บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึง การศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการนำเถ้าลอย และ ชานอ้อย มาผลิตอิฐบล็อกประสาน โดยทำการทดลองและเก็บข้อมูลที่ คณะวิศวกรรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คณะผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

1. ปูนซีเมนต์

ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย มอก. 15-2547 ซึ่งเก็บและบรรจุไว้โดยไม่มีความชื้น

ภาพที่ 3.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

2. ดินแดง

ใช้ดินทำอิฐบล็อกประสาน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ภาพที่ 3.2 ดินแดงที่ผ่านการร่อนผ่านตะแกรง เบอร์ 4 แล้ว

4. ชานอ้อย

ชานอ้อยจากโรงน้ำตาล วังขนาย อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

ภาพที่ 3.3 ชานอ้อยที่ผ่านการร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 แล้ว

4. เถ้าลอย
   ใช้เถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จากจังหวัดลำปาง
5. น้ำ
   ใช้น้ำประปาสะอาดในการผสม

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. เครื่องบดดิน
2. เครื่องผสมอิฐบล็อกประสาน
3. เครื่องทดสอบกำลังอัด
4. เครื่องขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานชนิดระบบไฮดรอลิก

3.3 ขั้นตอนการทดสอบ

3.3.1 การเตรียมตัวอย่างอิฐบล็อกประสาน

การออกแบบส่วนผสม

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบส่วนผสมอิฐบล็อกประสานในอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ต่อมวลรวมเท่ากับ 1 : 6 และใช้น้ำในการผสมอิฐบล็อกประสานอยู่ระหว่างร้อยละ 4 – 10 ของปูนซีเมนต์ แล้วขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานขนาดเดียวคือ 12.5x25x10 ซม. มาตรฐานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช. 602/2547 ดังแสดงในตาราง 3.1

ภาพที่ 3.4 อิฐบล้อกประสานที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว

สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

BC หมายถึง อิฐบล็อกประสานควบคุมที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เพียงอย่างเดียว

F หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ผสมเถ้าลอย

สัญลักษณ์ตัวเลข 10,20,30 และ 40 คือ ร้อยละของการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าลอย

B หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ผสมชานอ้อย

สัญลักษณ์ตัวเลข 5,10,15 และ 20 คือ ร้อยละการแทนที่มวลรวมด้วยชานอ้อย

ตัวอย่างสัญลักษณ์

F10B10 หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ผสมเถ้าลอยในปูนซีเมนต์อัตราการแทนที่ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก และแทนที่ชานอ้อยร้อยละ 10 โดยปริมาตร เป็นต้น

ตาราง 3.1 ส่วนผสมของอิฐบล็อกประสาน

รหัสส่วนผสม	**ร้อยละการแทนที่**		**ปริมาณส่วนผสม**			
	เถ้าลอย (F)	**ชานอ้อย (B)**	**ปูนซีเมนต์ (กรัม)**	**ดินแดง (กรัม)**	**ชานอ้อย (F) (กรัม)**	**เถ้าลอย (B) (กรัม)**
BC	0	0	500	3,000	ไม่ใช้	ไม่ใช้
F0B5	0	5	500	2,850	ตามปริมาตรของดินแดง 150 กรัม	ไม่ใช้
F0B10	0	10	500	2,700	ตามปริมาตรของดินแดง 300 กรัม	ไม่ใช้
F0B15	0	15	500	2,550	ตามปริมาตรของดินแดง 450 กรัม	ไม่ใช้
F0B20	0	20	500	2,400	ตามปริมาตรของดินแดง 600 กรัม	ไม่ใช้
F10B0	10	0	450	2,850	ไม่ใช้	50
F10B5	10	5	450	2,700	ตามปริมาตรของดินแดง 150 กรัม	50
F10B10	10	10	450	2,550	ตามปริมาตรของดินแดง 300 กรัม	50

F10B15	10	15	450	2,400	ตามปริมาตรของดินแดง 450 กรัม	50
F10B20	10	20	450	2,250	ตามปริมาตรของดินแดง 600 กรัม	50
F20B0	20	0	400	2,700	ไม่ใช้	100
F20B5	20	5	400	2,550	ตามปริมาตรของดินแดง 150 กรัม	100
F20B10	20	10	400	2,400	ตามปริมาตรของดินแดง 300 กรัม	100
F20B15	20	15	400	2,250	ตามปริมาตรของดินแดง 450 กรัม	100
F20B20	20	20	400	2,100	ตามปริมาตรของดินแดง 600 กรัม	100
F30B0	30	0	350	2,550	ไม่ใช้	150
F30B5	30	5	350	2,400	ตามปริมาตรของดินแดง 150 กรัม	150
F30B10	30	10	350	2,250	ตามปริมาตรของดินแดง 300 กรัม	150
F30B15	30	15	350	2,100	ตามปริมาตรของดินแดง 450 กรัม	150
F30B20	30	20	350	1,950	ตามปริมาตรของดินแดง 600 กรัม	150
F40B0	40	0	300	2,400	ไม่ใช้	200
F40B5	40	5	300	2,250	ตามปริมาตรของดินแดง 150 กรัม	200
F40B10	40	10	300	2,100	ตามปริมาตรของดินแดง 300 กรัม	200
F40B15	40	15	300	1,950	ตามปริมาตรของดินแดง 450 กรัม	200
F40B20	40	20	300	1,800	ตามปริมาตรของดินแดง 600 กรัม	200

3.3.2 การทดสอบอิฐบล็อกประสาน

1. การทดสอบค่ากำลังอัดของอิฐบล็อกประสาน

ทดสอบ โดยใช้อิฐบล็อกประสานวางในแนวนอน จากนั้นนำไปกดด้วยเครื่อง Universal Testing Machine ส่วนผสมละ 3 ก้อนเพื่อหาค่าเฉลี่ย โดยทดสอบที่อายุ 7 และ 28 วัน โดยสามารถหากำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานได้ จาก สมการที่ *(1)*

$$F = P/A \qquad (1)$$

เมื่อ F = กำลังรับแรงอัด (กก./ตร.ซม.)

P = แรงกระทำบนตัวอย่าง (กก.)

A = พื้นที่หน้าตัด (ตร.ซม.)

2. การทดสอบความหนาแน่น (Density) คำนวณหาค่าความหนาแน่นจากมวลต่อปริมาตรของตัวอย่างอิฐบล็อกประสานดังในสมการที่ *(2)*

$$P = M/V \qquad (2)$$

เมื่อ P = ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม)

M = มวลของตัวอย่างทดสอบ (กก.)

V = ปริมาตรของตัวอย่างทดสอบ (ลบ.ม)

3. การหาร้อยละปริมาณการดูดซึมน้ำ (Water absorption)

เป็นการทดลองโดยเปรียบเทียบน้ำหนักของน้ำที่อิฐบล็อกประสานดูดซึมน้ำได้ภายหลังการแช่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง กับน้ำหนักอิฐบล็อกประสานแห้ง ดังในสมการที่ (3)

$$\text{ร้อยละปริมาณการดูดซึมน้ำ (Water absorption)} = \frac{W2-W1}{W1} \times 100\% \qquad (3)$$

เมื่อ W2 = น้ำหนักวัสดุมวลรวมละเอียดในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (กรัม)

W1 = น้ำหนักของวัสดุมวลรวมละเอียดอบแห้ง (กรัม)

4. การทดสอบสมบัติทางความร้อน (Thermal properties)

ประกอบด้วย ค่าการแพร่ความร้อน (Thermal diffusivity) ได้จากอัตราส่วนของค่าการนำความร้อน (Thermal conductivity) ของวัสดุต่อผลคูณของค่าความหนาแน่น (Density) กับค่าความร้อนจำเพาะ (Specific heat) ของวัสดุนั้น ความร้อนจำเพาะ (Specific heat) หมายถึง ปริมาณความร้อน (joule, J) ที่ทำให้วัสดุที่มีมวลหนึ่งหน่วย (kg) อุณหภูมิเปลี่ยนไปหนึ่งองศามีหน่วยพื้นฐานในระบบ SI เป็น KJ/kg °C และค่าสภาพการนำความร้อน (Thermal conductivity) หรือสัมปะสิทธิ์การนำความร้อน เป็นสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุ ที่บ่งถึงอัตราเร็วของการส่งผ่านพลังงานความร้อน โดยการนำความร้อน ของสารต่าง ๆ ซึ่งเป็นการส่งผ่านความร้อนภายในโมเลกุลของสารจากโมเลกุลที่มีระดับพลังงานสูงกว่า ไปยังระดับที่ต่ำกว่า โดยประยุกต์ใช้ตามมาตรฐาน American Society for Testing Materials C 236-89 (1997 : 1-4) ทำการติดตั้งตัวอย่างทดสอบ โดยจัดวางตำแหน่งเทอร์โมคัปเปิล ดังแสดงในภาพที่ 3.5 อุดรอยรั่วของกล่องด้านซ้ายมือที่มีเครื่องทำความร้อน (Heater) และด้านขวาของตัวอย่างทดสอบด้วยซีลยาง ฟองน้ำ หรือเทปกาว เพื่อป้องกันอากาศรั่วปล่อยให้มีการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อน (ซ้ายมือ) ไปยังด้านขวามือโดยผ่านตัวอย่างทดสอบ ผลต่างของอุณหภูมิระหว่าง t_2 และ t_3 ถูกใช้ในการคำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

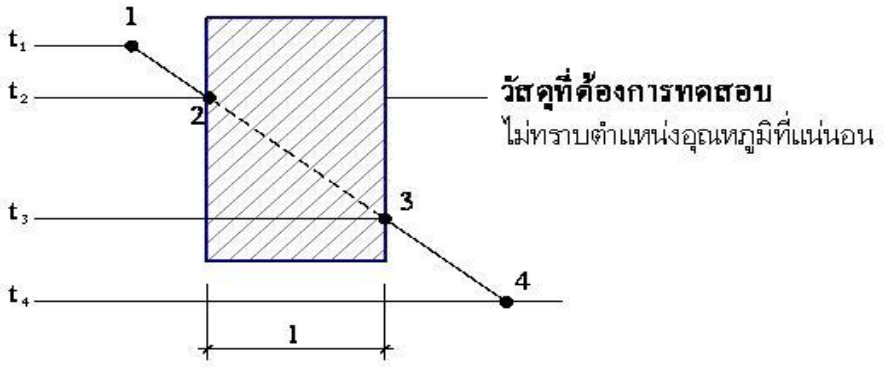
$$U = \frac{Q}{A(t_2 - t_3)}$$

เมื่อ U = ค่าการส่งผ่านความร้อน (วัตต์ต่อตารางเมตรองศาเคลวิน)

Q = ปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านวัสดุทดสอบในภาวะเสถียร (วัตต์)

A = พื้นที่ภาคตัดขวางที่ความร้อนไหลผ่าน (ตารางเมตร)

$t_2 - t_3$ = ผลต่างของอุณหภูมิ ณ จุดที่ติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล ระหว่างตำแหน่งที่ 2 และตำแหน่งที่ 3



ภาพที่ 3.5 แสดงการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล