

### บทที่ 3

#### วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยในเชิงปริมาณ ที่มุ่งเน้นการศึกษาเชิงทดลองและเปรียบเทียบ นั่นคือ เปรียบเทียบปัจจัยและคุณสมบัติที่มีผลในการดูดซับเสียงของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ในการผลิตคอนกรีตบล็อก ดังนั้น วัตถุประสงค์จึงประกอบด้วย

1. ศึกษาคุณสมบัติในการดูดซับเสียงและการต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกที่อยู่ทั่วไปตามท้องตลาด
2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับเสียง และการต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อก
3. ศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติในการดูดซับเสียง และการต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกที่ใช้ซีเมนต์กับคอนกรีตบล็อกที่ใช้ซีเมนต์เก่า และซีเมนต์เก่าเป็นส่วนผสมในการผลิต

#### 3.1 แผนการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้สามารถแบ่งการทดลองได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่

##### 3.1.1 การทดลองการรับแรงอัดของมอร์ตาร์

โดยยังสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชุดการทดลอง คือ

1. การทดสอบความสามารถในการรับแรงอัดของมอร์ตาร์ที่ผสมเก่าแก่กลับไม่บดจาก โรงไฟฟ้า บริษัท ไทยพาวเวอร์ซีพหลาย จำกัด และที่ผสมเก่าแก่กลับไม่บดจาก บริษัท โรงงาน น้ำตาลตะวันออก จำกัด ในอัตราส่วนการทดแทนที่ต่างกัน ได้แก่ 0% 10% 20% 30% และ 40%
2. การทดสอบความสามารถในการรับแรงอัดของมอร์ตาร์ที่ผสมเก่าแก่กลับผ่านการ บด 6 ชั่วโมง และที่ผสมเก่าแก่กลับบด 6 ชั่วโมงในอัตราส่วนการทดแทนที่ต่างกัน ได้แก่ 0% 10% 20% และ 30%

1. ขั้นตอนในการทดลองของชุดการทดลองที่ 1 หาความสามารถในการรับแรงอัดของมอร์ตาร์ที่ผสมเถ้าแกลบไม่บด และที่ผสมเถ้าขาน้อยไม่บด มีวิธีทดลองดังนี้

1) ศึกษาส่วนผสมเบื้องต้น เพื่อนำมาใช้ในการผลิตคอนกรีตบล็อก โดยมีส่วนผสมดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

สัดส่วนของวัสดุที่ใช้ในการศึกษาคุณสมบัติของมอร์ตาร์ (กก./ลบ.ชม.)

วัสดุทดแทน	สัญลักษณ์	อัตราส่วนการแทนที่ของซีเมนต์	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1	น้ำ	ทราย	อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์	ปริมาณซีเมนต์
ซีเมนต์ แกลบ	OPC1 (0.5)	0	347.0	173	954.25	0.5	0.0
	RHA10 (0.5)	10	312.3				34.7
	RHA20 (0.5)	20	277.6				69.4
	RHA30 (0.5)	30	242.9				104.1
	RHA40 (0.5)	40	208.2				138.8
	OPC2 (0.6)	0	309.0	185	849.75	0.6	0.0
	RHA10 (0.6)	10	278.1				30.9
	RHA20 (0.6)	20	247.2				61.8
	RHA30 (0.6)	30	216.3				92.7
	RHA40 (0.6)	40	185.4				123.6
ซีเมนต์ ขาน้อย	OPC1 (0.5)	0	347.0	173	954.25	0.5	0.0
	BA10 (0.5)	10	312.3				34.7
	BA20 (0.5)	20	277.6				69.4
	BA30 (0.5)	30	242.9				104.1
	BA40 (0.5)	40	208.2				138.8
	OPC2 (0.6)	0	309.0	185	849.75	0.6	0.0
	BA10 (0.6)	10	278.1				30.9
	BA20 (0.6)	20	247.2				61.8
	BA30 (0.6)	30	216.3				92.7
	BA40 (0.6)	40	185.4				123.6

จากตารางข้างต้นอัตราส่วนการแทนที่ของเถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อยเป็น 0% ถึง 40% เพราะว่าที่ 0% เป็นตัวควบคุม ส่วนที่ 40% การขึ้นรูปของคอนกรีตบล็อกกับการรับแรงอัดมีแนวโน้มลดลง (บุรฉัตร ฉัตรวีระ, 2547) โดยในการทดลองจะใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อทราย เท่ากับ 1 : 2.75 และอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อน้ำเป็น 0.5 และ 0.6

2) นำส่วนผสมที่ศึกษาจากข้างต้น มาเทใส่ในโม้ผสมตามมาตรฐาน ASTM C305 โดยเทส่วนผสมละ 6 ก้อน แบ่งเท 3 ครั้ง โดยที่แต่ละครั้งต้องทำการเคาะหรือตาด้วยน้ำหนักตามมาตรฐาน 9 ครั้ง จากนั้น จึงปาดบริเวณด้านบนให้เรียบ

3) รอให้คอนกรีตที่ผสมไว้แห้งเป็นเวลา ประมาณ 24 ชั่วโมง จึงถอดแบบออกนำไปบ่มในบ่อพักด้วยน้ำสะอาด

4) แบ่งช่วงวันที่ทำการทดสอบคือ 1 3 7 14 และ 28 วัน ตามลำดับตามมาตรฐาน ASTM C109/ C109M

5) นำมาตากให้แห้งก่อนนำเข้าเครื่องกด เพื่อทดสอบการรับแรงอัดเป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปทดสอบการรับแรงอัด โดยต้องรับแรงอัดให้ผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรม ต้องรับแรงอัดได้มากกว่า 20 กก./ตร.ซม. (มอก.58 – 2530, 2530)

6) สรุปผล

7) ปรับปรุงและพัฒนาส่วนผสมที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการทดลองในส่วนของการดูดซับเสียง

2. ขั้นตอนในการทดลองของชุดการทดลองที่ 2 หากความสามารถในการรับแรงอัดของมอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าแกลบบด 6 ชั่วโมง และที่ผสมเถ้าชานอ้อยบด 6 ชั่วโมง

1) ศึกษาส่วนผสมเบื้องต้น เพื่อนำมาใช้ในการผลิตคอนกรีตบล็อก โดยในการทดลองชุดที่ 2 จะหาความต้องการน้ำที่พอดีสำหรับในแต่ละส่วนผสม ดังตารางที่ 3.2

2) นำเถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อยไปตากให้แห้งเป็นเวลา 1 วัน

3) นำเถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อยที่ตากเรียบร้อยแล้ว ไปเข้าเครื่องบดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง

4) ทำการทดลองตามการทดลองชุดแรก ตั้งแต่ข้อ 2 – 6

5) สรุปผลที่ได้สำหรับนำไปเป็นส่วนผสมในการผลิตคอนกรีตบล็อก สำหรับการทดลองเรื่องเสียงต่อไป

ตารางที่ 3.2  
สัดส่วนของการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยซีเมนต์ในตัวอย่าง  
มอร์ตาร์ที่ใช้ในการทดลอง (กก./ลบ.ม.)

วัสดุทดแทน	สูตร	อัตราส่วน การแทนที่ ของซีเมนต์	ปูนซีเมนต์ ปอร์ต แลนด์ ประเภทที่ 1	น้ำ	ทราย	อัตราส่วน น้ำต่อ ซีเมนต์	ปริมาณ ซีเมนต์
ควบคุม	OPC1	0	347.0	190.85	954.25	0.55	0.0
เถ้าแกลบ	RHA10	10	312.3	181.13	954.25	0.58	34.7
	RHA20	20	277.6	163.78	954.25	0.59	69.4
	RHA30	30	242.9	150.60	954.25	0.62	104.1
เถ้าขาน้อย	BA10	10	312.3	181.13	954.25	0.58	34.7
	BA20	20	277.6	163.78	954.25	0.59	69.4
	BA30	30	242.9	150.60	954.25	0.62	104.1

### 3.2.2 การทดลองเรื่องเสียง

ในการทดลองเกี่ยวกับเสียงสามารถแบ่งการทดลองได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. การทดสอบการรับแรงอัดเมื่อขึ้นรูปเป็นคอนกรีตบล็อกแล้ว
2. การทดสอบการดูดซับเสียงของคอนกรีตบล็อก

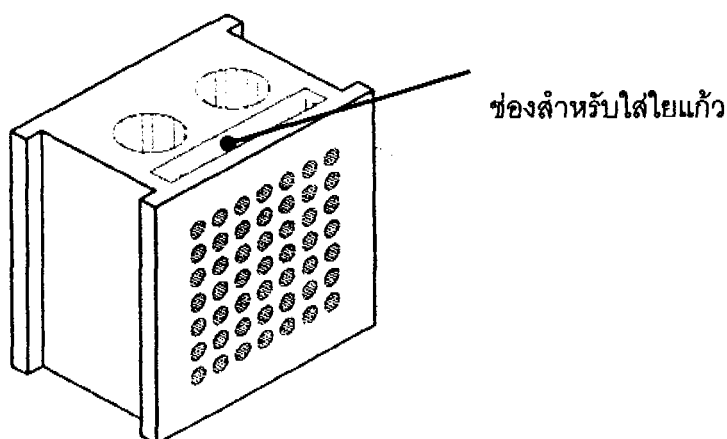
สรุปวิธีการทดลอง ดังนี้

1. สรุปส่วนผสมเบื้องต้นจากการทดลองที่ 1 เพื่อนำมาใช้ในการผลิตคอนกรีตบล็อก  
สำหรับการทดลองที่ 2
2. เตรียมส่วนผสมทั้งหมด พร้อมทั้งตากแห้ง
3. นำส่วนผสมต่าง ๆ ผสมเข้าด้วยกันด้วยเครื่องมือ
4. นำมาเทลงแบบ
5. ตากแห้งประมาณ 1-2 วัน จากนั้น จึงถอดแบบ
6. นำคอนกรีตบล็อกส่วนหนึ่งมาทดสอบการรับแรงอัด
7. นำคอนกรีตบล็อกที่เหลือมาวางเรียงกันเป็นพื้นที่ 15 ตร.ม. ในห้องทดสอบเสียง
8. ติดตั้งเครื่องมือในการทดสอบ ดังภาพที่ 3.2 โดยมีข้อกำหนดในการติดตั้งดังต่อไปนี้
  - 1) ตำแหน่งของชิ้นงานที่วางในห้องทดสอบเสียงต้องไม่ขนานกับห้องทดสอบ

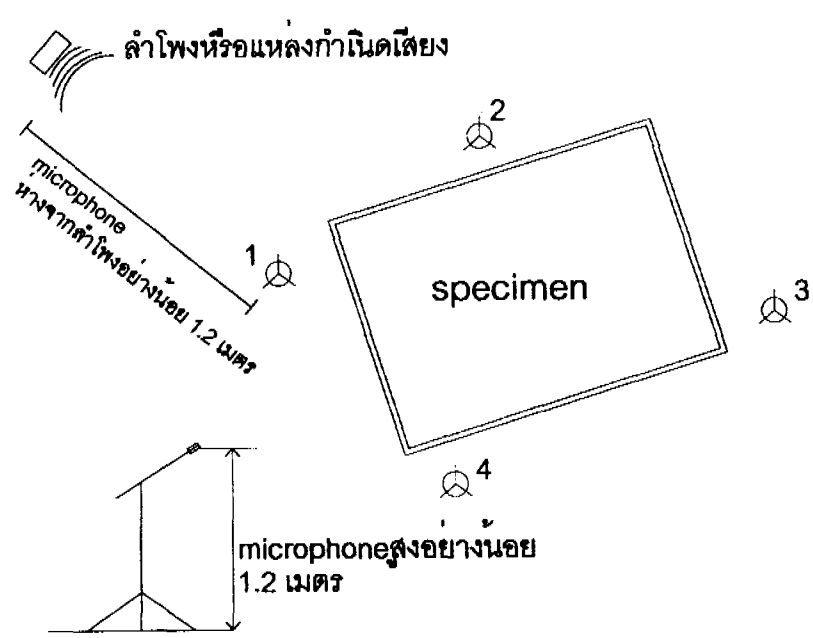
- 2) ลำโพงและไมโครโฟน ต้องห่างกันอย่างน้อย 1.2 เมตร
- 3) ไมโครโฟนต้องสูงจากพื้นอย่างน้อย 1.2 เมตร
9. เริ่มทดสอบโดยวางลำโพงที่ตำแหน่งในการวัดเสียงจุดที่ 1
10. ปลดปล่อยเสียงออกมาที่ระดับความดัง 123.9 dB เป็นเวลา 4 วินาที เพื่อให้เสียงเกิดการอิมพัลส์ภายในห้องทดสอบ
11. เมื่อปิดเสียงจึงทำการวัดเวลา ตั้งแต่เริ่มปิดเสียงจนกระทั่งความดังเสียงลดลง 60 dB จากจุดอิมพัลส์ เป็นเวลา 8 วินาที ทำ 8 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย
12. รวบรวมประมวลผลและบันทึกผลเป็น จุดที่ 1
13. ทำซ้ำกับข้อ 9 - 12 แต่เปลี่ยนจุดในการวัดเสียงเป็นจุดที่ 2 โดยที่ลำโพงตั้งไว้ในตำแหน่งเดิม
14. เปลี่ยนตำแหน่งเป็นจุดที่ 3 และ 4 ตามลำดับ แล้วทำซ้ำข้อที่ 9 - 12 เมื่อเสร็จครบ 4 จุดเป็น 1 ชุด
15. ทำทั้งหมด 4 ชุด แล้วจึงนำค่าที่ได้ทั้ง 16 ค่ามาหาค่าเฉลี่ย
16. ทดสอบการดูดซับเสียง จะทดสอบ 2 ครั้ง
  - 1) ครั้งแรกเป็นการทดลองโดยใช้คอนกรีตบล็อกเปล่า
  - 2) ครั้งต่อไปทดลองโดยใช้แผ่นฉนวนดูดซับเสียงเพิ่มเติม โดยที่ฉนวนดูดซับเสียงที่ใช้ในการทดลองคือ โยแก้ว (โยแก้วมีความหนาแน่น 32 กก./ลบ.ม.) หุ้มด้วยแผ่นผ้าสีดำสอดไว้ในช่อง ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1

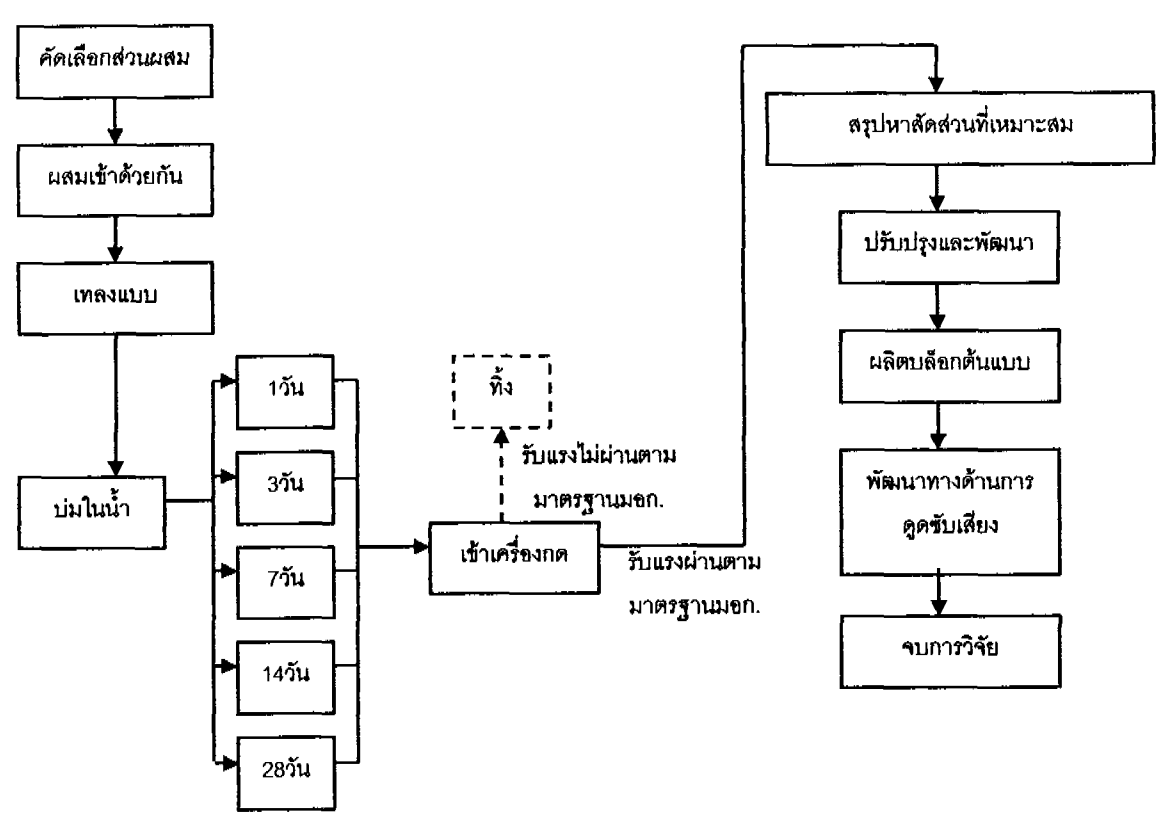
คอนกรีตบล็อกดูดซับเสียงและช่องใส่โยแก้ว



ภาพที่ 3.2  
ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือในการทดสอบเรื่องเสียง

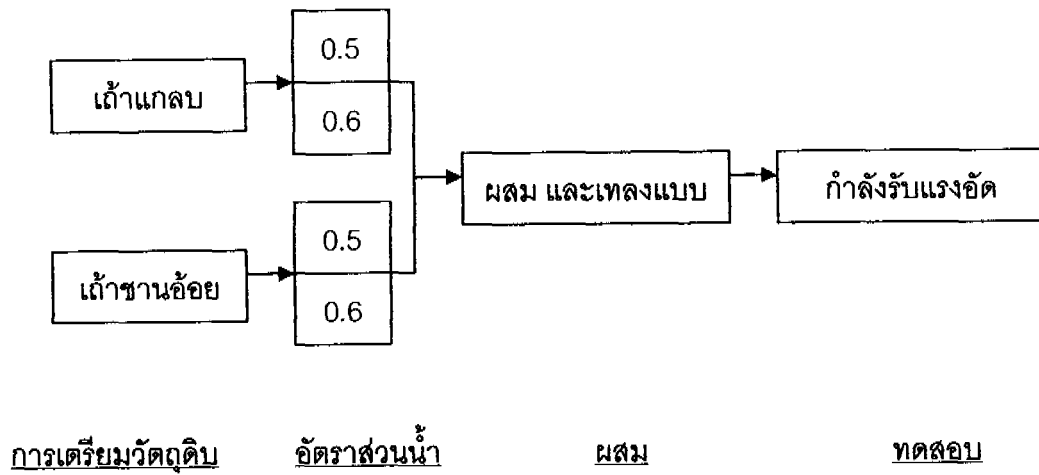


ภาพที่ 3.3  
ขั้นตอนการทดลองและการดำเนินงานในภาพรวม



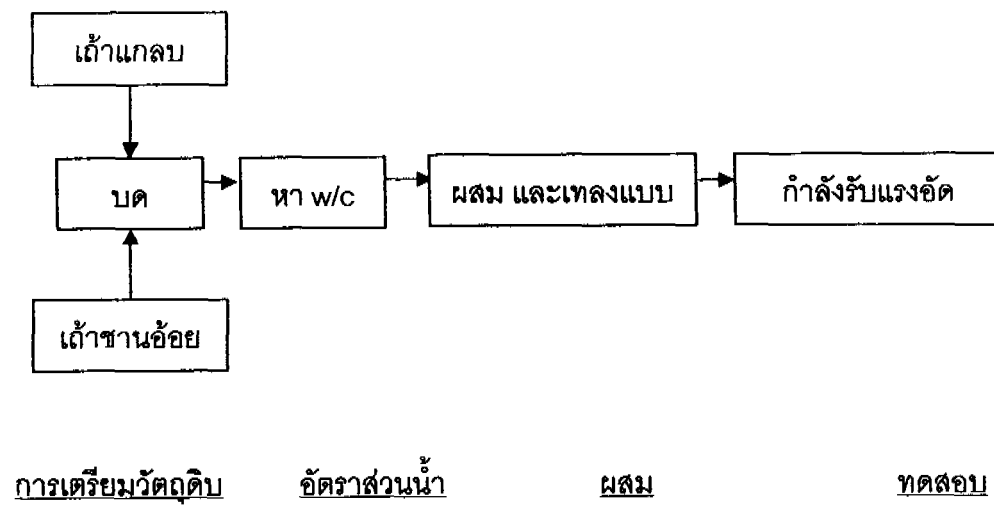
ภาพที่ 3.4

ขั้นตอนการทำงานในการทดสอบหากลังรับแรงอัด  
ในส่วนของมอร์ต้าร์ของซีเมนต์



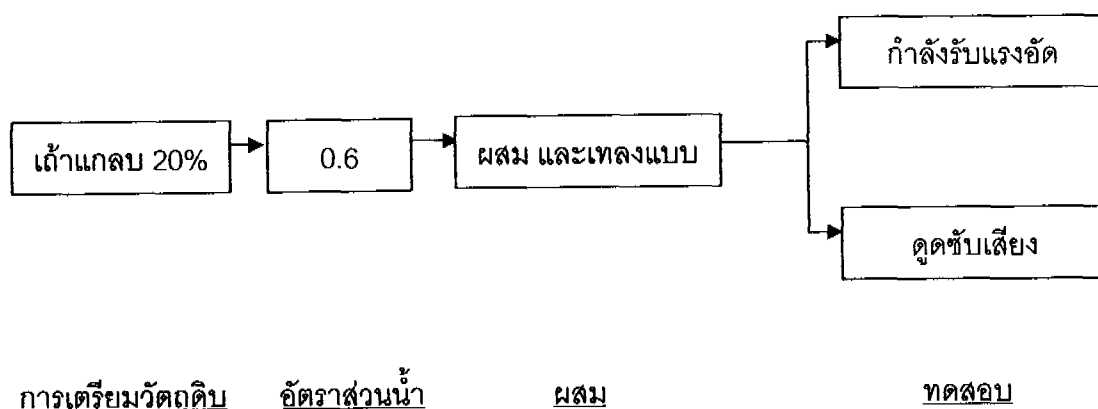
ภาพที่ 3.5

ขั้นตอนการทำงานในการทดสอบหากลังรับแรงอัด  
ในส่วนของมอร์ต้าร์ของซีเมนต์ 6 ชั่วโมง



ภาพที่ 3.6

ขั้นตอนการทำงานในการทดสอบในส่วนของคอนกรีตบล็อก



### 3.2 ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

ประชากรในการวิจัย หมายถึง วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีการนำไปทำเชื้อเพลิงจากการศึกษาขั้นต้นมีอยู่ 7 ชนิด คือ

1. แกลบดิบ
2. ชานอ้อย
3. ฟางข้าว
4. ชังข้าวโพด
5. กะลามะพร้าว
6. ชี้เส้อย
7. เศษไม้ยางพารา

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย หมายถึง วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีการนำไปทำเชื้อเพลิงและมีการศึกษาพร้อมทั้งนำไปใช้ในการพัฒนา และการผลิตคอนกรีตบล็อกแล้ว ได้แก่ แกลบ และชานอ้อย ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) เพราะเป็นวัสดุที่เหมาะสมกับการนำมาใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ เนื่องจาก ลักษณะทางกายภาพที่มีลักษณะเป็นผงคล้ายปูนซีเมนต์



### 3.3 ตัวแปรในการศึกษา

#### 3.3.1 ตัวแปรในการทดลองเรื่องการรับแรงอัดของส่วนผสม ชุดการทดลองที่ 1

##### 1. ตัวแปรต้น

1) วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร 2 ชนิด ได้แก่

(1) เถ้าแกลบไม่บด

(2) เถ้าขานอ้อยไม่บด

2) อัตราส่วนการแทนที่ของเถ้าแกลบไม่บดและเถ้าขานอ้อยไม่บดต่อปูนซีเมนต์

0% 10% 20% 30% และ 40%

3) อัตราส่วนของน้ำต่อปูนซีเมนต์ 0.5 และ 0.6

##### 2. ตัวแปรตาม

กำลังรับแรงอัดที่เวลา 1 3 7 14 และ 28 วัน วัดโดยใช้ค่ารับแรงอัดมีหน่วยเป็น

กก. /ตร.ซม. (ksc)

##### 3. ตัวแปรควบคุม

1) วัสดุประสาน คือ ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และน้ำ

2) ขนาดของคอนกรีตบล็อก (กว้าง X ยาว X สูง) คือ 5 X 5 X 5 ซม.

3) วัสดุผสมรวมที่ใช้ในการผลิตเป็นชนิดเดียวกัน คือ ทราายละเอียด

#### 3.3.2 ตัวแปรในการทดลองเรื่องการรับแรงอัดของส่วนผสม ชุดการทดลองที่ 2

##### 1. ตัวแปรต้น

1) วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร 2 ชนิด ได้แก่

(1) เถ้าแกลบบด

(2) เถ้าขานอ้อยบด

2) อัตราส่วนการแทนที่ของเถ้าแกลบบดและเถ้าขานอ้อยบดต่อปูนซีเมนต์ 0%

10% 20% และ 30%

2. ตัวแปรตาม

กำลังรับแรงอัดที่เวลา 1 3 7 14 และ 28 วัน วัดโดยใช้ค่ารับแรงอัดมีหน่วยเป็น

กก./ซม. (ksc)

3. ตัวแปรควบคุม

- 1) วัสดุประสานคือ ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และน้ำ
- 2) ขนาดของคอนกรีตบล็อก (กว้าง X ยาว X สูง) คือ 5 x 5 X 5 ซม.
- 3) วัสดุผสมรวมที่ใช้ในการผลิตเป็นชนิดเดียวกัน คือ ทรายละเอียด

3.3.3 ตัวแปรในการทดลองเรื่องเสียง

1. ตัวแปรต้น

คอนกรีตบล็อกที่ทดแทนด้วยเถ้าแกลบ หรือเถ้าขานอ้อย

2. ตัวแปรตาม

- 1) กำลังรับแรงอัดที่เวลา 1 3 7 14 และ 28 วัน วัดโดยใช้ค่ารับแรงอัดมีหน่วยเป็น

กก./ซม. (ksc)

- 2) การดูดซับเสียงของคอนกรีตบล็อก วัดโดยดูค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

(absorption coefficient)

3. ตัวแปรควบคุม

- 1) วัสดุประสานคือ ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และน้ำ
- 2) ขนาดของคอนกรีตบล็อก (กว้าง X ยาว X สูง) คือ 20 x 30 X 30 ซม.
- 3) วัสดุผสมรวมที่ใช้ในการผลิตเป็นชนิดเดียวกัน คือ ทรายละเอียด

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แม่แบบของบล็อกขนาดหนา X ยาว X สูง ได้แก่ 5 X 5 X 5 ซม.
2. แม่แบบของบล็อกขนาดหนา X ยาว X สูง ได้แก่ 20 X 30 X 30 ซม.
3. เครื่องบดเถ้าแกลบและเถ้าขานอ้อย
4. เครื่องทดสอบแรงกดคอนกรีตบล็อก UTM (Universal Testing Machine)
5. โม่ผสมคอนกรีต

6. บ่อพักคอนกรีตบรรจุด้วยน้ำสะอาด
7. เครื่องหาค่าความต้องการน้ำ
8. ห้องทดสอบเสียง
9. ไมโครโฟน รุ่น B&K Diffuse-Field Microphone, Type 4943
10. ไมโครโฟน รุ่น B&K Falcon Range Microphone Preamplifier, Type 2669
11. เครื่องวิเคราะห์ความถี่ของเสียง รุ่น B&K Dual Channel Real-Time Frequency analyzer, Type 2133
12. เครื่องกำเนิดเสียง รุ่น B&K Sound Source, Type 4224
13. เครื่องกำเนิดเสียง รุ่น B&K Omni Power-Sound Source, Type 4269
14. เครื่องทดสอบความถูกต้องของเครื่องมือ รุ่น B&K Pistonphone Calibrator, Type 4228

### 3.5 การทดสอบเครื่องมือ

#### 3.5.1 การทดสอบเครื่องมือต่างๆในห้องทดสอบเสียง

1. นำไมโครโฟนติดไว้ที่เครื่องกำเนิดเสียงที่มีค่าความถี่ 125 Hz ที่ระดับความดังเสียง 123.9 dB
2. ต่อไมโครโฟนเข้าเครื่องวัดเสียงว่าเสียงที่วัดได้ เพื่อหาความแตกต่างระหว่างเสียงจากแหล่งกำเนิด และเสียงที่วัดได้
3. ทำการปรับค่าเสียง (เพิ่ม/ ลด) ให้มีค่าเสียงที่วัดได้ตรงกันกับเครื่องกำเนิดเสียง

#### 3.5.2 การทดสอบค่า RT

1. เริ่มทดลองด้วยการเปิดเสียงจากเครื่องกำเนิดเสียงที่มุมใดมุมหนึ่งของห้อง
2. เปิดจนเสียงมีลักษณะอิมพัลส์ปิด
3. วัดผลต่างของเวลาระหว่างที่เสียงอิมพัลส์จนกระทั่งเสียงลดลงจากจุดนั้น 60 dB
4. ทำซ้ำกับข้อ 2 โดยการเปลี่ยนมุมที่ปล่อยเสียงเวียนไปเรื่อย ๆ จนครบทั้ง 4 มุม
5. ทำซ้ำกับข้อ 1 - 4 จำนวน 4 รอบ

6. นำค่าที่ได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย อ้างอิงจากมาตรฐาน ASTM และ ISO โดยค่าที่ได้ควรจะต่ำกว่า 0.06 วินาที

### 3.5.3 การทดสอบค่า Absorption coefficient

1. นำชิ้นงานที่ต้องการจะทดสอบมาวางเรียงกันในห้องรับเสียง
2. ให้ลำโพงปล่อยเสียงออกมาตั้งอยู่ช่วงหนึ่ง
3. เมื่อลำโพงหยุดก็เริ่มวัดความดังของเสียงที่หายไป
4. ทำซ้ำกับข้อ 3 ไปเรื่อย ๆ 16 ครั้ง
5. จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและคำนวณจะได้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

(absorption coefficient)

6. นำค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมาหาค่า NRC

### 3.6 สถานที่ทดลอง

1. ห้องปฏิบัติการ และทดสอบ บริษัท เมสันอคูสติค จำกัด
2. ห้องปฏิบัติการ และทดสอบภาควิชาโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
3. ห้องปฏิบัติการ และทดสอบภาควิชาโยธา สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)

### 3.7 การเก็บข้อมูล

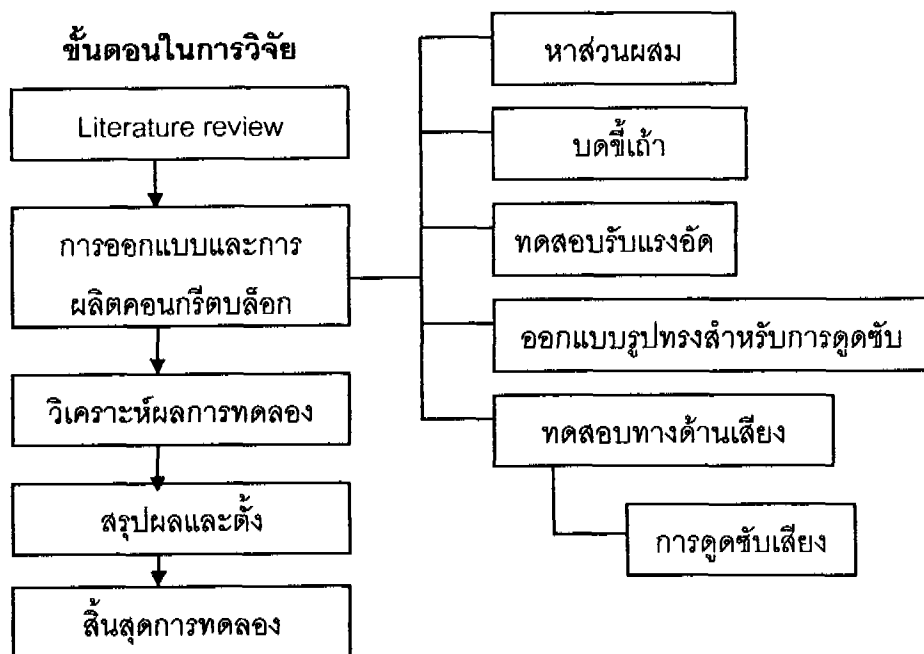
1. ในหนึ่งชุดการทดลองจะประกอบด้วยคอนกรีตบล็อก 6 ก้อน นำมาทดสอบการรับแรงอัดครั้งละ 1 ก้อน กดและทำการวัดการรับแรงอัด
2. ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 3 7 14 และ 28 วัน โดยนับเริ่มจากวันที่หล่อแบบคอนกรีตบล็อกเป็นวันแรก
3. นำแรงอัดแต่ละก้อนมาเฉลี่ยกันโดยเปรียบเทียบและอ้างอิงค่ามาตรฐานของมอก. คือต้องสามารถรับแรงได้ 20 กก./ตร.ซม. (ksc) จึงจะผ่านการทดสอบ

4. ทดสอบการดูดซับเสียงต้องใช้บล็อกวางเรียงกัน ขนาดพื้นที่ประมาณ 15 ตร.ม. ในห้องทดสอบ จากนั้น จึงเริ่มทดสอบตามมาตรฐาน

### 3.8 การวิเคราะห์และตีความ

1. คัดเลือกคอนกรีตบล็อกที่รับแรงผ่านมาตรฐานเท่านั้น
2. เปรียบเทียบการรับแรงอัดส่วนผสมแต่ละชุดการทดสอบ โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานของ มอก.
3. เมื่อนำมาทดสอบการดูดซับเสียงจะพิจารณาถึงค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของคอนกรีตบล็อก (absorption coefficient, NRC) เพื่อเปรียบเทียบผลของบล็อกที่ทดแทนด้วย เถ้าแกลบหรือเถ้าขานอ้อยกับคอนกรีตบล็อกที่มีอยู่ทั่วไปตามท้องตลาด ทั้งที่ดูดซับเสียงได้ดี และดูดซับเสียงไม่ดี โดยเปรียบเทียบในแง่ประสิทธิภาพการทางเสียงที่เพิ่มขึ้น กับในแง่ของราคาต้นทุน

ภาพที่ 3.7  
แผนภูมิขั้นตอนในการวิจัย



จากภาพที่ 3.7 เป็นการแสดงขั้นตอนทั้งหมดของการวิจัยในเรื่อง การเพิ่มความสามารถในการดูดซับเสียงของคอนกรีตบล็อก โดยเริ่มตั้งแต่การหางานวิจัยที่เกี่ยวข้องการทดลองจนถึงการสรุปผล