

การศึกษาผลกระทบของเถ้าแกลบต่อคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกดินขาวไม่รับน้ำหนัก Investigating the impact of rice husk ash on the properties of non-load-bearing kaolin concrete blocks

ประชุม คำพุฒ¹, กฤษฎา มานะโส^{2,*}, อรรถพล มาลัย²

Prachoom Khamput¹, Kridsada Manaso^{2,*}, Attapole Malai²

¹ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

¹Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology,
Thanyaburi, Pathum Thani

²สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ อ.พุทธมณฑล
จ.นครปฐม

²Civil Engineering, Faculty of Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology,
Rattanakosin, Phutthamonthon, Nakhon Pathom

*E-mail: kridsada.man@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกดินขาวชนิดไม่รับน้ำหนักโดยใช้เถ้าแกลบซึ่งเป็นวัสดุปอซโซลานที่ได้จากโรงไฟฟ้าจังหวัดสุพรรณบุรีแทนที่ส่วนผสมที่เป็นดินขาวที่ได้จากจังหวัดระนองเพื่อลดต้นทุนและมลภาวะในการผลิตวัตถุดิบในท้องถิ่น งานวิจัยในครั้งนี้ทดสอบการแทนที่ในอัตราส่วน ร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 โดยน้ำหนัก พบว่าการผสมเถ้าแกลบแทนที่ดินขาวสามารถช่วยลดความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกดินขาวได้ และคอนกรีตบล็อกดินขาวที่ผสมเถ้าแกลบร้อยละ 5 มีค่ากำลังอัดสูงสุดเมื่อเทียบกับคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนอื่นๆ เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักที่พัฒนาขึ้นนี้มีคุณสมบัติค่ากำลังอัด การดูดซึมน้ำ และการเปลี่ยนแปลงความยาวผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน มอก.58-2560 คือคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก การวิจัยชี้ให้เห็นถึงแนวทางในการปรับปรุงวัสดุก่อสร้างที่สามารถลดต้นทุน มีมาตรฐานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: ดินขาว, เถ้าแกลบ, ปูนซีเมนต์, คอนกรีตบล็อก, กำลังอัด

Abstract

The objective of this research was to develop non-load-bearing concrete blocks from kaolin by using rice husk ash, a pozzolan material obtained from a power plant in Suphanburi province, instead of kaolin sourced from Ranong province, to reduce costs and pollution by utilizing local raw materials. This research tested substitution ratios of 0, 5, 10, 15, 20 and 25 percent by weight. It was found that using rice husk ash instead of kaolin reduces the density of kaolin concrete blocks. Additionally, kaolin concrete

blocks with 5 percent rice husk ash exhibited the highest compressive strength compared to other substitution ratios. When considering the qualifications of non-load-bearing concrete blocks by engineering standards such as compressive strength, water absorption, and length change, which have been certified by TIS. 58-2560, the mixtures that meet the criteria consisted of kaolin concrete blocks mixed with rice husk ash at ratios of 0, 5, 10 and 15 percent by weight. This research suggests methods to enhance construction materials, focusing on cost reduction, compliance with standards, and environmental friendliness.

Keywords: Kaolin, Rice husk ash, Cement, Concrete block, Compressive strength

1. บทนำ

เถ้าแกลบ (Rice Husk Ash) เป็นเถ้าที่ชาวไทยคุ้นเคยที่สุดเพราะประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการปลูกข้าวและมีแกลบจำนวนมากทุกๆ ปี ประมาณว่าในแต่ละปีจะมีแกลบที่เหลือจากการสีข้าวสารประมาณปีละ 5 ล้านตันและหากเผาแกลบทั้งหมดจะได้เถ้าแกลบประมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักแกลบหรือประมาณ 1 ล้านตันต่อปี แกลบบางส่วนมีการนำไปใช้เป็นส่วนผสมของอิฐมวลเบาและใช้เป็นเชื้อเพลิงเผาอิฐมวลเบา ใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานบางแห่งหรือนำไปใช้ในการผสมกับดินเพื่อการเกษตร นำไปสู่มไฟไถยนต์ หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงประกอบอาหารตามบ้านเรือน และท้ายที่สุดคือการเผาทิ้งเป็นต้น (ชัย, 2558) แต่ปัจจุบันในประเทศไทย เถ้าแกลบถือเป็นผลพลอยได้ที่มีคุณค่าของอุตสาหกรรมสีข้าว ซึ่งจังหวัดสุพรรณบุรีมีพื้นที่เกษตรกรรมมากโดยการปลูกข้าวคิดเป็นร้อยละ 39 ของพื้นที่ทำการเกษตร รวมไปถึงมีการสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลเพื่อปรับเปลี่ยนของเหลือจากการเกษตร เช่น แกลบ เป็นต้น มาเป็นพลังงานจึงทำให้มีเถ้าแกลบเหลือทิ้งในปริมาณมาก ทำให้มีการศึกษากำลักรวมถึงศักยภาพของเถ้าแกลบในการเป็นวัสดุก่อสร้างที่ยั่งยืน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้เป็นวัสดุประสานเสริมในคอนกรีตเนื่องจากมีปริมาณซิลิกาสูง การใช้งานในคอนกรีตสามารถปรับปรุงความแข็งแรงและความทนทาน (Padhi et al., 2018) ในขณะเดียวกันก็ช่วยลดของเสียและความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมได้ (Prasara-A & Gheewala., 2017)

คอนกรีตบล็อกดินขาว เป็นผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างที่ผ่านการศึกษาและพัฒนาขึ้นสำหรับใช้ก่อสร้างในชุมชน แหล่งดินขาว เช่น จังหวัดระนอง เป็นต้น (ประชุม, 2552) เพื่อลดต้นทุนค่าขนส่งวัตถุดิบจากภายนอกพื้นที่ จึงทำให้คอนกรีตบล็อกดินขาวเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีราคาถูกและเป็นที่ยอมรับในชุมชนอย่างรวดเร็ว จากความนิยมดังกล่าวชุมชนแหล่งดินขาวในจังหวัดระนอง จึงต้องการให้มีการพัฒนาคอนกรีตบล็อกดินขาวมีน้ำหนักเบาขึ้นโดยยังคงใช้วัตถุดิบภายในชุมชน และจากการสำรวจภายในชุมชนและพื้นที่ข้างเคียงพบว่า เถ้าแกลบเป็นวัสดุที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาให้น้ำหนักเบามากที่สุด เนื่องจากในพื้นที่แหล่งดินขาวส่วนใหญ่ยังมีการใช้แกลบที่เหลือจากการทำนาเผาเป็นเชื้อเพลิง (บรรยง, 2536) ประกอบกับงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการผสมเถ้าแกลบในคอนกรีต พบว่า เถ้าแกลบสามารถช่วยลดน้ำหนักและยังคงความแข็งแรงของคอนกรีตไว้ได้ (ณุกกร และคณะ, 2548; วันโชค และคณะ, 2552)

คอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักคือคอนกรีตบล็อกใช้สำหรับผนังที่ออกแบบไม่รับน้ำหนักบรรทุกใดๆ นอกจากน้ำหนักตัวเอง มีการศึกษาวิจัยมากมายเกี่ยวกับการใช้เถ้าแกลบในบล็อกคอนกรีตไม่รับน้ำหนักและมีการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าเถ้าแกลบสามารถนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพในอิฐไม่รับน้ำหนัก เช่น บล็อกทรายคอนกรีตและอิฐผสมดินเหนียว-ทราย-เถ้าแกลบ (Cook et al., 1977; Rahman, 1987) การศึกษาเหล่านี้พบว่าเถ้าแกลบสามารถปรับปรุงกำลังรับแรงอัดของบล็อกโดยแทนที่ส่วนประกอบซีเมนต์ได้มากถึงร้อยละ 60 นอกจากนี้การใช้เถ้าแกลบร่วมกับเถ้าลอยในบล็อกคอนกรีตได้แสดงให้เห็นว่าสามารถผลิตบล็อกน้ำหนักเบาและมีคุณสมบัติเป็นฉนวนความร้อนได้ดี (Salas et al., 1987) ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของการพัฒนาผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบจากโรงไฟฟ้าชีวมวล

งานวิจัยครั้งนี้มีเป้าประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบชนิดไม่รับน้ำหนักโดยแทนที่ดินขาวด้วยเถ้าแกลบ เพื่อศึกษาพฤติกรรมความหนาแน่น ค่ากำลังอัด การดูดซึมน้ำ และการเปลี่ยนแปลงความยาวของคอนกรีตบล็อก เปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.58-2560

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

2.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

- 1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
- 2) ดินขาวจากจังหวัดระนอง ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 16 แต่ค้างตะแกรงเบอร์ 200 มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.63 และมอดูลัสประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ ได้แก่ SiO_2 เท่ากับ ร้อยละ 43.1, Al_2O_3 เท่ากับ ร้อยละ 32.1 และอื่นๆ ร้อยละ 24.8
- 3) เถ้าแกลบดำจากโรงไฟฟ้าชีวมวลจังหวัดสุพรรณบุรี เเผาที่อุณหภูมิสูงกว่า 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 - 10 ชั่วโมง ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 16 แต่ค้างตะแกรงเบอร์ 200 มีค่าความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 1.9 - 2.3 และมอดูลัสประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ ได้แก่ SiO_2 เท่ากับ ร้อยละ 92.28 และอื่นๆ ร้อยละ 7.72
- 4) น้ำประปา
- 5) เครื่อง Universal Testing Machine (UTM)
- 6) เครื่องผสมคอนกรีตแบบอัตโนมัติ
- 7) เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล
- 8) เครื่องอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก ขนาด 70 x 190 x 390 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน มอก.58-2560
- 9) เครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM)

2.2 อัตราส่วนผสมของคอนกรีตบล็อก

อัตราส่วนผสมการแทนที่ดินขาวด้วยเถ้าแกลบร้อยละโดยน้ำหนักที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างของคอนกรีตบล็อกในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ : น้ำ : ดินขาว : เถ้าแกลบ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมการแทนที่ดินขาวด้วยเถ้าแกลบร้อยละโดยน้ำหนักของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบ

อัตราส่วนที่	ส่วนผสมคอนกรีตบล็อก (ร้อยละโดยน้ำหนัก)			
	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์	น้ำ	ดินขาว	เถ้าแกลบ
1	1	2.2	10	0
2	1	2.2	9.5	0.5
3	1	2.2	9.0	1.0
4	1	2.2	8.5	1.5
5	1	2.2	8.0	2.0
6	1	2.2	7.5	2.5

2.3 การขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบ

เตรียมส่วนผสมตามปริมาณที่กำหนดไว้ดังตารางที่ 1 จากนั้นนำวัสดุประสาน (ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์, ดินขาว, เถ้าแกลบ และน้ำ) มาใส่ลงในเครื่องผสมคอนกรีตและคลุกเคล้าให้เข้ากันก่อนนำไปขึ้นรูป (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 การผสมส่วนผสมสำหรับขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก

ทำการขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก ขนาด 70 x 190 x 390 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน มอก.58-2560 ด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 การขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปคอนกรีตบล็อก

2.4 การทดสอบสมบัติของคอนกรีตบล็อก

นำคอนกรีตบล็อกที่ขึ้นรูปได้ไปบ่มในอากาศ ที่อายุ 7, 14, 21 และ 28 วัน แล้วจึงนำคอนกรีตบล็อกนั้นๆ มาทำการวัดขนาดและชั่งน้ำหนัก เพื่อทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลตามที่กำหนดในมาตรฐาน มอก. 58-2560 (สมอ., 2560) และ มอก.109-2517 (สมอ., 2517) โดยใช้ตัวอย่างคอนกรีตบล็อก จำนวน 10 ก้อน ต่อ 1 อัตราส่วน สำหรับการทดสอบแต่ละครั้งในทุกช่วงอายุ ได้แก่

- 1) ทดสอบการดูดซึมน้ำ ตามมาตรฐาน มอก.58-2560 ที่อายุ 14 วัน
- 2) ทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาวหรือการหดตัวแห้ง ตามมาตรฐาน มอก.58-2560 ที่อายุ 14 วัน
- 3) ทดสอบกำลังอัด ตามมาตรฐาน มอก.58-2560 ที่อายุ 7, 14, 21 และ 28 วัน ดังรูปที่ 3

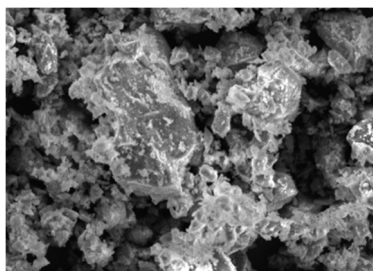


รูปที่ 3 การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบ (โดยไม่เคลือบผิวบน-ล่าง)

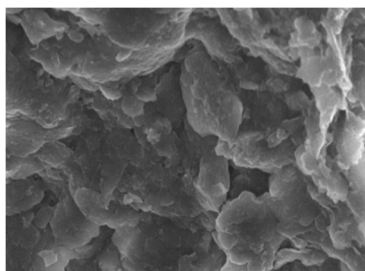
3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 ลักษณะทางกายภาพของวัสดุดิบ

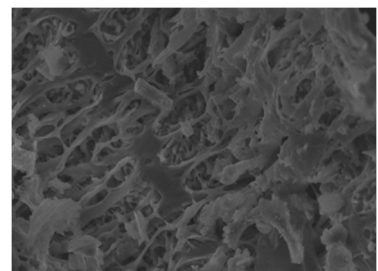
ลักษณะทางกายภาพของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์, ดินขาวจากจังหวัดระนอง, เถ้าแกลบโรงไฟฟ้าจังหวัดสุพรรณบุรี เมื่อนำไปถ่ายภาพด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) พบว่า ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (รูปที่ 4ก.) มีลักษณะรูปร่างเป็นเหลี่ยมมุม ผิวขรุขระ และมีเนื้อแน่น ในขณะที่ดินขาว (รูปที่ 4ข.) มีลักษณะรูปร่างไม่แน่นอน และผิวขรุขระ ส่วนเถ้าแกลบ (รูปที่ 4ค.) มีรูปร่างไม่แน่นอน ผิวเรียบ และมีความพรุนสูง



ก. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์



ข. ดินขาว

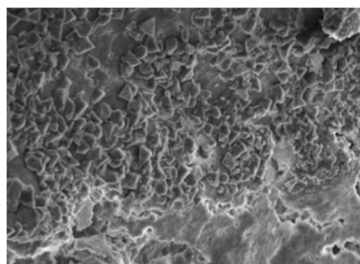


ค. เถ้าแกลบ

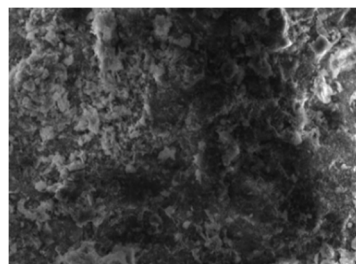
รูปที่ 4 ภาพถ่ายวัสดุชนิดต่างๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า

3.2 ลักษณะเนื้อคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบ

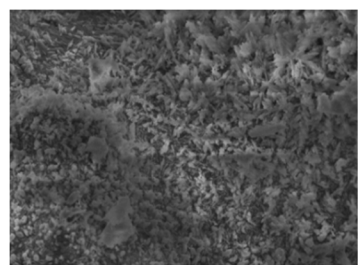
เมื่อนำคอนกรีตบล็อกดินขาวที่ผสมเถ้าแกลบอัตราส่วนต่างๆ ไปศึกษาลักษณะทางกายภาพด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) พบว่า เมื่อคอนกรีตบล็อกดินขาวมีการผสมเถ้าแกลบในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความแน่นของเนื้อคอนกรีตบล็อกลดลง เห็นได้จากรูปที่ 5 ซึ่งคอนกรีตบล็อกดินขาวเริ่มมีปริมาณช่องว่างเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ



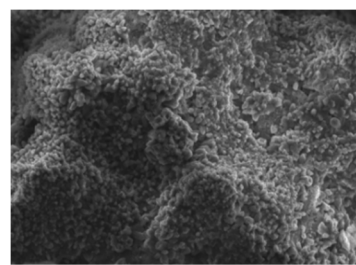
ก. คอนกรีตบล็อกดินขาว



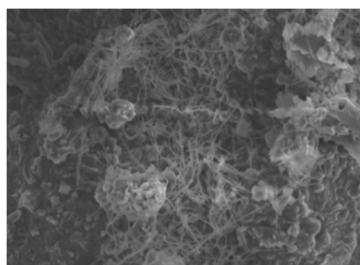
ข. คอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบร้อยละ 5



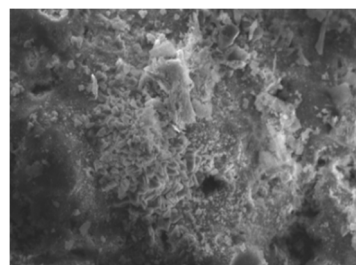
ค. คอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบร้อยละ 10



ง. คอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบร้อยละ 15



จ. คอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบร้อยละ 20

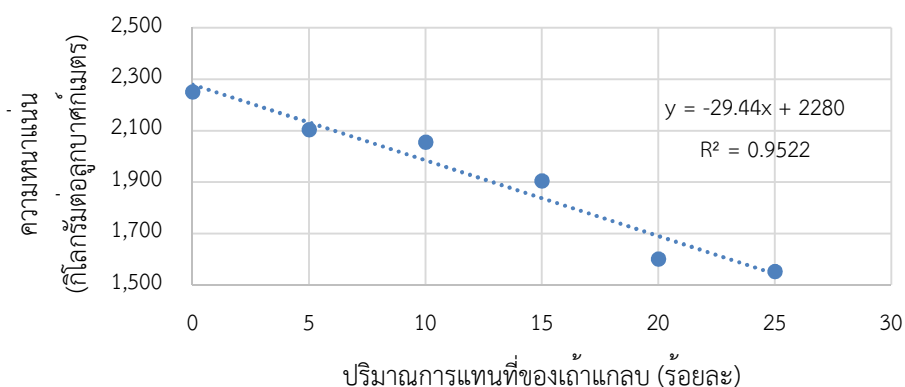


ฉ. คอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบร้อยละ 25

รูปที่ 5 ภาพถ่ายคอนกรีตบล็อกดินขาวที่ผสมเถ้าแกลบอัตราส่วนต่างๆ อายุ 28 วัน ด้วย SEM
ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า

3.3 ความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบ

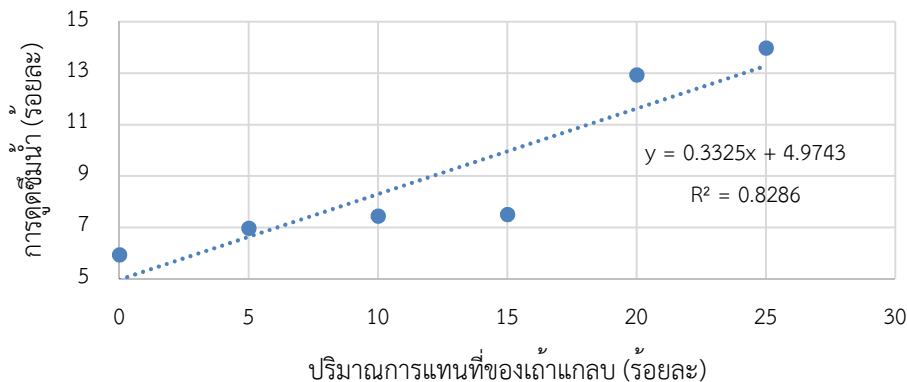
จากการทดสอบความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกดินขาวที่มีการแทนที่ดินขาวด้วยเถ้าแกลบ ซึ่งเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบาขึ้น สามารถสรุปเป็นความหนาแน่นได้ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนการแทนที่ของเถ้าแกลบต่างๆ

จากรูปที่ 6 พบว่า คอนกรีตบล็อกดินขาวที่มีการผสมแทนที่ด้วยเถ้าแกลบในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25 โดยน้ำหนักตามลำดับ ทำให้แนวโน้มความหนาแน่นของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบลดลงตามลำดับและมีค่าที่ต่ำกว่าคอนกรีตบล็อกดินขาวที่ไม่ผสมเถ้าแกลบอย่างชัดเจน เนื่องจากลักษณะเฉพาะของเถ้าแกลบที่น้ำหนักเบาและมีความพรุนสูงกว่าดินขาวจากการประสานยึดเกาะตัวกัน จึงทำให้คอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบเกิดการเพิ่มปริมาณช่องว่างของอากาศและมีน้ำหนักเบากว่าคอนกรีตบล็อกดินขาวปกติ

3.4 การดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบ

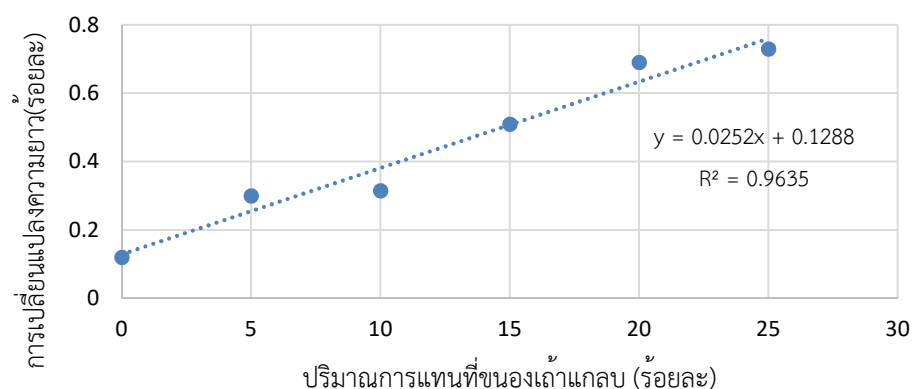


รูปที่ 7 การดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนต่างๆ

เมื่อนำคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนต่างๆไปทดสอบการดูดซึมน้ำ สามารถแสดงผลทดสอบได้ดังรูปที่ 7 พบว่า การดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกดินขาวปกติมีปริมาณใกล้เคียงกับคอนกรีตบล็อกดินขาวที่ผสมเถ้าแกลบในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10 และ 15 แต่เมื่อเพิ่มปริมาณการแทนที่เถ้าแกลบร้อยละ 20 และ 25 พบการดูดซึมน้ำที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการอัดตัวของเถ้าแกลบที่เพิ่มมากขึ้นอยู่ในข้อจำกัดของขนาดก้อนตัวอย่างจึงอาจทำให้มีปริมาณช่องว่างและความพรุนมากทำให้เกิดการดูดซึมน้ำที่มาก ทั้งนี้คอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบทุกอัตราส่วนก็มีค่าการดูดซึมน้ำที่ต่ำกว่าร้อยละ 25 ทั้งหมด ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่ยอมให้ของมาตรฐาน มอก.58-2560

3.5 การเปลี่ยนแปลงความยาว

ผลจากการทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาวหรือการหดตัวแห้งของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนต่างๆ สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 8

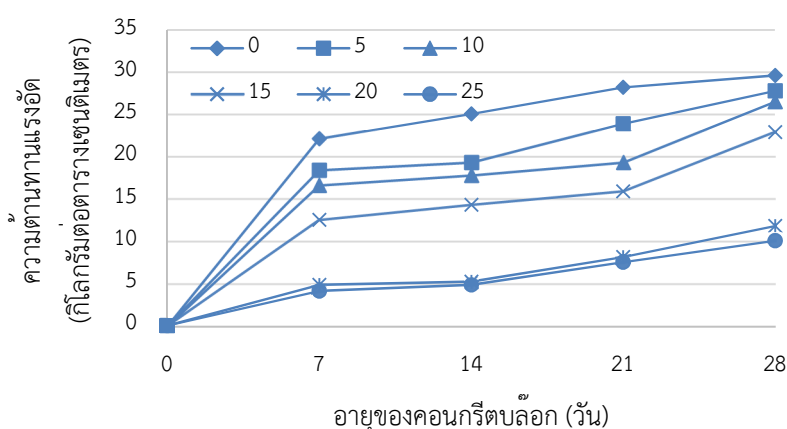


รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงความยาวของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนการแทนที่ของเถ้าแกลบ

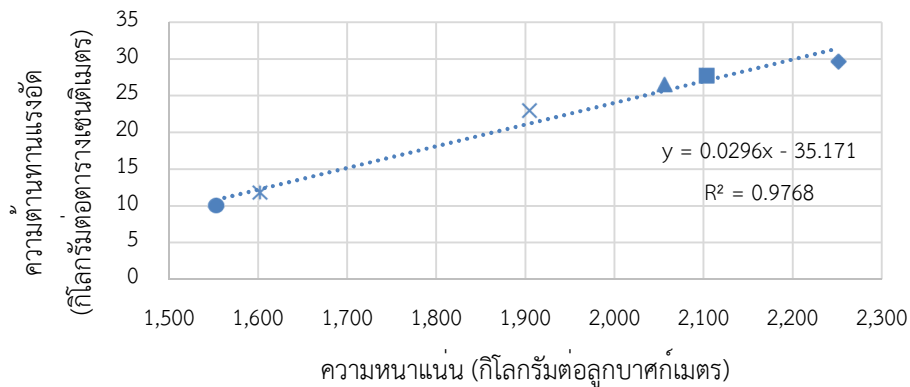
เมื่อทดสอบการเปลี่ยนแปลงความยาวของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบ พบว่า การเปลี่ยนแปลงความยาวในคอนกรีตบล็อกดินขาวปกติมีค่าไม่แตกต่างกันมากเมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงความยาวของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบ จากลักษณะเนื้อของคอนกรีตบล็อกดินขาวมีการจับตัวที่แน่นกว่าคอนกรีตบล็อกดินขาวที่ผสมเถ้าแกลบทุกอัตราส่วนทำให้การเปลี่ยนแปลงความยาวมีไม่มาก ทั้งนี้คอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบอาจจะเกิดการขยายตัวจากการยึดเกาะตัวที่ไม่ดีพอทำให้ลักษณะของความยาวก่อนตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลง

3.6 กำลังอัดของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบ

ผลจากการทดสอบกำลังอัดหรือความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 9 ซึ่งพบว่า คอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบมีการพัฒนาค่าต้านทานแรงอัดดีขึ้นตามลำดับอายุ โดยค่าต้านทานแรงอัดสูงสุดที่อายุ 28 วัน ของอัตราส่วนผสมเถ้าแกลบร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25 มีค่ากำลังอัดเท่ากับ 27.8, 26.5, 22.9, 11.8 และ 10.05 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรตามลำดับ ทั้งนี้คอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบทุกอัตราส่วนมีค่าต้านทานแรงอัดน้อยกว่าคอนกรีตบล็อกดินขาวปกติที่มีค่ากำลังอัดเท่ากับ 29.6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แต่เมื่อเทียบค่ากำลังอัดกับค่ามาตรฐานของคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนัก (มอก.58-2560) เห็นได้ว่า คอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนร้อยละ 5 และ 10 โดยน้ำหนัก ที่อายุ 28 วัน มีค่ากำลังอัดสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด กล่าวคือ มีค่ากำลังอัดเฉลี่ยที่อายุ 28 วัน สูงกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ทั้งนี้การผสมเถ้าแกลบแทนที่ดินขาวส่งผลต่อค่าความหนาแน่นและค่ากำลังอัดที่ลดลงอย่างชัดเจนดังรูปที่ 10 เนื่องจากรูพรุนของเถ้าแกลบที่มีส่วนต่อพื้นที่รับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกดินขาวที่ลดลง



รูปที่ 9 ความต้านทานแรงอัดของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนการแทนที่ของเถ้าแกลบ



รูปที่ 10 ความต้านทานแรงอัดเฉลี่ย 28 วัน ของคอนกรีตบล็อกดินขาวผสมเถ้าแกลบกับปริมาณความหนาแน่นที่ อัตราส่วนการแทนที่ของเถ้าแกลบ

4. วิจัยและสรุปผลการศึกษา

การศึกษาคูสมบัติของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่ผลิตจากส่วนผสมของดินขาวและเถ้าแกลบอันเป็น ผลพลอยได้จากการสีข้าว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบทั้งต่อลักษณะทางกายภาพและทางกลของคอนกรีตบล็อก ที่เกิดขึ้นจากการผสมเถ้าแกลบลงในคอนกรีตบล็อกดินขาวพบว่าปริมาณเถ้าแกลบที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลต่อลักษณะผิวภายนอก ของคอนกรีตบล็อกดินขาวที่เรียบและมีสีเข้มมากกว่าปกติ

ผลการวิจัยการทดสอบดินขาวด้วยเถ้าแกลบ ยังแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่าเถ้าแกลบทำให้ความหนาแน่นของ คอนกรีตบล็อกดินขาวลดลงอีกทั้งยังส่งผลต่อกำลังอัดที่ลดลงด้วยเช่นกัน ซึ่งตามมาตรฐาน มอก.58-2560 อัตราการดูดซึมน้ำ ความเสถียรของมิติที่ผ่านเกณฑ์ และค่ากำลังรับแรงอัดสูงที่สุดในบรรดาอัตราส่วนที่ทดสอบ คือ คอนกรีตบล็อกดินขาว ที่ผสมเถ้าแกลบร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

งานวิจัยนี้เน้นย้ำถึงศักยภาพของเถ้าแกลบและดินขาวเป็นสารผสมเพิ่มในการผลิตวัสดุผสมซีเมนต์ได้ ส่งเสริม การใช้ของเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อมาใช้ในการก่อสร้างและมีส่วนช่วยในการพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ หน่วยวิจัยวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี และสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่สนับสนุน งบประมาณและเครื่องจักรในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ชัย จาตุรพิทักษ์กุล. (2558). เถ้าจากโรงงานอุตสาหกรรม : วัสดุปอชโซลานที่ดีสำหรับงานคอนกรีต. *วารสารคอนกรีต*, 9. ญกร พยัคฆพงษ์, อีรเดช วงศ์พินิตวัฒนา, วรณ พัตถักดี และวิทยา ปิยะวงศ์. (2548). การศึกษากำลังอัดของคอนกรีตผสม ดินขาวเฝ้าหรือเถ้าแกลบ. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทที่ไม่มีการตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บรรยง แบบประเสริฐ. (2536). ดินขาวและประโยชน์. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ*, 41(133), 9-11.

- ประชุม คำพูน, สมเกียรติ รุ่งทองใบสุรีย์ และกิตติพงษ์ สุวีโร. (2552). คอนกรีตบล็อกโดยใช้ดินขาวจากจังหวัดอุดรดิตถ์เป็นส่วนผสม. รายงานการประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 5 (หน้า MAT 226-231). สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย.
- วันโชค เครือหงษ์, เติมชัย ชื่นตา, ธีรวัฒน์ สิ้นศิริ และ ชัย จาตุรพิทักษ์กุล. (2552). ปฏิกริยาปอซโซลานของเถ้าแกลบและเถ้าปาล์มน้ำมันต่อโครงสร้างขนาดเล็กของซีเมนต์เพสต์ผสม. รายงานการประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 5 (หน้า MAT 136-143). สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. (2517). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต (มอก.109-2517)**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. (2560). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกแบบไม่รับน้ำหนัก (มอก. 58-2560)**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- Cook, D. J., Pama, R. P., & Paul, B. K. (1977). Rice husk ash-lime-cement mixes for use in masonry units. **Building and Environment**, 12(4), 281-288. [https://doi.org/10.1016/0360-1323\(77\)90031-2](https://doi.org/10.1016/0360-1323(77)90031-2)
- Padhi, R. S., Patra, R. K., Mukharjee, B. B., & Dey, T. (2018). Influence of incorporation of rice husk ash and coarse recycled concrete aggregates on properties of concrete. **Construction and Building Materials**, 173, 289-297. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2018.11.138>
- Prasara-A, J., & Gheewala, S. H. (2017). Sustainable utilization of rice husk ash from power plants: A review. **Journal of cleaner production**, 167, <https://doi.org/1020-1028>. 10.1016/J.JCLEPRO.2016.11.042
- Rahman, M. A. (1987). Use of rice husk ash in sandcrete blocks for masonry units. **Materials and Structures**, 20, 361-366. <https://doi.org/10.1007/BF02472582>
- Salas, J., Alvarez, M., & Veras, J. (1987). Rice husk and fly ash concrete blocks. **International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete**, 9(3), 177-182. [https://doi.org/10.1016/0262-5075\(87\)90051-0](https://doi.org/10.1016/0262-5075(87)90051-0)