ปรับปรุงสมบัติเชิงกลของบล็อกประสานด้วยวัสดุชีวภาพที่เหลือทิ้ง

Improving the Mechanical Properties of Interlocking Blocks Using Bio-waste materials

สุดนิรันดร์ เพชรัตน์[1,*] รุงอรุณ บุญถ่าน, รุ่งโรจน์ ฤกษ์หร่าย[2] ปกรณ์ภัทร บุดชา[3] และ อิทธิพร ศิริสวัสดิ์[4]

[1,4]ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ นครนายก 26120
[2]ศูนย์แห่งความยอดเยี่ยมทางวิศวกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ นครนายก 26120
[3]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ นครนายก 26120
**Corresponding author; E-mail address: sudniran@g.swu.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดน้ำหนักบล็อกประสานด้วยวัสดุชีวภาพที่เหลือทิ้ง และพัฒนาให้มีสมบัติทางวิศวกรรม ตามมาตรฐาน มผช. 602/2547 ประเภทอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาให้เป็นวัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงาน ขั้นตอนการวิจัยเริ่มจากผลิตบล็อกประสานด้วยดิน ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และน้ำ จากนั้นปรับปรุงสมบัติด้วยวัสดุชีวภาพเหลือทิ้ง 5 ชนิด คือ กระดาษเหลือทิ้ง ขุยมะพร้าว ฟาง แกลบ และแกลบละเอียด ทดสอบสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 109-2517 ประกอบด้วย การดูดกลืนน้ำ ความหนาแน่นแห้ง และความต้านแรงอัด จากการทดสอบ พบว่า บล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยแกลบละเอียดด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 : ดิน : แกลบละเอียด เท่ากับ 1:2:0.5 และปริมาณความชื้น 14.29% เป็นตัวอย่างที่มีสมบัติตามมาตรฐานประเภทอิฐบล็อกประสาน ชนิดไม่รับน้ำหนัก โดยมีความต้านแรงอัด 3.6 เมกะปาสคาล มีการดูดกลืนน้ำ 245 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความหนาแน่นแห้ง 1,286 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีน้ำหนักน้อยกว่าบล็อกประสาน 27.06% จากผลวิจัยสรุปได้ว่าการปรับปรุงสมบัติของบล็อกประสานด้วยแกลบละเอียดทำให้บล็อกประสานมีน้ำหนักเบา สามารถใช้เป็นวัสดุก่อตามเกณฑ์มาตรฐาน และเหมาะสมที่จะพัฒนาให้เป็นวัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงานต่อไป

คำสำคัญ: บล็อกประสาน, วัสดุชีวภาพที่เหลือทิ้ง, วัสดุก่อสร้าง

Abstract

The objective of this research aimed to reduce the weight of interlocking blocks using bio-waste materials and condition them to reach the properties according to the TCPS 602/2547 standard for non-load baring interlocking blocks and further develop them as energy efficient construction material. The research methodology began with producing soil-cement interlocking blocks using Type 1 Portland cement and water then adding 5 types of bio-waste materials including paper, coconut coir dust, straw, husk and fine husk into the mixture for the experiment. The properties of the interlocking blocks were tested according to TIS 109-2517 which includes water absorption, dry density and compressive strength. Research results found the formula for interlocking block improved with fine husk and the ratio by weight between Portland Cement Type 1: soil: fine husk of 1:2:0.5 at the moisture content of 14.29% resulted in interlocking blocks with the standard properties for non-load baring interlocking blocks. The resultant interlocking block produced has the compressive strength of 3.6 MPa, absorption capacity of 245 kg/m^3, dry density of 1,286 kg/m^3 and weighs 27.06% less. The result of the research concluded that improving interlocking blocks with fine husk produced light weight blocks with proper engineering properties according to standard criteria and therefore further development of the material as energy efficient construction material was appropriate.

Keywords: Interlocking Blocks, Bio-waste Materials, Construction Material

1. คำนำ

การอนุรักษ์พลังงานเป็นสิ่งที่นานาประเทศทั่วโลกต่างตระหนักถึงความสำคัญและกำหนดนโยบายสนับสนุนการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพเพื่อลดภาระในการลงทุนเพื่อจัดหาพลังงานและผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม สำหรับประเทศไทยมีพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ฉบับแรกในปี พ.ศ.2535 และแก้ไขเพิ่มเติมในปี พ.ศ. 2550 โดยมุ่งเน้นให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม ซึ่งเป็นอาคารขนาดใหญ่และจัดเป็นสิ่งก่อสร้างที่รองรับกิจกรรมและการลงทุนทางเศรษฐกิจที่ก่อให้เกิดการใช้พลังงานมหาศาล และทำให้เกิดการดูดซับพลังงานความร้อนทำให้โล กมีอุณหภูมิสูงขึ้น พระราชบัญญัติฯ ฉบับนี้กำหนดให้อาคารควบคุมต้อง

ออกแบบเพื่ออนุรักษ์พลังงาน โดยค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างต้องอยู่ในเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวง [1]

การเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่มีสมบัติในการป้องกันความร้อนที่ดีช่วยลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารให้อยู่ในเกณฑ์ที่กฎกระทรวงกำหนด แต่วัสดุก่อสร้างวัสดุที่มีสมบัติในการป้องกันความร้อนที่ดีมักมีราคาแพง [2] จึงมีงานวิจัยเพื่อพัฒนาวัสดุก่อสร้างให้มีสมบัติในการป้องกันความร้อนที่ดีและมีราคาถูก ด้วยวิธีเพิ่มส่วนผสมของวัสดุก่อสร้างด้วยวัสดุเหลือทิ้งที่มีสมบัติเป็นฉนวน และน้ำหนักเบา เช่น หญ้าแฝกหรือเศษไม้ไผ่ [3] ซังข้าวโพด [4] และฟางข้าว [5] ซึ่งวัสดุเหล่านี้ช่วยเพิ่มสมบัติการเป็นฉนวนและลดน้ำหนักของวัสดุก่อสร้างได้ดี แต่มีข้อจำกัดในเรื่องความต้านแรงอัด และส่วนใหญ่ยังมีข้อจำกัดในการก่อสร้างที่ต้องใช้เทคนิคเฉพาะ

บล็อกประสาน (Interlocking Block) หรืออิฐดินซีเมนต์ (Soil Cement Block) เป็นวัสดุก่อสร้างทางเลือกที่ช่วยลดต้นทุนก่อสร้างประมาณร้อยละ 15 - 20 ของอาคารที่มีพื้นที่ในการใช้สอยเท่ากัน [6] เนื่องจากสามารถวางซ้อนกันได้โดยไม่ต้องใช้ปูนซีเมนต์ในการก่อ จึงลดระยะเวลาก่อสร้าง ลดวัสดุก่อสร้าง และลดค่าแรงในการก่อสร้าง นอกจากนี้ บล็อกประสานยังเป็นวัสดุก่อสร้างที่ผลิตในรูปแบบอุตสาหกรรมในครัวเรือน ที่ไม่เกิดของเหลือทิ้งและไม่ใช้พลังงานในการเผา จึงเป็นกระบวนการผลิตที่อนุรักษ์พลังงาน แต่บล็อกสานเป็นวัสดุก่อที่มีมวลมาก มีค่าความจุความร้อนสูง จึงไม่จัดเป็นวัสดุสมัยใหม่ที่อนุรักษ์พลังงาน

งานวิจัยนี้ จึงกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อลดน้ำหนักของบล็อกประสานด้วยวัสดุชีวภาพที่เหลือทิ้ง และพัฒนาให้มีสมบัติทางวิศวกรรมที่ดี เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาให้เป็นวัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงาน โดยในเบื้องต้นได้ทดลองปรับปรุงสมบัติของบล็อกประสานด้วยวัสดุชีวภาพที่เหลือทิ้งที่มีสมบัติเป็นฉนวน 5 ชนิด คือ กระดาษเหลือทิ้ง ขุยมะพร้าว ฟาง แกลบ และแกลบละเอียด (วัสดุเหลือทิ้งจากเครื่องสีข้าวขนาดเล็กที่ใช้ในครัวเรือน) เนื่องจากเป็นวัสดุที่หาง่าย และน้ำหนักเบา ทดสอบสมบัติของบล็อกประสานตามมาตรฐาน มอก.109-2517 คือ ทดสอบความต้านแรงอัด ความหนาแน่นแห้ง และการดูดกลืนน้ำ โดยประเมินผลทดสอบตามมาตรฐาน มผช. 602/2547 งานวิจัยนี้ เป็นการลดปริมาณขยะที่เข้าสู่กระบวนการกำจัด และลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดกระบวนการผลิต

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการปรับปรุงสมบัติของอิฐบล็อกประสานด้วยวัสดุชีวภาพที่เหลือทิ้งที่ไม่ใช้สารเคมีเป็นสารผสมเพิ่มในกระบวนการผลิต โดยวัสดุการวิจัย การผลิตตัวอย่างบล็อกประสาน และการทดสอบและการวิเคราะห์ผล แสดงในข้อที่ 2.1-2.3 ตามลำดับ

2.1 วัสดุการวิจัย

วัสดุสำหรับผลิตบล็อกประสาน คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 น้ำ ดิน และวัสดุชีวภาพเหลือทิ้ง 5 ชนิด คือ กระดาษเหลือทิ้ง ขุยมะพร้าว ฟาง แกลบ และแกลบละเอียดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากเครื่องสีข้าวขนาดเล็กที่ใช้ในครัวเรือน

ดินเป็นวัสดุหลักในการผลิตบล็อกประสาน สำหรับการวิจัยนี้ ใช้ดินจากแหล่งดินในจังหวัดนครราชสีมามีสีแดง ร่วน ละเอียด ดังรูปที่ 1 และมีสมบัติดังตารางที่ 1

ในเบื้องต้นประเมินความเหมาะสมของดินด้วยการเปรียบเทียบกับมาตรฐานกรมทางหลวง มาตรฐานที่ ทล.-ม.206/2532 มาตรฐานรองพื้นทางดินซีเมนต์ พบว่า ดินตัวอย่างมีค่าพิกัดเหลว 36.1% 3. และค่าดัชนีความเป็นพลาสติก 11.3% ซึ่งทั้งสองค่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (มาตรฐานกำหนดค่าพิกัดเหลวไม่เกิน 40% และค่าดัชนีความเป็นพลาสติกไม่เกิน 20%) ดินตัวอย่างมีขนาดเม็ดโตที่สุดไม่เกิน 9.510 มิลลิเมตร และมีส่วนที่ผ่านตระแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร ร้อยละ 0.56 โดยน้ำหนัก (มาตรฐานกำหนดให้วัสดุมวลรวมมีขนาดเม็ดโตที่สุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร และมีส่วนที่ผ่านตระแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) ไม่เกินร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก) ดังนั้น ดินตัวอย่างนี้จึงมีสมบัติเหมาะสมต่อการเป็นวัสดุในการผลิตบล็อกประสานตามมาตรฐานรองพื้นทางดินซีเมนต์

รูปที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของดินที่ใช้ผลิตบล็อกประสาน

ตารางที่ 1 สมบัติของดินตัวอย่าง

Engineering Property	Test Results
1. ค่าพิกัดเหลว (Liquid Limit; L.L)	36.1%
2. พิกัดพลาสติก (Plastic Limit; P.L.)	24.7%
3. ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plastic Index; P.I.)	11.3%
4. ปริมาณความชื้นที่ความหนาแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content; OMC)	9.2 %
5. ความหนาแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density; λ_{dmax})	1.784 g/cm^3
6. เม็ดดินขนาดโตที่สุด	< 9.510 mm.
7. มวลส่วนที่ผ่านตระแกรงเบอร์ 200	0.56 %

การเตรียมวัสดุชีวภาพเหลือทิ้งให้มีลักษณะทางกายภาพเหมาะสมกับการเป็นวัสดุผสมทดแทนดินในการผลิตบล็อกประสาน ดังนี้ กระดาษเหลือทิ้ง ต้องฉีกให้มีขนาดเล็ก แช่น้ำสองวัน และบีบน้ำออก กระดาษเหลือทิ้งที่ใช้เป็นวัสดุผสมจึงมีลักษณะเปียก ดังรูปที่ 2 ขุยมะพร้าวต้องมีการฉีก และสับย่อยให้เล็กละเอียด ลักษณะดังรูปที่ 3 ฟางต้องสับให้มีความยาวไม่เกิน 2 นิ้ว ลักษณะดังรูปที่ 4 ส่วนแกลบและแกลบละเอียดตามสภาพเดิมสามารถใช้เป็นวัสดุผสมได้ ดังรูปที่ 5-6 ตามลำดับ

รูปที่ 2 กระดาษเหลือทิ้งที่ผ่านการแช่น้ำสองวัน

รูปที่ 3 ขุยมะพร้าว

รูปที่ 4 ฟางสับ

รูปที่ 5 แกลบ

รูปที่ 6 แกลบละเอียด (จากเครื่องสีข้าวขนาดเล็กที่ใช้ในครัวเรือน)

2.2 การผลิตตัวอย่างบล็อกประสาน

การผลิตตัวอย่างบล็อกประสาน และบล็อกประสานที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยวัสดุชีวภาพที่เหลือทิ้ง 5 ชนิด คือ กระดาษเหลือทิ้ง ขุยมะพร้าว ฟางข้าว แกลบ และแกลบละเอียด มีขั้นตอนการผลิตดังนี้

1. ตากดินให้แห้ง
2. ชั่งน้ำหนัก ดิน ปูนซีเมนต์ และวัสดุเหลือทิ้งตามที่กำหนด โดยเตรียมส่วนผสมทั้งหมดไว้ในถาดผสม
3. ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน หลังจากนั้นเติมน้ำและผสมส่วนผสมให้เข้ากัน ขั้นตอนนี้ต้องระวังอย่างมากที่จะไม่เติมน้ำในส่วนผสมปริมาณมากเกินไป เนื่องจากทำให้อัดขึ้นรูปไม่ได้ โดยต้องสังเกตจากเวลาที่ปั้นส่วนผสมต้องไม่มีน้ำซึมออกมา
4. นำส่วนผสมทั้งหมดมาอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดบล็อกประสาน
5. บ่มตัวอย่าง โดยผึ่งตัวอย่างในที่ร่ม 1 วัน จากนั้นพรมด้วยน้ำให้ชุ่ม นำตัวอย่างใส่ถุงพลาสติก วางไว้ในที่ร่ม 28 วัน

2.3 การทดสอบและการวิเคราะห์ผล

ทดสอบสมบัติของบล็อกประสาน คือ การดูดกลืนน้ำ ความหนาแน่นแห้ง และความต้านแรงอัด ตามมาตรฐาน มอก.109-2517 วิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต โดยทดสอบตัวอย่างละ 5 ก้อนต่อการทดสอบ วิเคราะห์ผลด้วยการเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน อิฐบล็อกประสาน (มาตรฐาน มผช.602/2547) โดยความต้านแรงอัดของอิฐชนิดรับน้ำหนัก ต้องไม่น้อยกว่า 7 เมกะปาสคาล ส่วนอิฐชนิดไม่รับน้ำหนัก ค่าความต้านแรงอัดไม่น้อยกว่า 2.5 เมกะปาสคาล และสมบัติการดูดกลืนน้ำ ดังตารางที่ 2

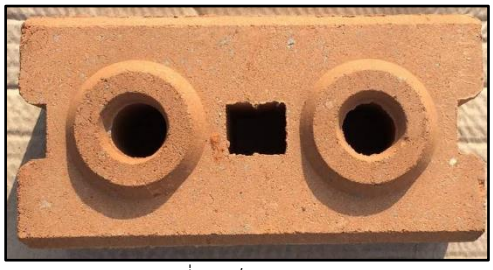
ตารางที่ 2 การดูดกลืนน้ำของอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602/2547

น้ำหนักอิฐบล็อกประสานเมื่ออบแห้ง (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	การดูดกลืนน้ำสูงสุดเฉลี่ยจากอิฐบล็อกประสาน 5 ก้อน (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
1,680 และน้อยกว่า	288
1,681 ถึง 1,760	272
1,761 ถึง 1,840	256
1,841 ถึง 1,920	240
1,921 ถึง 2,000	224
มากกว่า 2,000	208

3. ผลการทดสอบ

3.1 ผลการทดสอบหาอัตราส่วนในการผลิตบล็อกประสาน

ผลิตบล็อกประสานให้มีสมบัติตามมาตรฐาน มผช.602/2547 ประเภทอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก ซึ่งจากการทดลอง พบว่า การผลิตบล็อกประสาน 1 ก้อน ด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนประเภท 1 น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ดิน 4.5 กิโลกรัม ปริมาณความชื้นร้อยละ 10 ของมวลรวม สามารถผลิตบล็อกประสานให้มีลักษณะทางกายภาพที่ดี ดังรูปที่ 7 มีความต้านแรงอัด 8.00 เมกะปาสคาล ความหนาแน่นแห้ง 1,763 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และการดูดกลืนน้ำ 239 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก (จากตารางที่ 2 น้ำหนักเมื่ออบแห้ง 1,761 - 1,840 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าการดูดกลืนน้ำไม่เกิน 256 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)



รูปที่ 7 บล็อกประสาน

การผลิตบล็อกประสานปรับปรุงด้วยวัสดุเหลือทิ้งนั้นใช้ปูนซีเมนต์ 1 กิโลกรัมทุกเงื่อนไขการทดลอง (เท่ากับผลิตบล็อกประสาน) ส่วนปริมาณวัสดุเหลือทิ้งในส่วนผสมนั้น พิจารณาจากเงื่อนไขที่สามารถผสมวัสดุเหลือทิ้งทดแทนดินได้มากที่สุด ที่ทำให้บล็อกประสานมีลักษณะทางกายภาพที่ดี เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการลดน้ำหนัก โดยหากเป็นกรณีที่มีวัสดุเหลือทิ้งในส่วนผสมมากเกินไปทำให้อัดขึ้นรูปไม่ได้ และอาจมีการแตกร้าวหรือแตกร่วน ภายหลังการอัดขึ้นรูป ลักษณะดังรูปที่ 8 ซึ่งเป็นตัวอย่างบล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยแกลบ 0.5 กิโลกรัม ซึ่งปริมาณแกลบมากเกินไปจนวัสดุประสานไม่สามารถกระจายได้ทั่วก้อน จึงแตกร่วนภายหลังการขึ้นรูป

ทั้งนี้ จากการทดลองสามารถผลิตบล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยวัสดุเหลือทิ้งด้วยส่วนผสมดังตารางที่ 3 ซึ่งบล็อกประสานที่ได้มีลักษณะทางกายภาพที่ดี ดังรูปที่ 9-13 ตามลำดับ

รูปที่ 8 บล็อกประสานปรับปรุงด้วยแกลบที่แตกร่วนภายหลังการอัดขึ้นรูป

ตารางที่ 3 ส่วนผสมในการผลิตบล็อกประสานหนึ่งก้อน

ตัวอย่าง	น้ำหนักของส่วนผสม (กิโลกรัม)			
	ดิน	วัสดุเหลือทิ้ง	ปูนซีเมนต์	น้ำ
บล็อกประสาน	4.5	0	1	0.55
บล็อกประสานปรับปรุงด้วยกระดาษเหลือทิ้ง	2	1	1	n
บล็อกประสานปรับปรุงด้วยขุยมะพร้าว	1	0.5	1	0.5
บล็อกประสานปรับปรุงด้วยฟาง	2	0.1	1	0.55
บล็อกประสานปรับปรุงด้วยแกลบหยาบ	2.5	0.2	1	0.7
บล็อกประสานปรับปรุงด้วยแกลบละเอียด	2	0.5	1	0.5

รูปที่ 9 บล็อกประสานปรับปรุงด้วยกระดาษเหลือทิ้ง 1 กิโลกรัม (น้ำหนักกระดาษเปียก)

รูปที่ 10 บล็อกประสานปรับปรุงด้วยขุยมะพร้าว 0.5 กิโลกรัม

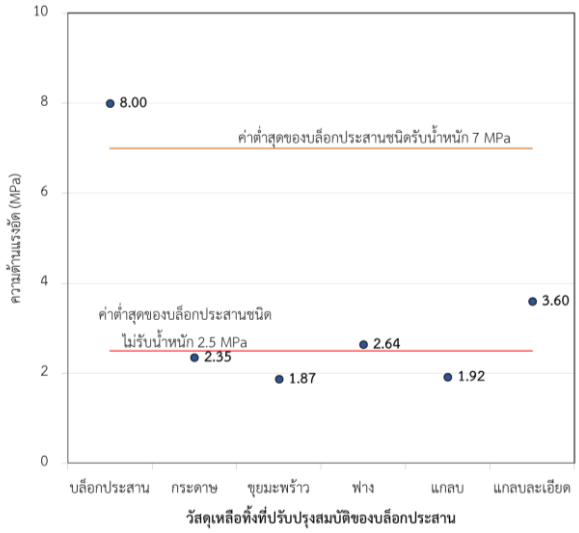
รูปที่ 11 บล็อกประสานปรับปรุงด้วยฟาง 0.1 กิโลกรัม

รูปที่ 12 บล็อกประสานปรับปรุงด้วยแกลบ 0.2 กิโลกรัม

รูปที่ 13 บล็อกประสานปรับปรุงด้วยแกลบละเอียด 0.5 กิโลกรัม

3.2 การวิเคราะห์สมบัติบล็อกประสานปรับปรุงด้วยวัสดุชีวภาพที่เหลือทิ้ง

ผลทดสอบสมบัติของตัวอย่างบล็อกประสาน ประกอบด้วย ผลทดสอบความต้านแรงอัด ดังรูปที่ 14 ผลทดสอบการดูดกลืนน้ำ ดังรูปที่ 15 และผลทดสอบความหนาแน่นแห้ง ดังตารางที่ 4



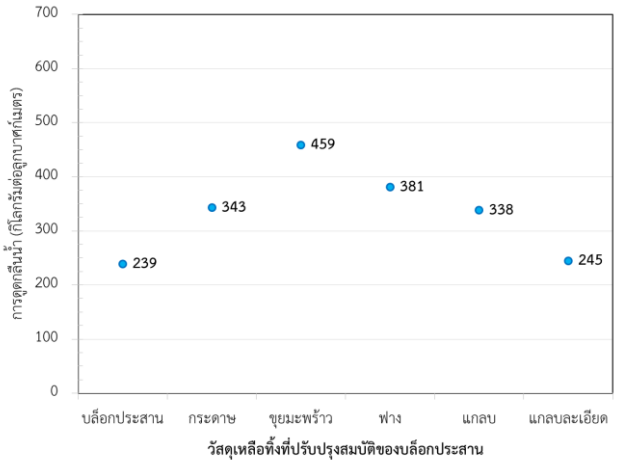
รูปที่ 14 ผลการทดสอบความต้านแรงอัด

จากรูปที่ 14 แสดงผลการทดสอบความต้านแรงอัด (ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 5 ก้อน) พบว่า บล็อกประสานมีความต้านแรงอัด 8 เมกะปาสคาล ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก ส่วนบล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยวัสดุเหลือทิ้งทุกชนิด มีความต้านแรงอัดต่ำกว่าเกณฑ์ของอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก แต่มี 2 กรณีที่มีความต้านแรงอัดตามเกณฑ์ของบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก คือ บล็อกประสานปรับปรุงด้วยแกลบละเอียด และบล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยฟาง ซึ่งมีความต้านแรงอัด 3.6 และ 2.64 เมกะปาสคาล ตามลำดับ ส่วนกรณีที่ปรับปรุงด้วยกระดาษ แกลบ และขุยมะพร้าว มีความต้านแรงอัด 2.35, 1.92 และ 1.87 เมกะปาสคาล ตามลำดับ โดยบล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยแกลบละเอียดมีความต้านแรงอัดสูงที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุอื่น เนื่องจากแกลบละเอียดมีกระจายตัวได้ดีในส่วนผสม และส่วนผสมมีลักษณะการเปียกที่ดี จึงเป็นผลดีต่อความแข็งแรงของบล็อกประสาน

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบความหนาแน่นแห้ง

รายการ	ความหนาแน่นแห้ง (กก./ลบ.ม)	การลดน้ำหนักของบล็อกประสาน (%)
บล็อกประสาน	1,763	0.00%
บล็อกประสานปรับปรุงด้วยกระดาษ	1,251	29.03%
บล็อกประสานปรับปรุงด้วยขุยมะพร้าว	943	46.48%
บล็อกประสานปรับปรุงด้วยฟาง	1,421	19.41%
บล็อกประสานปรับปรุงแกลบ	1,631	7.48%
บล็อกประสานปรับปรุงแกลบละเอียด	1,286	27.06%

จากตารางที่ 4 แสดงผลทดสอบความหนาแน่นแห้ง พบว่า บล็อกประสานมีความหนาแน่นแห้ง 1,763 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนบล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยวัสดุเหลือทิ้งทั้ง 5 กรณี มีความความหนาแน่นแห้งน้อยบล็อกประสาน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการลดน้ำหนักของบล็อกประสานซึ่งจะทำให้มีสมบัติในการป้องกันความร้อนที่ดีขึ้น โดยวัสดุเหลือทิ้งที่ทำให้บล็อกประสานมีน้ำหนักเบามากที่สุด ตามลำดับ ดังนี้ บล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยขุยมะพร้าวมีความหนาแน่นแห้งน้อยที่สุด คือ 943 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร บล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยกระดาษมีความหนาแน่น 1,251 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร บล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยแกลบละเอียดมีความหนาแน่น 1,286 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร บล็อกประสานปรับปรุงด้วยฟาง มีความหนาแน่น 1,421 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร บล็อกประสานปรับปรุงแกลบ มีความหนาแน่น 1,631 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 15 ผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำ

จากตารางที่ 4 และรูปที่ 15 พิจารณาบล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยวัสดุเหลือทิ้งทุกกรณีมีความหนาแน่นแห้งน้อยกว่า 1,680 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งตามมาตรฐานกำหนดให้มีค่าดูดกลืนน้ำไม่เกิน 288 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า บล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยแกลบละเอียดเป็นกรณีเดียวที่มีค่าการดูดกลืนน้ำอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐาน โดยมีค่าดูดกลืนน้ำเท่ากับ 245 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมากกว่าค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสาน 2.51%

ทั้งนี้ จากการเปรียบเทียบสมบัติของบล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยวัสดุเหลือทิ้ง 5 ชนิด โดยพิจารณาจากความต้านแรงอัด และการดูดกลืนน้ำ พบว่า บล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยแกลบละเอียด มีความต้านแรงอัด 3.6 เมกะปาสคาล การดูดกลืนน้ำ 245 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก ตามมาตรฐาน มผช.602/2547 ประเภทอิฐบล็อกประสานไม่รับน้ำหนัก

4. สรุปผล

การวิจัยเพื่อปรับปรุงสมบัติเชิงกลของบล็อกประสานด้วยวัสดุชีวภาพที่เหลือทิ้ง 5 ชนิด คือ กระดาษเหลือทิ้ง ขุยมะพร้าว ฟาง แกลบ และแกลบละเอียด โดยเป็นการปรับปรุงสมบัติของบล็อกประสานที่ไม่ใช้สารเคมีเป็นวัสดุผสมเพิ่ม สรุปผลได้ดังนี้

- การผลิตบล็อกประสานด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 กับดิน เท่ากับ 1 : 4.5 (หรือปริมาณปูนซีเมนต์ร้อยละ 22.22 โดยน้ำหนักของดิน) และน้ำร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของมวลรวม ทำให้บล็อกประสานมีสมบัติตามมาตรฐาน มผช.602/2547 ประเภทอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก
- บล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยแกลบละเอียด ด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 : ดิน : แกลบละเอียด เท่ากับ 1:2:0.5 และปริมาณความชื้นร้อยละ 14.29 ของมวลรวม สามารถผลิตบล็อกประสานให้มีสมบัติตามมาตรฐาน มผช.602/2547 ประเภทอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก โดยบล็อกประสานที่ปรับปรุงด้วยแกลบละเอียดมีความต้านแรงอัด 3.6 เมกะปาสคาล การดูดกลืนน้ำ 245 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีน้ำหนักน้อยกว่าบล็อกประสาน ร้อยละ 27.06 จึงเป็นกรณีที่ควรพัฒนาต่อเนื่องให้เป็นวัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงาน

จากผลวิจัยนี้ สามารถสรุปได้ว่าการปรับปรุงสมบัติของบล็อกประสานด้วยแกลบละเอียด ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากเครื่องสีข้าวขนาดเล็กที่ใช้ในครัวเรือน ทำให้บล็อกประสานมีสมบัติดีที่สุดเมื่อเทียบกับกระดาษเหลือทิ้ง ขุยมะพร้าว ฟาง และแกลบ เนื่องจากแกลบละเอียดมีขนาดเล็ก มีความคละที่ดีเมื่อเทียบกับวัสดุเหลือทิ้งชนิดอื่น นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าในขั้นตอนการผสมก่อนการอัดขึ้นรูป แกลบละเอียดสามารถกระจายตัวได้ดีในส่วนผสม และเมื่อเติมน้ำวัสดุผสมก็มีลักษณะการเปียกที่ดี ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นผลดีต่อการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น จึงทำให้บล็อกประสานปรับปรุงด้วยแกลบละเอียดมีความแข็งแรง

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งในโครงการวิจัยเรื่อง “การศึกษาการถ่ายเทความร้อนของวัสดุก่อที่ผลิตจากวัสดุทางเลือกในรูปแบบของบล็อกประสาน” โดยได้รับอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จากเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปี 2564

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงพลังงาน (2552). กฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์ พลังงาน พ.ศ. 2552

[2] สมชาย อินทะตา, สุรัตน์ อัตถจริยกุล, และ เรืองรุชดิ์ ชีระโรจน์ (2549). การศึกษาการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างสำหรับบ้านประหยัดพลังงาน. *การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2*, นครราชสีมา, 27-29 กรกฎาคม 2549, หน้า 90-95.

[3] พันธ์ศักดิ์ ภักดี และ ฐิตินันท์ รัตนพรหม (2561). การทดสอบการถ่ายเทความร้อนของแผ่นวัสดุที่ทำจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยมีปูนซีเมนต์เป็นตัวประสาน. *วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง*, ปีที่ 15, ฉบับที่ 1, หน้า 135-145.

[4] กาญจนา วรพุฒิ, ปารเมศ กำแหงฤทธิรงค์, ศิรเดช สุริต, กนกอร หั้นเจริญ และ ธิติมา ใสโม (2559). แผ่นผนังจากซังข้าวโพด. *การประชุมวิชาการระดับชาติ นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 12*, พิษณุโลก, 21 กรกฎาคม 2559, หน้า 511-520.

[5] วรรณวิทย์ แต้มทอง (2556). ฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากฟางข้าว. *วารสารวิจัย มข.*, ปีที่ 18, ฉบับที่ 3, หน้า 380-390.

[6] จิรศักดิ์ เพ็ชรวิภาต, ตำนานบล็อกดินซีเมนต์และบล็อกประสาน วว. ตอนที่ 2 (2549). วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 21, ฉบับที่ 2, หน้า 57-62.