

ความเป็นไปได้ของการนำเถ้าหนักไม้ยางพารามาใช้ในส่วนผสมของ
อิฐบล็อกประสาน

The Feasibility of Using Rubberwood Bottom Ash in The Mixture of Interlocking Block

เปรมณัช ชุมพร้อม¹ จรุญ เจริญเนตรกุล¹ พรนรายณ์ บุญราศรี¹ จุฑามาศ ลักษณะกิจ¹
สมมาตร สวัสดิ์¹ พงศ์ศักดิ์ สุขมณี^{1*} และทวิศักดิ์ ทองขวัญ¹

Premmanat Chumprom¹ Charoon Charoennatkul¹ Pornarai Boonrasi¹
Chuthamat Laksanakit¹ Sommart Swasdi¹ Pongsak Sookmanee^{1*} and Taweesak Thongkun¹

Received: October 31, 2023; Revised: January 11, 2024; Accepted: January 17, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการนำเถ้าหนักไม้ยางพารามาผสมกับมวลรวมของอิฐบล็อกประสาน โดยมีส่วนประกอบของปูนซีเมนต์ต่อมวลรวมในอัตราส่วน 1:4 1:5 และ 1:6 โดยน้ำหนัก ซึ่งในมวลรวมจะผสมเถ้าหนักไม้ยางพารากับดินลูกรังในปริมาณร้อยละ 0 10 30 และ 50 โดยน้ำหนักของมวลรวมอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดบล็อกประสานแบบมือโยก เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 ซึ่งกำหนดความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักต้องไม่น้อยกว่า 25 kg/cm² ส่วนชนิดรับน้ำหนักต้องมีความต้านแรงอัดไม่น้อยกว่า 70 kg/cm² และค่าการดูดกลืนน้ำไม่เกิน 288 kg/m³ พบว่า ทุกอัตราส่วนผ่านเกณฑ์ชนิดไม่รับน้ำหนัก ขณะที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานชนิดรับน้ำหนัก 3 อัตราส่วน คือ อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:4 มวลรวมผสมเถ้าหนักไม้ยางพาราร้อยละ 0 10 30 และ 50 อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:5 มวลรวมผสมเถ้าหนักไม้ยางพาราร้อยละ 0 และ 10 และอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 มวลรวมผสมเถ้าหนักไม้ยางพาราร้อยละ 0

คำสำคัญ : อิฐบล็อกประสาน; เถ้าหนักไม้ยางพารา; มวลรวม; เครื่องอัดบล็อกประสานแบบมือโยก

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

¹ Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya

* Corresponding Author; Tel. 09 5591 9224, E - mail: pongsak.s@rmutsv.ac.th

Abstract

The objective of this research is to evaluate the feasibility of using rubberwood bottom ash in the mixture of interlocking blocks. The mixtures were conducted including cement-to-aggregate ratios of 1:4, 1:5, and 1:6 by weight. The rubberwood bottom ash was used as the aggregate as same as laterite soil with different percentages of 0, 10, 30, and 50 by weight of aggregates. The mixtures were compacted using a manual interlocking molding machine. When comparing the research data with the community product standard 602/2547, which specifies that the ompressive strength of non-load-bearing blocks must be no fewer than 25 kg/cm², and load-bearing blocks should have a compressive strength of no fewer than 70 kg/cm², and the water absorption should not exceed 288 kg/m³, it is found that all mixtures met the stand for no-load-bearing blocks. While there were three mixtures met the standard for load-bearing blocks consisting of a ratio of cement to aggregate of 1:4 with 0, 10, 30, and 50 percent of rubberwood bottom ash, a ratio of cement to aggregate of 1:5 with 0 and 10 percent of rubberwood bottom ash, and a ratio of cement to aggregate of 1:6 with 0 percent of rubberwood bottom ash.

Keywords: Interlocking Blocks; Rubberwood Bottom Ash; Aggregates; A Manual Interlocking Molding Machine

บทนำ

เถ้าหนักไม้ยางพาราเป็นของเสียที่เกิดจากกระบวนการเผาไม้ยางพารา เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคอุตสาหกรรมทั่วประเทศ บริษัทผลิตไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เป็นบริษัทหนึ่งที่มีปริมาณเถ้าหนักไม้ยางพาราสูงมากกว่า 10 ตันต่อเดือน มีค่าการปนเปื้อนของสารเคมีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ ในปัจจุบันยังไม่มีจัดการเถ้าหนักไม้ยางพาราอย่างเป็นรูปธรรม มีเพียงแต่การกองเก็บไว้ในโรงงานและการฝังกลบเท่านั้น เมื่อฝนตกมีโอกาที่จะเกิดเป็นปริมาณน้ำชะขยะ (Leachate) และนำมาสู่การรั่วไหลของมลภาวะสู่สิ่งแวดล้อม [1] การจัดการด้วยวิธีนี้ไม่เพียงแต่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรงแล้ว ยังเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและพลังงานเครื่องจักรในกระบวนการฝังกลบอีกด้วย ทั้งยังเป็นการทำลายวัสดุแบบไม่มีค่า ทั้งที่วัสดุสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้อย่างมากมาย เช่น การนำเถ้าไม้ยางพารามาสร้างอิฐ การผสมเถ้าไม้ยางพาราเพิ่มขึ้นเพื่อลดปริมาณปูนซีเมนต์ ส่งผลให้กำลังและความหนาแน่นจะมีค่าลดลง อิฐที่ได้จะเหมาะสำหรับการใช้งานที่ไม่รับน้ำหนัก [2] การใช้ประโยชน์จากเถ้าไม้ยางพาราในผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น โดยทดลองนำเถ้าไม้ยางพาราแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 ในปริมาณการเติมเถ้าไม้ยางพาราร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน ในการผลิตคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้น ทดสอบค่ากำลังต้านทานแรงอัดที่ 7 14 28 วัน ทดสอบการดูดกลืนน้ำที่ 28 วัน พบว่า กำลังต้านทานแรงอัดสูงสุดที่ 28 วันมีค่า 49.90 40.60 และ 39.80 MPa ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าตัวอย่างคอนกรีตบล็อกประสานปูพื้นที่อัตราส่วนการแทนที่ร้อยละ 10 และ 20 ให้ค่ากำลังรับแรงอัดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม [3] การผลิตอิฐบล็อกประสานจากเถ้าไม้ยางพาราผสมดินขาวนาวิวาส โดยการอัดขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ ดินขาว เถ้าไม้ยางพารา และทราย ที่มีส่วนผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ ทำการบ่มเป็นเวลา 28 วัน ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลพบว่า การเพิ่มปริมาณเถ้าไม้ยางพาราทำให้ค่าความหนาแน่นมีค่าลดลง กล่าวคือทำให้อิฐบล็อกประสานมีน้ำหนักเบา โดยมีค่าความหนาแน่นต่ำสุดอยู่ที่ 1,532 kg/m³ แต่ในขณะเดียวกันการเพิ่มปริมาณเถ้าไม้ยางพาราก็กส่งผลให้กำลังต้านทานแรงอัดของอิฐบล็อกประสานลดลง โดยมีค่ากำลัง



(ก) ปูนซีเมนต์

(ข) ดินลูกรัง

(ค) เล้าหนักไม้ยางพารา

รูปที่ 1 วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

การทดสอบสมบัติเบื้องต้นของดินลูกรังและเล้าหนักไม้ยางพารา เป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในงานวิจัย เพื่อทราบสมบัติทางด้านวิศวกรรมเบื้องต้นของวัสดุ สำหรับนำไปเป็นฐานข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งต่อไปและเป็นข้อมูลสำหรับผู้สนใจต้องการผลิตอิฐบล็อกประสานผสมเล้าหนักไม้ยางพารา ในการวิจัยนี้จะทดสอบสมบัติเบื้องต้นดังนี้

- 1) ทดสอบการกระจายขนาดของดิน (ASTM D 422-63) [11]
- 2) ทดสอบความถ่วงจำเพาะของดิน (ASTM D 143-94) [12]
- 3) ทดสอบหาค่าขีดความชื้นเหลวของดิน (ASTM D 2216-98) [13]
- 4) ทดสอบการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน (ASTM D 1557-02) [14]
- 5) ทดสอบกำลังต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 [10]
- 6) ทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 [10]

การทดสอบสมบัติพื้นฐานของดินลูกรังและเล้าหนักไม้ยางพารา มีค่าการทดสอบการกระจายขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ร้อยละ 90.76 และ 93.23 ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ร้อยละ 28.37 และ 4.25 การทดสอบความถ่วงจำเพาะของดินลูกรังและเล้าหนักไม้ยางพารามีค่า 2.62 และ 2.25 การทดสอบการบดอัดดินในห้องปฏิบัติการแบบสูงกว่ามาตรฐานมีค่าความหนาแน่นแห้ง 1.80 g/cc และ 1.62 g/cc มีปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการบดอัดร้อยละ 10.60 และ 7.60 และการทดสอบหาค่าขีดความชื้นเหลวของดินลูกรัง มีค่าพิกต์เหลวร้อยละ 28.15 พิกต์พลาสติกร้อยละ 22.91 และดัชนีมวลดินร้อยละ 5.24 ส่วนการทดสอบหาค่าขีดความชื้นเหลวของเล้าหนักไม้ยางพารา ไม่สามารถทำการทดสอบได้เนื่องจากเล้าหนักไม้ยางพาราไม่มีความเหนียว (Non Plastic) จึงไม่สามารถขึ้นรูปตามมาตรฐานการทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบสมบัติพื้นฐานของวัสดุในมวลรวมมีผลการทดสอบที่ใกล้เคียงกับงานวิจัยที่ผ่านมา [9] ซึ่งการทดสอบการกระจายขนาดผ่านตะแกรงแตกต่างกันสูงสุดร้อยละ 37.65 การทดสอบความถ่วงจำเพาะของดินลูกรังและเล้าหนักไม้ยางพาราแตกต่างกันสูงสุดร้อยละ 4.44 การทดสอบการบดอัดดินในห้องปฏิบัติการแบบสูงกว่ามาตรฐานมีค่าความหนาแน่นแห้งแตกต่างกันสูงสุดร้อยละ 14.89 ปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการบดอัดแตกต่างกันสูงสุดร้อยละ 83.55 และการทดสอบหาค่าขีดความชื้นเหลวของดินลูกรังแตกต่างกันสูงสุดร้อยละ 155.61 ซึ่งค่าความแตกต่างเกิดจากแหล่งที่มาของดินลูกรัง

2. การออกแบบส่วนผสมของอิฐบล็อกประสาน การออกแบบส่วนผสมมีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:4 1:5 และ 1:6 โดยน้ำหนัก มวลรวมมีอัตราส่วนผสมระหว่างดินลูกรังต่อเล้าหนักไม้ยางพารา 100:0 90:10 70:30 และ 50:50 โดยน้ำหนัก ทำการทดสอบความต้านแรงอัดและการทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานอัตราส่วนการผสมละ 3 ตัวอย่าง ตามหลักทางวิศวกรรม จึงต้องใช้ก้อนตัวอย่างจำนวน 6 ตัวอย่างต่ออัตราส่วนการผสมทดสอบที่อายุการบ่ม 7 วัน และ 28 วัน พบว่า ต้องใช้ตัวอย่างอิฐบล็อกประสานทั้งหมดในการทดสอบจำนวน 144 ก้อน ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นมาเพื่อให้เข้าใจง่ายและป้องกันความผิดพลาดเนื่องจากการหยิบตัวอย่าง จึงมีรูปแบบการกำหนดสัญลักษณ์ดังสมการที่ (1) และตารางที่ 1

A - B - C

(1)

เมื่อ

- A คือ อัตราส่วนของปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม
 B คือ อัตราส่วนดินลูกรังต่อเก้าหนักไม้ยางพารา
 C คือ อายุการบ่ม

ตัวอย่าง การอ่านความหมายของสัญลักษณ์รายละเอียดของอิฐบล็อกประสาน

1:4 - 90:10 - 7 หมายถึง มีอัตราส่วนของปูนซีเมนต์ 1 ส่วน มวลรวม 4 ส่วน โดยในมวลรวม 4 ส่วน จะประกอบด้วยดินลูกรังร้อยละ 90 เก้าหนักไม้ยางพาราร้อยละ 10 และบ่มนาน 7 วัน

1:6 - 70:30 - 28 หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่มีอัตราส่วนของปูนซีเมนต์ 1 ส่วน มวลรวม 6 ส่วน โดยในมวลรวม 6 ส่วน จะประกอบด้วยดินลูกรังร้อยละ 70 เก้าหนักไม้ยางพาราร้อยละ 30 และบ่มนาน 28 วัน

ตารางที่ 1 อัตราส่วนของอิฐบล็อกประสานผสมเก้าหนักไม้ยางพารา

ลำดับ	สัญลักษณ์ A - B - C	จำนวน (ตัวอย่าง)
1	1:4 - 100:0 - 7	6
2	1:4 - 90:10 - 7	6
3	1:4 - 70:30 - 7	6
4	1:4 - 50:50 - 7	6
5	1:4 - 100:0 - 28	6
6	1:4 - 90:10 - 28	6
7	1:4 - 70:30 - 28	6
8	1:4 - 50:50 - 28	6
9	1:5 - 100:0 - 7	6
10	1:5 - 90:10 - 7	6
11	1:5 - 70:30 - 7	6
12	1:5 - 50:50 - 7	6
13	1:5 - 100:0 - 28	6
14	1:5 - 90:10 - 28	6
15	1:5 - 70:30 - 28	6
16	1:5 - 50:50 - 28	6
17	1:6 - 100:0 - 7	6
18	1:6 - 90:10 - 7	6
19	1:6 - 70:30 - 7	6
20	1:6 - 50:50 - 7	6
21	1:6 - 100:0 - 28	6
22	1:6 - 90:10 - 28	6
23	1:6 - 70:30 - 28	6
24	1:6 - 50:50 - 28	6
รวม		144

3. การเตรียมตัวอย่าง การอัดขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานผสมเถ้าหนักไม้ยางพาราด้วยเครื่องอัดบล็อกประสานแบบมือโยกเริ่มต้นจากเตรียมวัตถุดิบในการผสม อันได้แก่ ดินลูกรัง เถ้าหนักไม้ยางพารา ปูนซีเมนต์ และน้ำ ซึ่งดินลูกรังและเถ้าหนักไม้ยางพาราจะต้องร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 10 ดังรูปที่ 2(ก) การผสม ควรผสมดินและเถ้าหนักไม้ยางพารากับปูนซีเมนต์ให้เข้ากันก่อน แล้วค่อย ๆ เติมน้ำโดยใช้ฝักบัวหรือหัวฉีดพ่นให้เป็นละอองกว้าง น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำสะอาด ดังรูปที่ 2(ข) หลังจากนั้นนำดินที่ผสมแล้วเข้าเครื่องอัด โดยตวงน้ำหนักประมาณ 6 kg ควรใช้ส่วนผสมให้หมดภายใน 30 นาที หลังจากผสมน้ำเพื่อป้องกันปูนก่อตัวก่อนอัดขึ้นรูป ดังรูปที่ 2(ค) บล็อกประสานที่อัดเป็นก้อนแล้วทำการผึ่งในที่ร่มประมาณ 1 วัน เริ่มบ่มโดยการรดน้ำด้วยฝักบัว หรือฉีดพ่นเป็นละอองให้ชุ่ม แล้วคลุมด้วยผ้าพลาสติกไม่ให้ไอน้ำระเหยออก ตั้งไว้จนมีอายุครบ 7 และ 28 วัน ไม่ควรเคลื่อนย้ายก่อนกำหนด เพราะจะทำให้ก้อนบิ่นหรือเกิดการแตกร้าวได้ง่าย ดังรูปที่ 2(ง)



(ก) เตรียมวัตถุดิบในการผสม



(ข) การผสม



(ค) การเข้าเครื่องอัด



(ง) บล็อกประสาน

รูปที่ 2 การอัดขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานผสมเถ้าหนักไม้ยางพารา

4. การทดสอบอิฐบล็อกประสาน การทดสอบความต้านแรงอัดและการทดสอบการดูดกลืนน้ำตามของอิฐบล็อกประสานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 [10] จะใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบลักษณะทั่วไป คือ การวัดขนาดและตรวจสอบรอยแตกร้าวหรือการบิ่นของตัวอย่างตามขั้นตอนการทดสอบในมาตรฐาน เมื่อทำการตรวจสอบลักษณะทั่วไปแล้วเสร็จเป็นที่เรียบร้อยแล้วจึงนำตัวอย่างไปทดสอบการทดสอบความต้านแรงอัดและการทดสอบการดูดกลืนน้ำ (รูปที่ 3-5) โดยงานทดสอบทั้งหมดจะทำการทดสอบที่สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



(ก) การวัดขนาดของตัวอย่าง (ข) การตรวจสอบรอยร้าวหรือการบิ่นของตัวอย่าง

รูปที่ 3 การทดสอบลักษณะทั่วไปและมิติของอิฐบล็อกประสานผสมเถ้าหนักไม้ยางพารา



(ก) การเคลือบผิว

(ข) ทดสอบแรงอัด

(ค) ลักษณะการร้าว

รูปที่ 4 การทดสอบความต้านแรงอัดอิฐบล็อกประสานผสมเถ้าหนักไม้ยางพารา



(ก) การแช่น้ำ

(ข) การชั่งในน้ำ

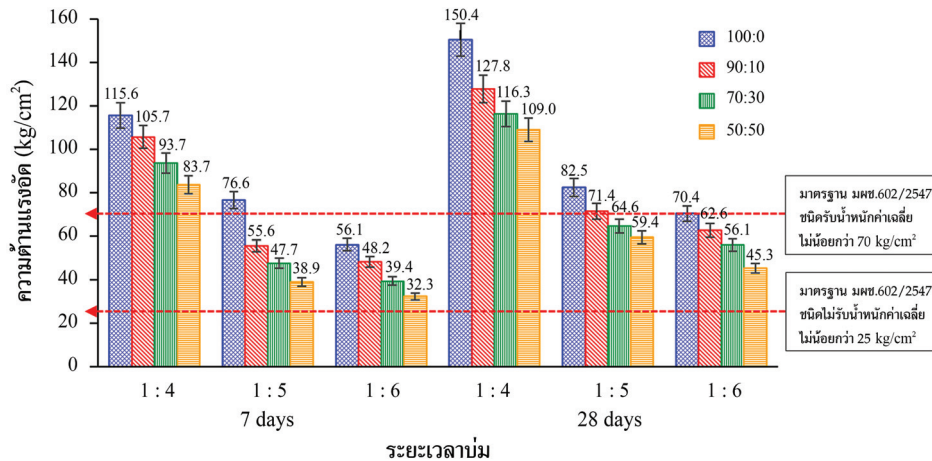
(ค) การอบแห้ง

รูปที่ 5 การทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมเถ้าหนักไม้ยางพารา

ผลการวิจัยและการอภิปราย

1. กำลังต้านทานแรงอัดของอิฐบล็อกประสาน

การทดสอบสมบัติเชิงกลของอิฐบล็อกประสานของการศึกษานี้คือการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัด ซึ่งมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 [10] กำหนดความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก ต้องไม่น้อยกว่า 70 kg/cm^2 และชนิดไม่รับน้ำหนักต้องไม่น้อยกว่า 25 kg/cm^2 จากการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:4 1:5 และ 1:6 โดยน้ำหนัก และในมวลรวมจะมีอัตราส่วนผสมระหว่างดินลูกรังต่อ เถ้าหนักไม้ยางพาราผสมกัน 100:0 90:10 70:30 และ 50:50 โดยน้ำหนัก ทำให้ได้ค่ากำลังต้านทานแรงอัด ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาบ่มกับความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานผสมของเถ้าหินกม้อย่างพารา

จากผลการทดสอบความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานผสมของเถ้าหินกม้อย่างพาราพบว่า ระยะเวลาการบ่ม 28 วัน มีความต้านแรงอัดอยู่ในช่วง 45.28 - 150.40 ksc โดยมีค่าความต้านแรงอัดมากกว่า ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน ซึ่งมีความต้านแรงอัดอยู่ในช่วง 32.31 - 115.60 ksc โดยอัตราส่วน 1:5 - 50:50 มีการเพิ่มขึ้น ของความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานสูงสุดร้อยละ 52.58 ของความต้านแรงอัดระยะเวลาการบ่ม 7 วัน และอัตราส่วน 1:5 - 100:00 มีการเพิ่มขึ้นของความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานต่ำสุดร้อยละ 7.77 ของความต้าน แรงอัดระยะเวลาการบ่ม 7 วัน จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ทราบว่า การพิจารณาผลการทดสอบความต้านแรงอัด ของอิฐบล็อกประสานผสมของเถ้าหินกม้อย่างพาราควรพิจารณาที่ระยะเวลาการบ่ม 28 วัน และเถ้าหินกม้อย่างพาราที่เพิ่มขึ้นในมวลรวมจะมีผลต่อการพัฒนาความต้านแรงอัดที่มากกว่ามวลรวมที่มีดินลูกรังเป็นส่วนผสม เพียงอย่างเดียว

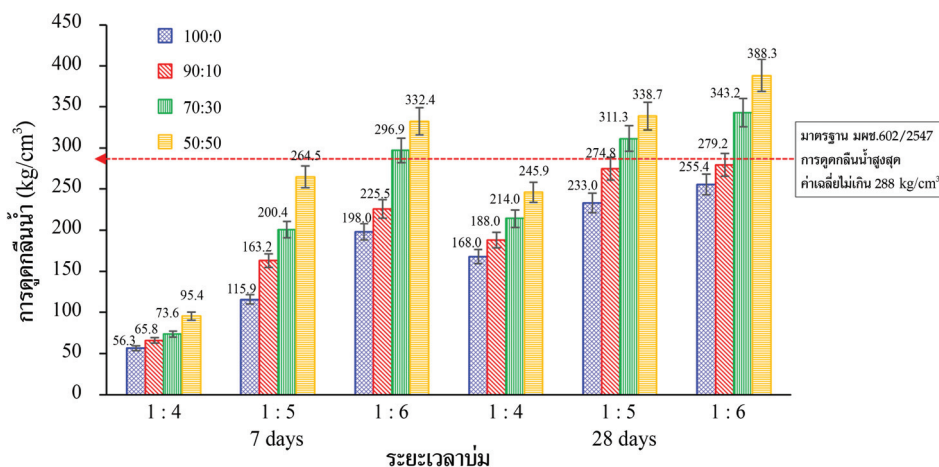
เมื่อพิจารณาความต้านแรงอัดของอิฐบล็อกประสานผสมของเถ้าหินกม้อย่างพาราระยะเวลาการบ่ม 28 วัน อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:4 มีความต้านแรงอัดสูงสุดอยู่ในช่วง 108.95 - 150.40 ksc และ อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 มีความต้านแรงอัดต่ำสุดอยู่ในช่วง 45.28 - 70.40 ksc ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยเรื่องคุณสมบัติเชิงวิศวกรรมของอิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้าหินกม้อย่างพาราจากโรงงาน ปลาปน [9] ที่อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 มวลรวมมีอัตราส่วนดินลูกรังต่อเถ้าหินกม้อย่างพารา 50:50 มีความต้านแรงอัด 52.50 ksc มีความแตกต่างกันร้อยละ 15.95 ซึ่งอาจเป็นเพราะที่มาของวัสดุและ เทคนิคการอัดขึ้นรูป เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 [7] ทุกอัตราส่วนการผสม มีความต้านแรงอัดที่ผ่านมาตรฐานอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก ฉะนั้นอัตราส่วน 1:6 - 50:50 - 28 เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด สามารถผสมเถ้าหินกม้อย่างพาราในมวลรวมได้ปริมาณสูงที่สุดในการผลิตอิฐบล็อก ประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก แต่อัตราส่วน 1:5 - 70:30 - 28 1:5 - 50:50 - 28 1:6 - 90:10 - 28 1:6 - 70:30 - 28 และ 1:6 - 50:50 - 28 มีความต้านแรงอัดที่ไม่ผ่านมาตรฐานอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก ดังนั้นอัตราส่วน 1:4 - 50:50 - 28 เป็นอัตราส่วนที่สามารถผสมเถ้าหินกม้อย่างพาราในมวลรวมได้ปริมาณสูงที่สุด ในการผลิตอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก

อิทธิพลของอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อ มวลรวม 1:4 1:5 และ 1:6 โดยน้ำหนัก เมื่อกำหนดอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:4 เป็นตัวควบคุม ส่งผลให้อัตราส่วนดินลูกรังต่อเถ้าหินกม้อย่างพารา 100:0 มีค่าความต้านแรงอัดลดลงร้อยละ 0 45.15 และ 53.19 อัตราส่วนดินลูกรังต่อเถ้าหินกม้อย่างพารา 90:10 มีค่าความต้านแรงอัดลดลงร้อยละ 0 44.12 และ 51.01 อัตราส่วนดินลูกรังต่อเถ้าหินกม้อย่างพารา 70:30 มีค่าความต้านแรงอัดลดลงร้อยละ 0 44.40 และ 51.79 และอัตราส่วนดินลูกรังต่อเถ้าหินกม้อย่างพารา 50:50 มีค่าความต้านแรงอัดลดลงร้อยละ 0 45.48 และ 58.44 เนื่องจากการผสมมวลในการวิจัยครั้งนี้มวลรวมมีการเพิ่มเถ้าหินกม้อย่างพาราและในขณะเดียวกันก็มีการลดปริมาณ ของดินลูกรังลงด้วยเช่นกัน จึงอาจส่งผลให้อิทธิพลของอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวมมีผลต่อการลดลงของแรงอัด ที่ใกล้เคียงกัน

การเพิ่มเถ้าหนักไม่ยางพาราร้อยละ 0 10 30 และ 50 โดยน้ำหนักของมวลรวม ส่งผลให้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:4 มีค่าความต้านแรงอัดลดลงร้อยละ 0 15.05 22.70 และ 27.56 ของอิฐบล็อกประสานที่ไม่ผสมเถ้าหนักไม่ยางพารา ตามลำดับ อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:5 มีค่าความต้านแรงอัดลดลงร้อยละ 0 13.45 21.65 และ 28.00 ของอิฐบล็อกประสานที่ไม่ผสมเถ้าหนักไม่ยางพารา ตามลำดับ และอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 มีค่าความต้านแรงอัดลดลงร้อยละ 0 11.08 20.38 และ 35.68 จากข้อมูลการเพิ่มปริมาณเถ้าหนักไม่ยางพาราจะส่งผลให้ค่าความต้านแรงอัดลดลง โดยเพิ่มเถ้าหนักไม่ยางพาราร้อยละ 50 โดยน้ำหนักของมวลรวม อัตราส่วน 1:4 - 50:50 - 28 มีความต้านแรงอัดลดลงน้อยที่สุด และอัตราส่วน 1:6 - 50:50 - 28 มีความต้านแรงอัดลดลงมากที่สุด เนื่องจากปริมาณปูนซีเมนต์ที่มีมากเพียงพอต่อการยึดประสานมวลรวมให้เข้ากันได้เป็นอย่างดี จึงทำให้อัตราส่วนที่มีปูนซีเมนต์ผสมอยู่มากจะยังคงรักษาความแข็งแรงของวัสดุไว้ได้ดีที่สุด

2. การดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสาน

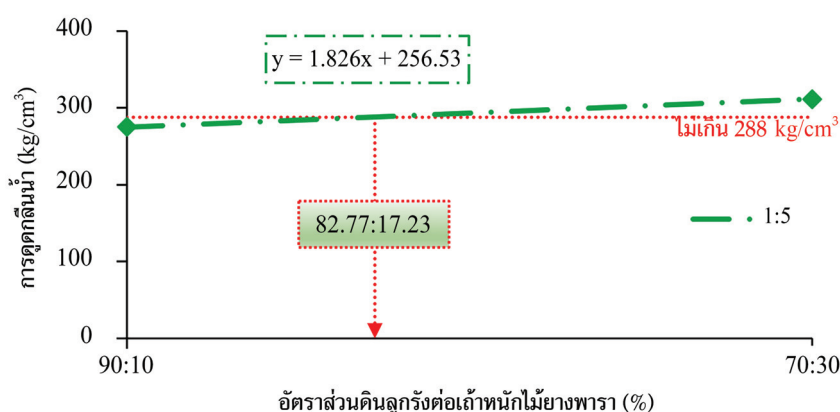
การดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 [10] พิจารณาเฉพาะอิฐบล็อกชนิดรับน้ำหนัก น้ำหนักอิฐบล็อกประสานเมื่ออบแห้งน้อยกว่า 1,680 kg จะมีค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำสูงสุดไม่เกิน 288 kg/m³ จากการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:4 1:5 และ 1:6 โดยน้ำหนัก และในมวลรวมจะมีอัตราส่วนผสมระหว่างดินลูกรังต่อเถ้าหนักไม่ยางพาราผสมกัน 100:0 90:10 70:30 และ 50:50 โดยน้ำหนัก ทำให้ได้ค่ากำลังต้านทานแรงอัด ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาบ่มกับการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมของเถ้าหนักไม่ยางพารา

จากผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานผสมเถ้าหนักไม่ยางพาราพบว่า ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน มีค่าการดูดกลืนน้ำอยู่ในช่วง 56.30 - 332.42 kg/m³ และระยะเวลาการบ่ม 28 วัน มีค่าการดูดกลืนน้ำอยู่ในช่วง 168.03 - 388.27 kg/m³ ค่าการดูดกลืนน้ำควรพิจารณาที่ระยะเวลาการบ่ม 28 วัน เนื่องจากอิฐบล็อกประสานที่มีปูนซีเมนต์เป็นวัสดุยึดประสานจะมีการพัฒนากำลังของกำลังสูงสุด [15] โดยอัตราส่วนที่มีค่าการดูดกลืนน้ำไม่ผ่านมาตรฐานอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักคืออัตราส่วน 1:5 - 70:30 1:5 - 50:50 1:6 - 70:30 และ 1:6 - 50:50 สังเกตได้ว่าการเพิ่มปริมาณเถ้าหนักไม่ยางพาราจะส่งผลให้ค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นอิฐบล็อกประสานผสมของเถ้าหนักไม่ยางพาราที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานชนิดรับน้ำหนัก 3 อัตราส่วน คือ อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:4 มวลรวมผสมเถ้าหนักไม่ยางพาราร้อยละ 0 10 30 และ 50 โดยน้ำหนักของมวลรวม อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:5 มวลรวมผสมเถ้าหนักไม่ยางพาราร้อยละ 0 และ 10 โดยน้ำหนักของมวลรวม และอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 มวลรวมผสมเถ้าหนักไม่ยางพาราร้อยละ 0 (ไม่สามารถผสมเถ้าหนักไม่ยางพาราได้ในมวลรวม)

เพื่อหาอัตราส่วนดินลูกรังต่อเถ้าหนักไม่ยางพาราที่เหมาะสมของอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:5 จึงพิจารณาเลือกค่าการดูดกลืนน้ำของอัตราส่วนดังกล่าว ในช่วงอัตราส่วนดินลูกรังต่อเถ้าหนักไม่ยางพารา 90:10 ถึง 70:30 จึงได้ความสัมพันธ์ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนดินลูกรังต่อเถ้าหนักไม้ยางพารากับการดูดกลืนน้ำ

จากความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนดินลูกรังต่อเถ้าหนักไม้ยางพารากับการดูดกลืนน้ำสามารถพยากรณ์ที่ระดับความมั่นใจร้อยละ 95 ได้ว่า อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:5 โดยน้ำหนัก ควรใช้อัตราส่วนดินลูกรังต่อเถ้าหนักไม้ยางพารา 82.77:17.23 โดยน้ำหนักของมวลรวม อาจกล่าวได้ว่าอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:4 1:5 และ 1:6 สามารถผสมเถ้าหนักไม้ยางพาราในมวลรวมได้สูงร้อยละ 50 10 และ 0 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ จึงจะผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 [10] อิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก

3. วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตอิฐบล็อกประสานผสมเถ้าหนักไม้ยางพารา

ปัจจุบันราคาท้องตลาดของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักราคา 20 บาทต่อก้อน ซึ่งอัตราส่วนที่สามารถผสมเถ้าหนักไม้ยางพาราได้สูงสุดที่ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 [10] อิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักของการวิจัยครั้งนี้ คือ อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 ในมวลรวมมีอัตราส่วนดินลูกรังต่อเถ้าหนักไม้ยางพารา 50:50 ซึ่งมีต้นทุนการผลิตต่อ 1 ก้อนตัวอย่าง ดังนี้ 1) ค่าดินลูกรัง 2.0 kg ราคา 0.25 บาท 2) เถ้าหนักไม้ยางพารา 2.0 kg ราคา 0.10 บาท (ค่าขนส่ง) 3) ปูนซีเมนต์ 0.5 kg ราคา 1.65 บาท 4) ค่าแรงงานในการอัดขึ้นรูปก้อนละ 4 บาท รวมทั้งหมด 6 บาทต่อก้อน จะสังเกตว่าการนำเถ้าหนักไม้ยางพารามาเป็นส่วนผสมในอิฐบล็อกประสานจะช่วยลดต้นทุนให้กับผู้ประกอบการได้ค่อนข้างน้อย 0.15 บาท แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ การลดปริมาณขยะอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมในชุมชนใกล้เคียง เป็นการลดฝุ่นละอองในอากาศ ลดของเสียจากการชะล้างที่จะซึมลงผิวดินและแม่น้ำลำคลอง ถือว่าการผลิตอิฐบล็อกประสานผสมเถ้าหนักไม้ยางพารามีความเป็นไปได้และมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

บทสรุป

การทดลองนำเถ้าหนักไม้ยางพารามาผสมในมวลรวมแล้วทำการอัดขึ้นรูปเป็นอิฐบล็อกประสาน ซึ่งพิจารณาผลการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 602/2547 พบว่า เมื่ออัตราส่วนปูนซีเมนต์คงที่แต่มวลรวมเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ความต้านทานแรงอัดลดลง และการดูดกลืนน้ำเพิ่มสูงขึ้น ในทำนองเดียวกันการเติมเถ้าหนักไม้ยางพาราและลดปริมาณดินลูกรังตามอัตราส่วน จะส่งผลให้ความต้านทานแรงอัดลดลงและการดูดกลืนน้ำเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน และอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:4 1:5 และ 1:6 โดยน้ำหนัก สามารถผสมเถ้าหนักไม้ยางพาราในมวลรวมได้สูงร้อยละ 50 10 และ 0 โดยน้ำหนัก จึงจะผ่านมาตรฐานอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก ส่วนอิฐบล็อกประสานทุกอัตราส่วนตามขอบเขตของการวิจัยผ่านมาตรฐานอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก จึงถือได้ว่าอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 โดยน้ำหนัก ผสมเถ้าหนักไม้ยางพาราในมวลรวมได้สูงร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปอัดขึ้นรูปเป็นอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก อีกทั้งการนำเถ้าหนักไม้ยางพารามาเป็นส่วนผสมในอิฐบล็อกประสานจะช่วยลดต้นทุนให้กับผู้ประกอบการได้ค่อนข้างน้อย

0.15 บาท ถ้าผลิตปริมาณมากในภาคอุตสาหกรรมอิฐบล็อกประสานผสมเถ้าหนักไม้ยางพาราอาจเป็นตัวเลือกหนึ่งที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนสูง

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือร่วมใจกันในหลายฝ่าย ขอขอบคุณ สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ได้สนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัย การใช้อุปกรณ์เครื่องมือทดสอบ ตลอดจนเจ้าหน้าที่และพนักงานในการดำเนินงานต่าง ๆ และที่สำคัญคือ นายวัชรศ บูลประพัทธ์ นายวรภัทร นิลพันธ์ และนางสาวสุภารัตน์ ไทยเจริญ ซึ่งเป็นผู้ควบคุมการทดสอบทั้งหมด และการวิจัยนี้เป็นกระบวนการหนึ่งโดยอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดบล็อกประสานแบบมือโยกหาสูตรที่ดีที่สุด มาสร้างบ้านต้นแบบจากอิฐบล็อกประสานผสมเถ้าหนักไม้ยางพารา ในงานวิจัยการจัดสรรงบประมาณผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปี พ.ศ. 2566 ภายใต้แผนงาน วิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการ เรื่อง บ้านต้นแบบจากอิฐบล็อกประสานผสมเถ้าหนักไม้ยางพารา

References

- [1] Khamput, P. and Suweero, K. (2013). Prevention of Toxic Sseepage from a Landfill to Groundwater Using Natural Latex. **Journal of Community Development and Life Quality**. Vol. 1, No. 2, pp. 1-10
- [2] Dasaesamoh, A., Maming, J., Radeang, N., and Awae, Y. (2011). Physical Properties and Mechanical Properties of Para Rubber Wood Fly Ash Brick. **Journal of Yala Rajabhat University**. Vol. 6, No. 1, pp. 25-35
- [3] Klathae, T., Sornpakdee, N., Buathongkhue, C., and Deedard, N. (2020). Utilization of Parawood Ash in Concrete Paving Blocks. **Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal**. Vol. 12, No. 1, pp. 36-48 (in Thai)
- [4] Dasaesamoh, A., Maha, H., and Chebueraheng, H. (2014). Properties of Interlocking Block from Para Rubber Wood Fly Ash Mixed Narathiwat Kaolin. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning**. Vol. 5, No. 2, pp. 202-208
- [5] Hanjitsuwan, S., Tho-in, T., and Phoo-ngernkham, T. (2022). Influence of NaOH Concentration and Sand to Binder Ratio on Hybrid Cement Mortar for Filled Materials in Notched Concrete Beam. **RMUTI Journal Science and Technology**. Vol. 15, No. 1, pp. 1-10 (in Thai)
- [6] Ngenprom, N. and Rukzon, S. (2012). Development Laterite Soil Cement Containing Waste Ash from Industrial and Agricultural as Brick Interface. **Research Report of Rajamangala University of Technology Phra Nakhon**. pp. 41-42
- [7] Pangdaeng, S., Ngamtavee, S., Tho-in, T., Hanjitsuwan, S., and Phoo-ngernkham, T. (2022). Mechanical Properties of Fly Ash Geopolymer Concrete Incorporating Clay Residue and Silica Fume. **RMUTI JOURNAL Science and Technology**. Vol. 15, No. 2, pp. 1-10 (in Thai)
- [8] Bubpi, A., Amornpinyo, P., and Teerawong, J. (2022). Comparison of Retaining Walls from Half-Panel Interlocking Bricks with Dry Joints Reinforced with GFRP Material and Stud Steel. **RMUTI JOURNAL Science and Technology**. Vol. 15, No. 2, pp. 107-117 (in Thai)



- [9] Kuasakul, T., Charoennatkul, C., and Lukjan, A. (2017). Engineering Properties of Interlocking Blocks Containing Rubber Wood Ash of a Fishmeal Factory. In **The 14th National Kasetsart University Kamphaeng Saen Conference (The 14th KU-KPS) Conference**. pp. 384-392
- [10] Community Product Standards. (2004). **Interlocking Block**. pp. 1-3
- [11] ASTM (2002). ASTM D 422-63 Standard Test Methods for Particle-size Analysis of Soils.
- [12] ASTM (2017). ASTM D 143-94 Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.
- [13] ASTM D 2216-98 Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.
- [14] ASTM (2021). ASTM D 1557-02 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort.
- [15] Siam cement industry. (2005). **Cement and Application**. No. 2, p. 243