพร้อมเสียก่อน โดยเริ่มต้น เตรียมการตั้งแต่

3.4.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และประเภทที่ 5

3.4.2 เถ้าลอย จากอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

3.4.3 หินฝุ่น จากโรงโม่หินศิลาเทพตะวันออก

3.4.4 ทรายแม่น้ำจากร้านวัสดุก่อสร้างที่จำหน่ายทั่วไป

3.4.5 เครื่องมือทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์และเถ้าลอย

3.4.6 เครื่องมือทดสอบหาความชื้นเหลือปกติและระยะการก่อตัวของปูนซีเมนต์ และ เถ้าลอย

โดยใช้เข็มไวแคต

3.4.7 เครื่องมือทดสอบหาความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมของมวลรวม

3.4.8 เครื่องมือทดสอบการวิเคราะห์หาส่วนขนาดผลของมวลรวมด้วยตะแกรง

3.4.9 เครื่องมือทดสอบหาความต้านทานแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์

### 3.5 วิธีทดสอบคุณสมบัติของส่วนผสมต่างๆ

3.5.1 ทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์และเถ้าลอย ตามมาตรฐาน ASTM C188 และ มอก.15 เล่ม 2

3.5.2 ทดสอบหาความชื้นเหลือปกติและระยะการก่อตัวโดยใช้เข็มไวแคต ตามมาตรฐาน ASTM C191 และ มอก.15

3.5.3 ทดสอบหาความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมของมวลรวม ตามมาตรฐาน ASTM C127 และ C128

3.5.4 ทดสอบการวิเคราะห์หาส่วนขนาดผลของมวลรวมด้วยตะแกรง ตามมาตรฐาน ASTM C136

3.5.5 ทดสอบหาความต้านทานแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ ตามมาตรฐาน ASTM C109 และ มอก.15 เล่ม 12

### 3.6 อัตราส่วนผสมของซีเมนต์มอร์ตาร์

ส่วนผสมของซีเมนต์มอร์ตาร์โดยทั่วไปจะมีอัตราส่วนระหว่าง ปูนซีเมนต์ : ทราย เท่ากับ 1:2.75 แต่เนื่องจากในการทำวิจัยครั้งนี้ จะมีส่วนผสมเพิ่มเติมก็คือ เถ้าลอย และหินฝุ่น ดังนั้นอัตราส่วนทั้งหมดจะเป็น การผสมระหว่าง ปูนซีเมนต์ : เถ้าลอย : ทราย : หินฝุ่น ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์และส่วนผสมมอร์ตาร์

สัญลักษณ์	อัตราส่วน										การไหล
	ปูนซีเมนต์		เถ้าลอย		ทราย		หินฝุ่น		น้ำ		
	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	
C100-F0-S100-Q0	100	1500	0	0	100	4125.0	0	0	0.55	825	109
C100-F0-S90-Q10	100	1500	0	0	90	3712.5	10	412.5	0.54	810	115

ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์และส่วนผสมมอร์ตาร์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	อัตราส่วน										การ ไหล
	ปูนซีเมนต์		เถ้าลอย		ทราย		หินฟูน		น้ำ		
	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	น้ำ/ซีเมนต์	น้ำ	
									ร้อยละ	กรัม	
C100-F0-S80-Q20	100	1500	0	0	80	3300.0	20	825.0	0.53	795	110
C100-F0-S70-Q30	100	1500	0	0	70	2887.5	30	1237.5	0.53	795	108
C90-F10-S100-Q0	90	1350	10	150	100	4125.0	0	0	0.55	825	113
C90-F10-S90-Q10	90	1350	10	150	90	3712.5	10	412.5	0.54	810	110
C90-F10-S80-Q20	90	1350	10	150	80	3300.0	20	825.0	0.53	795	108
C90-F10-S70-Q30	90	1350	10	150	70	2887.5	30	1237.5	0.53	795	105
C80-F20-S100-Q0	80	1200	20	300	100	4125.0	0	0	0.55	825	115
C80-F20-S90-Q10	80	1200	20	300	90	3712.5	10	412.5	0.54	810	112
C80-F20-S80-Q20	80	1200	20	300	80	3300.0	20	825.0	0.54	810	110
C80-F20-S70-Q30	80	1200	20	300	70	2887.5	30	1237.5	0.53	795	107
C70-F30-S100-Q0	70	1050	30	450	100	4125.0	0	0	0.53	795	111
C70-F30-S90-Q10	70	1050	30	450	90	3712.5	10	412.5	0.53	795	109
C70-F30-S80-Q20	70	1050	30	450	80	3300.0	20	825.0	0.53	795	109
C70-F30-S70-Q30	70	1050	30	450	70	2887.5	30	1237.5	0.53	795	108
C60-F40-S100-Q0	60	900	40	600	100	4125.0	0	0	0.53	795	110
C60-F40-S90-Q10	60	900	40	600	90	3712.5	10	412.5	0.53	795	108
C60-F40-S80-Q20	60	900	40	600	80	3300.0	20	825.0	0.52	780	107
C60-F40-S70-Q30	60	900	40	600	70	2887.5	30	1237.5	0.52	780	107
C50-F50-S100-Q0	50	750	50	750	100	4125.0	0	0	0.52	780	109
C50-F50-S90-Q10	50	750	50	750	90	3712.5	10	412.5	0.52	780	109
C50-F50-S80-Q20	50	750	50	750	80	3300.0	20	825.0	0.52	780	109
C50-F50-S70-Q30	50	750	50	750	70	2887.5	30	1237.5	0.52	780	107
CV100-S100	100	1500	0	0	100	4125.0	0	0	0.54	864	111

หมายเหตุ : C = ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 , CV = ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 5

F = เถ้าลอย , S = ทราย , Q = หินฟูน