การพัฒนาคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจากเถ้าชีวมวลไม้ยางพาราและใยผักตบชวา

Developing non-load bearing concrete block from Rubber Tree Ashes and Water Hyacinth Fiber

ชิณวิชญ์ วัชรชิณณ์* และ ปารเมศ กำแหงฤทธิรงค์

สาขานวัตกรรมอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

* Email: chinnnavich.w@ku.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำเถ้าชีวมวลไม้ยางพาราที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมโรงไฟฟ้าชีวมวล กับผักตบชวาวัชพืชธรรมชาติที่เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมและเป็นวาระแห่งชาติ มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีความทนทาน และมีคุณสมบัติเป็นวัสดุทดแทนน้ำหนักเบากว่าส่วนผสมคอนกรีตบล็อกทั่วไป การวิจัยนี้ใช้กรรมวิธีปรับเปลี่ยนส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก ส่วนผสมคอนกรีตตั้งต้นคือ ปูนซีเมนต์ : ทราย : หิน ในอัตรา 1 : 2 : 4 โดยการทดลองลดปริมาณปูนซีเมนต์ และ หิน ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน เพื่อทดสอบเปรียบเทียบคุณสมบัติการใช้เถ้าชีวมวลไม้ยางพาราทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในปริมาณร้อยละ 5, 10 และ 15 และใช้เส้นใยผักตบชวาทดแทนหินที่อัตราส่วนต่างๆกัน ในสัดส่วนร้อยละ 0.5, 1, และ 2 เพื่อหาอัตราส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่เหมาะสม นำมาศึกษาอัตราส่วนผสมทดแทนที่มีผลต่อความหนาแน่นและค่าความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก

ผลจากการทดสอบพบว่า ส่วนผสมคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักสูตร M1, M1-1, M1-2, M2, M2-1, M2-2 ที่มีระยะบ่ม 7 วันขึ้นไป มีกำลังรับแรงอัดมากกว่า 2.5 MPa ผ่านมาตรฐาน มอก.58-2533 M1-2 ซึ่งมีส่วนผสมเถ้าชีวมวลไม้ยางพารา ในอัตราร้อยละ 15 และ เส้นใยผักตบชวาร้อยละ 0.5 เป็นส่วนผสมที่แข็งแรงที่สุด มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยสูงสุด 10.27 MPa ที่ระยะบ่ม 28 วัน ทั้งนี้จากการทดสอบอัตราส่วนผสมทดแทนสรุปได้ว่า เมื่ออัตราส่วนผสมปริมาณของเถ้าชีวมวลไม้ยางพาราและเส้นใยธรรมชาติเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความต้านแรงอัดคอนกรีตบล็อกลดลงตามสัดส่วนผสม ผลงานวิจัยนี้มีความน่าสนใจ และสามารถนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักให้แข็งแรงได้ โดยการใช้เถ้าชีวมวลไม้ยางพาราและผักตบชวาในอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อสนับสนุนแนวคิดสถาปัตยกรรมสีเขียว อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และเป็นการช่วยลดภาระของขยะเถ้าชีวมวลไม้ยางพาราและผักตบชวาที่เป็นมลภาวะสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

คำสำคัญ: คอนกรีตบล็อก คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก ผักตบชวา เถ้าชีวมวลไม้ยางพารา

Abstract

The objective of this research is to study the use and benefits of rubber tree ashes, a byproduct of biomass power plants, and water hyacinth, an invasive plant species; in formulating non-load bearing concrete blocks. The study aimed to create non-load bearing concrete blocks that are more durable, and lighter than its standard counterparts using rubber tree ashes and water hyacinth fiber as substitutes for Portland cement and aggregates respectively. A total of 9 formulas were tested with the controlled standard formula set at 1:2:4 ratio per weight of Portland cement, sand, and aggregates respectively. 9 mixes were formulated to study the effects of substituted components on the density and compressive strength of the non-load bearing concrete blocks. The 9 mixes constituted with rubber tree ashes partially substituted for Portland cement type 1 at 5%, 10%, and 15% and Hyacinth fiber partially substituted for aggregates at 0.5%, 1%, and 2%. Test results showed that compressive strength of M1, M1-1, M1-2, M2 M2-1, and M2-2 formula with at least 7 days of curing has over 2.5 MPa of compressive strength, passing the Thai Industrial Standards (TIS) 58-2533. M1-2 formula (15% rubber tree ash and

0.5% water hyacinth fiber) produced the best results with compressive strength of 10.27 MPa average at 28 days of curing.

In conclusion, the results showed correlation between the increase in ratio per weight of the substituents (rubber tree ashes, and water hyacinth fiber) and the decrease in compressive strength of the concrete blocks. This study was interesting and proved that utilizing properties of rubber tree ashes and water hyacinth fibers in formulating cement blocks is feasible; encouraging the use and development of green technology and innovation, as well as providing benefits in terms of waste management and environmental sustainability.

1. ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกส่งเสริมให้มีการวิจัยและใช้มาตรฐานอาคารเขียว เช่น LEED, TREES ในการออกแบบอาคาร เริ่มมีการบังคับใช้ในกลุ่มอาคารขนาดใหญ่ เพื่อช่วยปรับเปลี่ยนแนวคิดในอุตสาหกรรมการก่อสร้างในอนาคต ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงเป็นประโยชน์ในการพัฒนาแนวคิด 3 เรื่องหลัก คือ การลดขยะโดยนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ การส่งเสริมคุณภาพชีวิตริมแม่น้ำและเกษตรกร การปลุกจิตสำนึกให้รักษ์แม่น้ำลำคลองเป็นการช่วยลดมลภาวะสิ่งแวดล้อมกล่าวถึงการลดขยะโดยนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ ชีวมวลไม้ยางพาราเป็นหนึ่งในขยะชีวมวลที่น่าสนใจ จากสถิติพบว่าในแต่ละปี ทั่วประเทศมี ตอ ราก และกิ่งก้านไม้ยางพาราที่ยังไม่ได้ถูกกำจัดทิ้ง รวมทั้งสิ้นเท่ากับ 875,492 ตัน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2556) หากนำเอาไม้ยางพาราออกจากพื้นที่ได้รวดเร็วเท่ากับเป็นการคืนความสมดุลให้กับสิ่งแวดล้อม ช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายในการกำจัด รวมไปถึงต้นทุนการปลูกยางพาราทดแทนให้แก่เกษตรกร และการปลูกต้นยางพารายังสามารถช่วยให้ดูดคาร์บอนที่เกิดจากโรงไฟฟ้าชีวมวล ซึ่งต่างจากคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน ที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก การสาธิตของโรงงานไฟฟ้าชีวมวลแสดงให้เห็นว่าสิ่งที่เหลือทิ้งจากการปลูกต้นยางพาราที่มีอยู่อย่างเหลือเฟือในประเทศไทยนั้น มีประโยชน์และสร้างมูลค่าต่อยอดได้ ในงานวิจัยนี้จึงได้นำเอาเถ้าชีวมวลไม้ยางพาราซึ่งเป็นขยะเหลือทิ้งจากโรงไฟฟ้าชีวมวลมาใช้ให้เกิดประโยชน์

สำหรับเส้นใยธรรมชาติที่นำมาใช้ในการวิจัย คือ “ผักตบชวา” วัชพืชธรรมชาติ มีประเด็นน่าสนใจ คือ ผักตบชวาเป็นวาระแห่งชาติปี พ.ศ.2560 จัดเป็นปัญหาระดับประเทศที่ต้องกำจัดเร่งด่วน พบว่าประเทศไทยใช้จ่ายงบประมาณไปมากกว่า 2,500 ล้านบาท และอาจต้องเพิ่มงบประมาณการกำจัดผักตบชวาขึ้นเรื่อยๆหากกำจัดไม่ถูกวิธี จากสภาพปัญหาของผักตบชวา ที่มีปริมาณมากและสามารถแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดปัญหาต่อระบบเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อมมากมาย เช่น กรณีผักตบชวาลอยเต็มแม่น้ำลำคลอง ทำให้การขนส่งและการสัญจรทางน้ำเป็นไปอย่างยากลำบาก สร้างปัญหาต่อครอบครัวและชุมชนในการจับสัตว์น้ำเพื่อการประมงเลี้ยงชีพ การเน่าเปื่อยของผักตบชวาทำให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสียส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำ ผักตบชวาที่จมทับถมและสะสมจนทางเดินของน้ำตื้นเขินเร็วกว่าปกติ เป็นอุปสรรคต่อการระบายน้ำ จนนำไปสู่ปัญหาน้ำท่วมในหลายพื้นที่ การช่วยกันกำจัดผักตบชวาและนำมาให้ให้เกิดประโยชน์ สามารถช่วยส่งเสริมคุณภาพชีวิตริมแม่น้ำ และปลุกจิตสำนึกให้รักษ์แม่น้ำลำคลองเป็นการช่วยลดมลภาวะสิ่งแวดล้อม

จากข้อมูลเบื้องต้นจึงเป็นแนวคิดให้เกิดโครงการวิจัยนี้ เพื่อช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมและนำวัสดุเหลือทิ้งกลับมาสร้างคุณค่าให้เกิดประโยชน์ ในรูปแบบนวัตกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจากเถ้าชีวมวลไม้ยางพาราและใยผักตบชวา ที่สามารถลดการถ่ายเทความร้อน มีความทนทาน มีน้ำหนักเบา รักษาสิ่งแวดล้อม สนับสนุนแนวคิดอาคารเขียวและการประหยัดพลังงานตามนโยบายของรัฐบาล ประเทศไทย 4.0 เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม ของเถ้าชีวมวลไม้ยางพาราและใยผักตบชวา เพื่อใช้ทดแทนปูนซีเมนต์และหินเกล็ดในการพัฒนาคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก เปรียบเทียบกับ มอก. 58-2530 ให้มีน้ำหนักเบา และแข็งแรง เพิ่มศักยภาพในการพัฒนาและใช้งานวัสดุก่อสร้างที่มีส่วนผสมเส้นใยธรรมชาติและวัสดุเหลือจากอุตสาหกรรมภายในประเทศ ช่วยลดภาระขยะและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สร้างทางเลือกใหม่ให้นักลงทุน, ผู้ประกอบการด้านอสังหาริมทรัพย์, ผู้ออกแบบ และผู้ที่สนใจในแนวทางสถาปัตยกรรมยั่งยืน และอาคารเขียว

3. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุวัฒชัย ปลื้มฤทัย, "การพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากผักตบชวา" ผลการทดสอบพบว่าการใส่ผักตบชวาในส่วนผสมคอนกรีตจะมีค่าแปรผกผันกับค่าความต้านแรงอัด, ความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกและ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน คือเมื่อใส่ผักตบชวามากขึ้นความหนาแน่น, ค่าความต้านแรงอัด และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนจะลดลง ในขณะที่ค่าความชื้นจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณผักตบชวาที่ใส่ในส่วนผสม และคอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมคอนกรีตตั้งต้นปูนซีเมนต์:ทราย:หินเกล็ด เท่ากับ 1:3 :5 และใช้ปริมาณเส้นใยผักตบชวาทดแทนหินร้อยละ 0.075 เป็นส่วนผสมที่ดีที่สุด ซึ่งผ่านมาตรฐาน มอก.58-2533 ด้านค่าความต้านแรงอัด, การดูดกลืนน้ำ, การหดตัวทางยาว และมีสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ สามารถนำไปพัฒนาเป็นคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักต่อไปได้

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ศึกษาคุณสมบัติ ทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของวัสดุที่ก่อสร้างที่มีคล้ายกันในท้องตลาดทั่วไป

4.2 ออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจากเถ้าชีวมวลไม้ยางพาราและใยผักตบชวาเพื่อใช้ในการขึ้นรูป โดยศึกษาจากงานวิจัยคล้ายคลึงที่ได้ทดสอบไปแล้ว จำนวน 9 สูตร จำนวน 200 ชิ้น

ตารางที่ 1 แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการทดลอง

สูตรทดลอง	ซีเมนต์ (กรัม)	เถ้าชีวมวล (กรัม)	ทราย (กรัม)	หินเกล็ด (กรัม)	ผักตบชวา (กรัม)
MC (Mix Control)	1000	0	2,000	4,000	0
M1	950	50	2,000	3,980	20
M1-1	900	100	2,000	3,980	20
M1-2	850	150	2,000	3,980	20
M2	950	50	2,000	3,960	40
M2-1	900	100	2,000	3,960	40
M2-2	850	150	2,000	3,960	40
M3	950	50	2,000	3,920	80
M3-1	900	100	2,000	3,920	80
M3-2	850	150	2,000	3,920	80

4.3 เตรียมส่วนผสมคอนกรีตบล็อก ใช้เถ้าชีวมวลรากไม้ยางพาราลักษณะเป็นผงสีเทาอ่อน จากคณะนวัตกรรมอาคาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในอัตราส่วนต่างๆทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตราช้าง ทรายละเอียดขนาดร่อนผ่านตระแกรงเบอร์ 20

ผักตบชวาอบแห้งจากกลุ่มจักรสานสวนหลวงซึ่งผ่านการรมควันกำมะถันกันเชื้อรา นำมาปั่นละเอียดเป็นเส้นใยขนาดประมาณ 3 มิลลิเมตร ใช้ทดแทนหินเกล็ดสีเทาคละไซค์เบอร์ 4 ของ SCG ขนาด 1.5 - 4 มิลลิเมตร ในสัดส่วนต่างๆกันตามตารางที่ 1

รูปที่ 1 แสดงการเตรียมส่วนผสมของคอนกรีตบล็อก

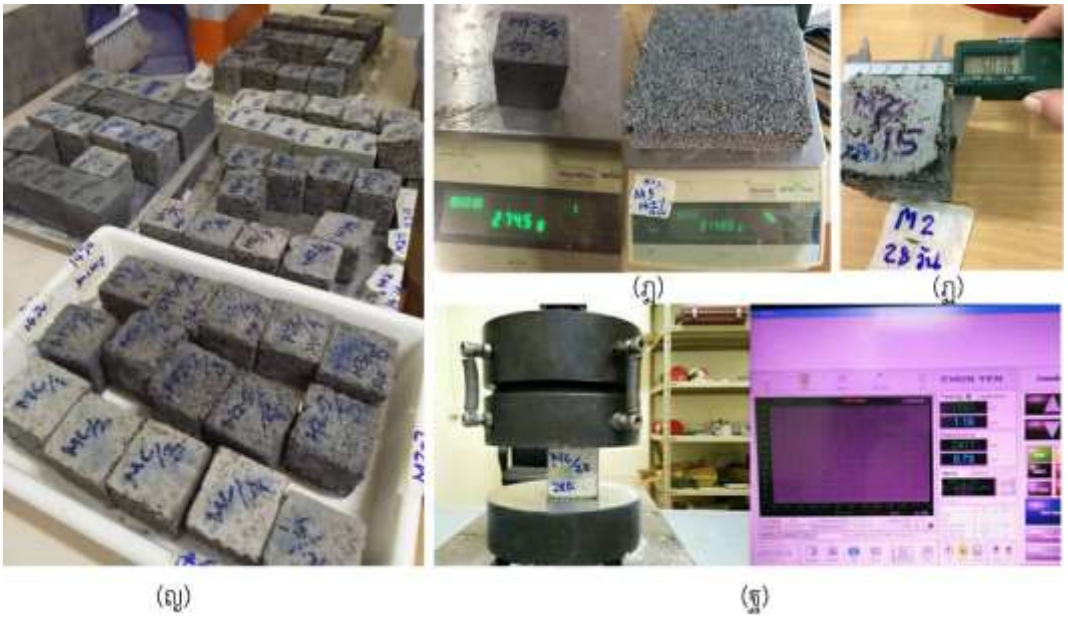
(ก) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และเถ้าชีวมวลรากไม้ยางพารา (ข) ทรายละเอียดร่อนผ่านตระแกรงเบอร์20
(ค) ผักตบชวาอบแห้ง (ง) เส้นใยผักตบชวาปั่นละเอียด (จ) หินเกล็ดเบอร์ 4

4.4 อัดขึ้นรูปก้อนคอนกรีตด้วยมือ ใช้บล็อกขนาด 5x5x5 ซม. และ 4x4x4 ซม. นำไปบ่มต่อในน้ำตามระยะเวลา 7, 14, 21 และ 28 วัน เมื่อครบกำหนดนำขึ้นมาอบให้แห้งด้วยเครื่องอบไล่ความชื้น

รูปที่ 2 แสดงการขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก

(ฉ) บล็อกหล่อคอนกรีตขนาด 5x5x5 ซม. (ช) อัดขึ้นรูปก้อนคอนกรีตด้วยมือ
(ซ) ก้อนคอนกรีตแตกหักระหว่างถอดแบบ (ฌ) นำบ่มน้ำ

4.5 วัดขนาดและชั่งน้ำหนักของก้อนคอนกรีตตัวอย่างขนาด 5x5x5 ซม. เพื่อทดสอบความต้านแรงอัด เปรียบเทียบกับส่วนผสมตั้งต้น (MC) ที่มีอัตราส่วนผสมคอนกรีตก่อฉาบทั่วไปคือ ซีเมนต์: ทราย:หิน 1:2:4 หาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาต่อเปรียบเทียบกับ มอก.58-2533

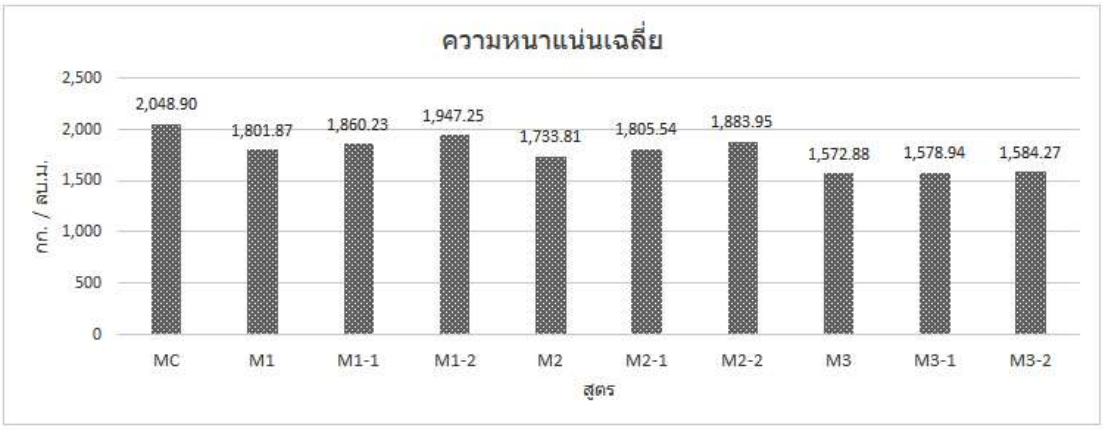


รูปที่ 3 แสดงการทดสอบคอนกรีตบล็อก
(ญ) ก้อนคอนกรีตใช้ทดสอบ (ฎ) ชั่งน้ำหนักก้อนคอนกรีต (ฎ) วัดขนาดก้อนคอนกรีต
(ฐ) เครื่องทดสอบแรงอัด และหน้าจอแสดงผล

4.6 บันทึกผลการทดลอง สรุปค่าการทดสอบและหาอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อนำไปขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกขนาดมาตรฐานเพื่อนำมาทดสอบต่อไป

5. ผลและวิจารณ์

5.1 ความหนาแน่น



รูปที่ 4 กราฟแสดงความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อก

สูตรคำนวณหาค่าความหนาแน่น คือ ความหนาแน่น = น้ำหนัก(กก.) ÷ ปริมาตร (ลบ.ม.)

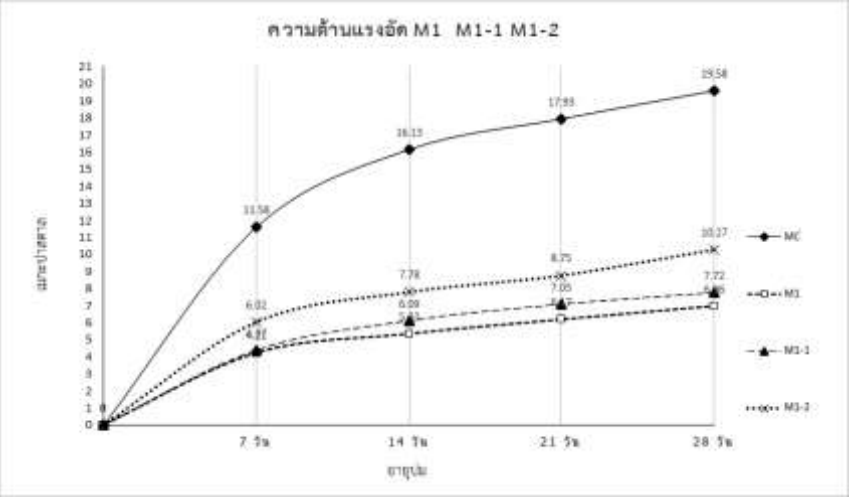
จากกราฟพบว่า ส่วนผสมคอนกรีตบล็อก M1-2 มีส่วนผสมของเส้นใยผักตบชวาทดแทนหินเกล็ด 0.5 % และส่วนผสมของเถ้าชีวมวลทดแทนปูนซีเมนต์ 15 % มีความหนาแน่นมากที่สุด และเป็นสูตรที่มีค่าต้านแรงอัดสูงที่สุด เมื่อก้อนคอนกรีตที่ทดสอบมี

ความหนาแน่นมาก ค่าต้านแรงอัดจะมีมากขึ้นตามด้วย ก้อนคอนกรีตที่มีส่วนผสมของใยผักตบชวาทดแทนหินเกล็ด 2% ได้แก่ M3, M3-1, M3-2 เมื่ออบให้แห้งแล้วมีน้ำหนักเบา และมีความหนาแน่นต่ำกว่าส่วนผสมสูตรอื่นๆ

รูปที่ 5 คอนกรีตบล็อกที่มีส่วนผสมของใยผักตบชวา2% แตกหักง่ายเมื่อถอดแบบ

5.2 ผลการทดสอบความต้านทานแรงอัด

จากทำการทดลองส่วนผสมคอนกรีตบล็อกทั้งหมด 9 สูตร มีผลการทดสอบค่าต้านแรงอัด เปรียบเทียบอายุบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน ดังต่อไปนี้



รูปที่ 6 ความต้านแรงอัดเฉลี่ยของคอนกรีตบล็อกสูตร M1 M1-1 M1-2

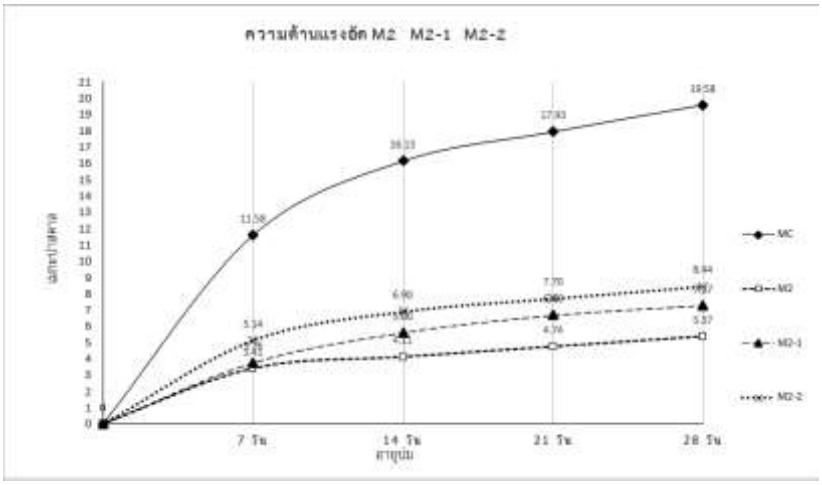
จากกราฟ ความต้านแรงอัดที่อายุบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ

M1 มีความต้านแรงอัดเฉลี่ย 4.21 5.33 6.18 และ 6.96 MPa

M1-1 มีความต้านแรงอัดเฉลี่ย 4.37 6.09 7.05 และ 7.72 MPa

M1-2 มีความต้านแรงอัดเฉลี่ย 6.02 7.78 8.75 และ 10.27 MPa

และคอนกรีตบล็อกสูตร M1-2 มีความต้านแรงอัดสูงสุด 10.27 MPa ที่อายุบ่ม 28 วัน



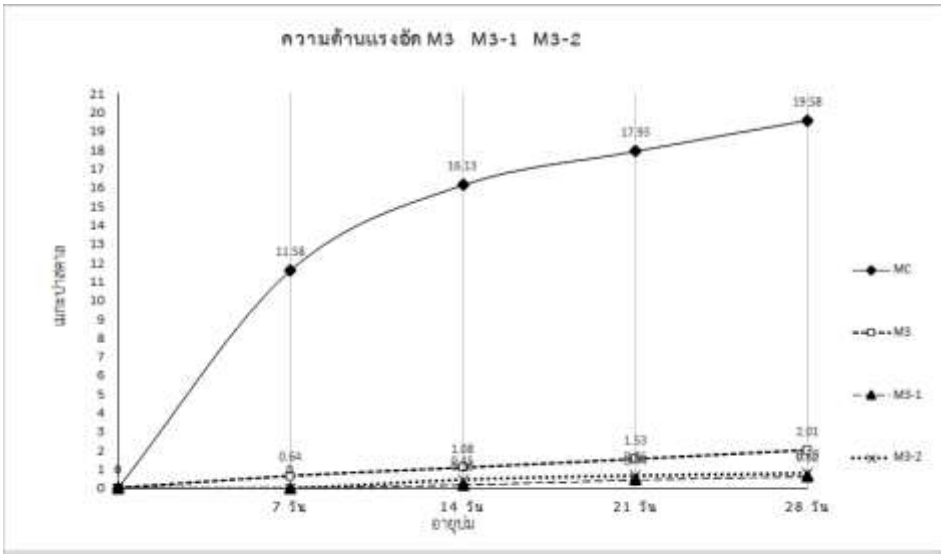
รูปที่ 7 ความต้านแรงอัดเฉลี่ยของคอนกรีตบล็อกสูตร M2 M2-1 M2-2

จากกราฟ ความต้านแรงอัดที่อายุบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ

M2 มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ย 3.41 4.11 4.74 และ 5.37 MPa

M2-1 มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ย 3.76 5.60 6.66 และ 7.27 MPa

M2-2 มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ย 5.14 6.90 7.47 และ 8.33 MPa



รูปที่ 8 ความต้านแรงอัดเฉลี่ยของคอนกรีตบล็อกสูตร M3 M3-1 M3-2

จากกราฟ ความต้านแรงอัดที่อายุบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ

M3 มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ย 0.64 1.08 1.53 และ 2.01

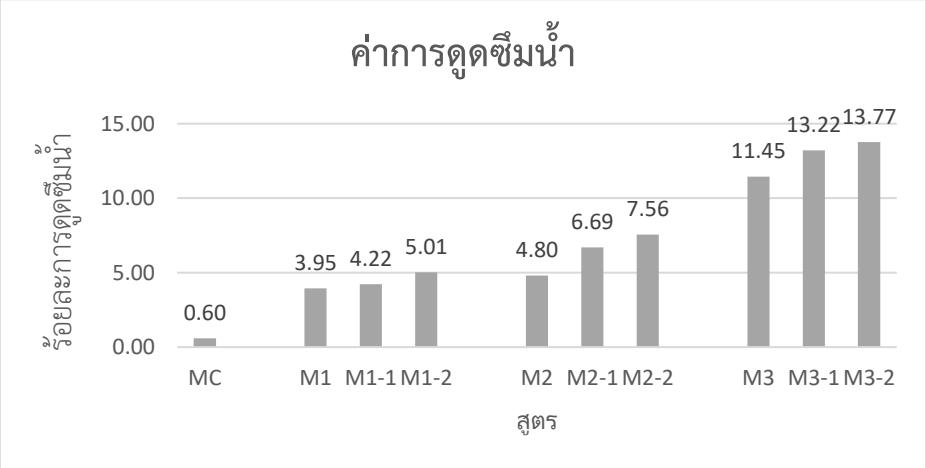
M3-1 มีกำลังรับแรงอัดเฉลี่ย 0.16 0.44 และ 0.62 MPa

M3-2 มีกำลังรับแรงอัด 0.45 0.66 และ 0.78 MPa ที่

รูปที่ 9 กราฟแท่งแสดงความต้านทานแรงอัดเทียบกับ มอก.58-2533

จากกราฟ คอนกรีตบล็อกที่มีความต้านแรงอัดเฉลี่ย มากกว่า 2.5 MPa ผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก หรือ มอก. 58-2533 ได้แก่ คอนกรีตบล็อกสูตร M1, M1-1, M1-2, M2, M2-1 และ M2-2 ที่มีอายุบ่ม 7 วันขึ้นไป และส่วนผสม M3, M3-1 และ M3-2 เป็นส่วนผสมที่มีความต้านแรงอัดต่ำ ไม่ผ่านมาตรฐาน มอก.58-2533 ทุกช่วงอายุบ่ม

5.3 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ



รูปที่ 10 กราฟแท่งแสดงค่าการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกทุกสูตร

ผลการทดลองพบว่าคอนกรีตบล็อกสูตร M1 M1-1 และ M1-2 มีค่าการดูดซึมน้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 4-5% คอนกรีตบล็อกสูตร M2 M2-1 และ M2-2 มีค่าการดูดซึมน้ำในช่วงระหว่าง 6-9% ในขณะที่ คอนกรีตบล็อกสูตร M3 M3-1 และ M3-2 มีค่าการดูดซึมน้ำมากกว่า 10% มากกว่าส่วนผสมสูตรอื่นๆ ซึ่งสรุปได้ว่าอัตราส่วนผสมของเส้นใยผักตบชวา มีผลต่อค่าการดูดซึมน้ำ ซึ่งสูตร M3 ทั้งหมด มีใยผักตบชวาเป็นส่วนผสมมากที่สุดคือมีอัตราส่วนผสมทดแทนหินเกล็ดร้อยละ 2

5.3 อภิปรายผล

จากทำการทดลองทั้งหมด 9 สูตร พบว่า เมื่อพิจารณาจากข้อมูล มีส่วนผสมคอนกรีตบล็อก 6 สูตร ได้แก่ M1, M1-1, M1-2, M2, M2-1 และ M2-2 ที่มีค่าต้านแรงอัดมากกว่า 2.5 MPa ผ่าน มอก.58-2533 ส่วนผสมที่แข็งแรงที่สุดคือ M1-2 ซึ่งมีส่วนผสมเถ้าชีวมวลไม้ยางพาราทดแทนปูนซีเมนต์ ในอัตราร้อยละ 15 และ เส้นใยผักตบชวาทดแทนหินเกล็ด ร้อยละ 0.5 มีค่าต้านแรงอัดผ่านมาตรฐานมอก.58-2533 ทุกช่วงอายุบ่ม และมีค่าความต้านแรงอัดเฉลี่ยสูงสุด 10.27 MPa ที่อายุบ่ม 28 วัน และ คอนกรีตบล็อกสูตร M3, M3-1, M3-2 ซึ่งมีปริมาณเส้นใยผักตบชวาทดแทนหินเกล็ด 2% มีน้ำหนักและความหนาแน่นน้อย แตกหักง่ายและไม่แข็งแรง ไม่ผ่านมาตรฐาน มอก.58-2533

6. สรุปผล

จากการวิจัยคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจากเถ้าชีวมวลไม้ยางพาราและใยผักตบชวา สามารถสรุปได้ดังนี้

เถ้าชีวมวลไม้ยางพารา มีซิลิกอนไดออกไซด์สูงถึงร้อยละ 43 โดยน้ำหนัก จึงสามารถใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ได้เป็นอย่างดี การวิจัยใช้เถ้าไม้ยางพาทดแทนปริมาณเมื่อปูนซีเมนต์ในสัดส่วน ร้อยละ 5 10 และ 15 พบว่าคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่มีปริมาณ เถ้าชีวมวลทดแทนปูนซีเมนต์ร้อยละ 15 มีความต้านแรงอัดที่ดี มีระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้น

เส้นใยผักตบชวามีผลช่วยลดน้ำหนักของคอนกรีตบล็อกได้ดี มีผลต่อความหนาแน่น และอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก คือ เมื่อปริมาณของเส้นใยผักตบชวาเพิ่มขึ้นจะมีอัตราการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นและความต้านแรงอัดจะลดลง จากการทดสอบพบว่า คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีอัตราส่วนผสมของเส้นใยผักตบชวาทดแทนหินเกล็ดร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก เมื่ออบแห้งมีน้ำหนักเบา มีความหนาแน่นน้อยและแตกหักง่าย

น้ำหนักและความหนาแน่นมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก คอนกรีตบล็อกที่มีความหนาแน่นมากจะมีค่าต้านแรงอัดสูง คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักสูตร M1-2 ซึ่งมีส่วนผสมเถ้าชีวมวลไม้ยางพารา 15% และเส้นใยผักตบชวา 0.5% มีความหนาแน่นมากที่สุด และมีค่าต้านแรงอัดมากที่สุด

จากการทดสอบค่าต้านแรงอัดเทียบกับ มอก.58-2533 มีส่วนผสมทั้งหมด 6 สูตร ได้แก่ M1 M1-1 M1-2 M2 M2-1 และ M2-2 มีค่าความต้านแรงอัดผ่าน มอก. 58-2533 (คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก ค่าต้านแรงอัดเฉลี่ย 2.5 Mpa ขึ้นไป) มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาวิจัยต่อในเรื่องความสามารถในการนำความร้อน ลดน้ำหนัก เพื่อขยายผลนำไปผลิตจริง เป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักได้ที่รักษาสิ่งแวดล้อมตามแนวทางอาคารเขียว

7.บรรณานุกรม

กระทรวงพลังงาน. 2558. **แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 – 2579,** แหล่งที่มา http://www.dede.go.th/download/files/AEDP2015_Final_version.pdf, 18 กันยายน 255

กระทรวงพลังงาน. 2559. **รายงานดุลยภาพพลังงานของประเทศไทย ปี 2558 (Energy Balance of Thailand 2015)**, แหล่งที่มา http://www.dede.go.th , 18 กันยายน 2559

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน. 2556. **ตารางแสดงผลการประเมินศักยภาพชีวมวลแต่ละชนิด.** แหล่งที่มา ttp://biomass.dede.go.th/biomass_web/index.html, 18 กันยายน 2559

คมชัดลึกออนไลน์. 2560. **วาระแห่งชาติประกาศ 30 ก.ย.ปีนี้ "ปลอดผักตบชวา".** แหล่งที่มา http://www.komchadluek.net/news/agricultural/265108, 17 ตุลาคม 2560

จรูญ เจริญเนตรกุล. 2557. อิฐบล็อกที่มีส่วนผสมเถ้าและกะลาปาล์มน้ำมัน. **วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต** 2(1): 103-112.

นพทัศน์ มาลีรักษ์. 2540. **คอนกรีตกาบมะพร้าว.** ปริญญานิพนธ์ (วศ.บ.(วิศวกรรมชลประทาน)),มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผู้จัดการออนไลน์. 2556. **ลงใต้เยือนโรงไฟฟ้าพลัง "รากยางพารา" ใหญ่สุดในเอเชีย.** แหล่งที่มา http://www.manager.co.th/Science/ViewNews.aspx?NewsID=9560000062576, 18 กันยายน 2559

ผู้จัดการออนไลน์. 2560. **สรุปวาระแห่งชาติ 3 เดือน "กำจัดผักตบชวา" หน่วยงาน มท.เก็บได้แค่ 3.8 ล้านตัน – สตง.จ่อสอบต่อ.** แหล่งที่มาhttp://www.manager.co.th/Politics/ViewNews.aspx?NewsID= 9600000015659 , 14 กุมภาพันธ์ 2560

วรรณี เอกศิลป์ และ ชัยวัฒน์ บุญถนอมวงศ์. 2557. สมรรถนความร้อนของอิฐบล็อกผสมผักตบชวาและขี้เลื่อย, น.179-186. ใน **รายงานการประชุมระดับชาติ ประจำปี 2557** . มหาวิทยาลัยรังสิต, กรุงเทพฯ.

สุบรรณ ตาคำวัน, วิศรุต เรืองฤทธิ์ และอารยา กิ่งหลักเมือง. 2558. คุณสมบัติทางกลบล็อกประสานผสมเถ้ากะลามะพร้าว, น.195-200. ใน **รายงานการประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่8**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

สุวัฒชัย ปลื้อมฤทัย. 2555. **การพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากผักตบชวา.** ปริญญานิพนธ์ (สถ.บ.(สถาปัตยกรรมศาสตร์)), มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533**. มาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก.** มอก.58-2533

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533**. มาตรฐานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก.** มอก.57-2533

สำเนียง องสุพันธ์กุล และคณะ. 2559. **การศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกมวลเบาจากเม็ดดินเผาและเถ้าลอย.** น.63-71. ใน รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่1. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, กรุงเทพฯ.

อาบีดีน ดะแซสาเมาะ, ฮาปือเสาะ มาหะ และ ฮาลีเมาะ เจ๊ะบือราเฮง. 2557. สมบัติของอิฐบล็อกประสานจากเถ้าไม้ยางพาราผสมดินขาวนราธิวาส. **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้** 5(2): 202-208.

Voice TV 21. 2560. **'ประยุทธ์' ยก 'ผักตบชวา-ขยะ-น้ำ' เป็นวาระแห่งชาติ ต้องเร่งแก้ไขมากกว่าตำหนิ.** แหล่งที่มา http://news.voicetv.co.th/thailand/495403.html, 17 ตุลาคม 2560