

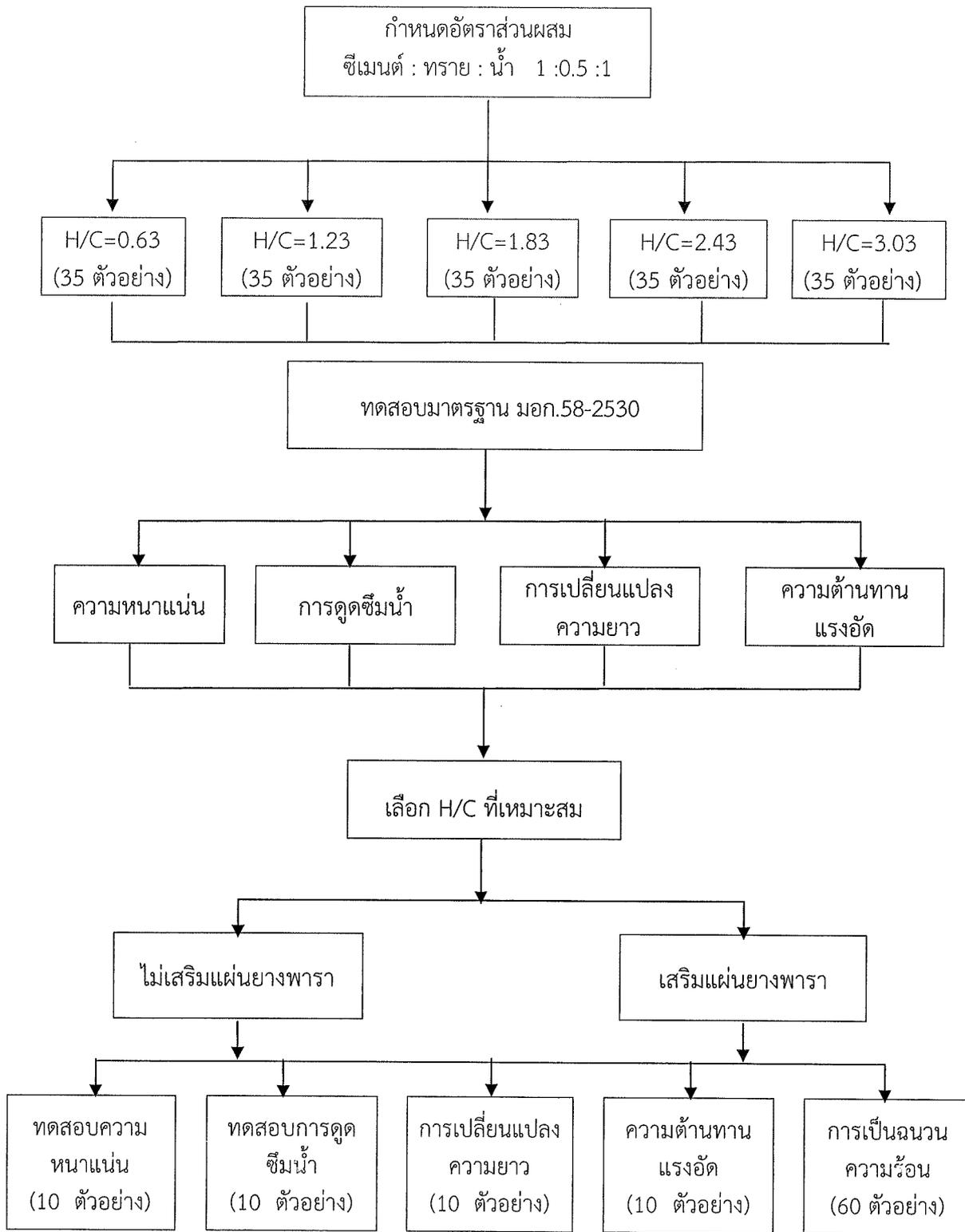
บทที่ 3

วิธีการทดสอบ

สำหรับวิธีการทดสอบเพื่อศึกษาคอนกรีตบล็อกหรืออิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบเสริมแผ่นยางพารา มีขั้นตอนการดำเนินงาน วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการทดสอบ ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการศึกษาและดำเนินงานวิจัยคอนกรีตบล็อกหรืออิฐบล็อกมวลเบาผสมเถ้าแกลบเสริมแผ่นยางพาราได้ทำการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนด้วยกันคือ ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบสมบัติของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ เพื่อเลือกอัตราส่วนเถ้าแกลบต่อปูนซีเมนต์ (H/C) ที่เหมาะสม และขั้นตอนที่ 2 นำอัตราส่วนที่เหมาะสมในขั้นตอนที่ 1 มาทำการทดสอบเปรียบเทียบสมบัติต่าง ๆ ระหว่าง อิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบปกติ และอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบเสริมแผ่นยางพารา พร้อมทั้งเลือกอัตราส่วนเถ้าแกลบต่อปูนซีเมนต์ (H/C) ที่เหมาะสมในการนำมาขึ้นรูปเป็นตัวอย่างอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบเสริมแผ่นยางพารา โดยทำการทดสอบ ความหนาแน่น, การดูดซึมน้ำ, การเปลี่ยนแปลงความยาว และความต้านทานแรงอัดตามมาตรฐาน มอก. 58-2530 เรื่อง คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ซึ่งมีวิธีการดำเนินการทั้งหมดสามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังกระบวนการดำเนินงานวิจัย

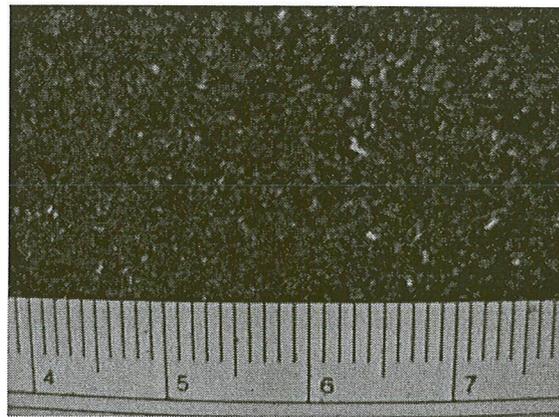
3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

3.2.1 ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

ซึ่งผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 15 เล่ม 1-2532 หรือมาตรฐานอเมริกา ASTM C 150

3.2.2 แก้วแกลบ

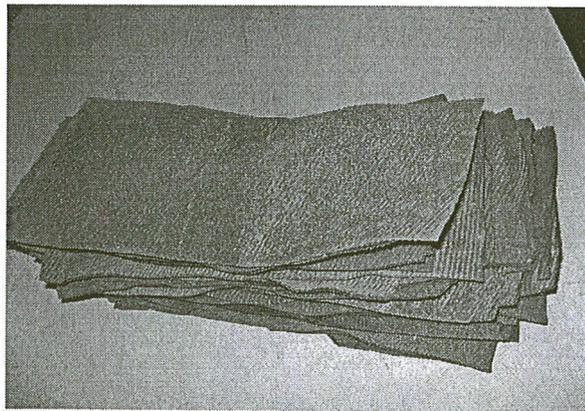
แก้วแกลบจากโรงสีข้าวและนำมาทำการหาการดูดซึมน้ำได้ร้อยละ 24 แก้วแกลบที่นำมาใช้สีดำและมีเศษของแกลบที่ยังเผาไหม้ไม่หมดปะปน จากนั้นนำไปอบแห้งในเตาอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 100 เพื่อนำแก้วแกลบที่เผาไหม้ไม่หมดออก



รูปที่ 3.2 แก้วแกลบที่ได้จากโรงสี (ขนาดปกติ)

3.2.3 ยางธรรมชาติ (ยางพารา)

ยางพาราที่จะนำมาใช้จะต้องเป็นยางพาราแผ่น และผ่านกระบวนการรีดและเก็บไว้เป็นอย่างดีเพื่อไม่ให้เสื่อมคุณภาพ



รูปที่ 3.3 ยางพาราแผ่นที่ผ่านกระบวนการรีดนำมาตัดเป็นแผ่น ๆ

3.2.4 น้ำ

ที่ใช้ในการทดสอบเป็นน้ำประปา ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

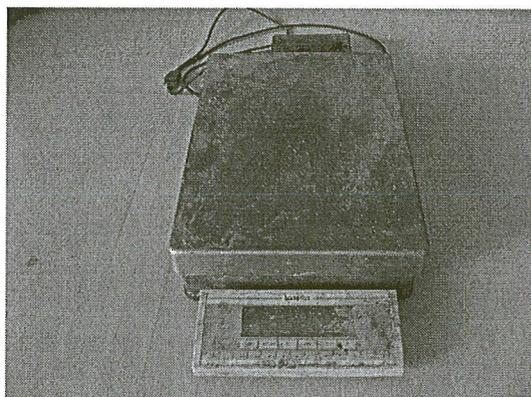
3.2.5 ทราย

ที่ใช้ในการทดสอบเป็นทรายก่อสร้างทั่วไป

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

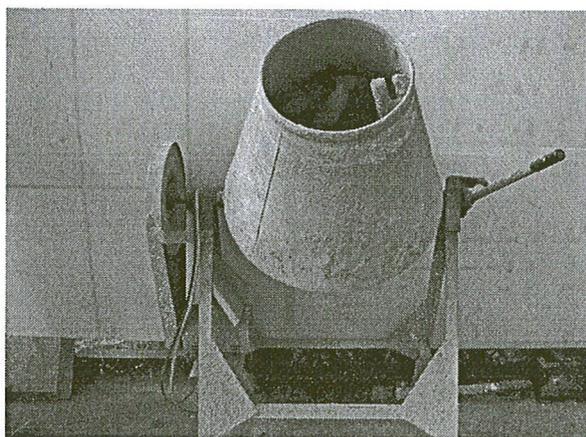
อุปกรณ์และเครื่องมือที่สำคัญ ๆ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.3.1 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล



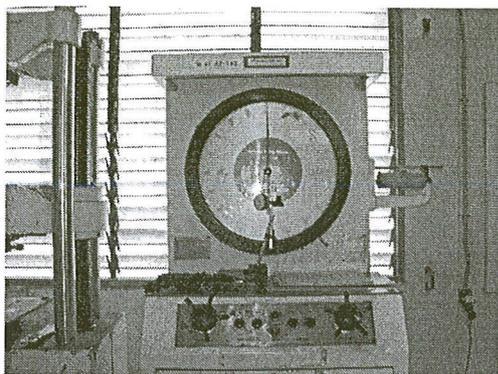
รูปที่ 3.4 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล

3.3.2 เครื่องผสมคอนกรีต



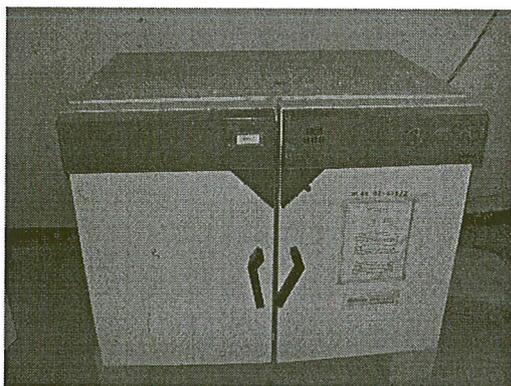
รูปที่ 3.5 เครื่องผสมคอนกรีต

3.3.3 เครื่องทดสอบกำลังอัด (Universal testing Machine)



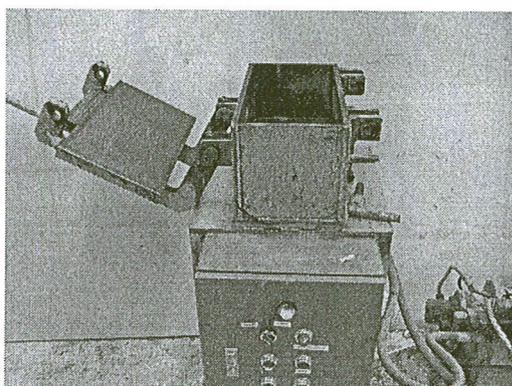
รูปที่ 3.6 เครื่องทดสอบ UTM (Universal testing Machine)

3.3.4 ตู้อบ



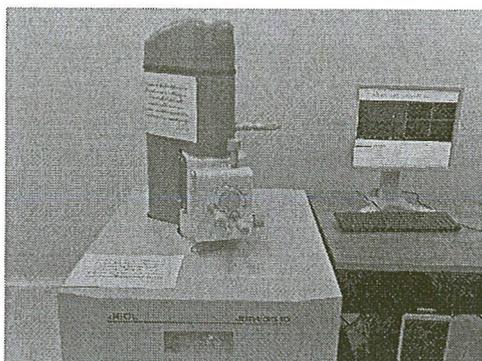
รูปที่ 3.7 ตู้อบที่สามารถควบคุมความร้อนที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส

3.3.5 เครื่องอัดบล็อก



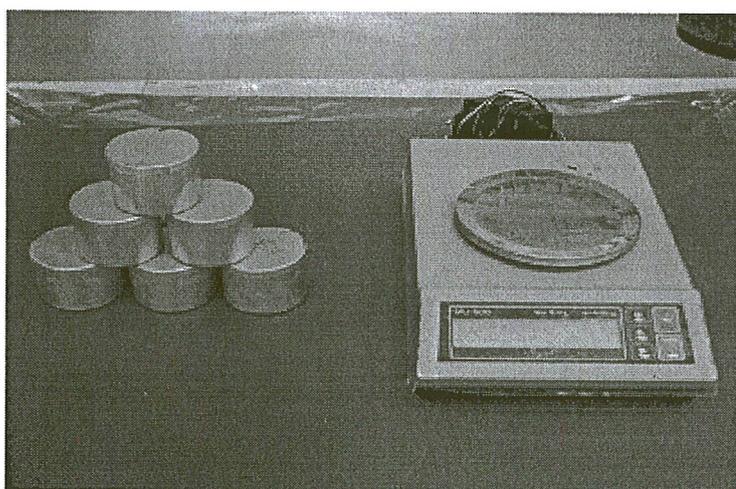
รูปที่ 3.8 เครื่องอัดบล็อกไฮดรอลิกที่สามารถอัดบล็อกขนาด $190 \times 390 \times 70$ มิลลิเมตร

3.3.6 เครื่อง SEM (Scanning Electron Microscopes)



รูปที่ 3.9 เครื่อง SEM (Scanning Electron Microscopes)

3.4 การทดสอบหาค่าปริมาณความชื้น (Water Content)



รูปที่ 3.10 อุปกรณ์การทดสอบการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้น (Water Content) [7]

- 1) ชั่งน้ำหนักของกระป๋องอบแห้งเปล่า พร้อมฝาปิดและบันทึกน้ำหนักของกระป๋องไว้ และเขียนหมายเลขกำกับแต่ละกระป๋องไว้
- 2) นำตัวอย่างเม็ดแห้งใส่กระป๋องแล้วนำไปชั่ง ก็จะได้น้ำหนักกระป๋อง ถ้าหากการชั่งน้ำหนักช้าเกิน 3-5 นาที ต้องปิดฝากระป๋องด้วย เพื่อป้องกันมิให้ความชื้นออกจากเม็ดแห้ง
- 3) หลังจากชั่งน้ำหนักเม็ดแห้ง + กระป๋องแล้วก็นำเข้าเตาอบ ขณะอบต้องเปิดกระป๋องไว้
- 4) หลังจากเม็ดแห้งตัวอย่างแห้งแล้วก็นำมาชั่งใหม่ ก็จะได้น้ำหนักเม็ดแห้ง + น้ำหนักกระป๋อง
- 5) คำนวณหาค่าน้ำหนักน้ำในเม็ดแห้ง และน้ำหนักเม็ดแห้ง

$$W_w = (W_{S(wet)} + W_c) - (W_{S(dry)} + W_c) \quad (3.1)$$

$$W_s = (W_{S(dry)} + W_c) - (W_c) \quad (3.2)$$

กำหนดให้

$$\begin{aligned} W_w &= \text{น้ำหนักน้ำ} \\ W_s &= \text{น้ำหนักเถ้าแกลบ} \\ W_c &= \text{น้ำหนักกระป๋อง} \\ W_{S(wet)} &= \text{น้ำหนักเถ้าแกลบก่อนอบ} \\ W_{S(dry)} &= \text{น้ำหนักเถ้าแกลบหลังอบ} \end{aligned}$$

สูตรที่ใช้คำนวณปริมาณน้ำในเถ้าแกลบ

$$\text{Water Content} = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (3.3)$$

$$\begin{aligned} W_w &= \text{น้ำหนักน้ำ} \\ W_s &= \text{น้ำหนักเถ้าแกลบ} \end{aligned}$$

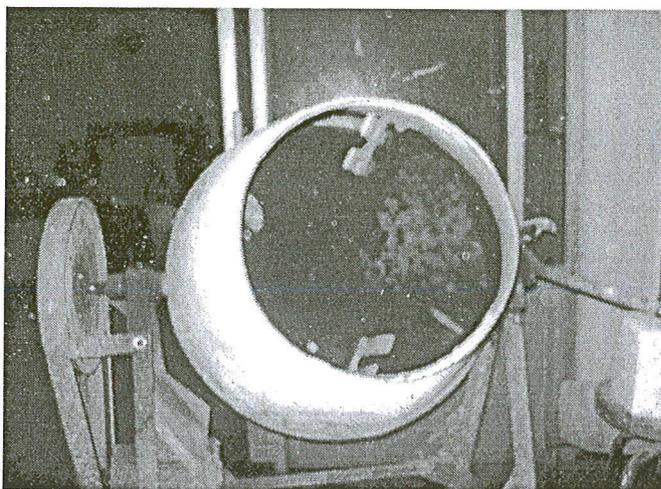
3.5 การกำหนดส่วนผสมอิฐรูปบล็อกผสมเถ้าแกลบ

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนัก

ปูนซีเมนต์	ทราย	น้ำ	เถ้าแกลบ
1	0.5	1	0.63
1	0.5	1	1.23
1	0.5	1	1.83
1	0.5	1	2.43
1	0.5	1	3.03

3.6 วิธีการผสมและการขึ้นรูปอิฐรูปบล็อกผสมเถ้าแกลบ

3.6.1 นำขึ้นตัวอย่างที่เตรียมไว้ตามอัตราส่วนผสมที่กำหนดตามตารางที่ 3.1 จากนั้นนำเถ้าแกลบ ทรายและปูนซีเมนต์เทใส่เครื่องผสมคอนกรีตแล้วผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน



รูปที่ 3.11 การผสมเถ้าแกลบ ทราาย และปูนซีเมนต์ให้เข้ากัน

3.6.2 ใส่ น้ำที่เตรียมไว้ลงในเครื่องผสมคอนกรีต การใส่น้ำควรใส่น้ำลงไปทีละนิดโดยทำการหยุดเครื่องผสมและทำการเคาะ เถ้าแกลบ ทราาย และปูนซีเมนต์ ที่เกาะตามข้างเครื่องผสมคอนกรีตออกบ่อย ๆ และเติมน้ำจนครบ จากนั้นทำการหมุนเครื่องผสมคอนกรีตเป็นเวลา 7-10 นาที

3.6.3 นำส่วนผสมที่ผสมจนเข้ากันดีแล้วไปอัดในเครื่องอัดบล็อกไฮดรอลิก และแต่ละก้อนใส่ส่วนผสมให้เท่า ๆ กัน จึงทำการอัดอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ความดันประมาณ 75 กก.

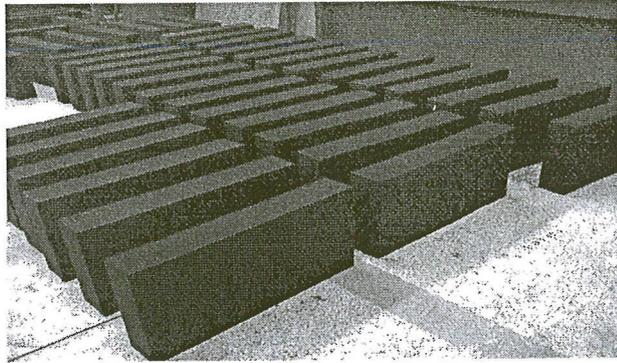
3.6.4 ก่อนที่จะใส่ส่วนผสมลงในเครื่องอัดบล็อกไฮดรอลิกควรทาน้ำมันก่อน เพื่อไม่ให้ส่วนผสมติดกับเครื่องอัดบล็อกไฮดรอลิก และป้องกันการสึกหรอของเครื่องอัดบล็อกไฮดรอลิก

3.6.5 เมื่อทำการอัดเสร็จแล้วให้ยกอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ได้ออกจากเครื่องอัดบล็อกไฮดรอลิก และนำไปวางให้เป็นระเบียบเรียบร้อย



รูปที่ 3.12 ก้อนอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่อัดเสร็จแล้ว

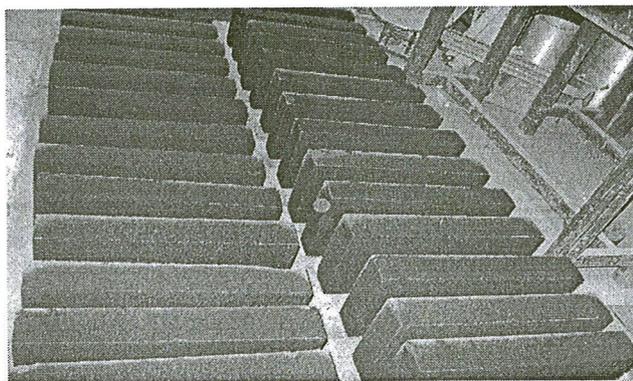
3.6.6 เมื่อครบ 5 วัน ทำการย้ายก้อนอิฐบล็อกผสมเถ้ากลับไปวางในที่ที่อากาศถ่ายเทได้ดี ห้ามนำอิฐบล็อกผสมกลับไปตากแดดเนื่องจากปฏิกิริยาไฮเดรชันที่เกิดขึ้นจะไม่สมบูรณ์และมีผลต่อกำลังอัดของคอนกรีตบล็อก หลังจากนั้นเมื่อครบอายุ 7, 14, 21 วัน และ 28 วัน ก็นำอิฐไปทำการทดสอบสมบัติเชิงกลต่อไป



รูปที่ 3.13 อิฐบล็อกผสมเถ้าแก่บที่อายุ 7 วัน



รูปที่ 3.14 อิฐบล็อกผสมเถ้าแก่บที่อายุ 14 วัน



รูปที่ 3.15 อิฐบล็อกผสมเถ้าแก่บที่อายุ 21 วัน

3.7 การทดสอบความต้านทานแรงอัด (Compressive Strength)

ทดสอบหาความต้านทานแรงอัดของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกบลที่มีอายุ 7, 14, 21 และ 28 วัน ของอิฐบล็อกคือ Edge-Wise (วางเอาด้านขอบขึ้น) โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

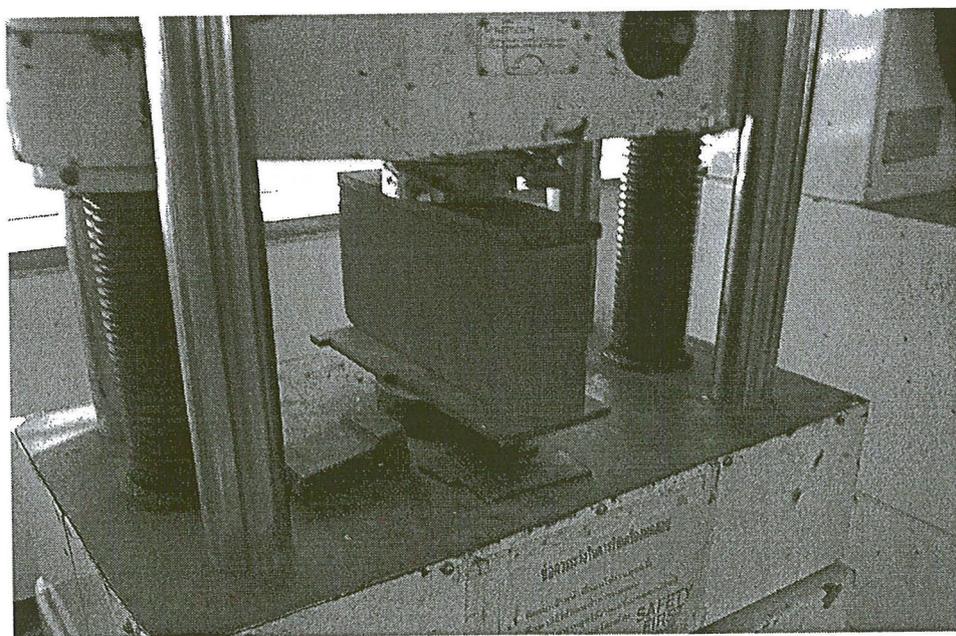
3.7.1 วัดขนาดอิฐบล็อกผสมเถ้าแกบลเป็นมิลลิเมตร (กว้าง x ยาว x หนา) แล้วชั่งน้ำหนัก โดยอ่านค่าละเอียดถึง 0.5 กรัม

3.7.2 นำเข้าเครื่องทดสอบเพื่อหาค่าความต้านทานแรงอัด โดยใช้อัตราการเพิ่มแรงอัด ประมาณ 100 กก./ตร.ซม. จนกระทั่งอิฐพังทลายแล้วบันทึกค่าแรงอัดสูงสุด

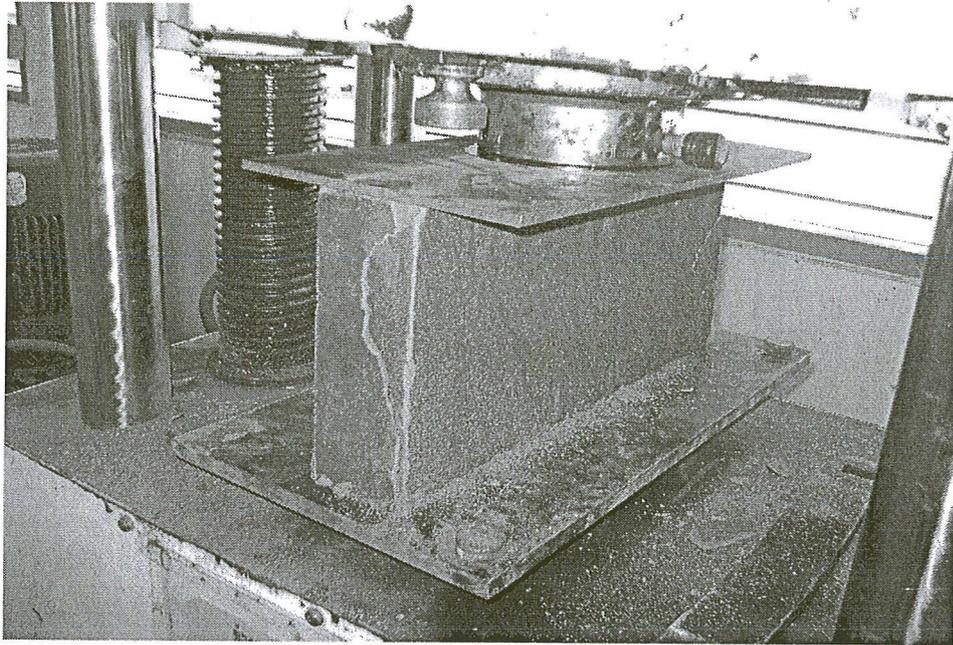
3.7.3 คำนวณค่ากำลังต้านทานแรงอัดโดยสูตรที่ใช้คำนวณคือ

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (3.4)$$

เมื่อ	σ	= กำลังต้านทานแรงอัด	(กก./ตร.ซม.)
	P	= แรงกดที่ทำให้ชิ้นส่วนเกิดการวิบัติ	(กก.)
	A	= พื้นที่รับแรงอัด	(ตร.ซม.)



รูปที่ 3.16 การทดสอบความต้านทานแรงอัด



รูปที่ 3.17 ลักษณะการวิบัติของก้อนตัวอย่าง

3.8 การทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบ

ทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่มีอายุ 28 วัน โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

3.8.1 นำอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เตรียมไว้ทดสอบวัดขนาด (กว้าง × ยาว × หนา) ของก้อนตัวอย่าง

3.8.2 นำอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบเข้าตู้อบโดยใช้เวลาในการอบ 24 ชั่วโมงแล้วปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ละก้อน โดยอ่านค่าละเอียดถึง 0.1 กรัม จดบันทึกค่าน้ำหนักอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบแห้ง

3.8.3 นำอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบไปแช่ในน้ำให้ท่วมอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบขึ้นมา ใช้ผ้าซับน้ำบนผิวอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ละก้อน แล้วชั่งน้ำหนักให้เสร็จภายใน 3 นาที จดบันทึกค่าน้ำหนักอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ดูดซึมน้ำ

3.8.4 ทำการคำนวณหาค่าร้อยละการดูดซึมน้ำตามสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละการดูดซึมน้ำ} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \quad (3.6)$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบแห้ง
 W_2 = น้ำหนักอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่ดูดซึมน้ำ



รูปที่ 3.18 นำก้อนตัวอย่างอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบแช่น้ำ

3.9 การทดสอบอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว

ทดสอบหาค่าการทดสอบอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่อายุ 28 วัน โดยมีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

3.9.1 นำอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เตรียมไว้ทดสอบวัดขนาด (กว้าง x ยาว x หนา) ของก้อนตัวอย่าง

3.9.2 นำอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบเข้าในตู้อบเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็น ชั่งมวลและวัดความยาวของชิ้นทดสอบถือเป็นมวลในสภาพแห้ง คำนวณหาค่ามวลที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 40

3.9.3 นำอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบไปแช่ในอ่างน้ำ โดยผิวบนของชิ้นทดสอบอยู่ต่ำกว่าผิวน้ำ 3 เซนติเมตร เป็นเวลา 3 วัน

3.9.4 เก็บรักษาที่ห้องหรือภาชนะปิด ชั่งมวลและวัดความยาวทุกวัน จนมวลของชิ้นทดสอบมีค่าต่ำกว่าค่ามวลที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 40 ซึ่งคำนวณได้จากข้อ 2

3.9.5 วัดความยาวและชั่งมวลของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบทุก 3 วัน จนความยาวเข้าสู่สภาพสมดุล โดยอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบมีการเปลี่ยนแปลงความยาวน้อยกว่าร้อยละ 0.003 ต่อ 3 วัน

3.9.6 รายงานผลปริมาณการเปลี่ยนแปลงความยาวของอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบแต่ละค่า

3.10 การทดสอบการเป็นฉนวนกันความร้อนของคอนกรีตบล็อก

ทดสอบหาค่าการทดสอบการเป็นฉนวนกันความร้อนของอิฐบล็อกที่อายุ 28 วัน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.10.1 ทำการขึ้นรูปอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบตามอัตราส่วนที่ได้ออกแบบ โดยการอัดอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก ซึ่งมีขนาดของตัวอย่างอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบตามมาตรฐานของอิฐบล็อกที่ขายโดยทั่วไปในท้องตลาดคือ กว้าง 190 มิลลิเมตร ยาว 390 มิลลิเมตร และหนา 70 มิลลิเมตร ซึ่งจัดเป็นคอนกรีตบล็อกตามมาตรฐานอุตสาหกรรมไทย มอก.58-2530 ประเภทไม่รับน้ำหนัก

3.10.2 คัดเลือกตัวอย่างอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบโดยใช้อัตราส่วนผสม 1: 0.5: 1: 1.83 ไม่เสริมแผ่นยางพาราที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ และอิฐบล็อกผสมเถ้าแกลบที่เสริมแผ่นยางพารามาก่อเป็นห้องจำลองขนาด กว้าง 1.20 เมตร และ สูง 2.00 เมตร โดยมีหลังคาจำลองมาปิดทับและทำการกรุแผ่นโฟมรอบแผ่นเหล็กทั้งหมด เพื่อไม่ให้ความร้อนสัมผัสกับเหล็กโดยตรงเพื่อป้องกันความผิดพลาด

3.10.3 ห้องจำลองที่ใช้ทดสอบด้านข้างและด้านหลังทำด้วยไม้อัด ด้านหน้าปิดด้วยแผ่นอะคริลิก หลังคามุงด้วยสังกะสี ห้องจำลองมีขนาด กว้าง 1.20 เมตร × สูง 2.00 เมตร และตัวกำเนิดความร้อนเป็นไฟสปอร์ตไลท์ 1,000 วัตต์ ห้องละ 1 ดวง สำหรับส่องไปที่ผนังอิฐ

3.10.4 วัดอุณหภูมิของกลางห้องอีกฝั่ง โดยใช้ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ สามารถอ่านค่าเป็นตัวเลข ได้ทั้งค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้นสัมพัทธ์

3.10.5 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิภายในห้องทดสอบระหว่างห้องที่ใช้ผนังตัวอย่างอิฐบล็อกมวลเบาผสมเถ้าแกลบที่ไม่เสริมแผ่นยางพารา และเสริมแผ่นยางพารา