



# การใช้เถ้ากะลามะพร้าวเป็นมวลรวม ในผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อก

## Utilization of Coconut Shell Ash as Aggregate in Concrete Blocks Products

Prachoom Khamput

ประชุม คำพูด

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

E-mail : prachoom.k@en.rmutt.ac.th, choomy\_gtc@hotmail.com

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมบัติของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าว กำหนดอัตราส่วนปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ประเภท 1: หินฝุ่น: เถ้ากะลามะพร้าว: น้ำ เท่ากับ 1: 6.7: 0.3: 0.6, 1: 6.6: 0.4: 0.6, 1: 6.5: 0.5: 0.6 และ 1: 6.4: 0.6: 0.6 โดยน้ำหนัก ผสมและขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก ขนาด 7 x 19 x 39 เซนติเมตร ด้วยเครื่องอัดคอนกรีตบล็อก ทำการทดสอบสมบัติตามมาตรฐาน มอก.58-2533 เรื่องคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ผลการทดสอบพบว่า คอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าว มีความหนาแน่น การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร ความต้านทาน แรงอัด และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ลดลง ส่วนปริมาณความชื้น และการดูดซึมน้ำ มีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษานี้ คือ 1: 6.4: 0.6: 0.6

**คำสำคัญ :** คอนกรีตบล็อก; เถ้ากะลามะพร้าว; หินฝุ่น; ความต้านทานแรงอัด

### Abstract

This research aims to test the properties of concrete block mixed with coconut shell ash as aggregates in products. The mix ratios of Portland cement type1: quarry dust: coconut shell ash: water are 1: 6.7: 0.3: 0.6, 1: 6.6: 0.4: 0.6, 1: 6.5: 0.5: 0.6 and 1: 6.4: 0.6: 0.6 by weight. 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, volumetric change, compressive strength, and thermal conductivity of concrete block mixed with coconut shell ash lower than the common concrete block. In addition, the moisture content and water absorption are higher than the common concrete block. The optimal ratio in this work 1: 6.4: 0.6: 0.6

**Keywords :** Concrete block; Coconut shell ash; Crushed dust; Compressive strength

## บทนำ

เก้าอี้กะลามะพร้าว เป็นขยะเหลือทิ้งของโรงงานไฟฟ้าและโรงงานแปรรูปมะพร้าว จากกระบวนการเผา กะลามะพร้าวเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยปริมาณเก้าอี้ กะลามะพร้าวที่เหลือทิ้งคิดเป็นร้อยละ 10 ของปริมาณ กะลามะพร้าวก่อนเผา [1] ประกอบกับประเทศไทยมีการ ส่งออกมะพร้าวมากเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก ทำให้เก้าอี้ กะลามะพร้าวมีปริมาณมากกว่า 222,000 ตันต่อปี เป็น ขยะเหลือทิ้งที่ต้องมีแนวทางการกำจัดหรือการนำไปใช้ ประโยชน์อย่างชัดเจนและเร่งด่วน [2]

จากข้อมูลเกี่ยวกับเก้าอี้กะลามะพร้าวของบริษัทฯ ที่ผลิตสินค้าเกี่ยวกับการแปรรูปมะพร้าวรายใหญ่รายหนึ่ง พบว่ามีเก้าอี้กะลามะพร้าวเหลือทิ้งเป็นจำนวนมากนั้น โดย บริษัทได้นำเก้าอี้กะลามะพร้าวไปใช้เป็นวัสดุเชื้อเพลิงสำหรับใช้ ในโรงงาน แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือการ เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานไฟฟ้า และการนำไปเป็นเชื้อเพลิง ในหม้อต้มไอน้ำ ซึ่งทำให้มีเก้าอี้กะลามะพร้าวเหลือทิ้ง จากทั้ง 2 กระบวนการอยู่เป็นจำนวนมากเช่นกัน โดย เก้าอี้กะลามะพร้าวที่มีลักษณะเม็ดใหญ่สามารถนำไปผลิต เป็นถ่านอัดแท่งสำหรับจำหน่าย แต่ก็ยังเหลือทิ้งอยู่อีกเป็น จำนวนมาก อีกทั้งส่วนที่เป็นผงละเอียดมากก็ยังไม่สามารถ นำไปใช้ประโยชน์ได้ จึงเป็นโจทย์ที่สำคัญมากของโรงงาน ที่จะนำเก้าอี้กะลามะพร้าวที่เหลือทิ้งไปใช้ให้เกิดประโยชน์ สูงสุด ซึ่งเมื่อนำเก้าอี้กะลามะพร้าวมาวิเคราะห์ลักษณะโดย ละเอียดแล้วพบว่า เก้าอี้ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นก้อนจาก เศษกะลามะพร้าวที่เผาไหม้ไม่หมด ปะปนอยู่กับผง กะลามะพร้าวขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบา และแข็งมาก พอสมควร เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับหินฝุ่นที่ใช้ผสมในวัสดุ ก่อสร้างจะมีความคล้ายคลึงกันในด้านของขนาดและ รูปร่าง แต่เก้าอี้กะลามะพร้าวจะมีสีดํา ผิวมัน และรูปทรง แบนกว่าหินฝุ่น จึงมีโอกาสนำเก้าอี้กะลามะพร้าวมาเป็น ส่วนผสมในงานวัสดุก่อสร้างที่ไม่ต้องการรับน้ำหนักจากพวก คอนกรีตบล็อกได้

คอนกรีตบล็อกเป็นวัสดุก่อผนังที่ผลิตจาก ปูนซีเมนต์ ทราย หินฝุ่น และน้ำ มีลักษณะเป็นก้อน สีเหลี่ยม [3] ผู้ผลิตคอนกรีตบล็อกส่วนใหญ่เป็นวิสาหกิจ ชุมชน ชาวบ้าน และโรงงานขนาดเล็ก ผลิตโดยใช้ เครื่องจักรที่สร้างได้เองภายในประเทศ แต่ด้วยสมบัติที่ ด้อยกว่าอิฐมวลเบา เช่น น้ำหนักมาก ไม่เป็นฉนวนป้องกัน

ความร้อน ไม่ดูดซับเสียง และแตกหักง่าย ตลาดคอนกรีต บล็อกจึงถูกแทรกแซงด้วยอิฐมวลเบาที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่า แต่ด้วยต้นทุนที่สูงและเครื่องจักรที่ต้องนำเข้าของอิฐมวล เบา จึงส่งผลกระทบต่อราคาค่าก่อสร้างที่สูงขึ้น ตลอดจนจำนวน เงินที่ต้องสูญเสียออกนอกประเทศ

ดังนั้น ภาคเอกชนที่ร่วมพัฒนาโครงการได้ พิจารณาจากข้อมูลเบื้องต้นถึงความเป็นไปได้ในการต่อ ยอดในเชิงพาณิชย์ ในการนำเก้าอี้กะลามะพร้าวมาใช้เป็น วัสดุทดแทนมวลรวมในงานคอนกรีตบล็อกที่มีน้ำหนักเบา กว่าคอนกรีตบล็อกทั่วไป พบว่ามีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จและสามารถนำไปใช้งานได้จริง จึงได้ ศึกษาวิจัยการนำเก้าอี้กะลามะพร้าวมาผสมเป็นมวลรวมใน คอนกรีตบล็อก โดยทำการทดสอบสมบัติในด้านต่าง ๆ เปรียบเทียบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.58-2533 เรื่อง คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก [3] แล้ว ยังมุ่งเน้นการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของการลดน้ำหนักและ เพิ่มคุณสมบัติการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของ คอนกรีตบล็อก โดยจะเป็นจุดเด่นในด้านการช่วยประหยัด พลังงานและลดขนาดโครงสร้างของอาคารลงได้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

- 1) เก้าอี้กะลามะพร้าวจาก โรงงานแปรรูป มะพร้าว จังหวัดนครปฐม (รูปที่ 1 ก)
- 2) หินฝุ่น จากจังหวัดสระบุรี (รูปที่ 1ข)
- 3) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1
- 4) น้ำประปา
- 5) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล
- 6) แบบหล่อคอนกรีตบล็อกกลางขนาด 7x19x39 เซนติเมตร
- 7) เครื่องผสมคอนกรีตแบบกระทะ
- 8) เครื่องอัดคอนกรีตบล็อกแบบสั้นเขย่า กิ่งอัตโนมัติ
- 9) เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine)
- 10) เครื่องทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อน
- 11) เตาอบ
- 12) อุปกรณ์ทดสอบความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำ



รูปที่ 1ก เถ้ากะลามะพร้าว



รูปที่ 1ข หินฝุ่น

### รูปที่ 1 ลักษณะทั่วไปของเถ้ากะลามะพร้าวและหินฝุ่น

จากรูปที่ 1 พบว่า เถ้ากะลามะพร้าว และหินฝุ่นมีลักษณะภายนอกที่ใกล้เคียงกัน แต่เถ้ากะลามะพร้าวจะมีลักษณะแบนกว่าหินฝุ่นซึ่งเป็นลักษณะของมวลรวมที่ไม่ดีนักในการนำมาผสมคอนกรีต [4] เนื่องจากจะทำให้เกิดการยึดเกาะตัวที่ไม่ดี และเกิดช่องว่างภายในเนื้อคอนกรีตมากกว่าหินฝุ่นซึ่งเป็นมวลรวมที่มีเหลี่ยมคมและมีความแบนน้อย อีกทั้งการที่เถ้ากะลามะพร้าวมีความมันของผิวหน้ามากกว่าหินฝุ่นทำให้ซีเมนต์เพสต์ยึดเกาะตัวได้ยากกว่าส่งผลให้ความแข็งแรงของคอนกรีตบล็อกลดลง ดังนั้นการกำหนดส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกจึงไม่สามารถใช้เถ้ากะลามะพร้าวแทนที่หินฝุ่นได้ทั้งหมด จึงต้องทำการทดแทนหินฝุ่นบางส่วนเท่านั้น ส่วนการแทนที่ได้มีค่าน้อยเพียงใด ต้องทำการทดลองและทำการทดสอบสมบัติต่าง ๆ ต่อไป

#### การออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตบล็อก

ทำการกำหนดส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกที่ใช้ในการทดลอง โดยอ้างอิงจากส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกทั่วไป คือ อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อหินฝุ่นต่อน้ำประปาเท่ากับ 1: 7: 0.6 โดยน้ำหนัก แล้วทำการทดลองผสมทั้งหมด 3 ครั้ง โดยแทนที่หินฝุ่นด้วยเถ้ากะลามะพร้าวทดลองครั้งแรกเพื่อตรวจพิจารณาผลการขึ้นรูปก้อนตัวอย่างว่าสามารถอัดขึ้นรูปและนำออกจากแบบหล่อโดยไม่แตกหักเสียหาย และไม่มีฝุ่นผงเถ้ากะลามะพร้าวติดมือเวลาสัมผัส การทดลองครั้งที่สองเพื่อหาค่าความต้านทานแรงอัดเบื้องต้นจากอัตราส่วนของคอนกรีตบล็อกที่ได้จากการทดลองในครั้งแรกว่ามีอัตราส่วนใดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

บ้าง หลังจากนั้นเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมมากที่สุดมาทำการทดลองครั้งที่สาม จำนวน 4 อัตราส่วน ทำการขึ้นรูปก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกและทดสอบสมบัติต่าง ๆ อย่างละเอียดตามมาตรฐาน มอก.58-2533 เรื่อง คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก โดยอัตราส่วนที่เลือกมาทำการทดลองในครั้งที่สาม แสดงดังตารางที่ 1

#### การขึ้นรูปตัวอย่างคอนกรีตบล็อกและการทดสอบสมบัติ

ทำการขึ้นรูปขึ้นตัวอย่างการทดสอบทั้งหมดตามมาตรฐาน มอก.58-2533 เรื่องคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ดังขั้นตอนต่อไปนี้

- 1) ร่อนเถ้ากะลามะพร้าวให้มีขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 4
- 2) ชั่งส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าว ตามอัตราส่วนที่แสดงไว้ในตารางที่ 1
- 3) ผสมปูนซีเมนต์และเถ้ากะลามะพร้าวที่ผ่านการร่อนแล้วให้เข้ากัน โดยใช้เครื่องผสมคอนกรีตแบบกระเทาะ
- 4) แบ่งน้ำประปาออกเป็น 2 ส่วน จากนั้นเติมน้ำประปาส่วนที่ 1 ลงในส่วนผสมแล้วผสมให้ส่วนผสมเข้ากัน
- 5) ทอยยเทหินฝุ่นลงในส่วนผสมพร้อมกับทอยยเติมน้ำประปาส่วนที่ 2 และผสมจนส่วนผสมเข้ากันทั้งหมด
- 6) นำส่วนผสมที่ผสมเข้ากันดีแล้ว ไปเทใส่ในแบบของเครื่องอัดคอนกรีตบล็อกจนเต็ม
- 7) อัดส่วนผสม พร้อมทั้งทำการสั่นเขย่า ได้คอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าว ขนาด 7x19x39 เซนติเมตร

### ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวแทนที่หินปูนบางส่วนโดยน้ำหนัก

| อัตราส่วน | ปูนซีเมนต์ | หินปูน | เถ้ากะลามะพร้าว | น้ำ |
|-----------|------------|--------|-----------------|-----|
| CA-0      | 1          | 7      | 0               | 0.6 |
| CA-0.3    | 1          | 6.7    | 0.3             | 0.6 |
| CA-0.4    | 1          | 6.6    | 0.4             | 0.6 |
| CA-0.5    | 1          | 6.5    | 0.5             | 0.6 |
| CA-0.6    | 1          | 6.4    | 0.6             | 0.6 |

8) นำคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวออกจากเครื่องอัด แล้วใช้แทนพริกคอนกรีตบล็อก เพื่อทำการถอดแบบ

9) ภายหลังจากก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกแข็งตัวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ให้นำคอนกรีตบล็อกที่ได้ไปกองบ่มในที่ร่มตามระยะเวลาที่ต้องการ 7, 14, 21 และ 28 วัน แล้วจึงนำคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวไปทำการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ประกอบด้วย ความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำ การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร ความต้านทานแรงอัด และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

### ผลการทดลองและวิจารณ์

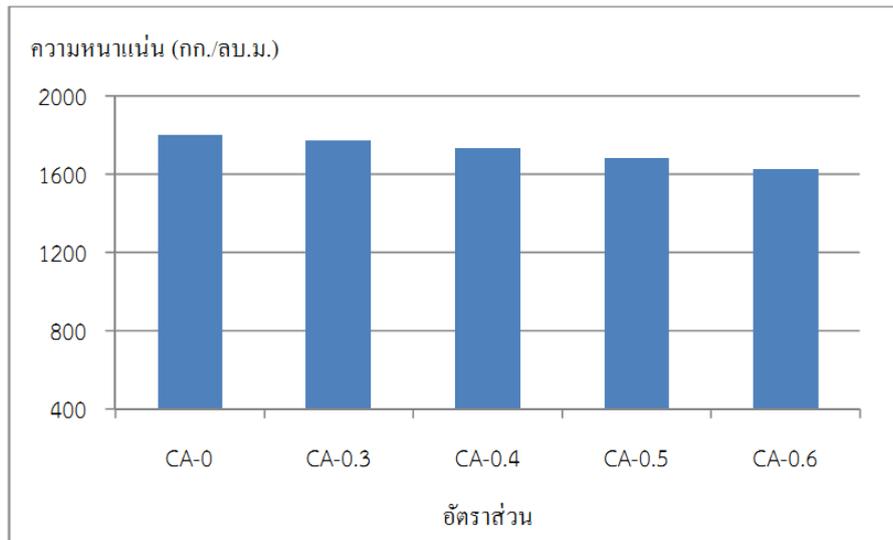
#### ความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำ

เมื่อทำการบ่มก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกตามกำหนดระยะเวลา 28 วัน จึงนำมาทำการทดสอบความหนาแน่น ปริมาณความชื้น และการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อก ตามมาตรฐาน มอก.109-2517 เรื่อง วิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต [5] ที่อายุ 28 วัน โดยทำการทดสอบอัตราส่วนละ 30 ตัวอย่าง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย (ตามมาตรฐานกำหนดให้ชักตัวอย่าง 10 ก้อน) ได้ผลการทดสอบตามรูปที่ 2-4 ตามลำดับ ผลการทดสอบพบว่า เมื่อผสมเถ้ากะลามะพร้าวในปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกลดลงตามลำดับ (คอนกรีตทั่วไป มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 2,400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และคอนกรีตบล็อกทั่วไป ค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1,700-2,100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในขณะที่ปริมาณความชื้นเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากเถ้ากะลามะพร้าวมีน้ำหนักเบากว่าหินปูน และมีค่าถ่วงจำเพาะต่ำกว่าหินปูนและปูนซีเมนต์

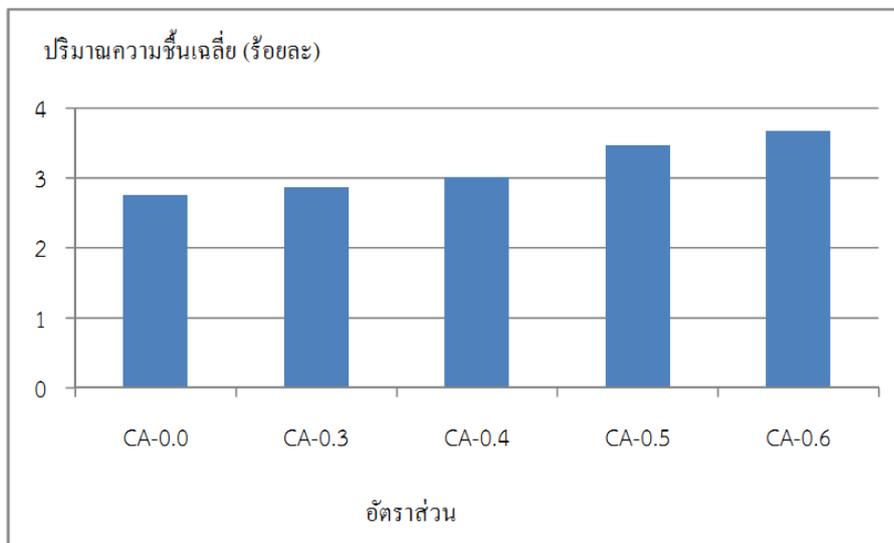
(ค่าความถ่วงจำเพาะของเถ้ากะลามะพร้าว มีค่าต่ำเพียง 1.9-2.3 ในขณะที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และหินปูน มีค่าความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 3.15 และ 2.72 ตามลำดับ) เมื่อนำเถ้ากะลามะพร้าวไปแทนที่หินปูนในปริมาณมากขึ้นจึงทำให้คอนกรีตบล็อกมีความหนาแน่นลดลง แต่การที่เถ้ากะลามะพร้าวเมื่อสัมผัสกับน้ำจะเกิดการเกาะตัวกันแน่นเป็นก้อน จึงทำให้ความหนาแน่นลดต่ำลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งจะส่งผลให้น้ำหนักของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกที่ผสมเถ้ากะลามะพร้าวมีความเบาลงไม่มากนัก ส่วนในด้านของปริมาณความชื้นที่สูงขึ้นนั้น เนื่องจากเนื้อของเถ้ากะลามะพร้าวผ่านการเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิสูงจึงมีความพรุนมากกว่าหินปูน ส่งผลทำให้คอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวที่ได้จากการทดลองมีความชื้นสูงมากขึ้นตามลำดับของการใส่ปริมาณเถ้ากะลามะพร้าวที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นเป็นไปในลักษณะที่น้อยมาก จึงถือได้ว่าไม่มีผลต่อการทำงาน เมื่อนำคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวไปใช้งานก่อ-ฉาบผนัง ส่วนปริมาณการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มสูงขึ้นตามปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นและอยู่ภายในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้คือต้องไม่มากกว่าร้อยละ 25 (ซึ่งทุกอัตราส่วนที่ทำการทดสอบมีค่าการดูดซึมน้ำอยู่ในช่วงร้อยละ 8-10) จึงไม่ส่งผลให้เกิดปัญหาการดูดน้ำของปูนฉาบแต่อย่างใด

#### การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร

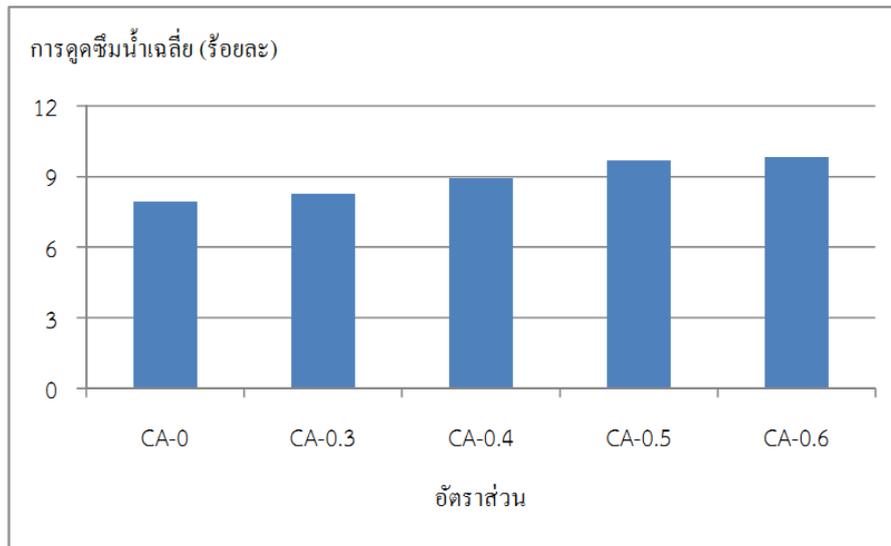
ทำการทดสอบการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตรโดยการนำคอนกรีตบล็อกอัตราส่วนต่าง ๆ ที่อายุ 28 วัน ไปทำการอบ และนำมาวัดมิติเชิงปริมาตรได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 5 พบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตรของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวที่อัตราส่วนต่าง ๆ มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากเถ้ากะพร้าวที่ทา



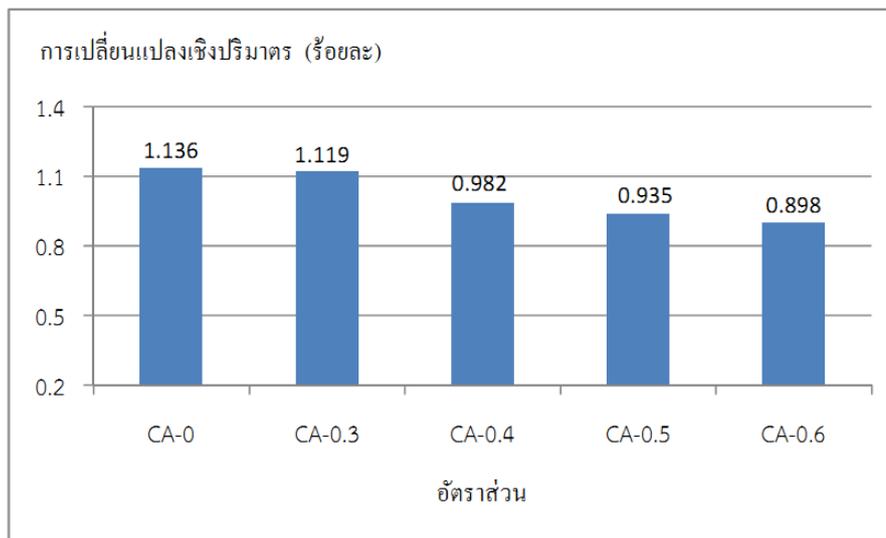
รูปที่ 2 ความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวอัตราส่วนต่าง ๆ ที่อายุ 28 วัน



รูปที่ 3 ปริมาณความชื้นของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวอัตราส่วนต่าง ๆ ที่อายุ 28 วัน



รูปที่ 4 การดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวอัตราส่วนต่าง ๆ ที่อายุ 28 วัน

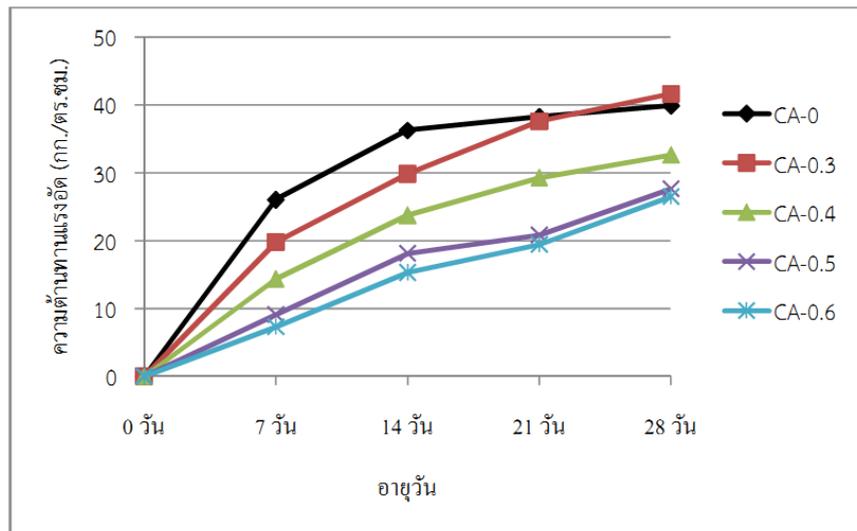


รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตรของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวอัตราส่วนต่าง ๆ ที่อายุ 28 วัน

การผสมมีส่วนที่เป็นผงละเอียดมาก คือปริมาณเถ้ากะลามะพร้าวที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 325 ซึ่งมีคุณสมบัติการเป็นวัสดุปอซโซลาน [4] มีจำนวนร้อยละ 5.61 ของปริมาณเถ้ากะลามะพร้าวทั้งหมด เป็นส่วนที่สามารถแทรกตัวเข้าไปในเนื้อคอนกรีตบล็อกได้ดีและทำปฏิกิริยากับซีเมนต์ ทำให้เนื้อคอนกรีตบล็อกแน่นขึ้น โมเลกุลมีการยึดเกาะตัวกันดีขึ้น ส่งผลให้มีการหดตัวหรือขยายตัวน้อยลงตามไปด้วย

#### ความต้านทานแรงอัด

การทดสอบความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลามะพร้าวที่อัตราส่วนต่าง ๆ เปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกปกติที่ไม่ผสมเถ้ากะลามะพร้าว ทำการทดสอบแรงอัดประลัยของก้อนคอนกรีตบล็อกแต่ละอัตราส่วน ตามจำนวนอายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน แล้วคำนวณเป็นค่าความต้านทานแรงอัด โดยใช้ค่าเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกอัตราส่วนละ 30 ก้อน ได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานแรงอัดและอายุการบ่มของคอนกรีตบล็อกที่อัตราส่วนต่าง ๆ

จากรูปที่ 6 ผลการทดสอบพบว่า ค่าความต้านทานแรงอัดเพิ่มขึ้นตามอายุของคอนกรีตบล็อกที่มากขึ้น และเมื่อผสมเถ้ากะลาหะพร้าวในปริมาณมากขึ้นส่งผลให้ความต้านทานแรงอัดลดลงตามลำดับ เนื่องจากเถ้ากะลาหะพร้าวมีความถ่วงจำเพาะและความหนาแน่นต่ำกว่าหินปูนเมื่อเข้าไปแทนที่หินปูนในปริมาณที่มากขึ้น จึงมีผลทำให้ความแข็งแรงของคอนกรีตลดลงตามไปด้วย อย่างไรก็ตามที่อายุของคอนกรีตบล็อก 28 วัน ทุกอัตราส่วนมีค่าความต้านทานแรงอัด ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน ของ มอก.58-2533 ที่กำหนดไว้ เท่ากับ 25 กก./ตร.ชม. จึงสามารถนำไปใช้ในการก่อสร้างได้

#### สัมประสิทธิ์การนำความร้อน

การทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนเพื่อต้องการทราบว่า การนำเถ้ากะลาหะพร้าวมาเป็นส่วนผสม

แทนที่หินปูนบางส่วนในผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกจะช่วยให้คอนกรีตบล็อกที่ได้มีความสามารถในการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ตื้นหรือไม่เพียงใด โดยส่งตัวอย่างคอนกรีตบล็อกขนาด 30x30x5 เซนติเมตร ไปทำการทดสอบที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐาน ASTM 177 [6] ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 2 พบว่าเมื่อผสมเถ้ากะลาหะพร้าวแทนที่หินปูนในปริมาณมากขึ้นส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตมีค่าต่ำลงตามลำดับ ทั้งนี้เป็นไปตามแนวทางของวัสดุที่มีความหนาแน่นน้อยก็จะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำลงตามไปด้วย ซึ่งแสดงว่าเถ้ากะลาหะพร้าวมีส่วนช่วยทำให้วัสดุก่อสร้างมีคุณสมบัติการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ตื้นได้ เถ้ากะลาหะพร้าวจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปพัฒนาเป็นวัสดุก่อสร้างชนิดอื่น ๆ ที่เป็นวัสดุฉนวนความร้อนและเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้ากะลาหะพร้าวอัตราส่วนต่าง ๆ ที่อายุ 28 วัน

| อัตราส่วน | สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (วัตต์/เมตร-เคลวิน) |
|-----------|-----------------------------------------------|
| CA-0      | 0.327                                         |
| CA-0.3    | 0.309                                         |
| CA-0.4    | 0.301                                         |
| CA-0.5    | 0.281                                         |
| CA-0.6    | 0.267                                         |

## สรุป

การนำเถ้ากะลามะพร้าวมาใช้แทนที่หินฝุ่นบางส่วนในการผลิตอิฐคอนกรีตบล็อก ได้ทำการศึกษาทดลองผสมถึง 3 ครั้ง ด้วยกัน จนกระทั่งได้ส่วนผสมที่ทำการขึ้นรูปได้สะดวกโดยไม่แตกหักง่ายและมีฝุ่นผงของเถ้ากะลามะพร้าวติดมือ นำมาทำการทดสอบหาคุณสมบัติต่าง ๆ อย่างละเอียด 4 อัตราส่วนด้วยกัน คือ อัตราส่วนปูนซีเมนต์ ต่อ หินฝุ่น ต่อ เถ้ากะลามะพร้าว ต่อ น้ำประปา (โดยน้ำหนัก) เท่ากับ 1: 6.7: 0.3: 0.6, 1: 6.6: 0.4: 0.6, 1: 6.5: 0.5: 0.6 และ 1: 6.4: 0.6: 0.6 ตามลำดับ นำมาทดสอบสมบัติทั้งทางกายภาพและทางกล ผลการทดสอบพบว่า ด้านสมบัติทางกายภาพ ความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกลดลงตามปริมาณเถ้ากะลามะพร้าวที่เพิ่มขึ้น ในทางกลับกันปริมาณความชื้นและการดูดซึมน้ำจะเพิ่มมากขึ้น ด้านการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตรลดลงเล็กน้อย ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนอยู่ประมาณช่วง 0.267-0.309 วัตต์/เมตร-เคลวิน ซึ่งต่ำกว่าคอนกรีตบล็อกทั่วไปเล็กน้อย สมบัติทางกลในด้านความต้านทานแรงอัด มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุของคอนกรีตบล็อกมากขึ้น โดยที่เมื่อผสมเถ้ากะลามะพร้าวในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้แนวโน้มของความต้านทานแรงอัด แต่ทุกอัตราส่วนที่ทำการทดสอบ ค่าความต้านทานแรงอัดที่อายุ 28 วัน สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.58-2533 เรื่อง คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ที่กำหนดค่าไว้ไม่น้อยกว่า 25 กก./ตร.ซม.

## กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โครงการวิจัย มุ่งเป้า (SME) งบประมาณประจำปี 2559

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Kasikorn Research Center. 2013. [online] <https://www.kasikornresearch.com/> (in Thai)
- [2] Agricultural Information Center. 2002. Agricultural statistics of Thailand (crop year 2001/45). Office of Agricultural Economics. 43: 121. (in Thai)
- [3] Thai Industrial Standards Institute. 1990. Standard for hollow non-load-bearing concrete masonry unit (TIS.58-2533). Ministry of industry. (in Thai)
- [4] Chindaprasirt, P and Jatrapitakkul, C. 2012. Cement Pozzolan and concrete. 7<sup>th</sup> edition. Thailand Concrete Association. Bangkok. (in Thai)
- [5] Thai Industrial Standards Institute. 1974. Standard for sampling and testing concrete masonry unit (TIS.109-2517). Ministry of industry. (in Thai)
- [6] American Society for Testing and Materials (ASTM). 2010. Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties (ASTM C177 – 10). Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia.