7

การนำวัสดุเหลือใช้จากกากมะพร้าวมาใช้ในการผลิตคอนกรีตบล็อก
UTILIZATION OF WASTE MATERIALS FROM COCONUT TO PRODUCTION OF CONCRETE BLOCKS

วันที่รับ: 4 ตุลาคม 2564
วันที่แก้ไข: 15 พฤศจิกายน 2564
วันที่ตอบรับ: 8 กุมภาพันธ์ 2565

วันปิติ ธรรมศรี[1*], นันทพร อ่อนปัดชา[1], อุษณีย์ ปีนอก[1] และ มัณฑนา ศรีทองคำ[1]
Wanpiti Thammasri[1*], Nanthaporn Aonpadcha[1], Ussanee Peenok[1] and Munthana Srithomgkam[1]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต กรุงเทพมหานคร 10700
[1]Faculty of Science and Technology,
Suan Dusit University, Bangkok 10700
[*]Corresponding Author e-mail: wanpitithammasri@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตคอนกรีตบล็อกผสมกากมะพร้าวและศึกษาคุณสมบัติการต้านทานแรงอัด ความหนาแน่น และความชื้นของคอนกรีตบล็อกเมื่อครบ 28 วัน การทดลองผลิตคอนกรีตบล็อก จำนวน 3 สูตร โดยกำหนดให้สูตร A มีอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1:ทราย:หิน:กากมะพร้าว ร้อยละ 0 เท่ากับ 700:2,100:3,500:0 โดยน้ำหนัก (กรัม) สูตร B เพิ่มกากมะพร้าว ร้อยละ 5 เท่ากับ 700:2,100:3,325:175 โดยน้ำหนัก (กรัม) สูตร C เพิ่มกากมะพร้าว ร้อยละ 15 เท่ากับ 700: 2100: 3150: 350 โดยน้ำหนัก (กรัม) โดยใช้แบบหล่อไม้รูปทรงลูกบาศก์ที่ผลิตขึ้นเอง ขนาด 15 x 15 x 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องทดสอบกำลังอัด ความหนาแน่น ความชื้นของคอนกรีตบล็อก การหาค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า สัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตคอนกรีตบล็อกผสมกากมะพร้าวในครั้งนี้ คือ สูตร B การใช้กากมะพร้าวเป็นส่วนผสมในคอนกรีตบล็อกเพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าการต้านทานแรงอัดลดลง ส่วนผสมกากมะพร้าวในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5 และ 15 มีค่าการต้านทานแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 16.90, 6.45 และ 1.67 เมกะปาสคาล ซึ่งส่วนผสมกากมะพร้าวร้อยละ 0 และ 5 ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 58-2533 สำหรับการทดสอบค่าความหนาแน่น พบว่าการเพิ่มกากมะพร้าวมากขึ้นจะทำให้ค่าความหนาแน่นลดลง เช่นเดียวกับการทดสอบความชื้น

พบว่าการเพิ่มกากมะพร้าวมากขึ้นจะทำให้ค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อกลดลง จากการนำกากมะพร้าวมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้สามารถช่วยลดปัญหาขยะจากวัสดุเหลือใช้และสร้างมูลค่าในการผลิตคอนกรีตบล็อกให้กับชุมชนได้

คำสำคัญ: วัสดุเหลือใช้, กากมะพร้าว, คอนกรีตบล็อก

Abstract

The purpose of this research was study to find the appropriate ratio for the production of concrete blocks mixed with coconut waste, and study of properties in compression resistance, density and moisture content after 28 days of curing. The production of concrete blocks from 3 mixture ratios in this study set A with ratio of portland cement type I: sand:rock:coconut wastes 0 percentages as 700:2,100:3,500:0 by weight (g), set B with ratio of coconut wastes 5 percentages as 700:2,100:3,325:175 weights (g) and set C with ratio of coconut wastes 15 percentages as 700:2,100:3,150:350 weights (g), by using wooden formwork 15 x 15 x 15 cm^3. Then it was analyzed by compression machines, density, moisture content of concrete blocks, mean and percentage. The results showed that the optimum of appropriate ratio with concrete blocks from coconut waste in this study is set B, if increasing the use of coconut wastes as an ingredient in concrete blocks results in a decrease in compressive strength. The coconut wastes mixture in the ratio of 0, 5 and 15 percentages had average compressive strength of 16.90, 6.45 and 1.67 MPa. The mixture of coconut waste 0 percentages and 5 percentages passed to the TIS-58-2533 standard. For the density test, it was found that adding more coconut waste would decrease the density. As with the moisture content, it was found that the adding more coconut waste would decrease the moisture too. From using the coconut waste in this study can help reduce the problem of waste and create value in production of concrete block for the community.

Keywords: Waste Materials, Coconut Waste, Concrete Blocks

บทนำ

ในอดีตการสร้างบ้านเรือนนิยมนำไม้มาเป็นวัสดุก่อสร้างเพราะหาได้ง่ายและราคาไม่แพง แต่ในปัจจุบันทรัพยากรป่าไม้เริ่มลดน้อยลงและเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาสภาวะโลกร้อน จึงทำให้ไม้นั้นเป็นวัสดุที่หาได้ยากและมีราคาแพง การก่อสร้างอาคารบ้านเรือนในปัจจุบันนิยมหันมาใช้วัสดุประเภทอิฐและคอนกรีตซึ่งมีราคาถูกกว่าและหาได้ง่ายกว่าไม้ สามารถทดแทนการใช้ไม้ในการก่อสร้างได้เป็นอย่างดี คอนกรีตบล็อกเป็นวัสดุประเภทหนึ่งที่ใช้สำหรับการก่อสร้างทำผนังและใช้เป็นที่แพร่หลายมาเป็นเวลาช้านานเนื่องจากเป็นวัสดุที่ผลิตได้ง่าย มีผู้ผลิตจำนวนมาก และครอบคลุมไปทุกพื้นที่จึงทำให้มีราคาถูก การก่อสร้างยังทำได้รวดเร็ว จึงเป็นที่นิยมใช้งานอยู่ในปัจจุบัน (สุวัฒชัย ปลื้มฤทัย และ โยธิน อิ่งกูล, 2555) คอนกรีตเป็นวัสดุโครงสร้างที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง การใช้คอนกรีตเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงนั้นเนื่องมาจากการเติบโตอย่างรวดเร็วของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและกิจกรรมการก่อสร้างอื่นๆ (Sanjay & Sagar, 2019) การปรับปรุงข้อด้อยด้านต่างๆ ของคอนกรีตและผลิตภัณฑ์จากซีเมนต์มีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง นอกจากการใช้งานร่วมกับเหล็กในการเพิ่มกำลังรับแรงดึงให้กับคอนกรีตแล้ว ยังมีการนำวัสดุเส้นใยมาผสม เช่น เส้นใยสังเคราะห์ และเส้นใยธรรมชาติ โดยเส้นใยธรรมชาติเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยสังเคราะห์จะเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาต่ำ และไม่มีสารพิษ สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเชิงกลเป็นไปตามมาตรฐานได้ (ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ อัญชิสา สันติจิตโต, 2555; จิรวัฒน์ วิมุตติสุขวิริยา, 2555; ณคนัท รักษารักษ์, ธเนศ รัตนวิไล, และ ชัยณรงค์ ศรีวะบุตร, 2562) มะพร้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย และมีแนวโน้มของปริมาณการใช้เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี ซึ่งส่งผลให้วัสดุเหลือใช้ที่ได้จากมะพร้าวมีปริมาณมากขึ้นตามไปด้วยโดยเฉพาะกากมะพร้าวเหลือทิ้ง ซึ่งเส้นใยกากมะพร้าวมีส่วนประกอบทางเคมีของลิกนิน (Lignin) และส่วนเซลลูโลส (Cellulose) เป็นองค์ประกอบที่สูง ส่งผลให้เส้นใยกากมะพร้าวมีความแข็งแรงและเหนียว จึงเป็นไปได้ที่จะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ทำเส้นใยเสริมแรงในผลิตภัณฑ์ (ศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง, 2550; สมพงษ์ พิริยายนต์ และ กิตติศักดิ์ บัวศรี, 2562; นันทชัย ชูศิลป์, ชนาภัทร คุ้มภัย, ชาญณรงค์ ศรีแปลก, และ วิไล สิตพงศ์, 2556) และเส้นใยกากมะพร้าวยังมีเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่นมากถึง 40% ซึ่งมากกว่าเส้นใยปอ เส้นใยป่าน เส้นใยปาล์ม เส้นใยกล้วย เป็นต้น นอกจากนั้นเส้นใยกากมะพร้าวยังมีค่าความหนาแน่นที่ต่ำ มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนน้อย จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนกันความร้อน (พงศธร กองแก้ว และ ธานินทร์ รัชโพธิ์, 2558) สามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของคอนกรีตบล็อกสำหรับใช้เป็นวัสดุก่อสร้างได้ (ศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง, 2550) ประกอบกับวิกฤตทางสิ่งแวดล้อม สังคมและเศรษฐกิจ การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์และพัฒนา

เป็นวัสดุก่อสร้างทางเลือกจะสามารถช่วยลดปัญหาด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมได้ (Tomas, Ganiron, Nieves, & Tommy, 2017) ตามแนวคิดเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) ซึ่งเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจด้วยการคำนึงถึงความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเป็นโมเดลเศรษฐกิจสมัยใหม่ หรือ BCG โมเดล ที่เน้นการนำวัสดุต่างๆ กลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2565) ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่นำกากมะพร้าวที่เหลือใช้นี้มาพัฒนาใช้ในงานด้านการก่อสร้างและสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชน โดยเฉพาะชุมชนที่นิยมปลูกมะพร้าวกันมากในพื้นที่ภาคใต้ ภาคกลาง และภาคตะวันออก เนื่องจากในแต่ละปีจะมีวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าวกองทับถมรอการเผาทำลาย (จักกฤษณ์ พนาลี, พันธ์ศักดิ์ พ่วงพงษ์, และ ธีรภัทร์ รอดคลองตัน, 2559) เพื่อเป็นการลดปัญหาที่เกิดขึ้น การนำวัสดุเหลือใช้จากกากมะพร้าวมาผลิตเป็นคอนกรีตบล็อกจะสามารถช่วยส่งเสริมการสร้างผลิตภัณฑ์ก่อสร้างต้นทุนต่ำให้กับชุมชนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตคอนกรีตบล็อกผสมกากมะพร้าวและศึกษาคุณสมบัติการต้านทานแรงอัด ความหนาแน่น และความชื้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์

1) เครื่องทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต
2) เครื่องชั่งน้ำหนักส่วนผสมต่างๆ ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3) แบบหล่อคอนกรีตขนาด 15 x 15 x 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4) เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล 10 กิโลกรัม ความละเอียด 1 กรัม
5) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตราเอสซีจี สีแดง
6) ทรายก่อสร้าง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร
7) หินละเอียด ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 9.5 มิลลิเมตร
8) กากมะพร้าวบดละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร

รูปที่ 1 วัสดุในการทดลอง (1) หินละเอียด (2) ทรายก่อสร้าง (3) กากมะพร้าวบดละเอียด

2. การหาส่วนผสม

ในการหาส่วนผสมผลิตตัวอย่างคอนกรีตบล็อกเพื่อการทดสอบครั้งนี้ มีจำนวน 9 ตัวอย่าง 3 สูตรการทดลอง คือ

1) สูตร A มีอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1:ทราย:หิน:กากมะพร้าว (0%) (700:2,100:3,500:0) โดยน้ำหนัก (กรัม)

2) สูตร B มีอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1:ทราย:หิน:กากมะพร้าว (5%) (700:2,100:3,325:175) โดยน้ำหนัก (กรัม)

3) สูตร C มีอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1:ทราย:หิน:กากมะพร้าว (15%) (700:2,100:3,150:350) โดยน้ำหนัก (กรัม)

3. การผลิตคอนกรีตรูปทรงมาตรฐาน

การดำเนินการทดลองผลิตคอนกรีตบล็อกรูปทรงมาตรฐานนี้ได้ทดลองผลิตคอนกรีตด้วยอัตราส่วนผสมต่างๆ จำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตร A สูตร B และสูตร C โดยการผลิตคอนกรีตบล็อกใช้ส่วนผสมหลัก คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ทราย หิน ตามสูตรการทดลอง A และมีการนำกากมะพร้าวที่บดละเอียดมาใช้เป็นส่วนผสมในอัตราส่วนร้อยละ 5 และ 15 ตามสูตรการทดลอง B และ C ดังตารางที่ 1 จากนั้นนำส่วนผสมต่างๆ มาอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกในแบบหล่อคอนกรีตขนาด 15 x 15 x 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เมื่อครบ 24 ชั่วโมงแล้ว แกะออกจากแบบหล่อคอนกรีต จากนั้นแช่น้ำไว้ 3 วัน เมื่อครบ 3 วัน แล้วนำมาผึ่งไว้อุณหภูมิห้อง 28 วัน ดังภาพที่ 2 เพื่อนำไปทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดและหาค่าความชื้นเมื่อครบ 28 วัน

รูปที่ 2 การดำเนินการทดลองผลิตคอนกรีตบล็อกด้วยอัตราส่วนผสมต่างๆ

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมต่างๆ ในการผลิตคอนกรีตบล็อก

สูตร	รายละเอียด	อัตราส่วนผสม (กรัม)			
		ปูน*	ทราย	หิน	กากมะพร้าว
A1	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 0%)	700	2,100	3,500	0
A2	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 0%)	700	2,100	3,500	0
A3	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 0%)	700	2,100	3,500	0
B1	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 5%)	700	2,100	3,325	175
B2	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 5%)	700	2,100	3,325	175
B3	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 5%)	700	2,100	3,325	175
C1	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 15%)	700	2,100	3,150	350
C2	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 15%)	700	2,100	3,150	350
C3	คอนกรีตบล็อก (กากมะพร้าว 15%)	700	2,100	3,150	350

หมายเหตุ: ปูน* หมายถึง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

4. การทดสอบ

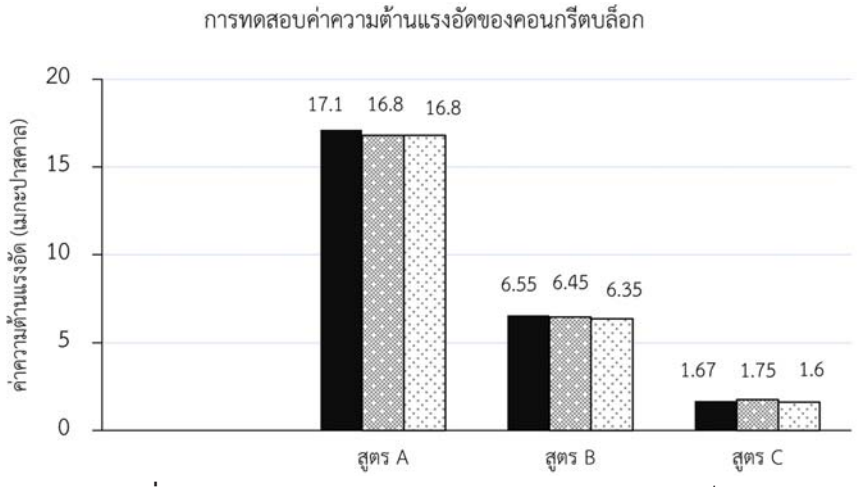
1) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ

2) การวิเคราะห์ผลการทดสอบคอนกรีตบล็อก คือ ค่าความต้านแรงอัด ค่าความหนาแน่น และค่าความชื้น (ห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ)

ผลการศึกษาวิจัย

1. การทดสอบความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อก

จากการทดลองผลิตคอนกรีตบล็อกรูปทรงมาตรฐานขนาด 15 x 15 x 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ด้วยอัตราส่วนผสมต่าง ๆ จำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตร A สูตร B และสูตร C ซึ่งมีส่วนผสมระหว่างกากมะพร้าว ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ทราย และหิน แล้วนำไปทดสอบหาค่าความต้านทานแรงอัดตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 58-2533) พบว่า การใส่กากมะพร้าวเพิ่มเข้าไปในส่วนผสมคอนกรีตบล็อกจะส่งผลทำให้ค่าความต้านทานแรงอัดลดลงตามลำดับ เมื่อเทียบกับคอนกรีตบล็อกสูตร A ซึ่งเป็นสูตรต้นแบบที่ไม่ใส่กากมะพร้าว โดยสูตร A มีค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีต เท่ากับ 17.1, 16.8, 16.8 เมกะปาสคาล ตามลำดับ สูตร B มีค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีต เท่ากับ 6.55, 6.45, 6.35 เมกะปาสคาล ตามลำดับ และสูตร C มีค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีต เท่ากับ 1.67, 1.75, 1.60 เมกะปาสคาล ตามลำดับ ดังรูปที่ 3 ซึ่งค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกสูตร A และสูตร B ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 58-2533) ส่วนสูตร C ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2561) เนื่องจากมีค่าน้อยกว่า 2.0 เมกะปาสคาล

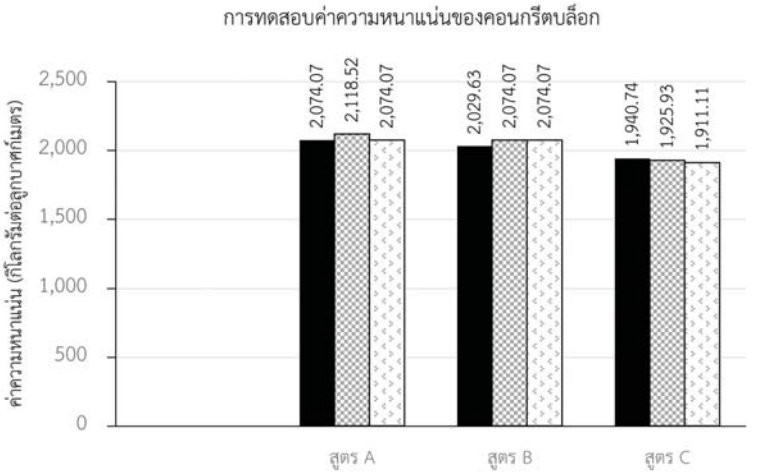


รูปที่ 3 การทดสอบค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อก

จากข้อมูลดังกล่าว พบว่าค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวที่เพิ่มขึ้น ดังพิจารณาได้จากการเพิ่มกากมะพร้าวร้อยละ 0, 5, 15 มีผลทำให้ค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกลดลงตามลำดับ

2. การหาค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อก

จากการนำคอนกรีตบล็อกไปทดสอบหาค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกทั้ง 3 สูตร ได้แก่ สูตร A สูตร B และสูตร C พบว่าค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวในทุกอัตราส่วน โดยสูตร A มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 2,074.07, 2,118.52, 2,074.07 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สูตร B มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 2,029.63, 2,074.07, 2,074.07 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสูตร C มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1,940.74, 1,925.93, 1,911.11 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 4

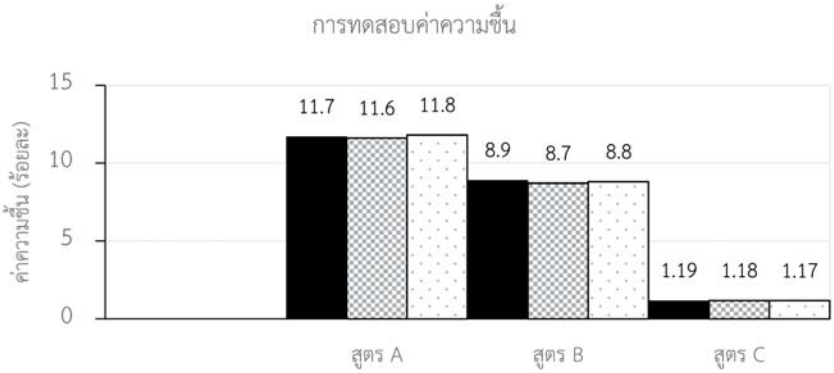


รูปที่ 4 การทดสอบค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อก

จากข้อมูลดังกล่าว พบว่าค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวที่เพิ่มขึ้น ดังพิจารณาได้จากการเพิ่มกากมะพร้าวร้อยละ 0, 5, 15 มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกลดลงตามลำดับ

3. การทดสอบปริมาณความชื้นของคอนกรีตบล็อก

จากการนำคอนกรีตบล็อกไปทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นของคอนกรีตบล็อกทั้ง 3 สูตร ได้แก่ สูตร A สูตร B และสูตร C พบว่าค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวในทุกอัตราส่วน โดยสูตร A มีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 11.70 สูตร B ค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 8.80 และสูตร C ค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 1.18 ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การทดสอบค่าความชื้น

จากข้อมูลดังกล่าว พบว่าค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวที่เพิ่มขึ้น ดังพิจารณาได้จากการเพิ่มกากมะพร้าวร้อยละ 0, 5, 15 ค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

จากการดำเนินการผลิตคอนกรีตบล็อกในครั้งนี้ โดยใช้ส่วนผสมหลัก คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ทราย หิน ตามสูตรการทดลอง A และมีการนำกากมะพร้าวที่บดละเอียดมาใช้เป็นส่วนผสมในอัตราส่วนร้อยละ 5 และ 15 ตามสูตรการทดลอง B และ C พบว่าจากการศึกษาความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกผสมกาบมะพร้าวสูตร B และ C พบว่าสูตร B คือ คอนกรีตบล็อกผสมกากมะพร้าวร้อยละ 5 ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 58-2533 โดยมีค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ 6.45 เมกะปาสคาล ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และสูตร C เมื่อเพิ่มส่วนผสมของกากมะพร้าวเป็นร้อยละ 15 ค่าความต้านทานแรงอัดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เนื่องจากมีค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ยน้อยกว่า 2.0 เมกะปาสคาล แสดงให้เห็นว่าการใส่กากมะพร้าวในปริมาณที่มากเกินไปจะส่งผลทำให้ค่าความต้านทานแรงอัดลดลง โดยสอดคล้องกับการศึกษาของศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง (2550) ที่พบว่าการผลิตคอนกรีตบล็อกผสมใยมะพร้าวในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพด้านความต้านทานแรงอัด ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 58-2533 และสอดคล้องกับการศึกษาของ Tomas & Ganiron (2013) ที่พบว่าการนำกากมะพร้าวมาเป็นส่วนผสมในการผลิตคอนกรีตบล็อกในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าความต้านทานแรงอัดลดลง เช่นเดียวกับการรายงานของ Mardiha, Nge, Chai, & Lim (2021) ที่พบว่าการผลิตคอนกรีตบล็อกด้วยกะลามะพร้าวจะให้ค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณกะลามะพร้าวในสัดส่วนที่มากขึ้น

เมื่อดำเนินการทดสอบหาปริมาณความชื้นของคอนกรีตบล็อก พบว่าคอนกรีตบล็อกทั้งสูตร A, B และ C ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยคอนกรีตบล็อกสูตร B และ C ที่ผสมกากมะพร้าวในปริมาณที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และ 15 จะส่งผลทำให้ค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อกลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของสุวัฒชัย ปลื้มฤทัย และ โยธิน อึ่งกูล (2555) ที่พบว่าเมื่อใส่ผักตบชวาในคอนกรีตบล็อกในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้ค่าความชื้นในคอนกรีตบล็อกลดลง

จากการทดสอบหาปริมาณค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกทั้งสูตร A, B และ C ดังกล่าว พบว่าค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวในทุกอัตราส่วน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะพล สีหาบุตร, เพ็ญชาย เวียงใต้, ภคพล ช่างยันต์, และ เจษฎ์ศิริ เถื่อนมูลละ (2558) ที่พบว่าการผลิตอิฐบล็อกที่มีส่วนผสมจากใยธรรมชาติ เช่น ฟางข้าว ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าความหนาแน่นของอิฐบล็อกลดลง อย่างไรก็ตาม การที่ค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกลดลงนั้นส่งผลดีและเป็นประโยชน์ในด้านการก่อสร้าง เนื่องจากทำให้คอนกรีตบล็อกมีน้ำหนักลดลง ส่งผลทำให้น้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อคานน้อย นอกจากนั้นการขนส่งมีแนวโน้มทำได้สะดวกมากขึ้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการผลิตคอนกรีตบล็อกด้วยอัตราส่วนผสมต่างๆ จำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตร A สูตร B และสูตร C จำนวน 3 สูตร โดยใช้ส่วนผสมหลัก คือ ปูน ทราย หิน ตามสูตรการทดลอง A และมีการนำกากมะพร้าวที่บดละเอียดมาใช้เป็นส่วนผสมในอัตราส่วนร้อยละ 5 และ 15 ตามสูตรการทดลอง B และ C แล้วนำมาอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกในแบบหล่อคอนกรีตขนาด 15 x 15 x 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นนำไปทดสอบหาค่าความต้านแรงอัดและหาค่าความชื้นเมื่อครบ 28 วัน ซึ่งพบว่าส่วนผสมคอนกรีตบล็อกสูตรต่างๆ จะส่งผลทำให้ค่าความต้านทานแรงอัดแตกต่างกัน โดยเมื่อเทียบกับคอนกรีตบล็อกสูตร A ซึ่งเป็นสูตรต้นแบบที่มีส่วนผสมของกากมะพร้าวร้อยละ 0 ให้ค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตเฉลี่ย เท่ากับ 16.9 เมกะปาสคาล สูตร B ค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.45 เมกะปาสคาล และสูตร C ค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.67 เมกะปาสคาล ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 58-2533) พบว่าสูตร A และสูตร B เนื่องจากค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตผ่านตามเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กำหนด ส่วนสูตร C ไม่ผ่านตามมาตรฐานอุตสาหกรรมที่กำหนด เนื่องจากมีค่าน้อยกว่า 2.0 เมกะปาสคาล

จากการทดสอบความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกดังกล่าว พบว่าค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวในทุกอัตราส่วน โดยให้ผลดังนี้ คือ สูตร A ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 2,088.89 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สูตร B ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 2,059.26 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสูตร C ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 1,925.93 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หากพิจารณาค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อก พบว่ามีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวที่เพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จากการเพิ่มกากมะพร้าวร้อยละ 0, 5, 15 ค่าความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามลำดับ

นอกจากนั้นเมื่อดำเนินการทดสอบหาปริมาณความชื้นของคอนกรีตบล็อกดังกล่าว พบว่าค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวในทุกอัตราส่วน โดยให้ผลดังนี้ คือ สูตร A ค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 11.70 สูตร B ค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 8.80 และสูตร C ค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 1.18 หากพิจารณาค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อก พบว่ามีค่าลดลงตามปริมาณการแทนที่ของกากมะพร้าวที่เพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จากการเพิ่มกากมะพร้าวร้อยละ 0, 5, 15 ค่าความชื้นของคอนกรีตบล็อกมีค่าลดลงตามลำดับ

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาครั้งนี้ สัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตคอนกรีตบล็อกผสมกากมะพร้าวในครั้งนี้ คือ สูตร B ที่มีการผลิตคอนกรีตบล็อกโดยนำกากมะพร้าวที่บดละเอียดมาใช้เป็นส่วนผสมในอัตราส่วนร้อยละ 5 โดยการนำวัสดุเหลือใช้จากกากมะพร้าวมาผลิตคอนกรีตบล็อกครั้งนี้จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการผลิตคอนกรีตบล็อกสำหรับงานก่อสร้าง สำหรับในด้านของปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย พบว่าการใช้แบบไม้ในการทดลองจะมีการดูดซึมน้ำมากกว่าแบบเหล็กและพลาสติก อาจส่งผลต่อก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก ตลอดจนการขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกตามมาตรฐาน มอก.

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

คณะผู้วิจัยเสนอแนะให้มีการพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากกากมะพร้าวร่วมกับวัสดุเหลือใช้ประเภทอื่น รวมถึงการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุด้วยกระบวนการ SEM (Scanning Electron Microscopy)

การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในเชิงพื้นที่

สำหรับชุมชนที่นิยมปลูกมะพร้าวกันมากในพื้นที่ภาคใต้ ภาคกลาง และภาคตะวันออก สามารถนำวัสดุเหลือใช้จากกากมะพร้าวมาผลิตเป็นคอนกรีตบล็อก ซึ่งช่วยส่งเสริมการสร้างผลิตภัณฑ์ก่อสร้างต้นทุนต่ำให้กับชุมชน รวมถึงการศึกษาความเป็นไปได้ในการส่งเสริมผลิตภัณฑ์ก่อสร้างจากชุมชนโดยเน้นต้นทุนต่ำเพื่อเพิ่มรายได้ในระดับครัวเรือนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

จักกฤษณ์ พนาลี, พันธ์ศักดิ์ พ่วงพงษ์, และ ธีรภัทร์ รอดคลองตัน. (2559). การศึกษาและออกแบบเฟอร์นิเจอร์สำนักงานจากเส้นใยกาบมะพร้าว. *รมยสาร*, 14(ฉบับพิเศษ), 165–172.

จิรวัฒน์ วิมุตติสุขวิริยา. (2555). *คุณสมบัติการต้านแรงอัดของคอนกรีตผสมกากใยอ้อยในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์*. บุรีรัมย์: มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

ณคนัท รักษารักษ์, ธเนศ รัตนวิไล, และ ชัยณรงค์ ศรีวะบุตร. (2562). ผลของเส้นใยเหลือใช้จากเศษวัสดุทางการเกษตรต่อสมบัติเชิงกล สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางความร้อนของวัสดุไม้ผสมพลาสติกจากพอลิโพรพีลีน. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.*, 42(4), 327–338.

นันทชัย ชูศิลป์, ชนาภัทร คุ้มภัย, ชาญณรงค์ ศรีแปลก, และ วิไล สิตพงศ์. (2556). สมบัติเชิงกลของซีเมนต์เพสต์เสริมเส้นใยตาลโตนด. *วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต*, 1(2), 89–99.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2561). *หลักเกณฑ์เฉพาะในการตรวจสอบเพื่อการอนุญาต สำหรับผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก. 58-2533*. สืบค้น 29 กันยายน 2564, จาก http://law.industry.go.th/laws/file/60509

ปิยะพล สีหาบุตร, เพ็ญชาย เวียงใต้, ภคพล ช่างยันต์, และ เจษฎ์ศิริ เถื่อนมูลละ. (2558). การใช้ฟางข้าวในอิฐบล็อกประสาน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 36(4), 478–485.

พงศธร กองแก้ว และ ธานินทร์ รัชโพธิ์. (2558). *การศึกษาสมบัติเชิงกลและเชิงกายภาพของพลาสติกเสริมแรงด้วยใยกาบกล้วยน้ำว้าและใยมะพร้าว.* มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ อัญชิสา สันติจิตโต. (2555). คุณสมบัติของวัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติจากเส้นใยมะพร้าวและเส้นใยปาล์มเพื่อผลิตวัสดุก่อสร้าง. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies*, 9(1), 113–124.

ศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง. (2550). *คอนกรีตผสมใยมะพร้าว*. วิทยานิพนธ์ สาขาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมพงษ์ พิริยายนต์ และ กิตติศักดิ์ บัวศรี. (2562). การผลิตและทดสอบสมบัติทางความร้อนและทางกลของวัสดุผสมจากน้ำยางธรรมชาติและเส้นใยมะพร้าว. ใน *งานประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 4 (The 4th National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business administration, Engineering, Science and Technology)*, (น. 684–690). ชุมพร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2565). *เศรษฐกิจสีเขียว*. สืบค้น 20 มกราคม 2565, จาก https://www.bcg.in.th/green-economy/

สุวัฒชัย ปลื้มฤทัย และ โยธิน อึ่งกูล. (2555). *การพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากผักตบชวา*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

Mardiha, M., Nge, Z. Z., Chai, W. J., & Lim, J. L. (2021). Concrete Block with Partial Replacement of Coarse Aggregate by Coconut Shell: A Review. *Multidisciplinary Applied Research and Innovation*, 2(1), 25–35.

Sanjay, K. V., & Sagar, S. (2019). Use of Coconut Shell as Partly Substitution of Coarse Aggregate – An Experimental Analysis. In *American Institute of Physics (AIP) Conference Proceedings 2158*, (pp. 020021-1–020021-8). 25 September 2019. Madhya Pradesh: India.

Tomas, U., & Ganiron, Jr. (2013). Sustainable Management of Waste Coconut Shells as Aggregates in Concrete Mixture. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 6(5), 7–14.

Tomas, U., Ganiron, Jr., Nieves, U. G., & Tommy, U. G. (2017). Recycling of Waste Coconut Shells as Substitute for Aggregates in Mix Proportioning of Concrete Hollow Blocks. *World Scientific News*, 77(2), 107–123.