



การผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจากขยะอุตสาหกรรมในเขต

จังหวัดนครศรีธรรมราช

Brick production from industrial waste in Nakhon Si Thammarat Province

อุไรวรรณ วันทอง

สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

Email: jury_ou@yahoo.co.th

บทคัดย่อ

จังหวัดนครศรีธรรมราชมีโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จึงมีขยะจากขบวนการผลิตและขนส่งจำนวนมาก งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการใช้ขยะกระเบื้องมุงหลังคา ฝ้าเพดาน และใยแก้วกันความร้อนในระบบท่อแอร์มาเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐเพื่อ (1) ค้นคว้าสูตรการผลิตที่มีส่วนผสมของขยะที่สามารถรับแรงอัดได้ดี (2) ผลิตอิฐที่มีน้ำหนักเบาต่อการก่อและลดการดูดกลืนน้ำจากรูปมีความคลาดเคลื่อนเชิงมิติน้อย (3) เพิ่มความจุความร้อนเพื่อเพิ่มความสามารถในการกันความร้อน (4) ลดต้นทุนในการผลิตอิฐ ลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ โดยในการศึกษารั้งนี้พบว่าอิฐบล็อกไม่รับน้ำหนักจากขยะกระเบื้องมุงหลังคาที่ทนกำลังแรงอัดได้สูงสุดมีส่วนผสมของ หินคลุก: ทราย: น้ำ: ขยะ :ซีเมนต์ในอัตราส่วนต่อปริมาตร 22 : 8 : 4 : 3 : 2 รับแรงอัดเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 9,756 กก. (35.73 กก./ ตร.ซม.) เพิ่มขึ้น 27.2 % เมื่อเทียบกับอิฐในท้องตลาดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน มอก.58-2533 42.9 % และมีค่าความจุความร้อนเพิ่มขึ้น 17.4 % อิฐบล็อกไม่รับน้ำหนักจากขยะฝ้าเพดานที่ทนกำลังแรงอัดได้สูงสุดมีส่วนผสมในอัตราส่วนต่อปริมาตร 23 : 8 : 4 : 4 : 2 รับแรงอัดเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 12,465 กก. (45.66 กก./ ตร.ซม.) เพิ่มขึ้น 62.50 % เมื่อเทียบกับอิฐในท้องตลาดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน มอก.58-2533 82.64 % และมีค่าความจุความร้อนเพิ่มขึ้น 15.14 % และอิฐบล็อกไม่รับน้ำหนักจากขยะใยแก้วทนกำลังแรงอัดได้สูงสุดในอัตราส่วนต่อปริมาตร 22 : 8 : 8 : 8 : 2 รับแรงอัดเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 13,852 กก. (50.74 กก./ตร.ซม.)

Received: March 11, 2020

Revised: April 21, 2020

Accepted: May 12, 2020

เพิ่มขึ้น 80.57 % เมื่อเทียบกับอิฐในท้องตลาดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน มอก.58-2533 102.9 % และมีค่าความจุความร้อนเพิ่มขึ้น 16.76 %

คำสำคัญ: อิฐบล็อก ไฟเบอร์ซีเมนต์ ใยแก้ว กำลังต้านแรงอัด

Abstract

Industries in Nakhon Si Thammarat Province produce a lot of cement waste during manufacturing of fiber cement roofs. Fiber glass waste and ceiling waste are expire that is very harmful for the environment. The main objective of this study is to use these cement waste for producing bricks. Normally stones, cement, sand, and water are used for brick production, but we would like to include cement waste along with these materials. This study aims to (1) produce bricks using several ratios to increase compressive strength, (2) to produce lightweight bricks for easy transportation and decrease Water Absorption, (3) to increase the capacity (thermal insulation) and (4) the cost effectiveness of cement waste bricks. The best ratio for brick production was stone (22) : sand (8) : water (4) : cement waste (3) : cement (2) for Fiber cement Roof waste, stone (23) : sand (8) : water (4): cement waste (4): cement (2) for ceiling waste and stone (22) : sand (8) : water (4) : cement waste (4) : cement (2) for Fiberglass waste (experimenting with the ratio of volume) because these bricks had the most compressive strength (average strength). The compressive strength of these bricks were 27.2% for Fiber cement Roof waste , 80.57 % for Fiber glass waste and 62.50 % for ceiling waste higher than local market bricks and compressive strength higher than standard bricks. The Sppecific heat capacity of these bricks were 17.4 % for Fiber cement Roof waste , 16.76 % for Fiber glass waste and 15.14 %

Keywords: bricks, fiber cement, fiber glass, compressive strength

1. บทนำ

กว่า 70 ปีมาแล้วที่ประเทศไทยนำเอาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมก่อสร้าง รูปแบบอาคารโรงงาน จากเรือไม้เป็นเรือนกระจกใช้กระเบื้องหลังคา ฝ้าเพดานเครื่องปรับอากาศ เมื่อเวลาผ่านไปเกิดการเสื่อมสภาพของฉนวนใยแก้วที่ห่อท่อแอร์ ขยะหลังคากระเบื้อง ฝ้าเพดาน จากกระบวนการผลิต จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นพื้นที่ที่มีโรงงานอุตสาหกรรมกระเบื้องขนาดใหญ่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอทุ่งสง และนาบอน ซึ่งในกระบวนการผลิต

นั้นจะมีเศษวัสดุที่เหลือจากกระบวนการผลิตและกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ ประมาณ 500 ตันต่อเดือน (บทสัมภาษณ์ ผู้จัดการ บริษัท มหพันธ์ไฟเบอร์ซีเมนต์ จำกัด (มหาชน)) การทำอิฐจากเศษขยะอุตสาหกรรมจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดปริมาณขยะ ช่วยลดต้นทุนในการผลิตอิฐและเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนอีกทางหนึ่ง โดยจากการศึกษาพบว่าเมื่อนำขยะจากเปลือกหอยแมลงภู่และเศษแก้วมาผสมกับซีเมนต์พอร์ตแลนด์และขึ้นรูปผลิตอิฐที่ไม่รับน้ำหนัก ในอัตราส่วนซีเมนต์ : ขยะ

2.1.3 ฟ้าเพดานชนิดกันความร้อน ประกอบด้วย ยิปซัม เม็ดซิลิกาโฟมซึ่งมีคุณสมบัติกันความร้อนและน้ำหนักเบา เมื่อนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐบล็อกจึงควรจะส่งผลให้อิฐมีน้ำหนักเบา และเป็นฉนวนความร้อน [4], [6]



รูปที่ 3 ขยะฟ้าเพดานเตรียมทำลายทิ้งการรื้อถอน โรงบ่มมวลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย [15]

2.2 การเตรียมวัตถุดิบในการสร้างอิฐเริ่มจากการกำหนดสูตรการผลิตอิฐแต่ละสูตร โดยเพิ่มจำนวนเศษกระเบื้องในอัตราส่วนต่าง ๆ 20 สูตรด้วยกันเป็นอัตราส่วน หินคลุก : เศษขยะ โดยมีอัตราส่วนปริมาตรของส่วนผสมอื่น ๆ คงที่ คือ ปูนซีเมนต์: ทรายหยาบ: น้ำ เป็น 2 : 8 : 4



รูปที่ 4 ขยะเศษกระเบื้องที่ผ่านการบดอัด [15]

2.3 ดำเนินการผลิตอิฐตามสูตรที่กำหนดไว้ โดยเริ่มจากการบดเศษขยะทั้ง 3 ชนิดด้วยเครื่องบดดิน ผสมส่วนผสม และขึ้นรูปก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดด้วย

เครื่องอัดไฮโดรลิกให้ได้ก้อนคอนกรีตบล็อกที่มีลักษณะตรงกลางมีรูโพรงทะลุตลอดก้อน มีขนาดความกว้าง 70 มม. ความยาว 390 มม. ความสูง 190 มม. แสดงการขึ้นรูปอิฐอัดดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 การขึ้นรูปส่วนผสมที่ผ่านการบดอัดด้วยเครื่องปั๊มไฮโดรลิก [15]

2.4 การบ่มผลิตภัณฑ์โดยตั้งก้อนคอนกรีตทิ้งไว้ให้ครบ 24 ชั่วโมงให้นำมาวางซ้อนเรียงรวมกันไว้บนที่เรียบเสมอ นำกระสอบคลุมและพรมน้ำให้เปียกชื้น โดยกำหนดระยะเวลาการบ่มก้อนคอนกรีตบล็อกนี้ให้เท่ากับระยะเวลาการบ่มของงานคอนกรีตโครงสร้างทั่วไป ที่อายุการบ่ม 14 วัน [7]



รูปที่ 6 การจัดเก็บอิฐหลังผ่านการบ่ม

2.5 การทดสอบคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักครั้งนี้ใช้การชั่งตัวอย่างในอัตราส่วน 10 ก้อนต่อ 5,000 ก้อน [8] โดยนำมาผ่านขั้นตอน

2.5.1 ชั่งน้ำหนักเปรียบเทียบกับอิฐบล็อกปกติ และแบ่งส่วนหนึ่งแช่น้ำ 3 วันเพื่อหาน้ำหนักเปียก และคำนวณการดูดซึมน้ำของอิฐ

2.5.2 ทดสอบความแข็งแรงในรูปกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength) เทียบกับอิฐบล็อกสูตรปกติ โดยการนำอิฐคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักในแต่ละชุดทดสอบ (10 ก้อน) ไปทดสอบกำลังรับแรงอัดเพื่อเลือกชุดทดสอบที่เหมาะสมและประมวลผลผ่านจอกอมพิวเตอร์ เพื่อหาค่ากำลังสูงสุดก่อนแตกร้าว [11]



รูปที่ 7 การทดสอบแรงอัดอิฐจากเศษกระเบื้องด้วยเครื่องบีบอัด [15]



รูปที่ 8 การควบคุมเครื่องบีบอัดผ่านระบบคอมพิวเตอร์ [15]



รูปที่ 9 การแตกร้าวของอิฐขณะทำการทดสอบด้วยเครื่องบีบอัด [15]

2.5.3 ทดสอบการกันความร้อน (ในรูปค่าความจุความร้อน) และทดสอบความหนาแน่นแห้ง โดยผ่านการอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.5.4 ทดสอบการดูดกลืนน้ำ (Water Absorption) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 109-2517 อ้างจาก ASTM C140-70 Standard Methods of Sampling and Testing Concrete Masonry Units โดยการแช่น้ำนาน 3 วัน แล้วชั่งน้ำหนักเปรียบเทียบกับน้ำหนักแห้ง [10]



รูปที่ 10 ขณะทดสอบการทนแรงอัดและการอบแห้งเพื่อวิเคราะห์การดูดกลืนน้ำ [15]

2.6 เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์อิฐที่ได้กับผลิตภัณฑ์บล็อกไม่รับน้ำหนักในท้องตลาด มีขนาดความกว้าง 70 มม. ความยาว 390 มม. ความสูง 190 มม.ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 58-2530 [10]

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลการทำอิฐบล็อกในชุมชนหินตก อำเภอรัตนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยนำสูตรที่ได้มาปรับเปลี่ยนเพิ่มเศษขยะอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มความเป็นฉนวน และผสมน้ำยาประสานคอนกรีต ส่วนผสมในการผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักด้วยเศษ

กระเบื้องที่ใช้ในการกำหนดชุดทดลองเป็นอัตราส่วน หินคลุก: เศษกระเบื้องหลังคา โดยมีอัตราส่วนปริมาตรปูนซีเมนต์ : ทรายหยาบ : น้ำ เป็น 2 : 8 : 4 ผลการทดลองของอิฐแต่ละสูตรให้ค่าต่าง ๆ ดังตารางที่ 1

ในการทดลองนี้ได้ใช้เศษขยะ แทนหินคลุกบางส่วน หลังจากนั้นทำการบ่มก้อนคอนกรีต

ตารางที่ 1 ดัชนีชี้วัดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจากเศษกระเบื้อง [14]

อัตราส่วน หินคลุก-ขยะ กระเบื้อง	ดัชนีชี้วัด				
	น้ำหนักแห้ง (กก.)	ร้อยละการ ดูดกลืนน้ำ	ทนแรงอัด (กก.)	ความจุความร้อน (จูล/กก.เคลวิน)	ความคลาด เคลื่อนเชิงมิติ
อิฐในท้องตลาด	7.8	8.41	7,671	0.990	1.1%
24-1	8.1	7.12	8,900	1.060	1.0%
24-2	8.2	5.03	8,452	1.036	1.0%
24-3	8.3	4.84	8,152	1.130	1.1%
23-2	8.2	5.02	9,554	1.033	1.0%
23-3	8.3	4.66	9,005	1.130	1.3%
23-4	8.4	3.84	8,465	1.598	1.0%
22-3	8.2	11.15	9,756	1.163	1.2%
22-4	8.3	7.83	8,752	1.156	1.0%
22-5	8.4	5.64	8,120	1.648	1.0%
21-4	7.8	5.12	9,568	1.133	1.0%
21-5	8.0	8.51	8,502	1.230	1.1%
21-6	8.2	8.96	8,025	1.598	1.0%
20-5	7.8	7.67	9,483	0.986	1.0%
20-6	8	5.02	8,401	1.012	1.2%
20-7	8.2	4.23	7,856	1.150	1.0%
19-6	8.3	11.85	9,100	1.110	1.0%
19-7	7.9	8.92	8,200	1.211	1.1%
19-8	8.2	7.14	6,792	1.315	1.0%

บล็อกไม่รับน้ำหนักที่อายุ 14 วัน [5] แล้วทำการทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 109-2517 อ้างจาก ASTM C140-70 Standard Methods of Sampling and Testing Concrete Masonry Units [16]

ตารางที่ 2 คำนวณค่าดัชนีชี้วัดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจากเศษผ้าเปดาน [14]

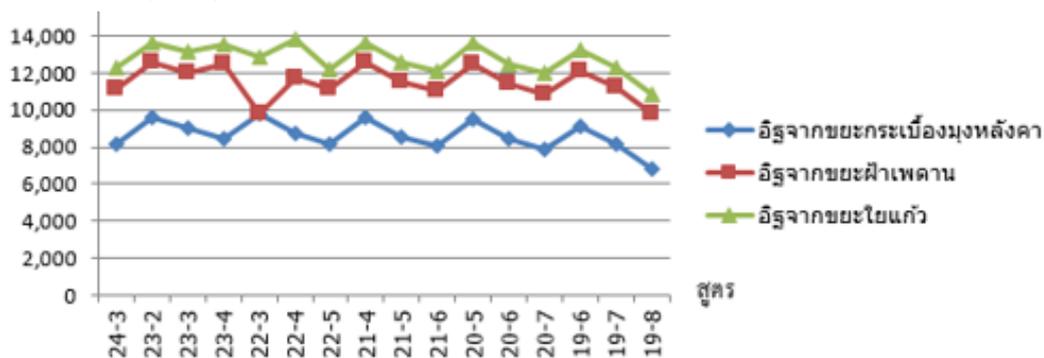
อัตราส่วน หินคลุก-ผ้าเปดาน	ดัชนีชี้วัด				
	น้ำหนักแห้ง (กก.)	ร้อยละการ ดูดกลืนน้ำ	ทนแรงอัด (กก.)	ความจุความร้อน (จูล/กก.เคลวิน)	ความคลาด เคลื่อนเชิงมิติ
อิฐในท้องตลาด	7.8	8.41	7,671	0.099	1.1%
24-1	8.1	7.12	11,900	1.060	1.0%
24-2	8.2	5.04	11,452	1.036	1.0%
24-3	8.3	4.81	11,152	1.130	1.1%
23-2	8.2	5.02	12,554	1.033	1.0%
23-3	8.3	4.63	12,005	1.130	1.3%
23-4	8.4	3.84	12,465	1.598	1.0%
22-3	8.2	11.11	9,756	1.063	1.2%
22-4	8.3	7.84	11,752	1.156	1.0%
22-5	8.4	5.63	11,120	1.648	1.0%
21-4	7.8	5.12	12,568	1.133	1.0%
21-5	8.0	8.55	11,502	1.230	1.1%
21-6	8.2	8.93	11,025	1.598	1.0%
20-5	7.8	7.66	12,483	0.986	1.0%
20-6	8	5.04	11,401	1.012	1.2%
20-7	8.2	4.25	10,856	1.150	1.0%
19-6	8.3	11.82	12,100	1.110	1.0%
19-7	7.9	8.91	11,200	1.211	1.1%
19-8	8.2	7.16	9792	1.315	1.0%

ตารางที่ 3 คำนวณค่าดัชนีชี้วัดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจากใยแก้ว [15]

อัตราส่วน หินคลุก-ใยแก้ว	ดัชนีชี้วัด				
	น้ำหนักแห้ง (กก.)	ร้อยละการ ดูดกลืนน้ำ	ทนแรงอัด (กก.)	ความจุความร้อน (จูล/กก.เคลวิน)	ความคลาด เคลื่อนเชิงมิติ
อิฐในท้องตลาด	7.8	8.97	7,671	0.990	1.1%
24-1	8.1	4.93	12,000	1.060	1.0%
24-2	8.2	4.87	12,552	1.036	1.0%
24-3	8.3	4.81	12,252	1.130	1.1%

อัตราส่วน หินคลุก-โยแก้ว	ดัชนีชี้วัด				
	น้ำหนักแห้ง (กก.)	ร้อยละการ ดูดกลืนน้ำ	ทนแรงอัด (กก.)	ความจุความร้อน (จูล/กก.เคลวิน)	ความคลาด เคลื่อนเชิงมิติ
23-2	8.2	4.87	13,654	1.133	1.0%
23-3	8.3	2.40	13,105	1.130	1.3%
23-4	8.4	2.38	13,565	1.198	1.0%
22-3	8.2	3.65	12,856	1.063	1.2%
22-4	8.3	3.61	13,852	1.156	1.0%
22-5	8.4	3.57	12,220	1.648	1.0%
21-4	7.8	5.12	13,668	1.133	1.0%
21-5	8.0	5.00	12,602	1.230	1.1%
21-6	8.2	4.87	12,125	1.598	1.0%
20-5	7.8	5.12	13,583	0.986	1.0%
20-6	8	3.75	12,501	1.012	1.2%
20-7	8.2	4.87	11,956	1.150	1.0%
19-6	8.3	2.24	13,200	1.110	1.0%
19-7	7.9	3.79	12,300	1.211	1.1%
19-8	8.2	4.87	10,892	1.315	1.0%

แรงอัด x 9.8 (นิวตัน)



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด (กก.) กับอีฐในสูตรต่าง ๆ ของอีฐชนิดต่าง ๆ

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าอัตราส่วนหินคลุกต่อขยะกระเบื้องมุงหลังคาที่ต่างกันจะส่งผลต่อคุณภาพอีฐที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาถึงกำลังรับแรงอัดเป็นหลัก อีฐบดลอกจากเศษกระเบื้องมุง

หลังคาที่ทนต่อกำลังรับแรงอัดได้สูงสุดคือสูตร 22-3 % มีส่วนการผสมของหินคลุก : ทราย : น้ำ : ขยะกระเบื้องมุงหลังคา : ซีเมนต์ ในอัตรา 22 : 8 : 4 : 3 : 2 เป็นสูตรที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน

เพราะกำลังรับแรงอัดมากที่สุด [17], [18] เฉลี่ย 9,756 กก. (35.73 กก./ตร.ซม.) เพิ่มขึ้น 27.3 % เมื่อเทียบกับอิฐในท้องตลาด และสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน มอก.58-2533 42.9 % โดยอิฐสูตรดังกล่าวมีน้ำหนักแห้งอยู่ที่ 8.2 กก. มีความจุความร้อน 1.163 จูล/กก.เคลวิน สามารถกักความร้อนได้มากขึ้นโดยมีความจุความร้อนเพิ่มขึ้น 17.4% ความคลาดเคลื่อนเชิงมิติ 1.2 และมีค่าร้อยละของการดูดกลืนน้ำอยู่ที่ 11.15 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานมอก.58-2533 [11]

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าอัตราส่วนหินคลุกต่อขยะฝาเปดานที่ต่างกันจะส่งผลต่อคุณภาพอิฐที่แตกต่างกัน โดยเมื่อพิจารณาถึงกำลังรับแรงอัดเป็นหลักอิฐที่ทนต่อกำลังรับแรงอัดได้สูงสุดคือสูตร 23-4 มีส่วนการผสมของ หินคลุก : ทราย : น้ำ : ขยะฝาเปดาน : ซีเมนต์ ในอัตรา 23 : 8 : 4 : 4 : 2 มีความเหมาะสม เพราะให้กำลังรับแรงอัดมากที่สุด [15] [16] เฉลี่ย 12,465 กก. (45.66 กก./ ตร.ซม.) เพิ่มขึ้น 62.50 % เมื่อเทียบกับอิฐในท้องตลาด และสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน มอก.58-2533 82.64 % [10] โดยอิฐสูตรดังกล่าวมีน้ำหนักแห้งอยู่ที่ 8.4 กก. ร้อยละของการดูดกลืนน้ำอยู่ที่ 3.84 มีความจุความร้อน 1.598 จูล / กก.เคลวิน และกักความร้อนได้มากขึ้นโดยมีความจุความร้อนเพิ่มขึ้น 15.14 % ความคลาดเคลื่อนเชิงมิติ 1.0 % และมีค่าร้อยละของการดูดกลืนน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.58-2533 [11]

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าอัตราส่วนหินคลุกต่อขยะใยแก้วที่ต่างกันจะส่งผลต่อคุณภาพอิฐที่แตกต่างกัน โดยเมื่อพิจารณาถึงกำลังรับแรงอัดเป็นหลักอิฐที่ทนต่อกำลังรับแรงอัดได้สูงสุดคือสูตร 22-4 มีส่วนการผสมของ หินคลุก : ทราย : น้ำ : ขยะใยแก้ว : ซีเมนต์ ในอัตรา 22 : 8 : 4 : 4 : 2 มีความ

เหมาะสม เพราะให้กำลังรับแรงอัดมากที่สุด [17], [18] เฉลี่ย 13,852 กก. (50.74 กก./ ตร.ซม.) เพิ่มขึ้น 80.57% เมื่อเทียบกับอิฐในท้องตลาด และสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน มอก.58-2533 102.9% [10] โดยอิฐสูตรดังกล่าวมีน้ำหนักแห้งอยู่ที่ 8.3 กก. ร้อยละของการดูดกลืนน้ำอยู่ที่ 3.61 มีความจุความร้อน 1.156 จูล / กก.เคลวิน กักความร้อนได้มากขึ้นโดยมีความจุความร้อนเพิ่มขึ้น 16.76 % ความคลาดเคลื่อนเชิงมิติ 1.0 % และมีค่าร้อยละของการดูดกลืนน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.58-2533 [11]

4. สรุปผลการวิจัย

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำสูตรที่ได้มาปรับเปลี่ยนเพิ่มเศษขยะกระเบื้องหลังคาหรือเพิ่มเศษขยะฝาเปดานหรือเพิ่มเศษขยะใยแก้ว โดยมีอัตราส่วนต่อปริมาตรของ ปูนซีเมนต์: ทราย: หยาบ: น้ำ เป็น 2: 8: 4 หลังจากนั้นทำการบ่มก้อนคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่อายุ 14 วัน แล้วทำการทดสอบกำลังรับแรงอัด ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 109-2517 อ้างจาก ASTM C140-70 Standard Methods of Sampling and Testing Concrete Masonry Units [12- 13] ผลการทดลองของอิฐแต่ละสูตรให้ค่าต่าง ๆ ดังตารางที่ 1, 2, 3

พิจารณาอิฐที่ถูกเลือกทั้ง 3 สูตร จากเศษขยะอุตสาหกรรมทั้ง 3 ชนิด สามารถใช้งานในรูปแบบอิฐบล็อกไม่รับน้ำหนักที่ใช้สำหรับผนังอาคาร กำแพง ได้ดีโดยมีค่ากำลังรับแรงอัดเกินค่ามาตรฐานที่ 25 กก./ ตร.ซม.พบว่าอิฐบล็อกไม่รับน้ำหนักจากขยะกระเบื้องหลังคา รับแรงอัดเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 9,756 กก.(35.73 กก./ ตร.ซม.) อิฐบล็อกไม่รับน้ำหนักจากขยะฝาเปดาน รับแรงอัดเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 12,465 กก. (45.66 กก./ ตร.ซม.) และอิฐ

บล็อกล้อมรับน้ำหนักจากขยะใยแก้วทนกำลังแรงอัดเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 13,852 กก.(50.74 กก./ ตร.ซม.)

เมื่อพิจารณาจากกราฟในรูปที่ 10 จะเห็นได้จากการแทนที่หินคลุกด้วยเศษวัสดุทั้งสามชนิดในภาพรวม อิฐทั้ง 3 ชนิดสามารถรับแรงอัดได้มากกว่าอิฐในท้องตลาด โดยอิฐที่รับแรงอัดได้ดีที่สุดคืออิฐจากเศษขยะใยแก้ว ฝ้ายเพดาน และกระเบื้องมุงหลังคา ตามลำดับ อิฐที่มีน้ำหนักเบาที่สุดคือ อิฐจากเศษขยะกระเบื้อง เพดาน และใยแก้ว ตามลำดับ และอิฐที่มีค่าความจุความร้อนมากที่สุด (กักความร้อนได้ดีที่สุด)คืออิฐจากเศษขยะเพดาน กระเบื้อง และใยแก้วตามลำดับ

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] จรรยา พันธมา. การประยุกต์เปลือกหอยแมลงภู่และ หอยแครงผสมกับเศษแก้วและขยะซีเมนต์เพื่อผลิตอิฐ คอนกรีต. PhD Thesis. Chulalongkorn University. 2559.
- [2] นท แสงเทียน และ ชนกร ทวีวุฒิ. กำลังรับแรงอัดและการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส. วารสาร วิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. 2015. 8(1) : 91-102.
- [3] ชรรณ ชนกรเจริญทรัพย์ พิพัฒน์ สอนวงษ์ และ วัชรินทร์ วิทยกุล. การใช้เศษคอนกรีตมวลเบาทำอิฐสำหรับงานผนัง. *Kasetsart Engineering Journal*. 2018. 31(104) : 111-120.
- [4] ยุทธนา แสงจันทร์เอื้อง. การศึกษาการถ่ายเทความร้อนและความชื้นผ่านผนังฉนวนความร้อนภายนอกอาคาร. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี. 2551.
- [5] ตฤณ ทิงาม และ ศัชรินทร์ เวชชากุล. การศึกษาสมบัติทางกายภาพของอิฐบล็อกผสม โฟม. *Journal of Industrial Technology Ubon Ratchathani Rajabhat University*. 2017. 1(1) : 123-134.
- [6] ชนกร ทวีวุฒิ อิทธิพงษ์ พันธุ์นกุล เกียรติศักดิ์ แก้วกุลชัย และ สถาพร โกลา. กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาแบบเซลลูโลส. *การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 9*. 21-23 ตุลาคม จังหวัดพิษณุโลก ประเทศไทย. 2556 : 102.
- [7] ชัชวาล เศรษฐบุตร. *คอนกรีตเทคโนโลยี (Concrete Technology)*. ผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง (ซีเมนต์ : คอนกรีตผสมเสร็จจซีเมนต์). กรุงเทพฯ. พิมพ์ครั้งที่ 1. 2536.
- [8] มอก. 25-2533. มาตรฐานคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2533.
- [9] มอก. 109-2517. วิธีการชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุก่อที่ทำด้วยคอนกรีต. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2517.
- [10] มอก. 58-2530. มาตรฐานคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2530.
- [11] มอก. 58-2533. มาตรฐานคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2533.

- [12] วิทยาศาสตร์, กรม, ดินฟอกสี, รายงานกิจกรรมของกรมวิทยาศาสตร์, ตุลาคม 2516- กันยายน 2517, ฉบับที่ 33, หน้า 280-284.
- [13] สมพุด สุขะสินธุ์ และ มณฑนา พงษ์ไทยพัฒน์. วิทยาศาสตร์, กรม, ดินฟอกสี. กองการวิจัย. กรุงเทพฯ. 2518
- [14] สุธรรม หุมพร้อมญาติ และ อุไรวรรณ วันทอง. รายงานการวิจัยอิฐบล็อกคอนกรีตจากขยะฉนวนใยแก้ว. นครศรีธรรมราช. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 2555.
- [15] อุไรวรรณ วันทอง และ สุธรรม หุมพร้อมญาติ. รายงานการวิจัยอิฐจากขยะอุตสาหกรรมกระเบื้อง นครศรีธรรมราช. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 2553.
- [16] Aramaki, S. and Roy R. Revised phase diagram for the system $Al_2O_3-SiO_2$. *Journal of the American Ceramic Society*. 1962. 45(5) : 229-242.
- [17] Brindly G.W. and McKinstry H. A. The Kaolinite- Mullite Reaction Series : IV, The coordination of aluminum. *Journal of the American Ceramic Society*. 1961. 10 : 506-507
- [18] Fouad H.F. Cellular concrete. In: Joseph F.L., Jam H.P., editors. *significance of tests and properties of concrete and concrete-making material*. ASTM International, West Conshohocken. PA. 2006 : 561-569.
- [19] Narayanan N. and Ramamurthy K. Structure and proper of aerated concrete: a review. *Cement & Concreat Composites*. 2000. 22 : 321-329.