อิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าว
Interlocking Blocks Containing Coconut Shell Ash

สุกรี เง๊าะยีเละ [1*] อาริฟร์ มาเล๊ะ [2] และโซฟีลาน มะดาแฮ [1]

[1*] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา 95000

อีเมล์ sukree.ng@yru.ac.th

[2] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา 95000

อีเมล์ Arifmaleh2@gmail.com

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา 95000

อีเมล์ sofilan.m@yru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าว ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณเถ้ากะลามะพร้าวแทนดินลูกรัง และเปรียบเทียบค่าแรงอัดของอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวกับอิฐบล็อกจากท้องตลาด กำหนดอัตราส่วนปูนซีเมนต์ : ทราย : ดินลูกรัง : เถ้ากะลามะพร้าว เท่ากับ 1 : 2 : 2 : 1, 1 : 2 : 1 : 2 และ 1 : 2 : 0 : 3 โดยปริมาตร ผสมส่วนผสมเข้าด้วยกันแล้วนำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดบล็อกประสานแบบมือโยกและนำไปบ่มเป็นเวลา 14 วัน ผลการศึกษาพบว่า เถ้ากะลามะพร้าวสามารถเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ และผลการทดสอบค่าแรงอัดของอิฐบล็อกประสานสามารถสรุปได้ว่า เมื่อเพิ่มของปริมาณเถ้ากะลามะพร้าวจะทำให้ค่าแรงอัดลดลง อัตราส่วนของปูนซีเมนต์ : ทราย : ดินลูกรัง : เถ้ากะลามะพร้าว เท่ากับ 1 : 2 : 2 : 1 (สูตรที่ 1) เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด มีค่าแรงอัดเท่ากับ 49.89 ksc และเมื่อนำไปเปรียบเทียบอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวกับอิฐบล็อกจากท้องตลาด พบว่า อิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวทั้ง 3 สูตร มีค่าแรงอัดมากกว่าอิฐบล็อกจากท้องตลาด

คำสำคัญ: อิฐบล็อกประสาน เถ้ากะลามะพร้าว แรงอัด

ABSTRACT

This purpose of this research was to study the process of Interlocking blocks containing coconut shell ash and to study appropriate ratio of coconut shell ash replace lateritic soil and comparing compressive strength of Interlocking blocks containing coconut shell ash with brick blocks from the market. The ratio of cement : Sand : lateritic soil : coconut shell ash equal 1 : 2 : 2 : 1, 1 : 2 : 1 : 2 and 1 : 2 : 0 : 3 by volume. Mixture ingredients together to form with Interlocking brick manual and then curing for 14 days. The study found that coconut shell ash can as ingredients in the manufacture of brick block and the result of compression test show that increasing the amount of coconut shell ash, compressive strength is decreased. The ratio of cement: sand: lateritic soil: Coconut shell ash as 1: 2: 2: 1 (formula 1) is the most appropriate had compressive strength is 49.89 ksc and when comparing the Interlocking blocks containing coconut shell ash with brick blocks from the market. It found that the Interlocking blocks containing coconut shell ash all 3 formulas was compressive strength more than brick blocks from the market.

Keyword: interlocking brick, coconut shell ash, compression

บทนำ

อิฐบล็อกประสานเป็นวัสดุก่อรับน้ำหนักที่พัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อกเพื่อให้สะดวกในการก่อสร้างโดยเน้นการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์

และน้ำ ในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่มให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 10 วัน ซึ่งจะทำให้คอนกรีตบล็อกที่มีความแข็งแกร่ง มีรูปลักษณะพิเศษที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคาร บ้านเรือนต่างๆ ได้ [1] ด้วยขั้นตอนการผลิตที่ง่ายและประหยัดพลังงานจากการเผาไหม้ ช่วยลดต้นทุนการผลิต และระยะเวลาในการก่อสร้างได้ วัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมของบล็อกประสานจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มีความงามจากสีธรรมชาติ จึงไม่จำเป็นต้องฉาบปูนหรือทาสีทับแต่อย่างใด อีกทั้งวัสดุที่ใช้ประสานเป็นวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรและหาได้ง่ายในท้องถิ่น

ประเทศไทยมีการส่งออกมะพร้าวเป็นอันดับต้น ๆ ของโลกทำให้มีขยะจากกะลามะพร้าวเป็นปริมาณมาก [2] กลายเป็นปัญหาขยะ นอกจากนี้ครัวเรือนไทยส่วนใหญ่ใช้กะทิจากลูกมะพร้าวในการทำอาหาร ส่วนกะลามะพร้าวจะนำไปเผาเป็นถ่านเพื่อใช้แทนแก๊สหุงต้มในครัวเรือนทำให้มีเถ้าหลังจากการเผาไหม้เหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก [3] และเมื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของเถ้ากะลามะพร้าว พบว่าเถ้ากะลามะพร้าว ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นก้อนจากเศษกะลามะพร้าวที่เผาไหม้ไม่หมดปะปนอยู่กับ ผงกะลามะพร้าวขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบาและแข็งมากพอสมควร จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำเถ้ากะลามะพร้าวมาผสมเป็นวัสดุประสานในการผลิตอิฐบล็อกได้

ปัจจุบันจะเห็นได้ว่าการใช้อิฐบล็อกประสานในการก่อสร้างบ้านเรือนมีอย่างแพร่หลาย แต่ปัญหาที่พบคือ อิฐบล็อกประสานตามท้องตลาดโดยทั่วไปมีหลากหลายราคา ซึ่งอิฐบล็อกประสานที่มีราคาถูกมักจะมีคุณภาพต่ำ อีกทั้งการสร้างบ้านเรือนแต่ละหลังจะต้องใช้อิฐบล็อกในจำนวนมาก ทำให้ประชาชนเลือกที่จะใช้อิฐบล็อกที่มี ราคาถูกแต่คุณภาพต่ำ เมื่อใช้งานเป็นเวลานานอาจทำให้โครงสร้างของบ้านไม่มีความแข็งแรงพอ เนื่องจากอิฐบล็อกมีขนาดความสูงต่ำไม่เท่ากันและพรุนแตกหักได้ง่าย และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าเมื่อปริมาณการเติมเถ้าไม้ยางพารามากขึ้นทำให้ความหนาแน่นของอิฐบล็อกประสานมีค่าลดลง ค่ากำลังอัดถึงแม้มีการใช้ปริมาณของปูนซีเมนต์คงที่และใช้เถ้าไม้ยางพาราซึ่งเป็นวัสดุปอซโซลานในปริมาณที่มากขึ้น จึงลดความสามารถในการเชื่อมวัสดุของปูนซีเมนต์ทำให้กำลังอัดมีค่าลดลง [4]

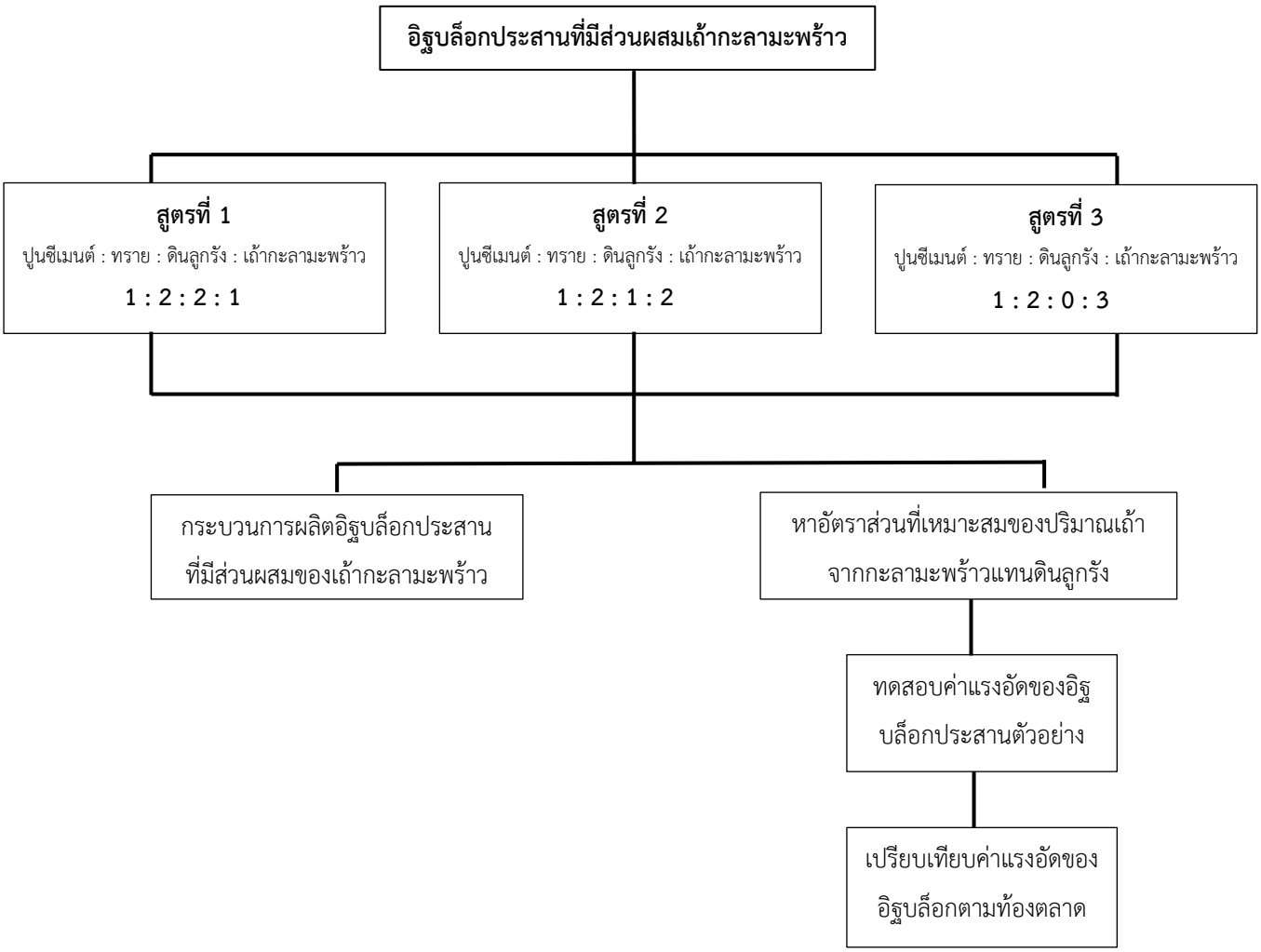
จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ผู้วิจัยสนใจนำเถ้ากะลามะพร้าวมาเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐบล็อกประสานเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวที่มีความแข็งแรง ลดต้นทุนในการผลิตและนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรนำมาใช้ประโยชน์ได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้าจากกะลามะพร้าว
2. เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณเถ้าจากกะลามะพร้าวแทนดินลูกรัง
3. เพื่อเปรียบเทียบค่าแรงอัดของอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวกับอิฐบล็อกในท้องตลาด

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดอัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ : ทราย : ดินลูกรัง : เถ้ากะลามะพร้าว ดังภาพที่ 1 และหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวจากการทดสอบหาค่าความแข็งแรงของอิฐบล็อกประสาน



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขั้นตอนการผลิตอิฐบล็อกประสาน

1. เตรียมวัตถุโดยการนำกะลามะพร้าวไปเผาเพื่อให้ได้เถ้ากะลามะพร้าวแล้วนำไปร่อนเถ้ากะลามะพร้าวผ่านตะแกรงขนาด 4 มิลลิเมตร เพื่อนำไปคัดแยก
2. เตรียมวัตถุโดยการบด ร่อนดินลูกรังผ่านเครื่องบดเพื่อให้ได้เนื้อที่ละเอียด
3. ผสมวัสดุผสมให้เข้ากัน ตามอัตราส่วนดังภาพที่ 1
4. นำส่วนผสมเทลงในบล็อกเพื่ออัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดบล็อกประสานแบบมือโยกด้วยแรงคน

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

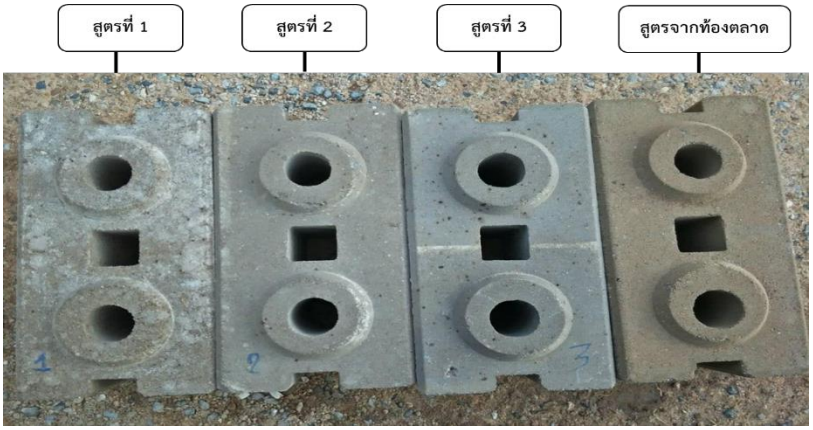
ภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตอิฐบล็อกประสาน (ก) เผากะลามะพร้าวให้กลายเป็นเถ้ากะลามะพร้าว (ข) การบด ร่อนดินลูกรังผ่านเครื่องบด (ค) การผสมส่วนผสมเข้าด้วยกัน และ (ง) การขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานด้วยเครื่องอัดบล็อกประสานแบบมือโยก

(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 3 อิฐบล็อกประสานแต่ละสูตร (ก) สูตรที่ 1 (ข) สูตรที่ 2 และ (ค) สูตรที่ 3



ภาพที่ 4 อิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวแต่ละสูตรกับอิฐบล็อกจากท้องตลาด

5. เมื่อได้อิฐบล็อกประสานแล้วมาทำการบ่มเพื่ออิฐบล็อกประสานมีความแข็งแรง บ่มเป็นเวลา 14 วัน โดยทำการรักษาความชื้นด้วยการพรมน้ำอย่างต่อเนื่องทุกวัน

ขั้นตอนการทดสอบกำลังอัด

1. นำอิฐบล็อกประสานที่บ่มครบ 14 วัน ไปทดสอบค่าแรงอัดของบล็อกประสานด้วยเครื่องทดสอบแรงอัด โดยมีวิธีการเตรียมตัวอย่างอิฐบล็อกประสานดังนี้
   1.1 นำอิฐบล็อกตัวอย่างไปชั่งน้ำหนัก
   1.2 วัดขนาด (ความสูง x ความกว้าง x ความหนา) ของอิฐบล็อก
   1.3 นำอิฐบล็อกแค็ปผิวหน้าและผิวด้านล่างให้เรียบด้วยปูนปลาสเตอร์ แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง เพื่อรับแรงอัดจากเครื่องทดสอบอย่างสม่ำเสมอ
   1.4 นำอิฐบล็อกประสานที่แค็ปผิวหน้าเรียบร้อย มาชั่งน้ำหนักก่อนนำไปทดสอบแรงอัด

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 5 แค็ปผิวหน้าอิฐให้ผิวหน้าเรียบด้วยปูนขาว (ก) นำอิฐบล็อกประสานที่แค็ปผิวหน้าเรียบร้อยแล้วมาชั่งน้ำหนัก (ข) การทดสอบกำลังอัด (ค)

   1.5 นำอิฐบล็อกตัวอย่างวางให้ตรงกับจุดศูนย์กลางของเครื่องทดสอบแรงอัดและให้รับแรงอัดสม่ำเสมอทุกส่วน โดยให้ด้านที่เคลือบด้วยปูนปลาสเตอร์รับแรงอัดไว้
   1.6 ทดสอบค่าแรงอัดโดยให้อิฐบล็อกประสานตัวอย่างแตกหักแล้วจดบันทึกค่าแรงอัดประลัย (kN) โดยผู้วิจัยวัดค่าแรงอัดประลัย สูตรละ 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

1.7 เมื่อได้ข้อมูลจากการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงอัดของคอนกรีตแบบอัตโนมัติ 2,000 กิโลนิวตัน ซึ่งค่าที่ได้เป็นค่าแรงอัดประลัย หน่วย กิโลนิวตัน (kN) แล้วนำค่าที่ได้แปลงเป็นหน่วย กิโลกรัม (kg) แทนในสมการ

1.8 การวิเคราะห์หาค่าแรงอัดอิฐบล็อกประสาน โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$\text{ค่าแรงอัด (ksc หรือ kg/cm}^2\text{)} = \frac{((\text{แรงอัดประลัย (kg)} \times 0.9583) - 1.8723)}{\text{พื้นที่หน้าตัดของวัตถุ (cm}^2\text{)}}$$

เมื่อ ค่าแรงอัด คือ ค่าที่ได้จากการคำนวณ (ksc หรือ kg/cm^2)

แรงอัดประลัย คือ กำลังรับแรงอัดสูงสุดที่อิฐบล็อกจะสามารถรับได้ (kg)

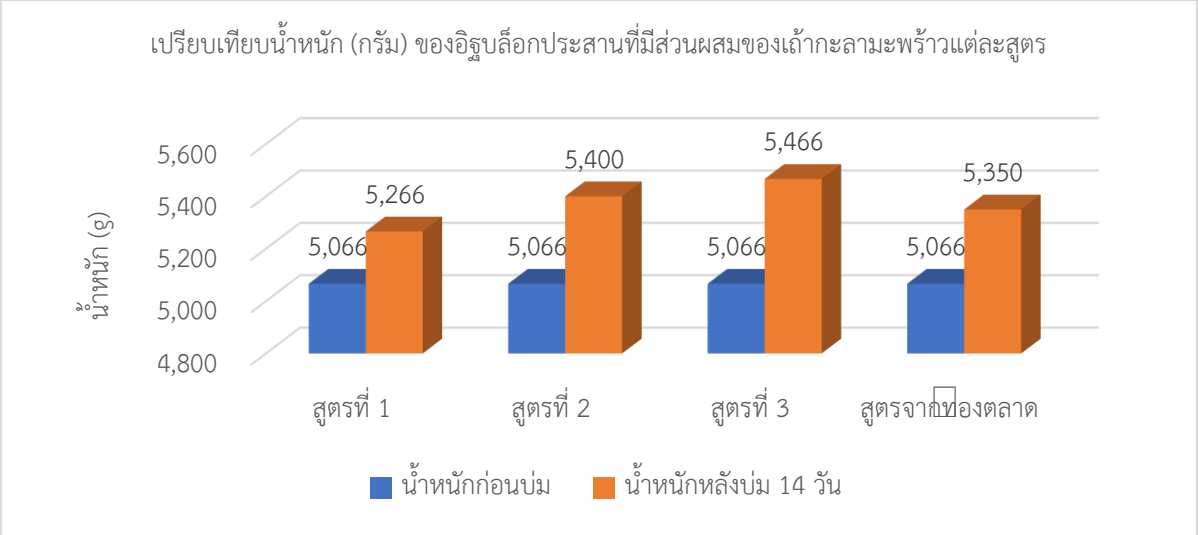
พื้นที่หน้าตัดของวัตถุ คือ พื้นที่ทั้งหมดที่วัตถุรับแรงอัด โดยวัดจากพื้นที่ที่รับน้ำหนักจริง (กว้าง x ยาว) (cm^2)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการผลิตอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าว โดยมีอัตราส่วนของแต่ละสูตรตัวอย่าง ดังตารางที่ 1

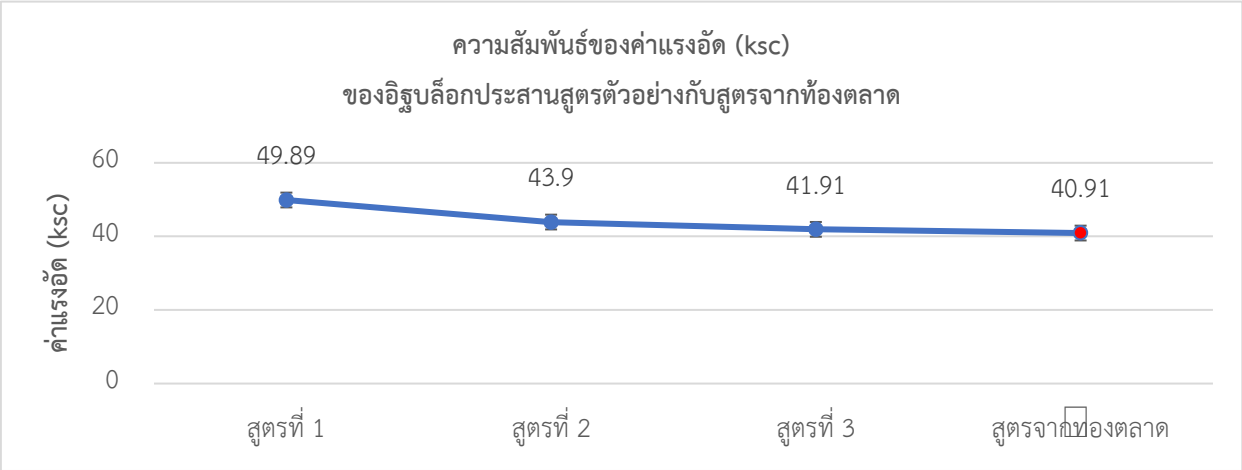
ตารางที่ 1 ผลการทดสอบค่าแรงอัดของอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมเถ้ากะลามะพร้าว

สูตร	ปูนซีเมนต์:ทราย:ดินลูกรัง:เถ้ากะลามะพร้าว (v/v)	ก่อนบ่ม น้ำหนัก/ก้อน (g)	หลังบ่ม 14 วัน น้ำหนัก/ก้อน (g)	ขนาด (สูงxกว้าง x ยาว) (cm.)	ค่าแรงอัด (ksc)
1	1 : 2 : 2 : 1	5,066	5,266	10x12.5x25	49.89
2	1 : 2 : 1 : 2	5,066	5,400	10x12.5x25	43.90
3	1 : 2 : 0 : 3	5,066	5,466	10x12.5x25	41.91
ท้องตลาด	-	5,066	5,350	10x12.5x25	40.91



ภาพที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนัก (กรัม) ของอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวแต่ละสูตร

น้ำหนักของอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวและอิฐบล็อกประสานจากท้องตลาดก่อนบ่มแต่ละสูตรตัวอย่างมีน้ำหนักเท่ากัน คือ 5,066 กรัม แต่หลังบ่มเป็นเวลา 14 วัน น้ำหนักของอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวและอิฐบล็อกประสานจากท้องตลาดจะมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น โดยสูตรที่ 1 มีน้ำหนักเท่ากับ 5,266 กรัม สูตรที่ 2 มีน้ำหนักเท่ากับ 5,400 กรัม สูตรที่ 3 มีน้ำหนักเท่ากับ 5,466 กรัม และสูตรท้องตลาดมีน้ำหนักเท่ากับ 5,350 กรัม ดังภาพที่ 6 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าว เมื่อเพิ่มปริมาณของเถ้ากะลามะพร้าวจะทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณของเถ้ากะลามะพร้าวมีผลต่อการดูดซึมน้ำ เป็นผลมาจากลักษณะของเถ้ากะลามะพร้าวที่มีความพรุนสูง จะทำให้เกิดการดูดซึมน้ำเข้าไปในเนื้อเถ้ากะลามะพร้าวได้ง่าย ทำให้สูตรที่ 3 ที่มีปริมาณเถ้ากะลามะพร้าวมากที่สุด เมื่อนำไปรดน้ำอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 14 วัน สูตรที่ 3 สามารถกักเก็บน้ำและความชื้นได้มาก ส่งผลทำให้น้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 หลังบ่มครบเวลา 14 วัน



ภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ของค่าแรงอัด (ksc) ของอิฐบล็อกประสานสูตรตัวอย่างกับสูตรจากท้องตลาด

ผลการทดสอบแรงอัดของอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวของสูตรที่ 1 , สูตรที่ 2 , สูตรที่ 3 และสูตรจากท้องตลาด จากภาพที่ 7 พบว่า ค่าแรงอัดของอิฐบล็อกประสานที่มีอายุการบมเป็นเวลา 14 วัน สูตรที่ 1 , สูตรที่ 2 , สูตรที่ 3 และสูตรจากท้องตลาดมีค่าแรงอัดจากมากไปหาน้อย คือ 49.89 , 43.90 , 41.91 และ 40.91 (ksc) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าแรงอัดของอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวมากจะมีค่าแรงอัดน้อย และอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวน้อยจะมีค่าแรงอัดมาก เนื่องจากเถ้ากะลามะพร้าวมีสมบัติในการกักเก็บน้ำและความชื้นได้ดี ส่งผลให้ความแข็งแรงของอิฐบล็อกลดลง และเมื่อเปรียบเทียบสูตรจากท้องตลาด พบว่า อิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าว ของผู้วิจัยมีค่าแรงอัดและมีความแข็งแรงได้ดีกว่าสูตรอิฐบล็อกจากท้องตลาด

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าว สามารถสรุปได้ดังนี้

เถ้ากะลามะพร้าวสามารถใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐบล็อกประสานเพื่อแทนที่ดินลูกรังได้ เช่นเดียวกับการผลิตอิฐบล็อกทั่วไป อัตราส่วนของเถ้ากะลามะพร้าวที่เหมาะสมที่สุด ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ : ทราย : ดินลูกรัง : เถ้ากะลามะพร้าว เท่ากับ 1 : 2 : 2 : 1 โดยปริมาตร (สูตรที่ 1) มีค่าแรงอัดเท่ากับ 49.89 ksc กล่าวคือ ปริมาณของเถ้ากะลามะพร้าวที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าแรงอัดลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย [4] และเมื่อทดสอบแรงอัดของอิฐบล็อกจากท้องตลาดพบว่า อิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวของผู้วิจัยมีค่าแรงอัดมากกว่าสูตรอิฐบล็อกจากท้องตลาด

ข้อเสนอแนะ

1. การเพิ่มระยะเวลาในการบ่มจะทำให้อิฐได้รับความชื้นและความร้อนมากขึ้น ส่งผลให้อิฐมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น
2. ขั้นการเตรียมวัสดุควร บด ร่อน ดินให้มีความละเอียดเพื่อจะทำให้อิฐบล็อกมีความละเอียดมากขึ้น
3. การศึกษางานวิจัยในครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสม ควรนำอิฐบล็อกประสานนำไปใช้งานในการก่อสร้างจริง

การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ทราบอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวที่มีคุณภาพ เหมาะสำหรับนำไปใช้งานได้
2. เป็นฐานข้อมูลงานวิจัย ในการวิจัย เรื่องการผลิตอิฐบล็อกประสาน
3. ช่วยลดต้นทุนในการผลิตอิฐบล็อกประสาน

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องมาโดยตลอดจนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

[1] อาทร ชูพลสัตย์ และณิชาภา มินาบูลย์, “บล็อกประสานจากขยะคอนกรีต,” คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, นครปฐม, 2556.

[2] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, (2561, 14 มิถุนายน), ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, [ออนไลน์]. จาก: https://www.kasikornresearch.com/

[3] ปราโมทย์ วีรานุกูล และกิตติพงษ์ สุวีโร, “การพัฒนาซีเมนต์บอร์ดจากกะลามะพร้าว”, รายงานวิจัย, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ, 2558.

[4] อาบีดีน ดะแซสาเมาะ, “อิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้าไม้ยางพารา,” *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา,* ยะลา, 2558, น. 77-86.