แผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมเส้นใยทะลายปาล์มเพื่อการป้องกันความร้อน
Gypsum Ceiling Panel containing Palm Bunch Fiber for Heat Protection

ฟิตตรี ยูโซ๊ะ[1] ลุฏฟี ดอเลาะ[2] ซามียะห์ สะมะแอ[3] กฤติยา อ่องวุฒิวัฒน์[4,*] อรรคเดช อับดุลมาติน[5] และ เพ็ญพิชชา สนิทอินทร์[6]

[1,2,3,4,5] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จ.นราธิวาส
[6]สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก พื้นที่อุเทนถวาย
**Corresponding author; E-mail address: krittiya.ongw@pnu.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมบัติการป้องกันความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมเส้นใยทะลายปาล์ม โดยใช้เส้นใยทะลายปาล์มที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันปาล์มไบโอดีเซล ศึกษาการนำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานยิปซัม กำหนดอัตราส่วนของปูนยิปซัมพลาสเตอร์ต่อน้ำเท่ากับ 1:0.7 และแทนที่เส้นใยทะลายปาล์มในอัตรา 0, 3, 4, และ 5% โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เป็นแผ่นฝ้าเพดานขนาด 30 x 30 x 1 เซนติเมตร และ 40 x 30 x 1 เซนติเมตร ทำการทดสอบแผ่นต้นแบบตามมาตรฐาน มอก. 219-2552 ใช้แผ่นฝ้าเพดานในการทดสอบที่อายุ 7 และ 14 วัน ผลการทดสอบพบว่า แผ่นฝ้าเพดานที่มีปริมาณเส้นใยทะลายปาล์มมากจะมีแรงกดตามยาว แรงกดตามขวางและการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี อ□ □ เส้นใยทะลายแผ่นยิปซัม, ปาล์ม

Abstract

The aim of this research is to test for the heat protection property of the Gypsum ceiling panel containing palm bunch fiber from oil palm Biodiesel industrial waste product. Study the use of palm bunch fiber as ceiling panels. Determine the ratio of gypsum plaster per tap water equal to 1:0.7 and replace palm bunch fiber at dosages 0, 3, 4, and 5% by weight of binder. The specimens were cast in 30 x 30 x 1 centimeter and 40 x 30 x 1 centimeter in dimension. Test the specimens in accordance with TIS 219-2552 at 7 and 14 days. The test results show that the ceiling which contain more palm bunch fiber, has good longitudinal pressure, transverse pressure and thermal insulation performance. However, the test of the ceiling specimen at palm bunch fiber dosage 4 % are suitable palm bunch fiber replacement. Because it has highest longitudinal and transverse pressure. Moreover, there is an inverse relationship between heat protection and palm bunch fiber replacement dose. The ceiling panel which contains 5% of oil palm bunch fiber has highest heat protection property, but it still needs more development in the future.

Keywords: ceiling panel, gypsum board, insulation, palm bunch fiber

1. บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตเป็นอันดับ 3 ของโลก ผลผลิตปาล์มน้ำมันของไทยอยู่ที่ประมาณ 11-13 ล้านตันต่อปี สกัดเป็นน้ำมันปาล์มได้ 2 ล้านตันต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 1.2 ของโลก พื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบของไทยส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ภาคใต้ และมีการกระจายไปในพื้นที่ภาคเหนือภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากขึ้น [1] มีการประเมินว่า “แผนปฏิรูปปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มทั้งระบบปี 2560-2579” และการเร่งออก “พระราชบัญญัติปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์จากปาล์มน้ำมัน” รวมถึงมาตรการรัฐที่สนับสนุนการใช้ไบโอดีเซลเป็นส่วนผสมในน้ำมันดีเซลหมุนเร็วจะมีส่วนช่วยดูแลอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มให้เติบโตได้อย่างต่อเนื่องในอนาคต [2] จากแนวโน้มเหล่านี้จะเห็นได้ว่าเส้นใยจากต้นปาล์มน้ำมันยังคงเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่จะมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ หากไม่มีการกำจัดอย่างเหมาะสมก็จะส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

เส้นใยจากต้นปาล์มน้ำมันสามารถแบ่งได้ 3 ส่วน ดังรูปที่ 1 [3] ได้แก่ ทางใบปาล์ม (Oil palm frond) ทะลายปาล์มเปล่า (Empty fruit bunch) และลำต้นปาล์ม (Oil palm trunk) โดยทะลายปาล์มสดในแต่ละทะลายประกอบด้วย ผลปาล์มประมาณ 45-70% กากก้านทะลาย ช่อทะลายย่อย และสิ่งเจือปนประมาณ 30% [4] ทะลายปาล์มสดดังรูปที่ 2 [5] จากตาราง

ที่ 1 [6] จะเห็นว่า เส้นใยทะลายปาล์ม (Oil palm fruit bunch) มี Cellulose อยู่ในช่วง 38 – 65% ซึ่งมีปริมาณสูงสุดจากทุกส่วนของต้นปาล์ม เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยจากลำต้นปาล์ม (Oil Palm Trunk Fiber) และเส้นใยทางใบปาล์ม (เนื่องจากเส้นใยทะลายปาล์มมีร้อยละของ Cellulose สูงสุด ที่จะทำให้มีความแข็งแรงมากกว่าส่วนอื่น ๆ สมบัติด้านแรงกลแสดงในตารางที่ 2 [3] โดยเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงดึงทะลายปาล์มจะมีค่ามากกว่าเส้นใยทางใบปาล์ม (Oil palm frond) แต่น้อยกว่าเส้นใยจากลำต้นปาล์ม (Oil palm trunk) ประกอบกับเส้นใยจากทะลายปาล์มมีปริมาณเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก และหาได้ง่ายกว่า ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการนำเส้นใยจากทะลายปาล์มน้ำมันมาใช้ให้เกิดประโยชน์

ในงานก่อสร้าง วัสดุประเภทไฟเบอร์ซีเมนต์ได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากน้ำหนักเบา แข็งแรง ทนความร้อน ไม่เป็นอาหารของปลวกและแมลง โดยวัสดุประเภทเส้นใยส่วนใหญ่ที่ใช้จะเป็นเส้นใยหิน แต่ได้มีการยกเลิกไป และมีการนำวัสดุประเภทเซลลูโลสมาใช้มากขึ้น มีการศึกษาการนำเส้นใยธรรมชาติหลายชนิดมาใช้ในการผลิตแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ ได้แก่ เส้นใยทะลายปาล์ม เส้นใยมะพร้าว และเส้นใยตามที่มีในท้องถิ่นต่างๆ [7-11] เนื่องจากเส้นใยเหล่านี้มีความแข็งแรง มีสมบัติความเป็นฉนวนกันความร้อน เป็นการลดปัญหาจากวัสดุเหลือทิ้ง และยังเป็นทางเลือกในการใช้สิ่งที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาเพิ่มมูลค่าและเป็นทางเลือกให้แก่งานก่อสร้าง สามารถช่วยลดต้นทุนของงานก่อสร้างในส่วนที่ไม่จำเป็นต้องรับแรงมากนัก

ผู้วิจัยสนใจศึกษาการผลิตแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมจากเส้นใยทะลายปาล์มที่มีผลต่อการป้องกันความร้อน เนื่องจากในงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่มีการศึกษาความสามารถในการป้องกันความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมที่ทำจากเส้นใยทะลายปาล์ม โดยศึกษาอัตราส่วนเส้นใยที่มีต่อความสามารถในการรับแรงดัดและความสามารถในการป้องกันความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานต้นแบบที่ใช้เส้นใยทะลายปาล์มน้ำมัน

รูปที่ 1 Palm biomass and palm biomass fibers from palm tree [3] (ดัดแปลงโดยผู้วิจัย)

รูปที่ 2 ทะลายปาล์มสด [5]

ตารางที่ 1 Summary of chemical composition of oil palm fibers [6]

Composition	Oil palm frond	Empty fruit bunch	Oil palm trunk
Cellulose	40-50	38-65	29-47
Hemicellulose	30-38	17-35	12-40
Holocellulose	80-83	65-86	42-76
Lignin	18-23	13-59	18-29
Ash	2-6	1-6	1-6

ตัวอย่างไม่มีส่วนผสมใดผ่านการทดสอบตามมาตรฐานมอก. 219-2552 [12] และมีค่าน้อยมากจนไม่สามารถใช้เครื่อง UTM ได้ ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มลวดตาข่ายเคลือบ PVC ระยะห่าง ½ นิ้ว x ½ นิ้ว ขนาด 28 x 38 ซม. และ 28 x 28 ซม. เพื่อเสริมความแข็งแรง ในการทดสอบแรงกดแตก และการป้องกันความร้อน ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 (b)

(a) (b)

(c) (d)

รูปที่ 3 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย
(a) ปูนยิปซัมพลาสเตอร์ (b) เส้นใยปาล์ม
(c) ลวดตาข่ายเคลือบ PVC (d) น้ำประปา



รูปที่ 4 เส้นใยทะลายปาล์มที่ผ่านการร่อนและคัดแยก

ตารางที่ 3 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของวัสดุประสานของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัม
(a) อัตราส่วนผสมก่อนปรับปรุง

ชนิดของแผ่นฝ้าเพดาน	ปูนยิปซัมพลาสเตอร์	เส้นใยทะลายปาล์ม	น้ำประปา
P0	1	0%	0.7
P3	1	3%	0.7
P4	1	4%	0.7
P5	1	5%	0.7

ตารางที่ 3 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของวัสดุประสานของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัม (ต่อ)
(b) อัตราส่วนผสมที่ปรับปรุงแล้ว

ชนิดของแผ่นฝ้าเพดาน	ปูนยิปซัมพลาสเตอร์	เส้นใยทะลายปาล์ม	น้ำประปา	ขนาดลวดตาข่าย (ซม.)	
				ทดสอบแรงกดแตก	ทดสอบการป้องกันความร้อน
P0	1	0%	0.7	28 x 38	28 x 28
P3	1	3%	0.7	28 x 38	28 x 28
P4	1	4%	0.7	28 x 38	28 x 28
P5	1	5%	0.7	28 x 38	28 x 28

โดยที่ P_x คือร้อยละโดยน้ำหนักของการแทนที่เส้นใยทะลายปาล์ม

(a) (b)



(c) (d)

รูปที่ 5 ขั้นตอนการทำแผ่นยิปซัมฝ้าเพดานตัวอย่าง
(a) การคัดแยกเส้นใยทะลายปาล์มจากโรงงาน (b) การผสมด้วยเครื่องผสม
(c) การเตรียมแบบหล่อ (d) การเทส่วนผสมลงในแบบ

2.2 การทดสอบความหนาแน่น

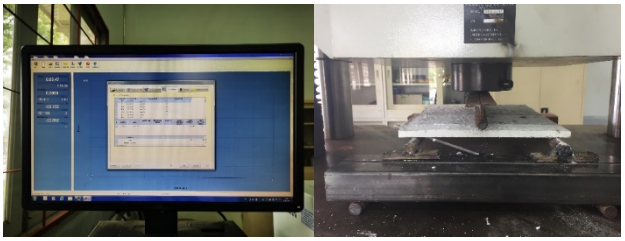
ทดสอบความหนาแน่นของแผ่นทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C1185-03 [12] โดยวัดขนาดแผ่นทดสอบก่อนอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และแช่ในน้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักขณะหมาด (Saturated Weight, W; กรัม) แล้วนำแผ่นทดสอบชั่งน้ำหนักในน้ำ (Suspended Weight, S; กรัม) หาปริมาตรแผ่นทดสอบ (V) และหาความหนาแน่น (ρ; กรัมต่อลบ.ซม.) ดังสมการที่ (1)

$$\rho = \frac{W}{V} \quad (1)$$

โดยที่ ρ คือ ความหนาแน่น (กรัมต่อลบ.ซม.)
W คือ น้ำหนักที่ชั่งในน้ำ (กรัม)
V คือ ปริมาตรแผ่นทดสอบ (V= W-S) (ลบ.ซม.)

2.3 การทดสอบสมบัติเชิงกล

ทดสอบแรงกดแตกตามยาวและตามขวางของแผ่นฝ้าเพดานเส้นใยทะลายปาล์มตามมาตรฐาน มอก. 219-2552 [12] โดยทดสอบกำลังดัดแบบ 3 จุด (Three-pointed bending) ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine H50kh – 0203 HOUNSFIELD) ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของแท่นรองรับ เท่ากับ 35 ซม. กดน้ำหนักลงบนจุดกึ่งกลางของระยะช่วง 35 ซม. โดยหัวกดมีอัตราความเร็วสม่ำเสมอ 2.5 ซม./นาที ตัวอย่างที่ทดสอบมีขนาด 30 x 40 x 1 (±0.2) ซม. บันทึกแรงกดแตกที่ทำให้ชิ้นทดสอบหักตามยาวและตามขวาง ชนิดละ 3 ตัวอย่างและหาค่าเฉลี่ย ลักษณะการทดสอบดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การทดสอบแรงกดแตกโดยใช้เครื่อง UTM (H50kh – 0203 HOUNSFIELD)

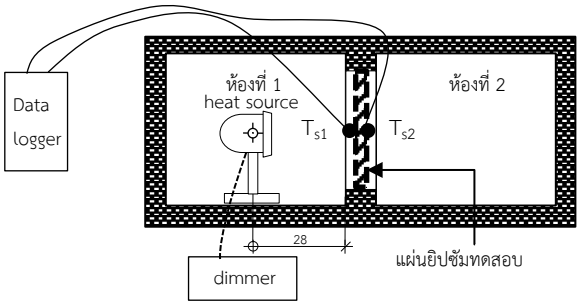
2.4 การทดสอบสมบัติเชิงความร้อน

ทดสอบความสามารถในการลดความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานตัวอย่างโดยใช้อัตราส่วนผสมตามตารางที่ 3 (b) ด้วยการวัดความแตกต่างของอุณหภูมิผิววัสดุทดสอบ โดยแบ่งสัดส่วนพื้นที่ทดสอบออกเป็น 2 ห้อง กั้นช่องด้วยแผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยทะลายปาล์มตามอัตราส่วนผสมต่างๆ ตัวอย่างที่ทดสอบมีขนาด 30 x 30 x 1 (±0.2) ซม. การติดตั้งอุปกรณ์ทดลองดังรูปที่ 7 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ห้องที่ 1 เป็นห้องที่มีแหล่งกำเนิดความร้อน (heat source) ติดตั้งหลอดไฟเป็นแหล่งกำเนิดความร้อนที่ปริมาณความร้อน 150 วัตต์ตรงกลางห้องที่ระยะ 28 ซม. และให้มีแสงสว่างส่องทั่วทั้งห้องโดยวางโคมให้สูงในระดับกึ่งกลางแผ่นพร้อมอุปกรณ์หรี่ไฟ (dimmer) และติดตั้ง Thermocouple type K ที่ผิววัสดุทดสอบบริเวณกลางแผ่นฝ้าเพดานตัวอย่างด้านที่รับความร้อน

ห้องที่ 2 เป็นห้องที่ไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อน ติดตั้ง Thermocouple type K ที่ผิววัสดุทดสอบบริเวณกลางแผ่นฝ้าเพดานตัวอย่างด้านที่ไม่ได้รับความร้อนโดยตรง

บันทึกข้อมูลด้วยอุปกรณ์ Data logger (BTM – 4208SD Lutron) (ดังรูปที่ 8) ทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลา 120 นาที หาค่าความแตกต่างของอุณหภูมิผิวและวิเคราะห์ความแตกต่างของอุณหภูมิผิวระหว่างทั้ง 2 ห้อง ดังสมการที่ (2)



รูปที่ 7 การติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ในการทดสอบการลดความร้อน

$$\Delta T \quad \frac{T_{s1}-T_{s2}}{T_{s1}} . \qquad (2)$$

โดยที่ ร้อยละความแตกต่างของอุณหภูมิผิวระหว่างห้อง เป็น $\%\Delta T$
อุณหภูมิผิวของวัสดุทดสอบห้องที่ 1 เป็น T_{s1} (°C)
อุณหภูมิผิวของวัสดุทดสอบห้องที่ 2 เป็น T_{s2} (°C)

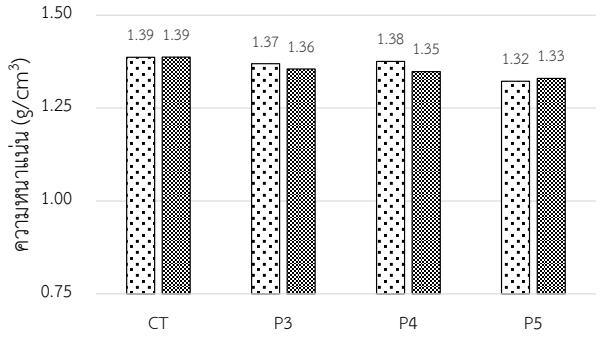


รูปที่ 8 Data logger (BTM – 4208SD Lutron)

3. ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

3.1 ความหนาแน่น

ทดสอบความหนาแน่นของแผ่นทดสอบ โดยแผ่นทดสอบที่หล่อได้จะมีขนาด 30 x 30 x 1 (± 0.2) ซม. และ 30 x 40 x 1 (± 0.2) ซม. โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยทำให้แผ่นฝ้าเพดานตัวอย่างที่ส่วนผสม P3 P4 P5 จะมีความหนามากกว่าที่ส่วนผสม CT อยู่เล็กน้อยตามปริมาณเส้นใย การเพิ่มปริมาณเส้นใยในสัดส่วนผสมทำให้ค่าความหนาแน่นมีแนวโน้มลดลง ดังรูปที่ 9 เนื่องจากเส้นใยทะลายปาล์มมีความหนาแน่นน้อยกว่าปูนยิปซัมพลาสเตอร์ เมื่อนำเส้นใยมาผสมกับปูนยิปซัมพลาสเตอร์จึงทำให้วัสดุที่ผสมเส้นใยทะลายปาล์มมีช่องว่างเกิดขึ้นมากกว่าและมีความหนาแน่นต่ำกว่าการไม่ผสมเส้นใย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยอื่นที่ใช้เส้นใยต่างชนิดกัน [7-11] อย่างไรก็ตามค่าความหนาแน่นไม่แตกต่างกันมาก ทั้งนี้มอก. 219-2552 ไม่ได้กำหนดความหนาแน่นมาตรฐาน



รูปที่ 9 ความหนาแน่นเฉลี่ยของแผ่นยิปซัมผสมเส้นใยทะลายปาล์ม

3.2 สมบัติเชิงความร้อน: ความสามารถในการป้องกันความร้อน

ความสามารถในการป้องกันความร้อน พิจารณาจากร้อยละความแตกต่างของอุณหภูมิ ทดสอบโดยวัดอุณหภูมิผิวด้านที่มีแหล่งความร้อนและไม่มีแหล่งความร้อน พิจารณาในช่วงอุณหภูมิ 30-40 °C โดยร้อยละความแตกต่างของอุณหภูมิที่มาก หมายถึงมีความสามารถในการป้องกันความร้อนได้ดี มีสมบัติการเป็นฉนวนมาก (ค่าการนำความร้อนต่ำ) เมื่อพิจารณารูปที่ 11 พบว่า ร้อยละความต่างของอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่เส้นใยร้อยละ 5 (P5) โดยมีความแตกต่างที่ร้อยละ 4.02 และ 4.03 ตามอายุการบ่มที่ 7 และ 14 วันตามลำดับ รองลงมาคือ เส้นใยร้อยละ 4 (P4) โดยมีความแตกต่างที่ร้อยละ 3.31 และ 3.18 ตามอายุการบ่มที่ 7 และ 14 วันตามลำดับ โดยการผสมเส้นใยในทุกสัดส่วนผสมสามารถเพิ่มร้อยละความต่างของอุณหภูมิได้ดีกว่าการไม่ผสมเส้นใย เนื่องจากเส้นใยทะลายปาล์มมีค่าการนำความร้อนต่ำกว่าปูนยิปซัมพลาสเตอร์ (มีลักษณะความเป็นฉนวนมากกว่า) กล่าวคือการผสมเส้นใยสามารถป้องกันความร้อนได้ดีกว่าการไม่ผสมเส้นใยทะลายปาล์ม

จากรูปที่ 10 สามารถสรุปได้ว่า แผ่นยิปซัมที่มีการผสมเส้นใยทะลายปาล์มทั้งร้อยละ 3 4 และ 5 (P3 P4 P5) จะมีร้อยละความแตกต่างของอุณหภูมิมากกว่าแผ่นยิปซัมที่ไม่มีการผสมเส้นใย (CT) ทั้งอายุการบ่ม 7 และ 14 วัน

รูปที่ 10 ร้อยละความแตกต่างของอุณหภูมิผิว

3.3 สมบัติเชิงกล: แรงกดแตก

ทดสอบแรงกดแตกตามยาวและตามขวางของแผ่นฝ้าเพดานเส้นใยทะลายปาล์มตามมาตรฐาน มอก.219-2552 [12] โดยทดสอบกำลังดัดแบบ 3 จุด (Three-pointed bending) โดยใช้ เครื่อง UTM ลักษณะการแตกหักของชิ้นงานแสดงในรูปที่ 10 เมื่อพิจารณาตามสัดส่วนผสมของเส้นใยทะลายปาล์มพบว่า ทุกอัตราส่วนที่ผสมเส้นใยทะลายปาล์มสามารถต้านทานแรงกดแตกตามยาวและตามขวางได้สูงขึ้นกว่าการไม่ผสมเส้นใยทะลายปาล์ม (CT) โดยส่วนผสมที่ทำให้มีการรับแรงกดแตกตามยาวได้มากที่สุดอยู่ที่ P4 ได้แรงกดแตกที่ 607.61 นิวตัน และ 588.26 นิวตัน ที่อายุการบ่ม 7 วัน และ 14 วันตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 12 (a) และแรงกดแตกตามขวางได้มากที่สุดอยู่ที่ P4 ได้แรงกดแตกที่ 254.43 นิวตัน และ 247.64 นิวตัน ที่อายุการบ่ม 7 วัน และ 14 วันตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 12 (b)

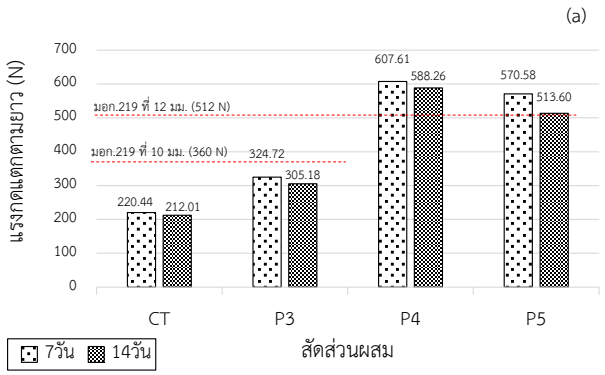
จากรูปที่ 12 (a) ผลการทดสอบแรงกดแตกตามยาวที่อายุการบ่ม 7 และ 14 วัน พบว่า ชนิดของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาผสมลงในแผ่นฝ้าเพดานเพื่อเพิ่มความต้านทานแรงกดแตกตามขวาง คือแผ่นฝ้าชนิด P4 ซึ่งมีการแทนที่เส้นใยทะลายปาล์มในปริมาณร้อยละ 4 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน รองลงมาคือแผ่นฝ้าชนิด P5 แผ่นฝ้าชนิด P3 แผ่นฝ้าชนิด และแผ่นฝ้าชนิด CT เป็นอัตราส่วนเหมาะสมน้อยที่สุดตามลำดับ เนื่องจากในเส้นใยทะลายปาล์มมีส่วนประกอบของเซลลูโลสซึ่งมีความสามารถในการรับแรงดัดได้ดี อย่างไรก็ตาม อัตราส่วน P4 และ P5 สามารถผ่านมาตรฐาน มอก. 219 -2552 (แรงกดแตกตามยาวที่ความหนา 10 และ 12 มม. ต้องไม่น้อยกว่า 360 นิวตัน และ 512 นิวตัน ตามลำดับ)

จากรูปที่ 12 (b) ผลการทดสอบแรงกดแตกตามขวางที่อายุการบ่ม 7 และ 14 วัน พบว่า ชนิดของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาผสมลงในแผ่นฝ้าเพดานเพื่อเพิ่มความต้านทานแรงกดแตกตามขวาง คือแผ่นฝ้าชนิด P4 ซึ่งมีการแทนที่เส้นใยทะลายปาล์มในปริมาณร้อยละ 4 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน ตามด้วยแผ่นฝ้าชนิด P5 แผ่นฝ้าชนิด P3 และแผ่นฝ้าชนิด CT ซึ่งเป็นชนิดที่เหมาะสมน้อยที่สุดตามลำดับ อย่างไรก็ตาม มีเพียงอัตราส่วน P4 ที่อายุ 7 และ 14 วัน ที่สามารถผ่านมาตรฐาน มอก. 219 -2552 (แรงกดตามขวางที่ความหนา 10 และ 12 มม. ต้องไม่น้อยกว่า 150 นิวตัน และ 200 นิวตัน ตามลำดับ)

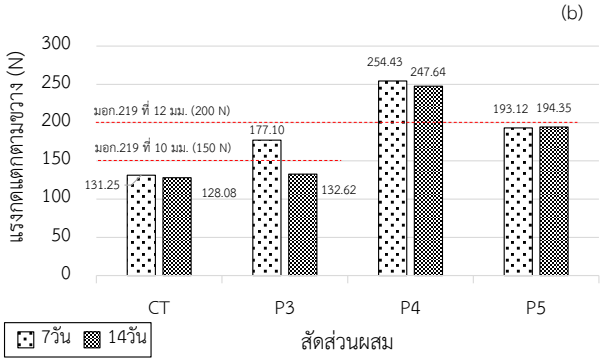
เป็นที่น่าสังเกตว่า ในรูปที่ 12 (a) แผ่นฝ้าเพดานชนิด P5 ที่อายุ 7 วัน มีความต้านทานแรงกดแตกตามยาวที่ 570.58 นิวตัน ซึ่ง สูงกว่ามาตรฐาน มอก. 219-2552 ที่ความหนา 12 มม. อยู่พอสมควร ในขณะที่อายุ 14 วัน กลับมีค่าการต้านทานแรงกดแตกตามยาวลดลงเหลือ 513.60 นิวตัน จนสูงกว่ามาตรฐานเพียงเล็กน้อย ซึ่งหากพิจารณาจากทุกชนิดของแผ่นฝ้าเพดานทั้ง รูปที่ 12 (a) และ (b) แล้วจะเห็นว่า ค่าการต้านทานแรงกดแตกจาก 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับ 14 วันมีค่าลดลงทุกชนิด จากข้อสรุปนี้อาจมีความเป็นไปได้ว่า แผ่นฝ้าเพดานชนิด P5 ที่อายุ 28 วัน แรงกดแตกตามยาวอาจไม่ผ่านมาตรฐาน มอก. 219-2552 ซึ่งเป็นข้อควรระวังในการผลิตและนำไปใช้งานจริง อาจใช้วิธีเพิ่มแรงกดในขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมเพื่อเพิ่มความหนาแน่น อาจทำให้ผ่านมาตรฐานมอก.ได้



รูปที่ 11 การทดสอบการแตกหักของชิ้นงาน



(a) แรงกดแตกตามยาว



(b) แรงกดแตกตามขวาง

รูปที่ 12 แรงกดแตก

4. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการใช้เส้นใยทะลายปาล์มน้ำมันในผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน ที่อัตราส่วน 0% 3% 4% และ 5% ตามลำดับ ที่อายุการบ่มด้วยอากาศ 7 และ 14 วัน ทดสอบแรงกดแตกตามยาว แรงกดแตกตามขวาง ตามมาตรฐาน มอก. 219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม และความสามารถในการป้องกันความร้อน พบว่าการผสมเส้นใยทะลายปาล์มในแผ่นฝ้าเพดานเพิ่มความสามารถในการรับแรงกดแตกทั้งตามยาวและตามขวาง และป้องกันความร้อนได้ดี และจากแนวโน้มของผลการทดสอบทั้งหมด พบว่าอัตราส่วนปริมาณเส้นใยทะลายปาล์มที่เพิ่มขึ้นในช่วง 4-5% มีผลทำให้ลักษณะแรงกดแตกตามยาว และแรงกดแตกตามขวาง ผ่านมาตรฐาน มอก. โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมและมีการใช้เส้นใยทะลายปาล์มมากที่สุด คือ อัตราส่วนที่มีปริมาณปูนยิปซัมต่อเส้นใยทะลายปาล์มต่อน้ำประปาเท่ากับ 1: 4%: 0.7 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน ซึ่งอัตราส่วนดังกล่าวมีสมบัติผ่านตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม มอก. 219-2552 และในส่วนของความสามารถในการป้องกันความร้อนได้ดีที่สุด คือ อัตราส่วนที่มีปริมาณปูนยิปซัมต่อเส้นใยทะลายปาล์มต่อน้ำประปา เท่ากับ 1: 5%: 0.7 โดยน้ำหนักของวัสดุประสาน

การศึกษาในครั้งต่อไปควรมีการปรับปรุง ดังนี้ 1) การคัดแยกคุณภาพของเส้นใย เนื่องจากเส้นใยมาจากส่วนต่าง ๆ ของทะลายปาล์มมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น ก้านทะลาย ช่อทะลาย ช่อทะลายย่อย ผล และสิ่งเจือปน ซึ่งให้คุณภาพที่แตกต่างกัน 2) การปรับปรุงคุณภาพของเส้นใยด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ ทั้งเชิงกลและเชิงเคมี อาจมีการล้างทำความสะอาด ใช้สารชะล้างชนิดต่าง ๆ การการตัด การบดย่อยเพื่อลดขนาด รวมถึงการอบแห้ง เนื่องจากรูปทรงของทะลายปาล์มตามรูปที่ 1 และ 3 จะเห็นว่าแต่ละส่วนของทะลายปาล์มมีลักษณะแตกต่างกันมาก (มีทั้งช่อทะลาย ช่อทะลายย่อยที่ส่วนปลายที่มีลักษณะแบนและเรียวแหลม กับส่วนที่เป็นก้านทะลายซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นเส้นตรงมีความหนาสม่ำเสมอ) ทำให้เส้นใยปาล์มที่ได้จากโรงงานจะมีส่วนผสมและลักษณะคละกัน ขึ้นอยู่กับกระบวนการหีบที่แตกต่างกัน เช่น การหีบรวมและการหีบแยก ซึ่งจากการที่ลักษณะเส้นใยทะลายปาล์มมีความหนาและพื้นที่หน้าตัดไม่สม่ำเสมอกันตลอดเส้นทำให้ควบคุมคุณภาพได้ยาก จำเป็นต้องลดขนาดพื้นที่หน้าตัดความยาวและนำเปลือกหรือส่วนที่หุ้มออกให้เซลลูโลสคงอยู่มากที่สุด เช่น กรรมวิธีการทำกระดาษ [14] เป็นต้น 3) ปรับปรุงวิธีการขึ้นรูปโดยอาจเพิ่มแรงกดในระหว่างการขึ้นรูปเพื่อเพิ่มความหนาแน่นและลดความหนาของแผ่นยิปซัมฝ้าเพดานลง 4) ควรทดสอบสมบัติอื่นๆให้ครบตามมาตรฐาน มอก. เช่นการดูดซึมน้ำ การแอ่นตัว แรงต้านทานการดึงตะปู เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสหกรณ์นิคมบาเจาะ จ.นราธิวาสที่เอื้อเฟื้อเส้นใยทะลายปาล์มที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

[1] *ธเนศ วัฒนกูลและผู้แต่งคนอื่นๆ. (2562) การวิเคราะห์โอกาสและความเป็นไปได้ในการร่วมลงทุนระหว่างประเทศไทยกับประเทศสปป.ลาวและประเทศจีนกรณีศึกษาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน. มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ม.ป.ท.*

[2] *Narin Tunpaiboon. (2564) แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2564-2566: อุตสาหกรรมไบโอดีเซล. บทวิเคราะห์จำแนกตามอุตสาหกรรม 21พฤษภาคม2564 .https://www.krungsri.com /th/research/industry/ industry-outlook/Energy-Utilities/Biodiesel/IO/io-biodiesel-21*

[3] *Khalil HPSA, Jawaid M, Hassan A, Paridah MT, Zaidon A (2012) Oil palm biomass fibres and recent advancement in oil palm biomass fibres based hybrid biocomposites. In: Composites and their application, pp 187–200. doi:10.5772/48235 (ch. 8)*

[4] *CPI Agrotech. (2560,13 มีนาคม). ปาล์มน้ำมัน คือ. 2560. http://www.cpiagrotech.com/knowledge-019/*

[5] *Palm oil fruit background ripe [Photo]. https://pixabay.com/photos/palm-oil-fruit-background-ripe-1464657/*

[6] *Momoh, E.O., Osofero, A.I. Recent developments in the application of oil palm fibers in cement composites. Front. Struct. Civ. Eng. 14, 94–108 (2020). https://doi.org/10.1007/s11709-019-0576-9*

[7] *จุฑามาศ ลักษณะกิจ และ นันทชัย ชูศิลป์ (2562). อิทธิพลของเส้นใยธรรมชาติจากวัสดุเหลือทิ้งต่อคุณสมบัติของแผ่นฝ้าเพดานไฟเบอร์ซีเมนต์. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, ปีที่ 30, ฉบับที่ 4, หน้า 7-17.*

[8] *พันธ์ศักดิ์ ภักดี และ ฐิตินันท์ รัตนพรหม (2561). การทดสอบการถ่ายเทความร้อนของแผ่นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยมีปูนซีเมนต์เป็นตัวประสาน. วารสารวิจัยและสาระ สถาปัตยกรรม/การผังเมือง, ปีที่ 15, ฉบับที่ 1, หน้า 135-145.*

[9] *P. Lertwattanaruk and A. Suntijitto (2015). Properties of natural fiber cement materials containing coconut coir and oil palm fibers for residential building applications. Construction and Building Materials, 94, pp.664-669.*

[10] *เอกสิทธิ์ เทียนมาศ และ สุรเชษฐ์ ตุ้มมี (2563). คุณสมบัติของแผ่นซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติ.การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิครั้งที่ 4, พระนครศรีอยุธยา, 15-16 กรกฎาคม 2563, หน้า 92-100.*

[11] *ปราโมทย์ วีรานุกูล, กิตติพงษ์ สุวีโร และ อิทธิ วีรานุกูล (2561). ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติ ความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี, ปีที่ 16, ฉบับที่ 2, หน้า 129-138.*

[12] *ASTM International. (2006). ASTM C 1185-03 Standard Test Methods for Sampling and Testing Non-Asbestos Fiber-Cement Flat Sheet, Roofing and Siding Shingles and Clapboards. Pennsylvania: ASTM Int'l.*

[13] *สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2552) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องแผ่นยิปซัม (มอก.219-2552), สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.*

[14] *ประภาพรรณ ตุ้มทองคำ, ณิชกานต์ บัวแต่งตันสกุล, รังสิมา ชลคุป, อำนาจ เจรีรัตน์, สิริยุภา เนตรมัย และ วุฒินันท์ คงทัด (2562). การพัฒนากระดาษจากเส้นใยทะลายปาล์มน้ำมันเปลือกหุ้มผลปาล์มน้ำมันและเปลือกปอสาและสารเคลือบไคโตซาน. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, ปีที่ 13, ฉบับที่ 2, หน้า 37-49.*