ผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกน้ำหนักเบาจากเถ้ากะลามะพร้าวสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

Light-weight Concrete Block Products from Coconut Shell Ash for Small and Medium Enterprises

ธงเทพ ศิริโสดา[1], ประชุม คำพุฒ[2]*

[1] คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 12110

[2] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 12110

*E-mail: prachoom.k@en.rmutt.ac.th, choomy_gtc@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมบัติของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบ กำหนดอัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 : หินฝุ่น : เถ้ากะลามะพร้าว : น้ำ เท่ากับ 1 : 11 : 0 : 0.7, 1 : 10 : 1 : 0.7, 1 : 9 : 2 : 0.7, 1 : 8 : 3 : 0.7, 1 : 7 : 4 : 0.7 และ 1 : 6 : 5 : 0.7 โดยปริมาตร ผสมและขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกขนาด 7 x 19 x 39 เซนติเมตร ด้วยเครื่องอัดคอนกรีตบล็อก ทำการทดสอบสมบัติตามมาตรฐาน มอก.58–2533 เรื่องคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ผลการทดสอบพบว่า คอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบ มีความหนาแน่น ความต้านทานแรงอัด และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ลดลงกว่าคอนกรีตบล็อกทั่วไป ส่วนปริมาณความชื้น การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร และการดูดซึมน้ำ มีค่าเพิ่มขึ้น โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการวิจัยนี้ คือ 1 : 9 : 2 : 0.7

คำสำคัญ: คอนกรีตบล็อก, เถ้ากะลามะพร้าว, ความหนาแน่น, ความต้านทานแรงอัด, มอก.58–2533

Abstract

This research aims to test the properties of concrete block mixed with coarse coconut shell ash as aggregates in products. The mix ratios of Portland cement type1 : quarry dust : coconut shell ash : water are 1 : 11 : 0 : 0.7, 1 : 10 : 1 : 0.7, 1 : 9 : 2 : 0.7, 1 : 8 : 3 : 0.7, 1 : 7 : 4 : 0.7 and 1 : 6 : 5 : 0 .7 by volume. The concrete block samples were mixed and casted in 7 x 19 x 39 centimeter by the concrete block molding machine. The concrete block sample testing follows the TIS 58-2533 standard on non-load bearing concrete blocks. From the results, the density, compressive strength and thermal conductivity of concrete block mixed with coarse coconut shell ash lower than the common concrete block. In addition, the moisture content, volumetric change and water absorption are higher than the common concrete block. The optimal ratio in this research 1 : 9 : 2 : 0.7

Keywords: Concrete Block, Coconut Shell Ash, Density, Compressive Strength, TIS 58-2533

1. ที่มาและความสำคัญ

เถ้ากะลามะพร้าว เป็นขยะเหลือทิ้งของโรงงานไฟฟ้าและโรงงานแปรรูปมะพร้าว จากกระบวนการเผากะลามะพร้าวเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อต้มไอน้ำ โดยปริมาณเถ้ากะลามะพร้าวที่เหลือทิ้งคิดเป็นร้อยละ 10 ของปริมาณกะลามะพร้าวก่อนเผา [1] ประกอบกับประเทศไทยมีการส่งออกมะพร้าวมากเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก ทำให้เถ้ากะลามะพร้าวมีปริมาณมากกว่า 222,000 ตันต่อปี เป็นขยะเหลือทิ้งที่ต้องมีแนวทางการกำจัดหรือการนำไปใช้ประโยชน์อย่างชัดเจนและเร่งด่วน [2] ในโรงงานแปรรูปมะพร้าวขนาดใหญ่ แบ่งเถ้ากะลามะพร้าวออกเป็น 2 ลักษณะด้วยกัน คือ เถ้าแบบเม็ดละเอียดได้จากการเผากะลามะพร้าวเป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงไฟฟ้าขนาดเล็กภายในโรงงาน และเถ้าแบบเม็ดหยาบได้จากการเผากะลามะพร้าวเป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อต้มไอน้ำ ซึ่งเถ้ากะลามะพร้าวที่เหลือทิ้งทั้ง 2 ประเภทนี้ ต่างก็มีอยู่เป็นจำนวนมาก (รูปที่ 1)

รูปที่ 1 การนำเถ้ากะลามะพร้าวที่เหลือทิ้งในโรงงานแปรรูปมะพร้าวไปกำจัดทิ้ง

ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาการนำเถ้ากะลาแบบเม็ดละเอียดไปใช้เป็นวัสดุมวลรวมทดแทนหินฝุ่นบางส่วนในการผลิตคอนกรีตบล็อกซึ่งพบว่าสามารถนำไปใช้งานได้ แต่มีข้อด้อยคือต้องใช้ปูนซีเมนต์ในปริมาณที่มากกว่าปกติ จึงส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นได้ อีกทั้งเถ้าแบบเม็ดละเอียดมีลักษณะเป็นผงละเอียดมากจึงมีความต้องการน้ำสูง คอนกรีตบล็อกมีการแตกร้าวได้ง่ายขณะทำการขึ้นรูป และผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกที่ได้มีน้ำหนักที่เบาลงไม่มาก [3] และเมื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าในการผลิตคอนกรีตบล็อกที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแล้วนั้น การนำเถ้ากะลาแบบหยาบจะสามารถนำไปใช้งานได้แพร่หลายมากกว่า เนื่องจากการเผากะลามะพร้าวให้ความร้อนเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำนั้นจะมีการใช้ประโยชน์กันแทบทุกโรงงานทั้งโรงงานแปรรูปมะพร้าวขนาดใหญ่ไปจนถึงขนาดย่อม ซึ่งต่างจากการใช้กะลามะพร้าวเป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก จะมีเฉพาะแต่ในโรงงานแปรรูปขนาดใหญ่เท่านั้น อีกทั้งลักษณะของเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบมีลักษณะคุณสมบัติที่ดีในการใช้เป็นมวลรวมสำหรับผสมคอนกรีต [4] ได้ดีกว่าเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดละเอียด และจากการตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะของเถ้ากะลามะพร้าว

เปรียบเทียบกับหินฝุ่นและปูนซีเมนต์ในเบื้องต้นพบว่าค่าความถ่วงจำเพาะของเถ้ากะลามะพร้าว มีค่าต่ำเพียงแค่ 2.3 ในขณะที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และหินฝุ่น มีค่าความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 3.15 และ 2.72 ตามลำดับ ก็มีความเป็นไปได้อย่างยิ่งว่าเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบจะสามารถนำไปใช้เป็นมวลรวมทดแทนหินฝุ่นบางส่วนในการผลิตคอนกรีตบล็อกตามมาตรฐาน มอก.58-2533 [5] โดยจะช่วยให้คอนกรีตบล็อกมีน้ำหนักที่เบาลงได้

2. วัตถุประสงค์

เพื่อวิจัยการใช้เถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบเป็นมวลรวมทดแทนหินฝุ่นบางส่วน ในการผลิตคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.58-2533 และมีน้ำหนักที่เบาลงกว่าคอนกรีตบล็อกปกติทั่วไป

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัยนี้ ได้ใช้ทฤษฎีของคอนกรีตสด คุณสมบัติของมวลรวม ปริมาณน้ำในส่วนผสม [4] และทฤษฎีของคอนกรีตมวลเบาประเภทมวลรวมน้ำหนักเบา เป็นคอนกรีตที่มีหน่วยน้ำหนักระหว่าง 300–1,800 กก./ลบ.ม. ได้จากการใช้วัสดุผสมที่มีช่องว่างหรือรูพรุนอยู่ภายในแทนที่ส่วนผสมของมวลรวมหยาบ ทำให้คอนกรีตที่ได้มีน้ำหนักเบา มีกำลังไม่สูงมากนักและมีการดูดซึมน้ำที่สูง มาประยุกต์ใช้ในคอนกรีตบล็อกแบบปกติให้มีน้ำหนักที่เบาลง แล้วใช้มาตรฐานการทดสอบคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ประเภท 2 คอนกรีตบล็อก ไม่รับน้ำหนักที่ไม่ควบคุมความชื้น [5] โดยงานวิจัยที่ค้นคว้าเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานจะเกี่ยวข้องกับวัสดุก่อสร้างประเภทต่าง ๆ ที่ใช้เถ้ากะลามะพร้าวเป็นมวลรวมในการผสม ทั้งการใช้ผสมเป็นผลิตภัณฑ์บล็อกประสาน [6] ผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก [3, 7] ผลิตภัณฑ์แผ่นซีเมนต์บอร์ด [8] ซึ่งจากผลจากการดำเนินงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ ที่ได้ดำเนินงานวิจัยมีเมื่อมีการกำหนดอัตราส่วนที่เหมาะสม สามารถมีคุณสมบัติผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประเภทนั้น ๆ และผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวในปริมาณที่สูงขึ้นก็มีแนวโน้มส่งผลให้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์เบาลงได้

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

4.1 วัสดุและอุปกรณ์

4.1.1 วัสดุที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วย

1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

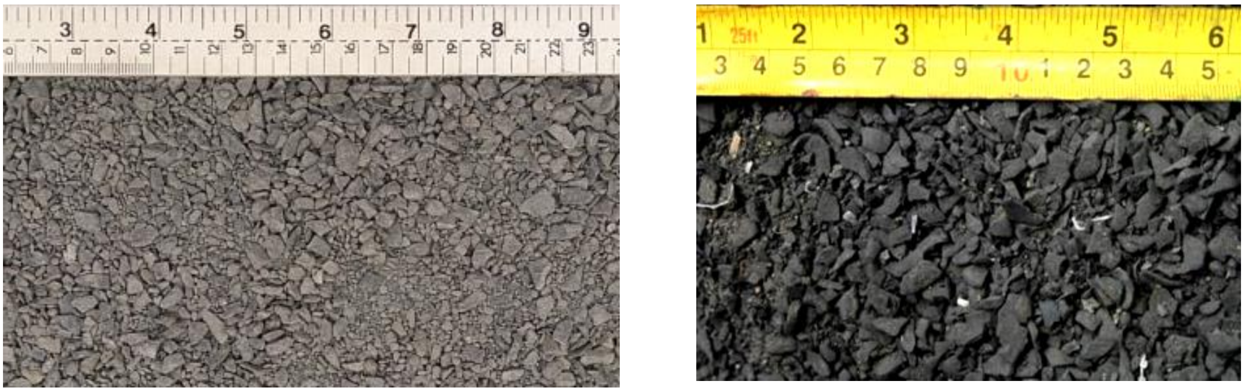
2) หินฝุ่นหินปูน มีค่าโมดูลัสความละเอียด 3.186 และความถ่วงจำเพาะ 2.7 (รูปที่ 2ก)

3) เถ้ากะลามะพร้าว ที่เหลือทิ้งจากกระบวนการเผาให้ความร้อนหม้อต้มไอน้ำเป็นแบบเม็ดหยาบของโรงงานแปรรูปมะพร้าว ในจังหวัดนครปฐม ควบคุมขนาดของเถ้ากะลามะพร้าวให้มีความสม่ำเสมอด้วยวิธีใช้ตะแกรงร่อน (Sieve) ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 มีค่าโมดูลัสความละเอียด 3.285 และความถ่วงจำเพาะ 2.3 (รูปที่ 2ข)

4) น้ำประปา

4.1.2 อุปกรณ์ที่จำเป็นในการวิจัย ประกอบด้วย

1) เครื่องชั่งน้ำหนัก
2) เครื่องผสมคอนกรีต
3) เครื่องอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกด้วยระบบไฮดรอลิก ติดตั้งแบบหล่อขนาด 7 x 19 x 39 ลบ.ซม.
4) แท่นพลิกคอนกรีตบล็อก
5) เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (UTM)
6) ชุดทดสอบโมดูลัสความละเอียดและความถ่วงจำเพาะ
7) ตู้อบ
8) ชุดทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อน



ก) หินฝุ่นหินปูน ข) เถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบ

รูปที่ 2 ลักษณะของหินฝุ่นหินปูนเปรียบเทียบกับเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบ

4.2 การกำหนดอัตราส่วนผสม

การกำหนดส่วนผสมของคอนกรีตบล็อก ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1, หินฝุ่นหินปูน, เถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบ และน้ำประปา แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของคอนกรีตบล็อก (โดยปริมาตร)

อัตราส่วน (สัญลักษณ์)	ส่วนผสมของคอนกรีตบล็อก			
	ปูนซีเมนต์	หินฝุ่นหินปูน	เถ้ากะลามะพร้าว	น้ำประปา
Standard	1	11	0	0.7
1 : 10 : 1	1	10	1	0.7
1 : 9 : 2	1	9	2	0.7
1 : 8 : 3	1	8	3	0.7
1 : 7 : 4	1	7	4	0.7
1 : 6 : 5	1	6	5	0.7

4.3 การขึ้นรูปและทดสอบสมบัติต่าง ๆ

ทำการตวงส่วนผสมตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 นำปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และหินฝุ่นใส่เครื่องผสมคอนกรีต จากนั้นเติมน้ำประปาและผสมส่วนผสมให้เข้ากันจนใช้มือกำส่วนผสมให้ติดกันได้ ทำการขึ้นรูปตัวอย่างคอนกรีตบล็อกด้วยเครื่องอัดคอนกรีตบล็อกระบบไฮดรอลิกของโรงงาน พี.เอ็น.บล็อก (รูปที่ 3) ดันก้อนตัวอย่างขึ้นจากแบบไปพักไว้บนชั้นวาง รอคอนกรีตบล็อกแข็งตัวแล้วใช้รถยกเคลื่อนย้ายไปกองบ่มในสภาพอากาศปกติ (รูปที่ 4) เพื่อรอการทดสอบที่อายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน เมื่อครบระยะเวลาตามที่กำหนดนำก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกไปทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกล จำนวนอัตราส่วนละ 10 ตัวอย่าง เพื่อหาค่าเฉลี่ย ประกอบด้วย ความหนาแน่นและการดูดซึมน้ำ ตาม มอก.109-2517 [9] ที่อายุการบ่ม 28 วัน ความต้านทานแรงอัด (รูปที่ 5) ตาม มอก. 58-2533 [5] ที่อายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร ที่อายุการบ่ม 28 วัน และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ตาม ASTM C518-15 [10] ที่อายุการบ่ม 28 วัน

รูปที่ 3 การขึ้นรูปตัวอย่างคอนกรีตบล็อกด้วยเครื่องอัดระบบไฮดรอลิกของโรงงาน พี.เอ็น.บล็อก

ก) กองคอนกรีตบล็อกบนชั้นวาง

ข) รถยกเคลื่อนย้ายคอนกรีตบล็อก

ค) กองบ่มคอนกรีตบล็อกกลางแจ้ง

รูปที่ 4 การขนย้ายก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกออกจากชั้นวางที่เครื่องอัดไปกองบ่มในสภาพอากาศปกติ

รูปที่ 5 การทดสอบความต้านทานแรงอัดของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อก

5. ผลและวิจารณ์

5.1 ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำ และการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร

การตรวจพินิจลักษณะทั่วไป และผลการทดสอบความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำ และการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร ของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบทดแทนหินฝุ่นบางส่วน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำ และการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร

อัตราส่วน	ความหนา เรียบ ไม่ร้าว ได้ฉาก และขอบคม	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร (ร้อยละ)
Standard	ผ่าน	1,741.43	1.151	8.351	0.871
1 : 10 : 1	ผ่าน	1,570.95	1.318	13.918	0.991
1 : 9 : 2	ผ่าน	1,475.24	1.331	16.411	1.123
1 : 8 : 3	ผ่าน	1,423.81	1.355	16.428	1.164
1 : 7 : 4	ผ่าน	1,360.95	1.381	19.046	1.183
1 : 6 : 5	ผ่าน	1,210.95	1.459	23.703	1.247

ตารางที่ 2 จากการตรวจพินิจลักษณะทั่วไปของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบทดแทนหินฝุ่นบางส่วนเปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกปกติ (Standard) โดยคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวกำหนดอัตราส่วนตามตารางที่ 1 พบว่าคอนกรีตบล็อกที่อัตราส่วนปูนซีเมนต์ ต่อ หินฝุ่น ต่อ เถ้ากะลามะพร้าว ต่อน้ำประปา ทุกอัตราส่วนที่ทำการทดสอบมีมิติไม่คลาดเคลื่อน มีความหนา ความเรียบ ได้ฉาก และมีขอบคม ไม่มีรอย

แตกหรือรอยร้าว เช่นเดียวกันกับคอนกรีตบล็อกปกติที่ผสมหินฝุ่นหินปูน แต่ที่อัตราส่วน 1 : 7 : 4 : 0.7 และ 1 : 6 : 5 : 0.7 บางก้อนอาจมีขอบบิ่นได้ง่าย หรือบางก้อนมีความคด และมีรอยร้าวเล็กน้อยที่ตรงกลางขอบด้านบน ทั้งนี้เนื่องจากอัตราส่วนดังกล่าวมีความร่วนมากกว่าอัตราส่วนอื่นเพราะมีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวจำนวนมาก และเถ้ากะลามะพร้าวได้จากการเผาไหม้จึงมีรูพรุนส่งผลให้มีความต้องการน้ำมากกว่าหินฝุ่น ปริมาณน้ำที่มาทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์จึงน้อยลง เนื่องจากถูกเถ้ากะลามะพร้าวดูดกลืนเข้าไปในตัวเอง ซึ่งการแตกร้าวได้ง่ายนี้ส่งผลให้การเคลื่อนย้ายตัวอย่างคอนกรีตบล็อกต้องใช้ความระมัดระวังมากเป็นพิเศษ จึงอาจไม่เหมาะกับการนำไปผลิตใช้งาน ดังนั้นการป้องกันเหตุดังกล่าวนี้ จึงควรทำให้เถ้ากะลามะพร้าวอยู่ในสภาพอิ่มตัวผิวแห้งก่อนที่จะนำมาผสมในคอนกรีตบล็อก และการลงทุนใช้เครื่องอัดระบบไฮดรอลิคของโรงงาน หรือวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ก็สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตคอนกรีตบล็อกให้มีลักษณะทั่วไปที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานได้โดยง่าย

ผลการทดสอบความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำ พบว่าเมื่อผสมเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบทดแทนหินฝุ่นบางส่วนในปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกลดลงตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนักต่อก้อนของคอนกรีตบล็อกที่ลดลงดังรูปที่ 6 ทั้งนี้เนื่องมาจากเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบ มีค่าถ่วงจำเพาะต่ำกว่าหินฝุ่นหินปูนและปูนซีเมนต์ (ค่าความถ่วงจำเพาะของเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบมีค่า 2.3 ในขณะที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และหินฝุ่น มีค่าความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 3.15 และ 2.7 ตามลำดับ) เมื่อนำเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบไปแทนที่หินฝุ่นหินปูนบางส่วนในปริมาณที่มากขึ้น จึงทำให้คอนกรีตบล็อกมีความหนาแน่นลดลงตามลำดับ ส่วนในด้านของปริมาณความชื้นมีค่าเพิ่มมากขึ้นเล็กน้อยจึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตรที่มากขึ้นตามไปด้วย และเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับอัตราการดูดซึมน้ำของก้อนคอนกรีตบล็อกที่เพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อผสมเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบในปริมาณที่มากขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อของเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบมีรูพรุนเป็นจำนวนมากจากการถูกเผาไหม้ จึงมีความต้องการน้ำสูง และการที่ลักษณะของเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบมีลักษณะสัณฐานที่แบนกว่าหินฝุ่นหินปูน ซึ่งเป็นลักษณะของมวลรวมที่ไม่ดี [4] จึงทำให้เมื่อผสมเป็นมวลรวมในคอนกรีตบล็อก จะเกิดการขัดกันในเนื้อคอนกรีตบล็อก ทำให้เนื้อของคอนกรีตบล็อกไม่แน่นเท่าคอนกรีตบล็อกปกติ เกิดมีฟองอากาศแทรกเข้าไปด้านในได้มาก น้ำหนักจึงเบาลง ความหนาแน่นลดลง และด้วยเหตุนี้ ยังส่งผลให้พื้นที่สำหรับรับแรงอัดในเนื้อคอนกรีตบล็อกน้อยลง ส่งผลไปถึงคุณสมบัติด้านความต้านทานแรงอัดลดต่ำลงอีกด้วย ดังรูปที่ 7

ก) Standard หนัก 7.314 กก.

ข) 1:10:1 หนัก 6.598 กก.

ค) 1:9:2 หนัก 6.196 กก.

ง) 1:8:3 หนัก 5.980 กก.

จ) 1:7:4 หนัก 5.718 กก.

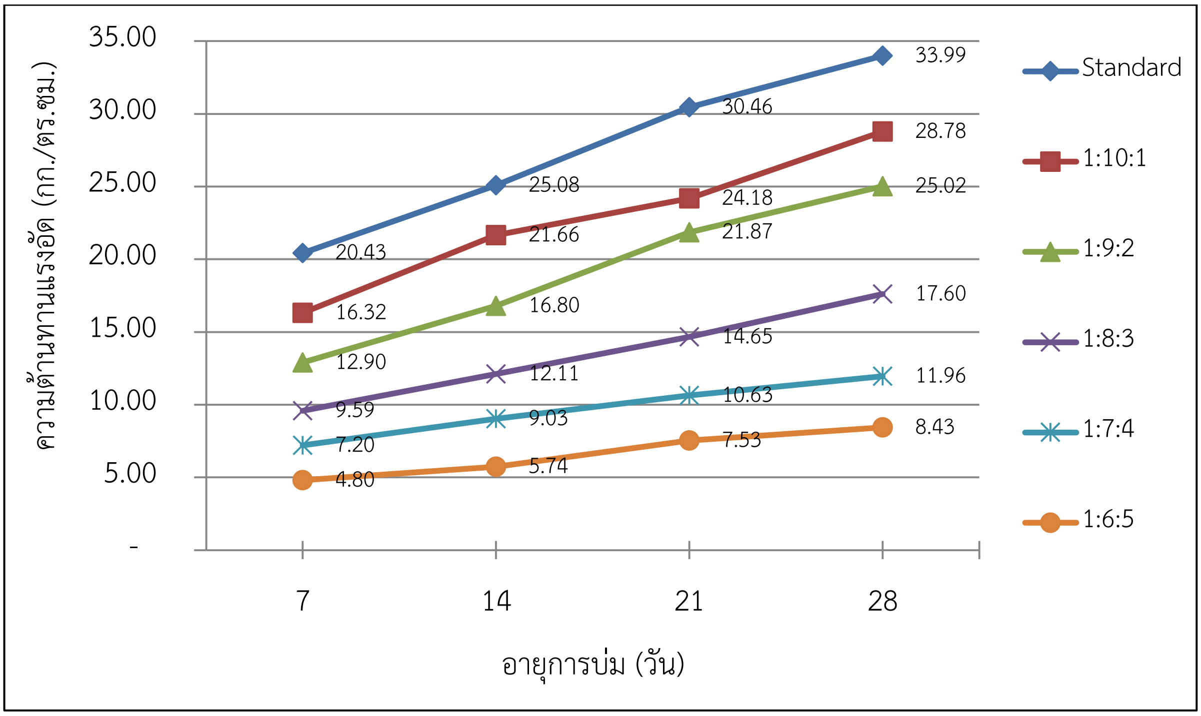
ฉ) 1:6:5 หนัก 5.086 กก.

รูปที่ 6 น้ำหนักของคอนกรีตบล็อกที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

อย่างไรก็ตามปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นและการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตรเป็นไปในลักษณะที่ไม่มากนักจึงถือได้ว่าไม่มีผลต่อการทำงาน เมื่อนำคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบไปใช้งานก่อ-ฉาบผนัง ส่วนปริมาณการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มสูงขึ้นมากตามปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นก็ยังไม่ถึงร้อยละ 25 ที่เกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ จึงไม่ส่งผลให้เกิดปัญหาการดูดน้ำของปูนฉาบแต่อย่างใด อีกทั้งสมบัติด้านปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำ การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร ก็ไม่ได้ถูกกำหนดไว้ในมาตรฐาน มอก.58-2533 เรื่องคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ประเภท 2 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่ไม่ควบคุมความชื้น [5] เพียงแต่งานวิจัยนี้นำเสนอสมบัติดังกล่าวเพื่อให้เห็นแนวทางในการนำผลงานวิจัยไปพัฒนาในขั้นต่อไป ดังนั้นการพิจารณาสมบัติสำคัญของคอนกรีตบล็อกประเภทนี้ นอกจากพิจารณาถึงลักษณะทั่วไปของก้อนคอนกรีตบล็อกแล้ว สิ่งที่เป็นตัวกำหนดว่าสามารถนำไปใช้งานได้หรือไม่นั้น คือค่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ยที่ต้องไม่ต่ำกว่า 25 กก./ตร.ซม.

5.2 ความต้านทานแรงอัด

การทดสอบความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบที่อัตราส่วนต่าง ๆ เปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกปกติที่ผสมหินฝุ่นหินปูน ทำการทดสอบแรงอัดประลัยของก้อนคอนกรีตบล็อกแต่ละอัตราส่วน ตามจำนวนอายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน แล้วคำนวณเป็นค่าความต้านทานแรงอัด โดยใช้ค่าเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกอัตราส่วนละ 10 ก้อน ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 7



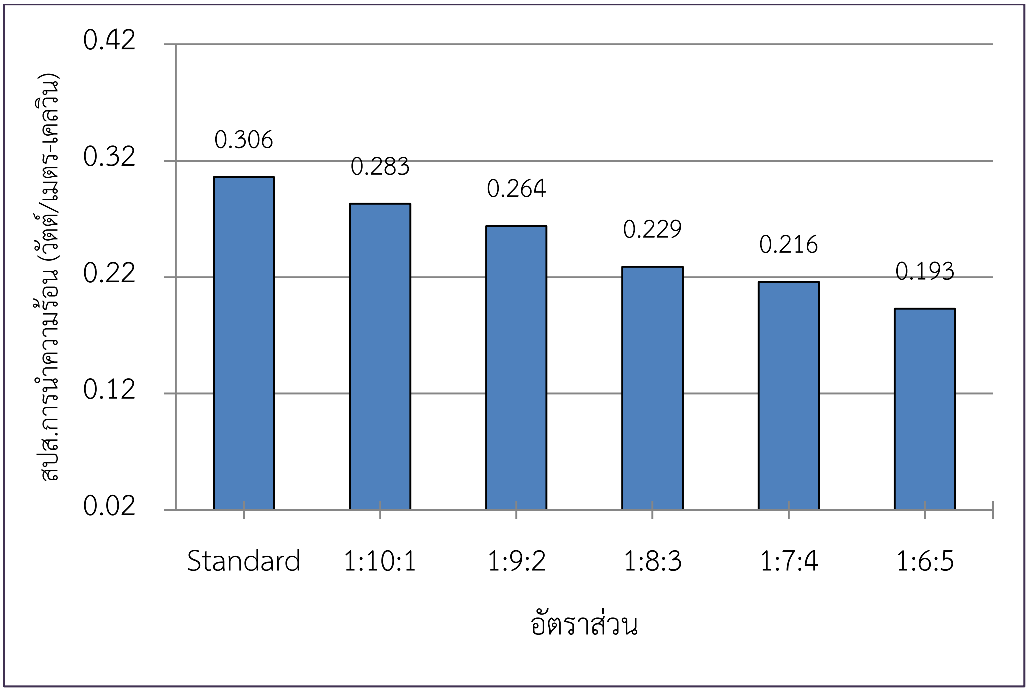
รูปที่ 7 ความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกแต่ละอัตราส่วนที่อายุการบ่มต่าง ๆ

จากรูปที่ 7 ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกแต่ละอัตราส่วนที่อายุการบ่มต่าง ๆ พบว่าค่าความต้านทานแรงอัดเพิ่มขึ้นตามอายุของคอนกรีตบล็อกที่มากขึ้น ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต [5] เมื่อผสมเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบทดแทนหินฝุ่นหินปูนที่อัตราส่วน 1 : 10 : 1 : 0.7 และ 1 : 9 : 2 : 0.7 ส่งผลให้ความต้านทานแรงอัดลดลงจาก 33.99 กก./ตร.ซม. เหลือเป็น 28.78 กก./ตร.ซม. และ 25.02 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ ซึ่งยังคงผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนดที่กำหนดว่าความต้านทานแรงอัดเฉลี่ย 5 ก้อน ต้องไม่ต่ำกว่า 25 กก./ตร.ซม. และเมื่อผสมเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นก็ทำให้ความต้านทานแรงอัดมีค่าน้อยลงตามลำดับ เนื่องจากเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบมีความถ่วงจำเพาะและความหนาแน่นต่ำกว่าหินฝุ่นหินปูน เมื่อเข้าไปแทนที่หินฝุ่นหินปูนจึงมีผลทำให้ความแข็งแรงของคอนกรีตบล็อกลดลง อีกทั้งการผสมเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบในปริมาณมากก็ทำให้ปริมาณน้ำต่อก้อนในการทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์มีปริมาณน้อยลงตามไปด้วย จึงอาจมีน้ำไม่เพียงพอในการทำปฏิกิริยาไฮเดรชั่น [5] ซึ่งในการทดลองครั้งต่อไปควรมีการกำหนดปริมาณน้ำให้มีความเหมาะสมกับแต่ละอัตราส่วน ก็จะช่วยให้คอนกรีตบล็อกมีค่าความต้านทานแรงอัดสูงขึ้นได้

5.3 สภาพการนำความร้อน

การทดสอบสภาพการนำความร้อนโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกเพื่อต้องการทราบว่าการนำเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบมาเป็นส่วนผสมแทนที่หินฝุ่นหินปูนในการผลิตคอนกรีตบล็อกนั้น จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกที่ได้มีความสามารถในการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีขึ้นหรือไม่เพียงใด โดยส่งตัวอย่างคอนกรีตขนาด 30 x 30 x 5 ลบ.ซม. ไปทำการทดสอบที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐาน ASTM C518-15 [10] ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 8 พบว่าเมื่อผสมเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบใน

ปริมาณมากขึ้นส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตมีแนวโน้มต่ำลงตามลำดับ ทั้งนี้เป็นไปตามแนวทางของวัสดุที่มีความหนาแน่นน้อยก็จะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำ ซึ่งแสดงว่าเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบมีส่วนช่วยทำให้คอนกรีตบล็อกมีคุณสมบัติการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีขึ้นได้ โดยที่อัตราส่วน 1 : 9 : 2 : 0.7 ซึ่งเป็นเป็นอัตราส่วนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบความต้านทานแรงอัด พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน เท่ากับ 0.264 วัตต์/เมตร-องศาเคลวิน ในขณะที่คอนกรีตบล็อกปกติมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนเท่ากับ 0.306 วัตต์/เมตร-องศาเคลวิน ดังนั้นเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบจึงใช้เป็นมวลรวมทดแทนหินฝุ่นหินปูนบางส่วนในการผลิตคอนกรีตบล็อกเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้



รูปที่ 8 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกที่อายุ 28 วัน

6. สรุปผล

การนำเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบมาใช้แทนที่หินฝุ่นหินปูนในการผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.58-2533 เรื่องคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ประเภท 2 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่ไม่ควบคุมความชื้น ได้ทำการกำหนดส่วนผสม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ต่อ หินฝุ่นหินปูน ต่อ เถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบ ต่อ น้ำประปา เท่ากับ 1 : 11 : 0 : 0.7, 1 : 10 : 1 : 0.7, 1 : 9 : 2 : 0.7, 1 : 8 : 3 : 0.7, 1 : 7 : 4 : 0.7 และ 1 : 6 : 5 : 0.7 โดยปริมาตร ทำการผสมและขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก ขนาด 7 x 19 x 39 ลบ.ซม. ด้วยเครื่องอัดคอนกรีตบล็อกแบบไฮดรอลิค ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลตามมาตรฐาน มอก. 58-2533 ผลการทดสอบพบว่า เมื่อผสมเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลให้ ปริมาณความชื้น การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร และการดูดซึมน้ำ มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความหนาแน่น และความต้านทานแรงอัด มีแนวโน้มลดลง เมื่อทำการทดสอบสภาพการนำความร้อนตามมาตรฐาน ASTM C518-10 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีแนวโน้มลดลง โดยอัตราส่วนที่คุ้มค่ามากที่สุดในการนำไปผลิตและจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ คือ อัตราส่วน

1 : 9 : 2 : 0.7 มีค่าความต้านทานแรงอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 25.02 กก./ตร.ซม. ความหนาแน่น เท่ากับ 1,475.24 กก./ลบ.ม. มีน้ำหนักก้อนละ 6.196 กก. ซึ่งคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของเถ้ากะลามะพร้าวแบบเม็ดหยาบนี้มีต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงกว่าคอนกรีตบล็อกปกติทั่วไป จึงเหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกน้ำหนักเบาจากเถ้ากะลามะพร้าวสำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โครงการวิจัย มุ่งเป้า (SME) งบประมาณประจำปี 2559 และ ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

8. บรรณานุกรม

[1] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2556. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก https://www.kasikornresearch.com/

[2] ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2545. "สถิติการเกษตรแห่งประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2544/45", เล่มที่ 43. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 121 หน้า.

[3] ธงเทพ ศิริโสดา, ประชุม คำพุฒ, 2559. "การใช้เถ้ากะลามะพร้าวเป็นมวลรวมในผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก" การประชุมวิชาการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมประจำปี ครั้งที่ 28, ณ โรงแรมเดอะ ทวิน ทาวเวอร์ ปทุมวัน, กรุงเทพฯ, 10-11 พฤศจิกายน 2559, หน้า 121-129.

[4] ปริญญา จินดาประเสริฐ, ชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2555. ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และคอนกรีต, พิมพ์ครั้งที่ 7, สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย, 381 หน้า.

[5] สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.), 2533, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (มอก. 58-2533). สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[6] สุบรรณ ตาคำวัน, วิศรุต เรืองฤทธิ์, อารยา กิ่งหลักเมือง, 2548. "คุณสมบัติทางกลบล็อกประสานผสมเถ้ากะลามะพร้าว" การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 8. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 26 พฤศจิกายน 2558, หน้า 195-200.

[7] ประชุม คำพุฒ, 2559. "การพัฒนาคอนกรีตบล็อกและอิฐบล็อกประสานจากเถ้ากะลามะพร้าว" การประชุมวิชาการระดับชาติ เครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 11, ณ อาคารสุรพัฒน์ 2 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 19-20 ธันวาคม 2559, หน้า 329-338.

[8] ปราโมทย์ วีรานุกูล, กิตติพงษ์ สุวีโร, 2558. "การพัฒนาแผ่นซีเมนต์บอร์ดจากเถ้ากะลามะพร้าวสำหรับการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม". เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 7. 1 - 3 กันยายน 2558. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน. นครราชสีมา.

[9] สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.), 2517ก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต (มอก.109-2517). สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

[10] ASTM C518-15, 2015. Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus, ASTM International, West Conshohocken, PA,