การใช้เศษต้นมันสำปะหลังเป็นมวลรวมน้ำหนักเบาสำหรับผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบชนิดรับน้ำหนัก

กิตติพันธ์ บุญโตสิตระกูล [1*] กิตติพงษ์ สุวีโร [2] และปราโมทย์ วีรานุกูล [3]
kittiphan.b@rmutp.ac.th [1*], kittipong.s@en.rmutt.ac.th [2], pramot.w@rmutp.ac.th [3]

[1*,3] สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received : 9-Mar-2020
Revised : 2-Apr-2020
Accepted : 8-May-2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง ใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1: เถ้าแกลบ: หินฝุ่น: สารลดน้ำประเภท A: น้ำประปา เท่ากับ 0.7: 0.3: 10: 0.02: 0.6 โดยน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด แทนที่หินฝุ่นด้วยเศษต้นมันสำปะหลังในปริมาณร้อยละ 0, 1, 3, 6, 9 และ 12 โดยน้ำหนักของหินฝุ่น ขึ้นรูปตัวอย่างคอนกรีตบล็อกทั้ง 6 อัตราส่วนด้วยขั้นตอนการผลิตเช่นเดียวกับคอนกรีตบล็อกทั่วไป ทดสอบสมบัติตามมาตรฐาน มอก.57-2533 จากผลการทดสอบ พบว่า อัตราส่วนคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วนที่แทนที่หินฝุ่นด้วยเศษต้นมันสำปะหลังในปริมาณร้อยละ 3 โดยน้ำหนักของหินฝุ่น ซึ่งปริมาณเศษต้นมันสำปะหลังที่เหมาะสม สามารถลดความหนาแน่นหรือน้ำหนักต่อก้อนให้ต่ำลงได้ และช่วยเพิ่มความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกทั่วไป อย่างไรก็ตาม การผสมปริมาณเศษต้นมันสำปะหลังที่มากเกินไป มีผลทำให้การดูดกลืนน้ำเพิ่มขึ้น และความต้านทานแรงอัดลดลง

คำสำคัญ: เศษต้นมันสำปะหลัง คอนกรีตบล็อก มวลรวมน้ำหนักเบา

Using Cassava Pit Waste as Light Weight Aggregate for Hollow Load Bearing Concrete Masonry Mixed with Rice Husk Ash Product

Kittiphan Boontositrakul [1*] Kittipong Suweero [2] Pramot Weeranukul [3]
kittiphan.b@rmutp.ac.th [1*], kittipong.s@en.rmutt.ac.th [2], pramot.w@rmutp.ac.th [3]

[1*,3] Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
[2] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received : 9-Mar-2020
Revised : 2-Apr-2020
Accepted : 8-May-2020

Abstract

This research aims to develop the rice husk ash concrete blocks mixed with cassava pit waste. The mixing ratio among Portland cement type1: rice husk ash: quarry dust: water reducer type A: tap water that included 0.7: 0.3: 10: 0.02: 0.6 by weight of admixtures. The quarry dust was replaced by cassava pit waste in 0%, 1%, 3%, 6%, 9% and 12 % by weight of quarry dust. The 6 mixing ratios of concrete block samples were casted same as the ordinary concrete blocks and were tested the properties according to the TIS.57-1990 standard. From the results, the best proportion of concrete block mixed with coconut shell ash is 3% replacement of cassava pit waste. The proper ratios of cassava pit waste can decrease the density or weight and increase the thermal insulation of concrete blocks. However, the over amounts of cassava pit waste can increase the water absorption and decrease the compressive strength properties of concrete blocks.

Keywords: cassava pit waste, concrete block, lightweight aggregate

1. บทนำ

ต้นมันสำปะหลัง (Cassava Pit) และเถ้าแกลบ (Rice Husk Ash) เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีอยู่มากในหลายพื้นที่ของประเทศไทย โดยต้นมันสำปะหลังได้จากการขุดหัวมันสำปะหลังขึ้นมาจากดิน แล้วจึงตัดส่วนที่เป็นต้นมันสำปะหลังออก แม้ว่าจะมีการนำต้นมันสำปะหลังบางส่วนไปใช้เพาะปลูกในฤดูกาลถัดไป แต่ก็ใช้ในปริมาณเพียงร้อยละ 5 ของปริมาณต้นมันสำปะหลังเหลือทิ้งทั้งหมด จึงมีต้นมันสำปะหลังเหลือทิ้งมากกว่า 6 แสนตันต่อปี [1] ส่วนเถ้าแกลบเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการสีข้าวเปลือกและการนำเปลือกข้าวหรือแกลบไปเผาเพื่อให้พลังงาน มีปริมาณประมาณ 4.6 ล้านตันต่อปี [2] วัสดุเหลือทิ้งทั้ง 2 ชนิดนี้ เป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำ และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี เมื่อนำมาผสมลงในวัสดุก่อสร้างจะช่วยลดน้ำหนัก ตลอดจนพัฒนาคุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างได้ โดยเฉพาะเถ้าแกลบซึ่งเป็นวัสดุจำพวกวัสดุปอซโซลาน (Pozzolanic Material) เมื่อผสมร่วมกับปูนซีเมนต์จะช่วยเพิ่มความต้านทานแรงอัดให้กับวัสดุที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์หรือคอนกรีตได้กว่าร้อยละ 10 [3] เมื่อนำมาผสมในคอนกรีตบล็อกชนิดรับน้ำหนัก (Hollow Load Bearing Concrete Masonry) ซึ่งใช้สำหรับก่อผนังภายนอกหรือภายในอาคาร โครงสร้างทั่วไป และโครงสร้างพิเศษ [4] ซึ่งคำนวณให้ผนังคอนกรีตบล็อกต้องรับน้ำหนัก เช่น ผนังอาคารรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT ผนังอาคารผู้โดยสารสนามบินสุวรรณภูมิ ผนังอาคารกำเนิดไฟฟ้า และเขื่อนน้ำเทิน ประเทศลาว เป็นต้น จะช่วยพัฒนาคอนกรีตบล็อกชนิดรับน้ำหนักให้มีน้ำหนักเบาเทียบเท่าคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก แต่มีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงและความทึบน้ำที่ดีกว่าคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักทั่วไป งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภทไม่ควบคุมความชื้นตามมาตรฐาน มอก.57-2533 ที่มีส่วนผสมของต้นมันสำปะหลังและเถ้าแกลบ

2. วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 หินปูนหรือหินฝุ่นขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.75 มิลลิเมตร ต้นมันสำปะหลังเหลือทิ้ง (รูปที่ 1) เถ้าแกลบ ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 325 หรือ 44 ไมโครเมตร (รูปที่ 2) สารเคมีผสมเพิ่มชนิดสารลดน้ำ ประเภท A น้ำประปา เครื่องผสมคอนกรีต เครื่องย่อยเศษไม้ พร้อมตะแกรงเบอร์ 4 หรือ 4.75 มิลลิเมตร (รูปที่ 3) เครื่องอัดคอนกรีตบล็อกแบบสั่นเขย่า พร้อมแบบหล่อคอนกรีตบล็อก ขนาด 7 x 19 x 39 เซนติเมตร (รูปที่ 4) ตะแกรงคัดขนาด เครื่องชั่งน้ำหนัก ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่น ความชื้น และการดูดกลืนน้ำ เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine) และเครื่องทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

รูปที่ 1 เศษต้นมันสำปะหลังที่นำไปใช้ในการวิจัย

รูปที่ 2 การร่อนเถ้าแกลบผ่านตะแกรง

รูปที่ 3 เครื่องย่อยเศษไม้

รูปที่ 4 เครื่องอัดคอนกรีตบล็อกแบบสั่นเขย่า

3. การออกแบบส่วนผสม

ออกแบบอัตราส่วนผสมของตัวอย่างคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภทไม่ควบคุมความชื้น ประกอบด้วย อัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ต่อเถ้าแกลบ ต่อหินฝุ่น ต่อสารเคมีผสมเพิ่มประเภท A ต่อน้ำประปา เท่ากับ 0.7: 0.3: 10: 0.02: 0.6 โดยน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด แล้วทำการแทนที่หินฝุ่นด้วยเศษต้นมันสำปะหลังในปริมาณร้อยละ 0, 1, 3, 6, 9 และ 12 โดยน้ำหนักของหินฝุ่น รวม 6 อัตราส่วน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกโดยน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

อัตราส่วน	ปูนซีเมนต์	เถ้าแกลบ	หินฝุ่น	ต้นมันสำปะหลัง	สารเคมีผสมเพิ่ม	น้ำ
C0	0.7	0.3	10	0	0.02	0.6
C0.1	0.7	0.3	9.9	0.1	0.02	0.6
C0.3	0.7	0.3	9.7	0.3	0.02	0.6
C0.6	0.7	0.3	9.4	0.6	0.02	0.6
C0.9	0.7	0.3	9.1	0.9	0.02	0.6
C1.2	0.7	0.3	8.8	1.2	0.02	0.6

4. การขึ้นรูปตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

เริ่มจากย่อยต้นมันสำปะหลังให้ละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ด้วยเครื่องย่อยเศษไม้ (รูปที่ 3 และ 5) ทำการผสมน้ำประปาและสารเคมีผสมเพิ่มประเภท A ให้เข้ากัน จากนั้นผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1 เถ้าแกลบ หินฝุ่น เศษต้นมันสำปะหลังย่อยละเอียด และน้ำประปาที่ผสมสารเคมีผสมเพิ่มแล้ว ให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมคอนกรีต แล้วนำส่วนผสมที่ผสมเข้ากันดีแล้ว มาใส่เครื่องอัดคอนกรีตบล็อกแบบสั่นเขย่า และอัดขึ้นรูปเป็นคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง (รูปที่ 6 และ 7) ทำการบ่มคอนกรีตบล็อกที่ได้ด้วยการพรมน้ำให้ชุ่ม และห่อด้วยพลาสติก เพื่อเก็บความชื้น เป็นระยะเวลาตามที่แต่ละการทดสอบกำหนด

รูปที่ 5 เศษต้นมันสำปะหลังที่ผ่านการย่อยแล้ว

รูปที่ 6 การนำส่วนผสมเข้าเครื่องอัดและเขย่า

รูปที่ 7 คอนกรีตบล็อกที่อัดขึ้นรูปแล้ว

5. การทดสอบคุณสมบัติของตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

ทดสอบสมบัติของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง ตามมาตรฐาน มอก.57-2533 เรื่องคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก ประเภทไม่ควบคุมความชื้น [4] และการทดสอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยแต่ละการทดสอบจะใช้จำนวนตัวอย่าง 5 ตัวอย่างต่อการทดสอบ และนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย ซึ่งการทดสอบได้แก่ ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น การดูดกลืนน้ำ ความต้านทานแรงอัด (รูปที่ 8) สัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวม และการนำไปใช้งานจริง

รูปที่ 8 การทดสอบความต้านทานแรงอัด

6. ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง ทั้ง 6 อัตราส่วน สามารถสรุปแบ่งตามการทดสอบได้ ดังนี้

6.1 ลักษณะโดยทั่วไป

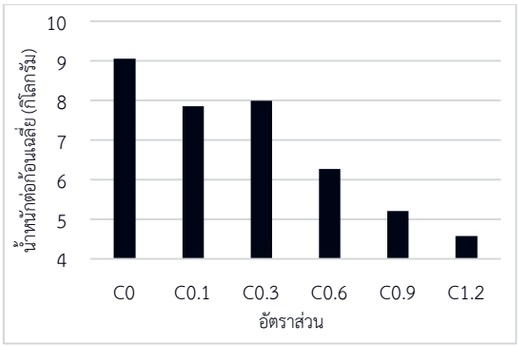
ในส่วนลักษณะโดยทั่วไปของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังทั้งหมดเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.57-2533 พบว่าคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังทุกอัตราส่วน มีลักษณะสมบูรณ์ ไม่มีรอยบิ่นหรือร้าว และส่วนผิวของคอนกรีตบล็อกทั้งหมดมีความหยาบพอสมควรเหมาะกับการจับยึดของปูนฉาบหรือปูนแต่งตรงตามที่มาตรฐานคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักกำหนด (มอก.57-2533) [4]

รูปที่ 9 ลักษณะพื้นผิวของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง

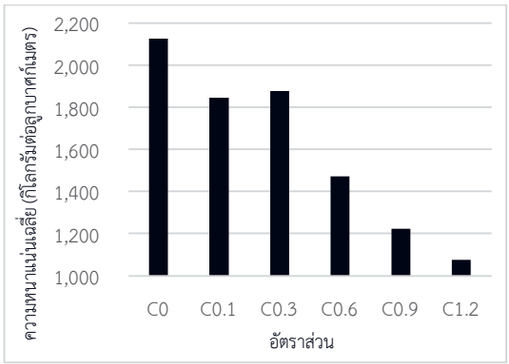
6.2 ความหนาแน่น

ผลการทดสอบน้ำหนักเฉลี่ย 5 ก้อน และความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังในรูปที่ 10 และ 11 พบว่า คอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบที่ผสมเศษต้นมันสำปะหลังทุกอัตราส่วนมีน้ำหนักต่อก้อนอยู่ระหว่าง 4.58 – 7.86 กิโลกรัม (1,074.76 - 1,844.89 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งเบากว่าคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบที่ไม่ผสมเศษต้นมันสำปะหลัง (อัตราส่วน C0) ที่มีน้ำหนัก 9.057 กิโลกรัมต่อก้อน (2,125.58 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) โดยเมื่อผสมเศษต้นมันสำปะหลังในปริมาณมากจะทำให้คอนกรีตบล็อกมีน้ำหนักเบากว่าคอนกรีตบล็อกที่ผสมเศษต้นมันสำปะหลังปริมาณน้อย กล่าวคือ คอนกรีตบล็อกที่ไม่ผสมเศษต้นมันสำปะหลังอัตราส่วน C0 มีค่าความหนาแน่นสูงที่สุด รองลงมาคือ คอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังอัตราส่วน C0.1 C0.3 C0.6 C0.9 และ C1.2 มีค่าความหนาแน่นต่ำที่สุด ตามลำดับ จากความหนาแน่นดังกล่าวจะเห็น

ว่า คอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังทั้งหมดมีแนวโน้มต่ำกว่าคอนกรีตและคอนกรีตบล็อกทั่วไป (คอนกรีตทั่วไป 2,400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และคอนกรีตบล็อกทั่วไป 1,900 – 2,100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) [5] ซึ่งเป็นผลมาจากลักษณะของเศษต้นมันสำปะหลังที่มีช่องว่างภายในเนื้อจำนวนมาก [1, 6]



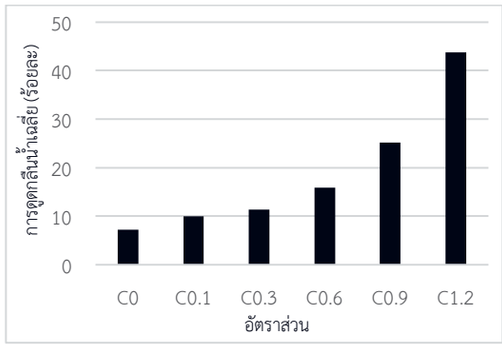
รูปที่ 10 ผลการทดสอบน้ำหนักต่อก้อนของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง



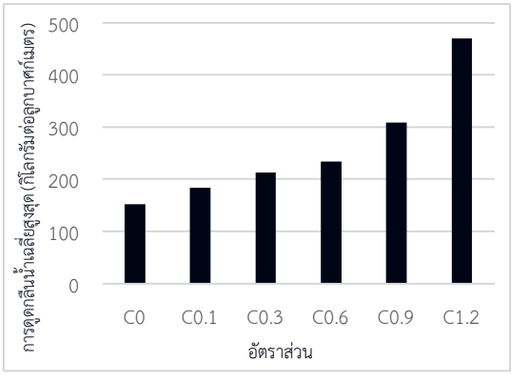
รูปที่ 11 ผลการทดสอบความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง

6.3 การดูดกลืนน้ำ

จากค่าการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตบล็อกทั้งที่ผสมและไม่ผสมเศษต้นมันสำปะหลังในรูปที่ 12 พบว่า ปริมาณเศษต้นมันสำปะหลังมีผลต่อการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตบล็อก โดยคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังในปริมาณมาก จะมีค่าการดูดกลืนน้ำสูงกว่าคอนกรีตบล็อกที่มีปริมาณเศษต้นมันสำปะหลังน้อย โดยคอนกรีตบล็อกที่ผสมเศษต้นมันสำปะหลังมากที่สุดหรืออัตราส่วน C1.2 มีค่าการดูดกลืนน้ำสูงที่สุด รองลงมาคือ คอนกรีตบล็อกที่ผสมเศษต้นมันสำปะหลังอัตราส่วน C0.9 C0.6 C0.3 C0.1 และคอนกรีตบล็อกที่ไม่ผสมเศษต้นมันสำปะหลัง อัตราส่วน C0 มีค่าการดูดกลืนน้ำต่ำที่สุด ตามลำดับ เป็นผลมาจากลักษณะของเศษต้นมันสำปะหลังที่มีความพรุนสูง [1] จะทำให้เกิดการดูดกลืนน้ำเข้าไปในเนื้อเศษต้นมันสำปะหลังได้ง่าย ซึ่งเป็นลักษณะเช่นเดียวกันกับการผสมเส้นใยธรรมชาติชนิดอื่นๆ [6-8] ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนน้ำกับมาตรฐาน มอก.57-2533 เรื่องคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ซึ่งกำหนดค่าการดูดกลืนน้ำสูงสุดเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร [4] ดังรูปที่ 13 พบว่า อัตราส่วน C0 C0.1 และ C0.6 สามารถผ่านค่าการดูดกลืนน้ำได้ทุกชั้นคุณภาพ (ชั้น ก ข และ ค) ส่วนอัตราส่วน C0.3 สามารถผ่านค่าการดูดกลืนน้ำ ชั้นคุณภาพ ข และ ค และอัตราส่วน C0.9 และ C1.2 สามารถผ่านค่าการดูดกลืนน้ำ ชั้นคุณภาพ ค (ไม่มีการกำหนดค่าการดูดกลืนน้ำสูงสุด) [4] ทั้งนี้การดูดกลืนน้ำเป็นสมบัติของคอนกรีตบล็อกที่แสดงถึงความสามารถในการก่อ-ฉาบของคอนกรีตบล็อก โดยคอนกรีตบล็อกที่เหมาะสำหรับนำไปใช้ในงานก่อสร้างอาคารควรมีค่าการดูดกลืนน้ำที่ต่ำ เนื่องจากคอนกรีตบล็อกที่มีค่าการดูดกลืนน้ำสูง จะมีผลต่อปัญหาการแตกร้าวของปูนก่อ-ฉาบ เพราะการสูญเสียน้ำจากปูนมอร์ต้าร์ (ปูนซีเมนต์ ผสมทราย และน้ำ) ไปยังคอนกรีตบล็อกมาก ทำให้ปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (Hydration Reaction) ของปูนซีเมนต์และน้ำไม่สมบูรณ์ เกิดเป็นรอยร้าวตั้งแต่ขนาดเล็กที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ไปจนถึงรอยร้าวขนาดใหญ่ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า [3]



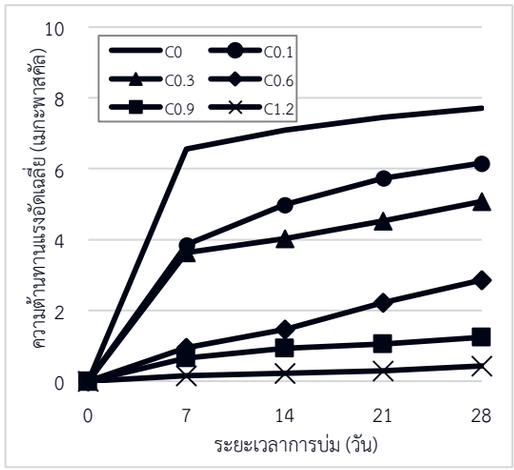
รูปที่ 12 ผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง



รูปที่ 13 ผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำสูงสุดของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง

6.4 ความต้านทานแรงอัด

จากผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังทุกอัตราส่วน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 14 พบว่า แรงอัดประลัยและความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกที่ไม่ผสมเศษต้นมันสำปะหลังอัตราส่วน C0 มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ คอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังอัตราส่วน C0.1 C0.3 C0.6 C0.9 และ C1.2 มีค่าแรงอัดประลัยและความต้านทานแรงอัดต่ำที่สุดตามลำดับ จากผลการทดสอบดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ปริมาณของเศษต้นมันสำปะหลังที่เพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้ความต้านทานแรงอัดลดต่ำลง ทั้งนี้ เป็นผลมาจากลักษณะของเศษต้นมันสำปะหลังที่มีช่องว่างภายในเนื้อค่อนข้างมาก เมื่อผสมลงในคอนกรีตบล็อกจึงทำให้พื้นที่รับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกลดลง [1-3] นอกจากนี้ เศษต้นมันสำปะหลังที่ผสมลงไปในเนื้อคอนกรีตบล็อก ยังมีความแข็งแรงต่ำกว่าหินฝุ่นหรือปูนซีเมนต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังตามมาตรฐาน มอก.57-2533 ที่กำหนดให้ความต้านทานแรงอัดเฉลี่ยของคอนกรีตบล็อก ชั้นคุณภาพ ค ต้องไม่ต่ำกว่า 4.0 เมกะพาสคัล หรือประมาณ 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และเมื่อเฉลี่ย 5 ก้อน ต้องไม่ต่ำกว่า 5.0 เมกะพาสคัล หรือประมาณ 50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร [4] พบว่า คอนกรีตบล็อกที่ไม่ผสมเศษต้นมันสำปะหลัง (อัตราส่วน C0) และคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังในอัตราส่วน C0.1 และ C0.3 เป็นอัตราส่วนที่สามารถผ่านค่าตามที่มาตรฐานกำหนดได้ โดยคอนกรีตบล็อกที่ไม่ผสมเศษต้นมันสำปะหลังจะผ่านค่ามาตรฐานที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วันขึ้นไป คอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังในอัตราส่วน C0.1 จะผ่านค่ามาตรฐานที่ระยะเวลาการบ่ม 14 วันขึ้นไป และคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังในอัตราส่วน C0.3 จะผ่านค่ามาตรฐานที่ระยะเวลาการบ่ม 28 วันขึ้นไป

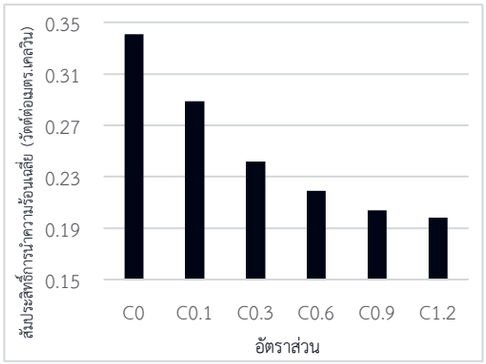


รูปที่ 14 ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง

6.5 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (K) เป็นคุณสมบัติที่แสดงถึงความสามารถในการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของวัสดุต่างๆ โดยวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำจะมีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีกว่าวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสูง [9] ทั้งนี้ ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกที่ผสมและไม่ผสมเศษต้นมันสำปะหลัง สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 15 พบว่า เศษต้นมันสำปะหลังที่ผสมลงในคอนกรีตบล็อกมีผลต่อการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน หรือมีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีขึ้น เนื่องจากเศษต้นมันสำปะหลังเป็นวัสดุที่มีความพรุนของเนื้อหรือช่องว่างจำนวนมาก ซึ่งเป็นลักษณะของวัสดุที่มีความเป็นฉนวนป้องกันความที่ดี [1, 6-8, 10] โดยคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังอัตราส่วน C1.2 ซึ่งมีปริมาณเศษต้นมันสำปะหลังมากที่สุด เป็นคอนกรีตบล็อกที่มีสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำที่สุด

รองลงมาคือ อัตราส่วน C0.9 C0.6 C0.3 C0.1 และอัตราส่วน C0 ซึ่งไม่มีเศษต้นมันสำปะหลัง เป็นคอนกรีตบล็อกที่มีสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสูงที่สุดตามลำดับ



รูปที่ 15 ผลการทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง

6.6 การใช้งานจริง

จากการคัดเลือกคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังอัตราส่วน C0.3 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่มีคุณสมบัติผ่านตามมาตรฐาน มอก.57-2533 เรื่องคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก ชั้นคุณภาพ 1-ค ใช้สำหรับกำแพงภายนอก ทั้งต่ำกว่าและเหนือระดับดิน โดยต้องมีการป้องกันความเสียหายเนื่องจากลมฟ้าอากาศและใช้ทั่วไปสำหรับกำแพงภายใน [4] นำมาทดลองก่อสร้างเป็นผนังอาคารขนาด 2.5 x 2.5 เมตร สูง 2.5 เมตร พร้อมทั้งใช้ปูนก่อทั่วไป เก็บข้อมูลการก่อสร้างทุกขั้นตอน พร้อมทั้งพิจารณาการแตกร้าวของปูนก่อที่ก่อลงบนคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง ดังรูปที่ 16 และ 17 พบว่า คอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง สามารถใช้ก่อเป็นผนังอาคารได้เช่นเดียวกับคอนกรีตบล็อกทั่วไปในท้องตลาด โดยไม่มีการแตกร้าว และสามารถทุบแบ่งเป็นก้อนขนาดเล็กได้ตามต้องการ ซึ่งข้อดีของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง คือ ความหนาแน่นหรือน้ำหนักต่อก้อนที่เบากว่าคอนกรีตบล็อกปกติ ร้อยละ 11.11 และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ลดลง ร้อยละ 29.03 โดยที่การดูดกลืนน้ำ และความต้านทานแรงอัดที่ระยะเวลาการบ่ม 28 วันขึ้นไป ยังคงผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด

รูปที่ 16 การทดลองก่อผนังอาคารด้วยคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง

รูปที่ 17 ผนังอาคารที่ก่อด้วยคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง

7. สรุปผล และข้อเสนอแนะ

จากผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภทไม่ควบคุมความชื้นที่มีส่วนผสมของเศษต้นมันสำปะหลังตามมาตรฐาน มอก.57-2533 พบว่า เศษต้นมันสำปะหลัง สามารถใช้เป็นมวลรวมแทนที่หินฝุ่นได้ โดยการเพิ่มปริมาณเศษต้นมันสำปะหลังจะทำให้ค่าความหนาแน่นหรือน้ำหนักต่อก้อนลดลง ความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนดีขึ้น ในขณะที่ค่าการดูดกลืนน้ำและความต้านทานแรงอัดเฉพาะบางอัตราส่วนยังคงผ่านมาตรฐานได้ สำหรับกระบวนการผลิตคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลัง สามารถใช้ขั้นตอนการผลิตและเครื่องจักรได้เช่นเดียวกับคอนกรีตบล็อกทั่วไป แต่จะมีขั้นตอนการย่อยและคัดขนาดของเศษต้นมันสำปะหลังเพิ่มเข้ามา ทั้งนี้อัตราส่วนของเศษต้นมันสำปะหลังที่เหมาะสมในการผลิตคอนกรีตบล็อก คือ อัตราส่วน

C0.3 ที่ใช้ปริมาณเศษต้นมันสำปะหลังแทนที่หินฝุ่นร้อยละ 3 โดยน้ำหนักของหินฝุ่น ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่มีปริมาณของเศษต้นมันสำปะหลังสูงที่สุด ในขณะที่ยังมีคุณสมบัติผ่านตามที่มาตรฐาน มอก.57-2533 กำหนด และสามารถใช้ก่อสร้างเป็นผนังได้เช่นเดียวกับคอนกรีตบล็อกทั่วไปโดยไม่มีปัญหาการแตกร้าว พื้นผิวยึดเกาะกับปูนมอร์ต้าร์ได้ดี และสามารถทุบแบ่งเป็นก้อนขนาดเล็กได้ตามต้องการ ในการศึกษาวิจัยต่อไป ควรมีการพัฒนาคอนกรีตบล็อกให้มีค่าการดูดกลืนน้ำต่ำลง และมีความต้านทานแรงอัดสูงขึ้น เพื่อให้สามารถผ่านตามที่มาตรฐาน มอก.57-2533 เรื่องคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก ประเภทควบคุมความชื้น และชั้นคุณภาพที่สูงกว่าชั้น 1-ค ได้ นอกจากนี้ยังควรมีการศึกษาถึงความคงทนของคอนกรีตบล็อกเถ้าแกลบผสมเศษต้นมันสำปะหลังเมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่มีการใช้เศษไม้ต่างๆ เป็นส่วนผสมเช่นกัน

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปี 2561 ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

[1] Choosit P, Kudngaongarm P, Suweero K. Particle boards made from cassava pit wastes mixed with cement. Journal of Community Development and Life Quality. 2016; 4(3): 339-49. (in Thai)

[2] Weeranukul P, Suweero K. Development of cement boards from coconut shell ash for energy and environment conservation. KKU Engineering Journal. 2016; 43(S1): 173-75. (in Thai)

[3] Jindaprasert P, Jaturapitakkul C. Cement, pozzolan, and concrete. 7th ed. Bangkok: ACI Partners with Thailand Concrete Association; 2012. (in Thai)

[4] Thai Industrial Standards Institute (TISI). Thai industrial standard no.5 7-1990: hollow load-bearing concrete masonry units. Bangkok: Thai Industrial Standards Institute; 1990. (in Thai)

[5] Weeranukul P, Suweero K, Weeranukul I. Utilization of vesicular basalt fragment as aggregate in cement board for knockdown building wall. Journal of Engineering, RMUTT. 2019; 17(1): 15-24. (in Thai)

[6] Faherty KF, Williamson TG. Wood engineering and construction handbook. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, Inc.; 1995.

[7] Weeranukul P, Suweero K, Weeranukul I. Coconut coir ceiling board product with thermal insulation property. Journal of Engineering, RMUTT. 2018; 16(2): 129-38. (in Thai)

[8] Bledzki AK, Gassan J. Composites reinforced with cellulose based fibers. Progress in Polymer Science. 1999; 24: 221-74.

[9] American Society for Testing and Materials (ASTM). Standard test method for steady-state heat flux measurements and thermal transmission properties by means of the guarded-hot-plate apparatus (ASTM C177). Philadelphia: ASTM International; 2010.

[10] Pakunworakij T, Puthipiroj P, Oonjittichai W, Tisavipat P. Thermal resistance efficiency of building insulation material from agricultural waste. Journal of Architectural /Planning Research and Studies. 2006; 3(4): 119-26. (in Thai)