เฮมพ์กรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ร่วมกับยิปซัมปลาสเตอร์เป็นสารเชื่อมประสาน

ประชุม คำพุฒ[1*]
prachoom_k@rmutt.ac.th[1*]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received : 26-May-2022
Revised : 9-Jun-2022
Accepted : 14-Jun-2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์คอนกรีตบล็อกมวลเบา (เฮมพ์กรีต) โดยใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และปูนยิปซัมปลาสเตอร์เป็นตัวเชื่อมประสาน กำหนดอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อปูนยิปซัมปลาสเตอร์ต่อทรายละเอียดต่อน้ำประปา เท่ากับ 1: 1: 1: 1 โดยน้ำหนัก ผสมแกนต้นกัญชงบดย่อยผ่านตะแกรงขนาด 6 มม. ในปริมาณร้อยละ 0, 2, 4, 6, 8, และ 10 ของส่วนผสมทั้งหมดตามลำดับ ทำการผสมและขึ้นรูปก้อนตัวอย่างเฮมพ์กรีตขนาด 15 x 15 x 15 ซม. บ่มในสภาพอากาศปกติเป็นระยะเวลา 7, 14, 21 และ 28 วัน นำมาทดสอบความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ และความต้านทานแรงอัดตามมาตรฐาน BS 1881 : Part 108 ผลการทดสอบพบว่าเมื่อผสมแกนกัญชงในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นและความต้านทานแรงอัดมีแนวโน้มลดลงตามลำดับ ส่วนการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณแกนกัญชงที่เหมาะสมสำหรับใช้ผสมเฮมพ์กรีตขนาด 10 x 20 x 60 ซม. ตามมาตรฐาน มอก.2601-2556 คือ ปริมาณแกนกัญชงร้อยละ 6 มีค่าความต้านทานแรงอัดเท่ากับ 37.45 กก./ตร.ซม. การดูดซึมน้ำเท่ากับร้อยละ 22.45 และค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1,137.19 กก./ลบ.ม. จัดเป็นคอนกรีตบล็อกมวลเบาประเภท C12 โดยผลิตภัณฑ์เฮมพ์กรีตที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้ก่อผนังและฉาบด้วยปูนฉาบคอนกรีตบล็อกปกติได้

คำสำคัญ: แกนกัญชง มวลเบา เฮมพ์กรีต ฉนวนความร้อน

Hempcrete using Cement and Gypsum Plaster as a Binder

Prachoom Khamput[1*]
prachoom_k@rmutt.ac.th[1*]

[1] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received : 26-May-2022
Revised : 9-Jun-2022
Accepted : 14-Jun-2022

Abstract

This research aims to develop a lightweight concrete block product (hempcrete) using Portland cement and plaster gypsum plaster as a binder. The ratio of cement to gypsum plaster to fine sand to tap water equal 1: 1: 1: 1 by weight was kept in this experiment. The crushed hemp hurd was mixed through a 6 mm sieve at 0, 2, 4, 6, 8, and 10% of the total ingredients. The 15 x 15 x 15 cm hempcrete samples were mixed and formed, and the samples were cured for 7, 14, 21 and 28 days. Density, water absorption and compressive strength were investigated according to BS 1881: Part 108. The results showed that the hemp hurd was mixed in larger quantities, the density and compressive strength tended to decrease while the water absorption tended to increase accordingly. The amount of 6% by weight of hemp hurd is suitable for mixing with hempcrete size 10 x 20 x 60 cm according to TIS 2601-2556, which has a compressive strength of 37.45 kg/cm^2, water absorption was 22.45%, and density was 1,137.19 kg/m^3. It was classified as lightweight concrete block type C12. The hempcrete products obtained from this research can be used as lightweight blocks for building walls and can be plastered with normal plaster.

Keywords: hemp hurd, lightweight, hempcrete, heat insulation

1. บทนำ

การผลิตเฮมพ์กรีตปัจจุบันของต่างประเทศใช้แกนกัญชง (แกนเฮมพ์) มาบดลดขนาดให้เหมาะสมเป็นมวลรวมนำมาผสมกับไฮเดรตไลม์ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมประสานทำการเทหรือตำลงในแบบหล่อขึ้นรูปเป็นก้อนอิฐมวลเบาหรือเป็นผนังมวลเบา [1] สำหรับใช้ในการก่อสร้างอาคารประหยัดพลังงาน ทั้งนี้เมื่อประเทศไทยได้มีการปลูกกัญชงเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน จึงได้มีการศึกษาวิจัยการผลิตวัสดุก่อสร้างจากแกนกัญชงที่เหลือจากการลอกเปลือกออกภายในแปลงปลูกในลักษณะตามแนวทางของเศรษฐกิจหมุนเวียน [2] ทั้งนี้ได้มีการนำแกนกัญชงมาผลิตเป็นแผ่นปาร์ติเกิ้ลบอร์ดซึ่งสามารถใช้งานได้ดี และการนำแกนกัญชงมาเป็นส่วนผสมในวัสดุก่อสร้างประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุเชื่อมประสาน เช่น กระเบื้องคอนกรีตปูพื้น อิฐบล็อกประสาน [3] คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก [4] หรือคอนกรีตทั่วไป [5] ซึ่งผลการวิจัยพบว่าไม่สามารถผสมแกนกัญชงในปริมาณที่มากได้ เนื่องจากทำให้ความต้านทานแรงอัดลดลงจนไม่สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. ของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท จึงได้มีการวิจัยเพื่อปรับปรุงเส้นใยกัญชงและวัสดุเชื่อมประสานเพื่อให้สามารถรับกำลังได้มากขึ้น [6] แต่ก็มีขั้นตอนและต้นทุนที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ผู้ประกอบการนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ยาก ต่อมาจึงมีการปรับเปลี่ยนวัสดุเชื่อมประสานเป็นยิปซัมปลาสเตอร์ ซึ่งมีข้อดีที่แข็งตัวเร็วมากแต่มีข้อด้อยคือรับกำลังได้ไม่มากและมีการดูดซึมน้ำสูงมากไม่เหมาะกับการนำมาใช้ก่อเป็นผนังภายนอกอาคาร [7] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการปรับปรุงวัสดุเชื่อมประสานใหม่เพื่อให้เฮมพ์กรีตมีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรง และแข็งตัวได้รวดเร็ว โดยใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ร่วมกับปูนยิปซัมปลาสเตอร์ และใช้ทรายบดละเอียดเป็นวัสดุเสริมแรง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการขึ้นรูปเป็นก้อนตัวอย่างขนาด 15 x 15 x 15 ซม. และทำการทดสอบความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ และความต้านทานแรงอัดตามมาตรฐาน มอก.2601-2556 เรื่อง คอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ [8] สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาเฮมพ์กรีตของประเทศไทยต่อไป

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

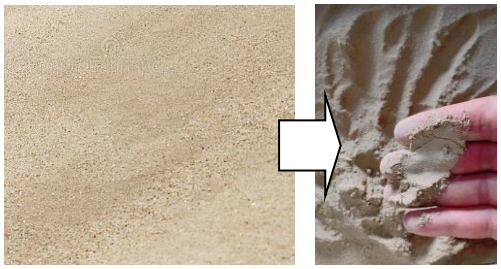
2.1 การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์

วัสดุที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วย (1) แกนกัญชงสายพันธุ์ RPF1 และ/หรือ RPF3 (ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ได้รับอนุญาตให้ปลูกภายในประเทศไทย) จากแปลงปลูกของวิสาหกิจชุมชนแปรรูปพืชเกษตรพบพระ อำเภอพบพระ จังหวัดตาก นำไปตากแดดหรืออบไล่ความชื้นให้เหลือความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 ตามมาตรฐาน มอก.3185 เรื่องแกนกัญชง [9] นำมาทำการบดย่อยด้วยเครื่องบดลดขนาดให้ผ่านตะแกรงขนาด 6 มม. ดังรูปที่ 1 (2) ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 จากร้านจำหน่ายวัสดุก่อสร้างทั่วไป มาตรฐาน มอก.15 เรื่องปูนซีเมนต์เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ [10] ดังรูปที่ 2 (3) ใช้ปูนยิปซัมพลาสเตอร์ จากโรงงานของ The Gypsun Co., Ltd. จังหวัดกรุงเทพ ตามมาตรฐาน มอก.2488 เรื่องปูนปลาสเตอร์สำหรับทำแบบในอุตสาหกรรมเซรามิค [11] ดังรูปที่ 3 (4) ทรายก่อสร้างล้างทำความสะอาด แล้วนำมาบดละเอียดให้ได้ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 นำไปตากแดดหรืออบไล่ความชื้นให้เหลือความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 ดังรูปที่ 4 และ (5) น้ำสะอาด

รูปที่ 1 แกนกัญชงที่บดย่อยผ่านตะแกรงขนาด 6 มม.

รูปที่ 2 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

รูปที่ 3 ปูนยิปซัมปลาสเตอร์



รูปที่ 4 ทรายบดละเอียดขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 200

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานประกอบด้วย (1) เครื่องบดวัสดุสำหรับใช้บดย่อยแกนกัญชงพร้อมตะแกรงขนาดต่าง ๆ ดังรูปที่ 5 (2) เครื่องผสมคอนกรีต (3) แบบหล่อพลาสติกขนาด 15 x 15 x 15 ซม. ดังรูปที่ 6 (4) เครื่องชั่งน้ำหนัก (5) ปั๊มลม (6) เครื่องทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต (7) อุปกรณ์สำหรับทดสอบสมบัติทางกายภาพของวัสดุ (8) ถังสีขนาด 20 ลิตร (9) ถังหิ้วปูน ขนาด 5 ลิตร และ (10) อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ถุงมือผ้า แว่นตา ผ้าปิดจมูก เป็นต้น

รูปที่ 5 เครื่องบดย่อยวัสดุพร้อมตะแกรงขนาด 6 มม.

รูปที่ 6 แบบหล่อตัวอย่างขนาด 15 x 15 x 15 ซม.

2.2 การกำหนดส่วนผสม

ทำการกำหนดส่วนผสมโดยน้ำหนัก โดยใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 จำนวน 1 ส่วน ผสมกับปูนพลาสเตอร์ จำนวน 1 ส่วน และทรายบดละเอียดขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 จำนวน 1 ส่วน ใช้น้ำสะอาด 1 ส่วน และผสมปริมาณแกนกัญชงบดย่อยขนาดผ่านตะแกรง 6 มม. เท่ากับร้อยละ 0, 2, 4, 6, 8, และ 10 โดยน้ำหนักของส่วนผสมทั้งหมดตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของก้อนตัวอย่าง (โดยน้ำหนัก)

แกนกัญชง (ร้อยละ)	ปูนซีเมนต์	ปูนยิปซัมปลาสเตอร์	ทรายละเอียด	น้ำ
0	1	1	1	1
2	1	1	1	1
4	1	1	1	1
6	1	1	1	1
8	1	1	1	1
10	1	1	1	1

2.3 การขึ้นรูปตัวอย่างและทดสอบ

เริ่มจากการบดย่อยแกนกัญชงด้วยเครื่องบดย่อยผ่านตะแกรงขนาด 6 มม. ตามส่วนผสมที่กำหนด จากนั้นนำแกนกัญชงที่ทำการบดย่อยมาตากหรืออบให้แห้ง ควบคุมความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 ดังรูปที่ 1 ทำการเตรียมวัสดุผสมต่าง ๆ ด้วยการชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนในตารางที่ 1 โดยแต่ละตัวอย่างจะมีปริมาณ

ร้อยละของแกนกัญชง เท่ากับร้อยละ 0, 2, 4, 6, 8, และ 10 ของส่วนผสมทั้งหมดตามลำดับ ผสมวัตถุดิบทั้งหมดให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมคอนกรีต แล้วทำการเทลงส่วนผสมลงในแบบหล่อทรงลูกบาศก์ขนาด 15 x 15 x 15 ซม. ทิ้งไว้ให้แห้ง 24 ชั่วโมง ดังรูปที่ 7 แล้วนำก้อนตัวอย่างออกจากแบบไปบ่มในสภาพอากาศปกติตามระยะเวลาที่กำหนดเพื่อรอทำการทดสอบสมบัติต่าง ๆ ดังรูปที่ 8 เมื่อครบระยะเวลาตามที่กำหนดแล้วทำการทดสอบสมบัติของก้อนตัวอย่าง ประกอบด้วย ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ ดังรูปที่ 9 และความต้านทานแรงอัด ตามมาตรฐาน BS 1881 : Part 108 [12] ดังรูปที่ 10-11

รูปที่ 7 การหล่อก้อนตัวอย่างเฮมพ์กรีต

รูปที่ 8 การบ่มก้อนตัวอย่างเฮมพ์กรีต

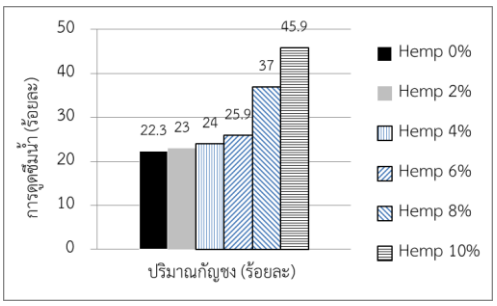
รูปที่ 9 การทดสอบการดูดซึมน้ำ

รูปที่ 10 การทดสอบความต้านทานแรงอัด

รูปที่ 11 ลักษณะการแตกหักของก้อนตัวอย่าง

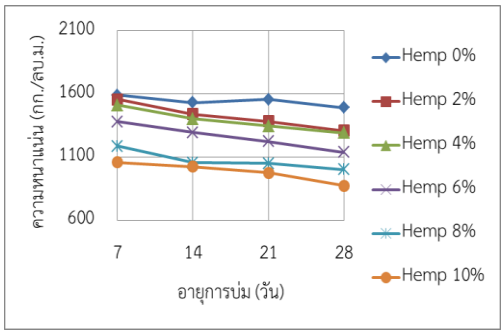
3. ผลการทดลอง

ผลการทดสอบก้อนตัวอย่างเฮมพ์กรีตตามมาตรฐาน มอก.2601-2556 ประกอบด้วยความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ และความต้านทานแรงอัด แสดงดังรูปที่ 12-14



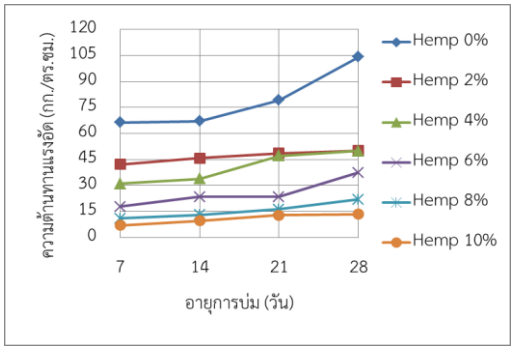
รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซึมน้ำและปริมาณแกนกัญชง

รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซึมน้ำและปริมาณแกนกัญชงที่อายุการบ่มเฮมพ์กรีต 28 วัน พบว่าเมื่อผสมเฮมพ์กรีตในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลให้เฮมพ์กรีตมีแนวโน้มการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากลำต้นแกนกัญชงมีลักษณะกลมกลวงน้ำหนักเบา เมื่อนำไปผสมในเฮมพ์กรีตจึงทำให้ก้อนตัวอย่างมีช่องว่างในเนื้อเฮมพ์กรีตมากขึ้นการดูดซึมน้ำจึงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการนำแกนกัญชงไปผสมในคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักและอิฐบล็อกประสานที่ทำให้การดูดซึมน้ำเพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน [3-4] โดยค่าการดูดซึมน้ำที่สูงขึ้นนี้ก็เป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความหนาแน่นที่ลดลงตามรูปที่ 13



รูปที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและอายุการบ่มเฮมพ์กรีตที่ปริมาณแกนกัญชงต่าง ๆ

รูปที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและอายุการบ่มเฮมพ์กรีตที่ปริมาณแกนกัญชงร้อยละ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ตามลำดับ พบว่าเมื่อผสมแกนกัญชงในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นลดลงเนื่องจากแกนกัญชงมีน้ำหนักเบามีความหนาแน่นน้อยกว่ามวลรวมปกติ เมื่อนำไปผสมในปริมาณที่มากขึ้นจึงทำให้ความหนาแน่นของเฮมพ์กรีตมีแนวโน้มลดลงตามไปด้วย [13] ส่วนด้านผลของอายุการบ่มก้อนตัวอย่างเฮมพ์กรีตที่มีต่อความหนาแน่นพบว่าเมื่อเฮมพ์กรีตมีอายุการบ่มเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ก้อนตัวอย่างเฮมพ์กรีตมีแนวโน้มความหนาแน่นลดลงตามลำดับเนื่องจากการใช้ยิปซัมปลาสเตอร์เป็นส่วนผสมร่วมกับปูนซีเมนต์นั้น ในช่วงแรกยิปซัมปลาสเตอร์ถึงแม้ว่าจะมีคุณสมบัติในการแข็งตัวได้รวดเร็วมากจากปฏิกิริยาคายความร้อนและจะค่อย ๆ ทำปฏิกิริยาไปเรื่อย ๆ ตามระยะเวลา จนกระทั่งน้ำที่อยู่ในเนื้อเฮมพ์กรีตหมดไป [7] ส่วนปูนซีเมนต์กับน้ำก็จะทำปฏิกิริยาไฮเดรชั่นซึ่งจะทำปฏิกิริยาได้เต็มที่เมื่ออายุ 28 วัน [14] ซึ่งปฏิกิริยาการคายความร้อนของยิปซัมปลาสเตอร์ดังกล่าวส่งผลให้น้ำหนักของเฮมพ์กรีตลดลงตามระยะเวลาที่มากขึ้นและจะคงที่เมื่ออายุ 28 วัน ดังนั้นการที่ผสมแกนกัญชงบดย่อยในปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลให้เฮมพ์กรีตมีความหนาแน่นลดลงซึ่งเป็นคุณสมบัติข้อที่สำคัญของคอนกรีตมวลเบา ซึ่งต้องนำมาพิจารณาร่วมกันกับค่าความต้านทานแรงอัดว่ามีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานหรือไม่ ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานแรงอัดและอายุการบ่มเฮมพ์กรีตที่ปริมาณแกนกัญชงต่าง ๆ

รูปที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานแรงอัดและอายุการบ่มเฮมพ์กรีตที่ปริมาณแกนกัญชงร้อยละ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ตามลำดับ พบว่าเมื่ออายุการบ่มเฮมพ์กรีตเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความ

ต้านทานแรงอัดมีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับเนื่องจากผลของการใช้ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อปูนยิปซัมปลาสเตอร์ 1 ส่วนนั้น ยิปซัมปลาสเตอร์กับน้ำจะทำปฏิกิริยาคายความร้อนเป็นผลึกแข็ง ส่วนปูนซีเมนต์กับน้ำจะทำปฏิกิริยาไฮเดรชั่นได้เป็นสารเชื่อมประสานที่มีความแข็งแรงโดยมีทรายละเอียดเป็นวัสดุเพิ่มกำลังอีก 1 ส่วน ทำให้สามารถรับกำลังได้มากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงอายุ 28 วัน [15] ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราส่วนที่ไม่ผสมแกนกัญชงมีค่าความต้านทานแรงอัดสูงที่สุดเมื่ออายุ 28 วัน เท่ากับ 104.04 กก./ตร.ซม. และมีค่าต่ำลงประมาณร้อยละ 50 เมื่อผสมแกนกัญชงร้อยละ 2 ซึ่งมีค่าความต้านทานแรงอัดสูงที่สุดเมื่ออายุ 28 วัน เท่ากับ 50.04 กก./ตร.ซม. และความต้านทานแรงอัดมีแนวโน้มต่ำลงเรื่อย ๆ เมื่อผสมแกนกัญชงในปริมาณที่มากขึ้นตามลำดับ จนกระทั่งมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 13.38 กก./ตร.ซม. เมื่อผสมแกนกัญชงร้อยละ 10 ที่ความต้านทานแรงอัดมีค่าต่ำลงเมื่อผสมแกนกัญชงในปริมาณที่มากขึ้น เนื่องมาจากการที่แกนกัญชงมีความหนาแน่นต่ำกว่ามวลรวมปกติทั่วไป จึงทำให้เฮมพ์กรีตมีความหนาแน่นลดลง มีช่องว่างในเนื้อก้อนตัวอย่างมากขึ้น มีการดูดซึมน้ำมากขึ้น จึงส่งผลให้ความต้านทานแรงอัดลดลงดังที่กล่าวมาแล้ว และงานวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยที่ผ่านมาที่พบว่าความต้านทานแรงอัดลดลงเมื่อผสมปริมาณแกนกัญชงมากขึ้น [3-7] ทั้งนี้หากนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.2601-2556 พบว่าการผสมแกนกัญชงร้อยละ 6 เป็นปริมาณที่มากที่สุดซึ่งทำให้ความต้านทานแรงอัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือต้องไม่น้อยกว่า 25.5 กก./ตร.ซม. โดยมีค่าความต้านทานแรงอัดเท่ากับ 37.45 กก./ตร.ซม.

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบสมบัติต่าง ๆ ทั้งด้านการดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น และความต้านทานแรงอัดพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำไปผลิตเป็นเฮมพ์กรีตเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์คือ อัตราส่วนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ต่อปูนยิปซัมปลาสเตอร์ต่อทรายละเอียดต่อน้ำสะอาด เท่ากับ 1: 1: 1: 1 โดยน้ำหนัก ผสมแกนต้นกัญชงบดย่อยผ่านตะแกรงขนาด 6 มม. ในปริมาณร้อยละ 6 ของส่วนผสมทั้งหมดโดยน้ำหนัก ซึ่งแสดงคุณสมบัติต่าง ๆ เปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 2601-2556 จัดเป็นคอนกรีตมวลเบาประเภท C12 คือ ความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 1001-1200 กก./ลบ.ม. ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปผลการทดสอบสมบัติของเฮมพ์กรีตที่ผสมแกนกัญชงร้อยละ 6

ค่าตามมาตรฐาน มอก. 2601-2556	**สมบัติเฮมพ์กรีตจากงานวิจัย**
1001-1200 (กก./ลบ.ม.)	ความหนาแน่น = 1,137.19 กก./ลบ.ม. (ประเภท C12)
≥25.5 (กก./ตร.ซม.)	ความต้านทานแรงอัด = 37.45 กก./ตร.ซม.
< ร้อยละ 23	การดูดซึมน้ำ = ร้อยละ 22.45

เมื่อนำอัตราส่วนที่ได้มาทำการเทหล่อเป็นก้อนเฮมพ์กรีตเท่ากับอิฐมวลเบาขนาด 10 x 20 x 60 ซม. ดังรูปที่ 15 แล้วนำไปทดสอบการก่อ-ฉาบกำแพงขนาด 1 x 1 ตร.ม. พบว่าสามารถใช้ก่อผนังและฉาบด้วยปูนฉาบคอนกรีตบล็อกปกติได้ (รูปที่ 16) โดยไม่ต้องใช้ปูนก่อ-ฉาบเฉพาะแบบอิฐมวลเบาปกติทั่วไป เนื่องจากเฮมพ์กรีตที่ได้จากงานวิจัยมีการดูดน้ำที่ผิวของก้อนบล็อกต่ำกว่าอิฐมวลเบาจึงไม่เกิดปัญหาการแย่งน้ำจากปูนก่อ-ฉาบเหมือนกับอิฐมวลเบา

รูปที่ 15 เฮมพ์กรีตขนาด 10 x 20 x 60 ซม.

รูปที่ 16 การก่อ-ฉาบผนังเฮมพ์กรีตด้วยปูนฉาบปกติ

4. สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เฮมพ์กรีตสายพันธุ์ไทยที่ใช้สารเชื่อมประสาน คือ ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ร่วมกับยิปซัมปลาสเตอร์ 1 ส่วน ผสมกับน้ำ 1 ส่วน และใช้ทรายบดละเอียด 1 ส่วน เป็นวัสดุเสริมกำลัง ผสมกับแกนกัญชงบดย่อยขนาดไม่เกิน 6 มม. ร้อยละ 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ พบว่าระยะเวลาการบ่มเฮมพ์กรีตที่มากขึ้นส่งผลให้ความต้านทานแรงอัดมีค่าสูงขึ้นและความหนาแน่นลดลง ส่วนของปริมาณแกนกัญชงที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เฮมพ์กรีตมีแนวโน้มของค่าความต้านทานแรงอัดต่ำลงและความหนาแน่นลดลง ในขณะที่การดูดซึมน้ำมีแนวโน้มมากขึ้น เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.2601-2556 พบว่าที่ปริมาณแกนกัญชงร้อยละ 6 มีความเหมาะสมมากที่สุดและคุณสมบัติผ่านเกณฑ์มาตรฐาน โดยจัดเป็นคอนกรีตมวลเบาประเภท C12 คือ มีค่าความต้านทานแรงอัดเท่ากับ 37.45 กก./ตร.ซม. ค่าการดูดซึมน้ำเท่ากับร้อยละ 22.45 และค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1,137.19 กก./ลบ.ม. โดยเฮมพ์กรีตที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้ปูนก่อ-ฉาบแบบปกติทั่วไปได้ จึงมีความเป็นไปได้ที่ผู้ประกอบการจะนำไปผลิตและจำหน่ายเป็นวัสดุก่อสร้างแบบใหม่ของประเทศไทยในเชิงพาณิชย์ โดยมีต้นทุนการผลิตในห้องปฏิบัติการที่ประมาณก้อนละ 40 บาท ซึ่งมีต้นทุนสูงกว่าอิฐมวลเบาปกติเกือบ 3 เท่าตัว แต่เมื่อนำไปเทียบกับเฮมพ์กรีตในต่างประเทศซึ่งมีราคา 154.85 บาทต่อก้อน [16] ถือได้ว่าเฮมพ์กรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ร่วมกับยิปซัมปลาสเตอร์เป็นสารเชื่อมประสานจากงานวิจัยนี้ มีราคาถูกกว่ามากในผลิตภัณฑ์ประเทศเดียวกัน ดังนั้นการที่ผู้ประกอบการจะดำเนินการผลิตและจำหน่ายเฮมพ์กรีต จึงต้องมุ่งเน้นลูกค้าระดับสูงที่มีกำลังซื้อและต้องการใช้วัสดุก่อสร้างสมัยใหม่ตามกระแสการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

5. กิตติกรรมประกาศ

ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สป.อว.) ภายใต้โครงการการพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการ SMEs มุ่งสู่ผู้ประกอบการที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม (IDE) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 และขอขอบคุณ บริษัท ดีดี เนเจอร์ คราฟท์ จำกัด สำหรับการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] William S, Sparrow A. The hempcrete book: designing and building with hemp-lime. Green Books. United Kingdom; 2014.

[2] Sinsiri T, Thaiying K, Prastsoong P, Tangsathit S. Sustainability indicators review of hemp shiv as alternative materials for the construction industry in Thailand. The 25th National Convention on Civil Engineering; Chonburi, Thailand. 2020;MAT26-1-MAT26-8. (in Thai)

[3] Khamput P. Interlocking block products from hemp core. 14th Annual Concrete Conference; Prachuap Khiri Khan, Thailand. 2019;ENV-008. (in Thai)

[4] Khamput P. Hollow non-load-bearing concrete block products from hemp core. Thailand Research Expo: Symposium 2019 Proceedings; Bangkok, Thailand. 2019:434-45. (in Thai)

[5] Pantawee S, Sinsiri T, Somna R, Akkakraisee S, Kuppatarat S. Basic properties of concrete containing hemp shives as coarse aggregate. 12th Annual Concrete Conference; Phetchaburi, Thailand. 2017;MAT95-MAT101. (in Thai)

[6] Pantawee S. Development of hemp concrete using hemp shiv as coarse aggregate with aluminium sulfate and calcium hydroxide treatment and impact of fly ash on hemp concrete. Thesis. School of Civil Engineering Institute of Engineering Suranaree University of Technology. Nakhon Ratchasima. Thailand. 2017. (in Thai)

[7] Khamput P. Hempcrete using gypsum plaster as a binder. 21st National Environment Conference (NEC21). Pathumwan Princess Hotel Bangkok, Thailand. 2022:273-8. (in Thai)

[8] Thai Industrial Standards Institute. Standard or cellular lightweight concrete blocks using preformed foam (TIS. 2601-2556). Ministry of industry; 2013. (in Thai)

[9] Thai Industrial Standards Institute. Standard for hemp hurd (TIS. 3185-2564). Ministry of industry; 2022. (in Thai)

[10] Thai Industrial Standards Institute. Standard for Portland cement part 1 specification (TIS. 15 part 1-2555). Ministry of industry; 2012. (in Thai)

[11] Thai Industrial Standards Institute. Standard for gypsum molding plaster for ceramic industry (TIS. 2488-2553). Ministry of industry; 2010. (in Thai)

[12] British Standards. Method for making test cubes from fresh concrete. Testing concrete part 108. (BS 1881 : Part 108). British Standards Institution; 1983.

[13] Kroehong W, Haruehansapong S. Mechanical Properties, Thermal Conductivity and Microstructure of Hemp Concretes. KMUTT Research & Development Journal. 2020;43(1):91-102. (in Thai)

[14] Setthabutr C. Concrete Technology, 5thedition. The Concrete Product and Aggregate co.,ltd. Bangkok. 2000:15-16. (in Thai)

[15] Chindaprasirt P, Jaturapitakkul C. Cement Pozzolanic and concrete. 7thedition. Thailand Concrete Association, Bangkok; 2012. (in Thai)

[16] Roberts T. Building with hempcrete; 2020 [sited 2022 May 27]. Available from: https://www.buildwithrise.com/stories/building-with-hempcrete.