การศึกษาประสิทธิภาพจากเส้นใยขยะกล่องเครื่องดื่มแบบพันเกลียวในการขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ด
STUDY ON EFFICIENCY OF SPIRAL FIBRE FROM ASEPTIC CARTON WASTE FOR CEMENT-BONDED COMPOSITE BOARD

ปิยรัตน์ เปาเล้ง[1*], ปรัชญา ยอดดำรงค์[2], ศักดา กตเวทวารักษ์[3]

[1,3] *ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จ.กรุงเทพมหานคร*
[2] *ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จ.กรุงเทพมหานคร*
**Corresponding author; E-mail address: piyarat.p@fte.kmutnb.ac.th*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาประสิทธิภาพจากเส้นใยขยะกล่องเครื่องดื่มแบบพันเกลียวในการขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ดสำหรับการใช้งานภายในอาคาร โดยทำการขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ดความหนาแน่น(Density) 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราส่วนระหว่างปอร์ตแลนด์ซีเมนต์และปริมาณเส้นใยสำหรับการผสมขึ้นรูป 2 ส่วนผสมคือ 80:20 และ 70:30 โดยน้ำหนักและใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (w/c) เท่ากับ 0.6 ขึ้นรูปจากแบบสำหรับทำแผ่นซีเมนต์บอร์ดขนาด กว้าง 30 ซม. ยาว 30 ซม. หนา 2 ซม. และดำเนินการทดสอบตามข้อกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ความหนาแน่นสูง มอก. 878-2532 ประกอบด้วย มอดุลัสแตกหัก (MOR) มอดุลัสยืดหยุ่น(MOE) การดูดซึมน้ำ (WA) การพองตัว (TS) รวมถึงความต้านทานต่อการเผาไหม้ของแผ่นซีเมนต์บอร์ด จากผลการทดสอบสรุปได้ว่าแผ่นซีเมนต์บอร์ดพัฒนาจากการผสมเส้นใยขยะกล่องเครื่องดื่มที่มีสัดส่วนซีเมนต์ต่อเส้นใยเท่ากับ 70:30 แบบ 2 เกลียว มีประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติทางกลและกายภาพมีความเป็นไปได้ในการนำไปประยุกต์ใช้กับงานภายในอาคาร

คำสำคัญ: ขยะกล่องเครื่องดื่ม, แผ่นซีเมนต์บอร์ด, มอดุลัสความยืดหยุ่น, การพองตัว

Abstract

This research aims to investigate the efficiency of spiral fiber from aseptic carton waste for cement-bonded composite board. The mechanical, and physical properties of aseptic carton waste cement boards (ACWCB) developed were studied. The ACWCB were produced at density of 1,000 kg/m^3. The cement-to-fibers ratios by weight of 80:20 and 70:30 were prepared at the same water-to-cement ratio of 0.6.The size of ACWCB is 30 cm in width x 30 cm in length and 2 cm in height. The mechanical and physical properties were evaluated namely, modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE), water absorption (WA) and thickness swelling (TS). Based on the result obtained, it can be summarized that the optimum cement-to-fiber ratio was found to be 70:30 with two spiral fibers.

Keywords: Aseptic carton waste, cement-bonded boards, modulus of rupture, modulus of elasticity, thickness swelling

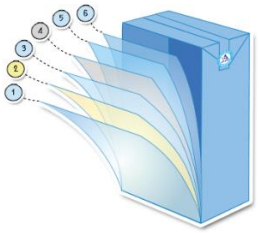
1. บทนำ

แผ่นซีเมนต์บอร์ด (Cement Board) หรือ แผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ (Fiber Cement Board) มีแนวโน้มการใช้งานเพิ่มขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปใช้กับงานฝ้าเพดานรวมถึงผนังภายในและภายนอก ขึ้นรูปโดยใช้ส่วนผสมระหว่างซีเมนต์ เส้นใย และน้ำ[1] ในประเทศไทยเริ่มใช้งานประมาณปี พ.ศ.2499 โดยการผลิตเป็นแผ่นผ่อยไม้อัดซีเมนต์ และเมื่อปี พ.ศ.2543 ได้เริ่มต้นการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ขึ้นโดยใช้เยื่อกระดาษประมาณร้อยละ 10 ผสมเส้นใยหินด้วยเล็กน้อยกับปูนซีเมนต์ร้อยละ 90 โดยทั่วไปแผ่นไม้อัดซีเมนต์มี 3 ประเภท คือ 1) เยื่อไม้อัดซีเมนต์ (Wood Wool Cement Board: WWCB) ใช้ในงานของฝ้าเพดาน ผนังห้องประชุม 2) แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ (Particle Board) ใช้งานได้หลากหลายสามารถ ตัด เจาะ เซาะร่อง ได้เช่นเดียวกับไม้จริงและ 3) แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ (Fiber Board) ใช้ในงานผนังและเฟอร์นิเจอร์จำพวกตู้หรือชั้นวางของ ซึ่งในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีต่างๆในกระบวนการผลิตสูงขึ้น จนทำให้สามารถพัฒนาวัสดุแผ่นซีเมนต์ผสมเส้นใยออกสู่ตลาดที่ได้รับ ความนิยมอย่างแพร่หลายอาทิเช่น SHERA flexy board, Etherphan และ Smartboard [2]

ในประเทศไทยมีผู้ผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ซึ่งดำเนินการอยู่จำนวนไม่มาก โดยใช้วัตถุดิบหลักในการผลิต คือ ไม้ยูคาลิปตัสและปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ปริมาณการผลิตในปี พ.ศ. 2548-2552 เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยร้อยละ 37.88 ต่อปี ปัญหาการผลิตที่พบ ได้แก่ การเก็บไม้ท่อนเพื่อใช้ในการผลิต ขาดแคลนไม้ท่อน เครื่องจักรเก่า และขาดแคลนแรงงาน[3] ทั้งนี้ข้อมูลเศรษฐกิจระบุว่าในปี พ.ศ.2560 ผลิตภัณฑ์ประเภทไฟเบอร์ซีเมนต์มีมูลค่าตลาดกว่า 1.45 หมื่นล้านบาท หรือ 20% ของมูลค่าตลาดปูนซีเมนต์ [4] ทั้งนี้ในปัจจุบันการขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ดจะใช้เส้นใยไม้ยางพาราซึ่งจะพบปัญหาการบวมตัวของแผ่นซีเมนต์บอร์ดเนื่องจากความชื้น และความเปราะของเส้นใยจากธรรมชาติ ทำให้อายุการใช้งานของแผ่นซีเมนต์บอร์ดสั้น อีกทั้งกระบวนการขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ดยังใช้พลังงานและวิธีการขึ้นรูปที่ซับซ้อน ยิ่งไปกว่านั้นการขาดแคลนวัตถุดิบสำคัญคือ เยื่อไม้ ทำให้ต้นทุนการผลิตมีค่าสูงขึ้นมากในปัจจุบัน [5] ดังนั้นหากมีการนำเส้นใยธรรมชาติซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและขยะรีไซเคิลที่มีองค์ประกอบของกระดาษซึ่งเป็นเส้นใยธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมาแล้วมาใช้งานร่วมกันเพื่อผลิตแผ่นฝ้าเพดานไฟเบอร์ซีเมนต์ย่อมช่วยลดปัญหาขยะได้อีกทางหนึ่ง และยังช่วยสร้างทางเลือกในการผลิตวัสดุก่อสร้างที่มีต้นทุนต่ำ [6]

กล่องเครื่องดื่มชนิด ยู เอช ที มีความเหนียว และมีค่ากำลังรับแรงดึงของเส้นใยประมาณ 415 กก./ตร.ซม. [7] โดยมีองค์ประกอบด้วยชั้นวัสดุ 6

ชั้น ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยกระดาษร้อยละ 80, โพลิเอทิลีน ร้อยละ 15และอลูมิเนียมฟอยล์ ร้อยละ 5 มีความแข็งแรงสามารถทนต่อแรงดัน [8] กล่องบรรจุเครื่องดื่ม น้ำผลไม้ หรือกล่องบรรจุนมที่ใช้แล้วเป็นถือขยะที่มีปริมาณมากและต้องกำจัดทิ้ง อีกทั้งยังย่อยสลายได้ยาก จากการสำรวจข้อมูลในปัจจุบันพบว่าจากข้อมูลเปิดเผยของบริษัทผลิตบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม Tetra Pak เฉพาะในปี 2562 มีการผลิตและส่งออกทั่วโลกกว่า 160 ประเทศ เฉลี่ยสูงถึงประมาณ 190 พันล้านกล่อง แต่มีการนำกลับมารีไซเคิลได้เพียงประมาณร้อยละ 26 เท่านั้น [9] ทั้งนี้กระบวนการรีไซเคิลกล่องเครื่องดื่มยังต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการแยกกระดาษ พลาสติกและอลูมิเนียมฟอยล์ ออกจากกันแล้วจึงนำไปรีไซเคิล หรือทำเป็นบอร์ดไม้ อัดเทียมเป็นต้น



1.โพลีเอทีลีนป้องกันความชื้นจากภายนอก
2.กระดาษเพื่อความแข็งแรงของกล่อง
3.โพลีเอทีลีนช่วยผนึกกล่องให้แน่นสนิท
4.อลูมิเนียมฟลอยล์ป้องกันภาวะภายนอก
5.โพลีเอทีลีนช่วยผนึกกล่องให้แน่นสนิท
6.โพลีเอทีลีนช่วยยึดติดชั้นของกล่องและป้องกันการรั่วซึมของของเหลว

รูปที่ 1 องค์ประกอบของชั้นวัสดุที่ใช้ผลิตกล่องพาสเจอร์ไรส์

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การใช้ประโยชน์จากขยะกล่องเครื่องดื่มและกระบวนการรีไซเคิลยังได้รับผลตอบรับโดยรวมยังมีจำนวนน้อย และเมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติของเส้นใยขยะกล่องเครื่องดื่มเทียบกับเส้นใยจากไม้ธรรมชาติ น่าจะมีคุณสมบัติที่สามารถทดแทนกันได้ในการแปรรูปเพื่อใช้ในการผลิตแผ่นซีเมนต์ชนิดผสมเส้นใย [5] รวมถึงการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาน่าจะมีความเป็นไปได้ ในการนำขยะจากกล่องเครื่องดื่มมาพัฒนารูปแบบและแปรรูปเป็นเส้นใย และใช้ลักษณะเส้นใยแบบ 1 และ 2 เกลียวผสมกับซีเมนต์ขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ด โดยทำการศึกษาคุณสมบัติหลักของคุณสมบัติทางกล กายภาพ และความต้านทานต่อการเผาไหม้ตาม มอก. 878-2532 เพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้งานต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของปริมาณเส้นใยจากจากกล่องบรรจุเครื่องดื่ม ในการขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ด ต่อคุณสมบัติทางกายภาพ ทางกล และเชิงความร้อน

2.2 เพื่อให้ได้สัดส่วนปริมาณร้อยละเส้นใยที่เหมาะสมสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงภายในอาคารได้

3. การดำเนินงานวิจัย

3.1 การจัดเตรียมวัสดุและการเตรียมตัวอย่างแผ่นซีเมนต์บอร์ด

3.1.1 การจัดเตรียมวัสดุ

ขยะจากกล่องเครื่องดื่มที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้กล่องเครื่องดื่มชนิด ยู เอช ที (Aseptic Carton UHT) นำไปย่อยลดขนาดเพื่อให้มี ขนาดที่ใกล้เคียงกับเส้นใยจากธรรมชาติที่ใช้ขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ดมีขนาดความกว้าง 4 มิลลิเมตร มีความยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2 ทั้งนี้วัสดุเชื่อมประสานใช้ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ธรรมดา ตามมาตรฐาน ม. อ.ก. 15 (Ordinary Portland Cement)





รูปที่ 2 การเตรียมตัวอย่างเส้นใยจากขยะกล่องเครื่องดื่ม

3.2 อัตราส่วนผสมและการขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ด

งานวิจัยนี้จะศึกษาประสิทธิภาพจากเส้นใยขยะกล่องเครื่องดื่มแบบพันเกลียว ซึ่งใช้ขยะจากกล่องเครื่องดื่มพันเกลียวแบบ 1 และ 2 เกลียว ในการขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ดสำหรับการใช้งานภายในอาคาร โดยทำการขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ดความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราส่วนระหว่างปอร์ตแลนด์ซีเมนต์และปริมาณเส้นใยสำหรับการผสมขึ้นรูป 2 ส่วนผสมคือ 80:20 และ 70:30 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนซีเมนต์ต่อเส้นใยเลือกบนพื้นฐานของอัตราส่วนโดยปกติของ การขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ดโดยทั่วไปซึ่งมีช่วงระหว่าง 2.0:1 ถึง 3.0:1 โดยน้ำหนัก [10] สำหรับงานวิจัยนี้ควบคุมอัตราส่วนผสม ของน้ำต่อ ปูนซีเมนต์คงที่เท่ากับ 0.60 และเส้นใยจะถูกปรับให้อยู่ในสภาพอิ่มตัวผิวแห้งก่อนการผสมและขึ้นรูป





รูปที่ 3 ลักษณะเส้นในแบบ 1 (ซ้าย) และ 2 เกลียว (ขวา)

การขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ดใช้แบบเหล็กขนาด 300 มิลลิเมตร (กว้าง) x 300 มิลลิเมตร (ยาว) x 20 มิลลิเมตร (หนา) ขึ้นรูปโดยเครื่อง อัดไฮโดรลิคขนาด 30 ตันทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4 การติดตั้งชุดเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นกับเครื่องอัดไฮโดรลิคขนาด 30 ตัน



รูปที่ 4 การติดตั้งชุดเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นกับเครื่องอัดไฮโดรลิคขนาด 30 ตัน

ตัวอย่างที่อัดขึ้นรูปในแบบหล่อจะค้างแรงอัดและทำการถอดแบบที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมงก่อนจะบ่มที่อุณหภูมิ 25± 2 องศา เป็นระยะเวลา 28 วัน โดยใช้แผ่นพลาสติกบางพันรอบตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 5 และนำแผ่นตัวอย่างไปทดสอบคุณสมบัติทางกล ทางกายภาพ และ การต้านทานการเผาไหม้



รูปที่ 8 การวัดแผ่นหาค่าการพองตัวของแผ่นซีเมนต์บอร์ด

$$\%Ts = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100 \quad (4)$$

โดยที่ $\%Ts$ คือ ร้อยละการพองตัว เป็นเปอร์เซ็นต์, T_1 คือ ความหนาที่จุดบนแผ่นทดสอบก่อนแช่น้ำ, มิลลิเมตร และ T_2 คือ ความหนาที่จุดบนแผ่นทดสอบภายหลังการแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง, มิลลิเมตร

3.3.5. การทดสอบการต้านทานการเผาไหม้ (Rate of Burning)

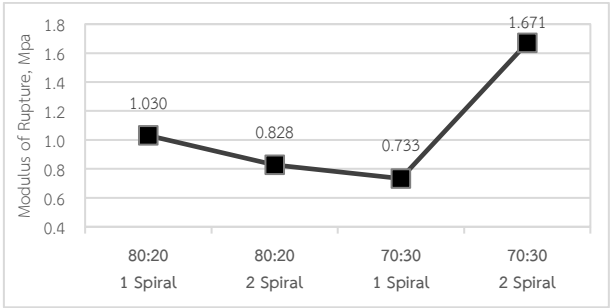
การทดสอบหาการต้านทานการเผาไหม้ (Rate of Burning) ดำเนินการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D635-98 โดยในการทดสอบจะเตรียมแผ่นตัวอย่างขนาด 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร ทำการจ่อเปลวไฟกับแผ่นทดสอบเป็นเวลา 30 วินาทีดังแสดงในรูปที่ 9 แล้วบันทึกผล



รูปที่ 9 การทดสอบหาความต้านทานความร้อน

4. ผลการวิจัย

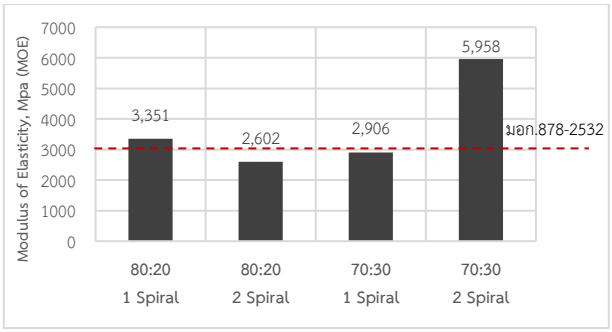
4.1 ผลการทดสอบค่ามอดุลัสแตกหักของแผ่นซีเมนต์บอร์ด(Modulus of Rupture : MOR)



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ของปริมาณร้อยละเส้นใยกับค่ามอดุลัสแตกหักของแผ่นซีเมนต์บอร์ดผสมเส้นใยขยะกล่องเครื่องดื่ม

จากรูปที่ 10 ความสัมพันธ์ของปริมาณร้อยละเส้นใยกับค่ามอดุลัสแตกหักของแผ่นซีเมนต์บอร์ดผสมเส้นใยขยะกล่องเครื่องดื่ม พบว่า ที่อัตราส่วนซีเมนต์ต่อเส้นใย 80:20 ทั้ง 1 เกลียวและ 2 เกลียวค่ามอดุลัสแตกหักแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ในขณะที่อัตราส่วนซีเมนต์ต่อเส้นใย 70:30 แบบ 2 เกลียวมีผลของค่ามอดุลัสแตกหักสูงกว่าแบบ 1 เกลียวถึงประมาณร้อยละ 120 (สูงกว่าประมาณ 2 เท่า) ทั้งนี้ มอก.878-2532 ระบุค่ามอดุลัสแตกหักมีเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 9 เมกกะปาสคาล (Mpa)

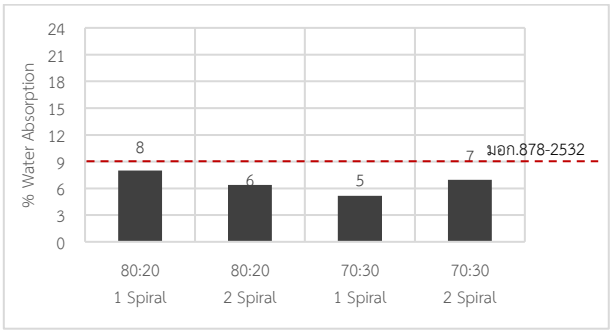
4.2 ผลการทดสอบค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นซีเมนต์บอร์ด(Modulus of Elasticity : MOE)



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ของปริมาณร้อยละเส้นใยกับค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นซีเมนต์บอร์ดผสมเส้นใยขยะกล่องเครื่องดื่ม

จากรูปที่ 11 ความสัมพันธ์ของปริมาณร้อยละเส้นใยกับค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นซีเมนต์บอร์ดผสมเส้นใยขยะกล่องเครื่องดื่ม พบว่า ที่อัตราส่วนซีเมนต์ต่อเส้นใย 80:20 ทั้ง 1 เกลียวและ 2 เกลียวค่ามอดุลัสยืดหยุ่นแตกต่างกันประมาณร้อยละ 20 ในขณะที่อัตราส่วนซีเมนต์ต่อเส้นใย 70:30 แบบ 2 เกลียวมีผลของค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงกว่าแบบ 1 เกลียวถึงประมาณร้อยละ 100 (สูงกว่า 2 เท่า)

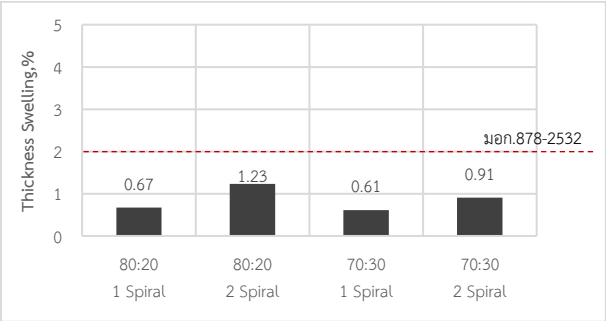
4.3 ผลการทดสอบทดสอบหาค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorption)



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละการดูดซึมน้ำของแผ่นซีเมนต์บอร์ด

จากรูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละการดูดซึมน้ำของแผ่นซีเมนต์บอร์ดพบว่า ที่อัตราส่วนซีเมนต์ต่อเส้นใยมีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำอยู่ในระหว่างร้อยละ 5-8 ซึ่งจากการศึกษาพบว่าอิทธิพลของเส้นใยต่อค่าการดูดซึมน้ำมีผลแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาตาม มอก.878-2532 พบว่าทุกอัตราส่วนผสมไม่เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

4.4 ผลการทดสอบการพองตัว (Thickness Swelling :TS)



รูปที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละการพองตัวแผ่นซีเมนต์บอร์ด

จากรูปที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละการพองตัวแผ่นซีเมนต์บอร์ดพบว่า ที่อัตราส่วนซีเมนต์ต่อเส้นใยทุกส่วนผสมอยู่ในช่วงร้อยละ 0.6-1.2 ซึ่งจากการศึกษาพบว่าอิทธิพลของเส้นใยต่อค่าการพองตัวมีแนวโน้มสอดคล้องกับค่าการดูดซึมน้ำโดยมีผลของค่าร้อยละการพองตัวแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

4.5 ผลการทดสอบการต้านทานการเผาไหม้ (Rate of Burning)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการต้านทานการเผาไหม้ของแผ่นซีเมนต์บอร์ด

อัตราส่วนซีเมนต์:เส้นใย	จำนวนเกลียว	ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (kg)	การต้านทานความร้อน
80:20	1	1	0.243	ไม่ติดไฟ
		2	0.227	ไม่ติดไฟ
		3	0.271	ไม่ติดไฟ
	2	1	0.283	ไม่ติดไฟ
		2	0.277	ไม่ติดไฟ
		3	0.3	ไม่ติดไฟ
70:30	1	1	0.245	ไม่ติดไฟ
		2	0.234	ไม่ติดไฟ
		3	0.245	ไม่ติดไฟ
	2	1	0.246	ไม่ติดไฟ
		2	0.248	ไม่ติดไฟ
		3	0.258	ไม่ติดไฟ

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบการต้านทานการเผาไหม้ของแผ่นซีเมนต์บอร์ดพบว่า อัตราส่วนซีเมนต์ต่อเส้นใยทุกส่วนผสมภายหลังการทดสอบด้วยการจ่อเปลวไฟเป็นเวลา 30 วินาที ไม่ติดไฟหรือสามารถต้านทานการเผาไหม้ได้ทุกส่วนอัตราผสม

5. บทสรุป

5.1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของปริมาณและรูปแบบของเส้นใยจากจากกล่องบรรจุเครื่องดื่มในการขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ด ต่อคุณสมบัติทางกล ทางกายภาพ และการต้านทานต่อการเผาไหม้จากทั้ง 12 ตัวอย่างการทดสอบพบว่า การทดสอบคุณสมบัติทางกลประกอบด้วยโมดูลัสแตกหัก (MOR) และโมดูลัสยืดหยุ่น(MOE) ของแผ่นซีเมนต์บอร์ดผสมเส้นใยจากขยะกล่องเครื่องดื่มความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรแปรผันตรงกับปริมาณเส้นใยพบว่า ที่อัตราส่วนเส้นใยร้อยละ 30 ให้ค่าโมดูลัสแตกหักและโมดูลัสยืดหยุ่นดีที่สุด เท่ากับ 1.67 และ 5.96x10^3 เมกกะปาสคาล (MPa) ตามลำดับ และในส่วนของการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพประกอบด้วย การทดสอบการดูดซึมน้ำ (WA) และการพองตัว (TS) พบว่าแผ่นซีเมนต์บอร์ดที่พัฒนาขึ้นมีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำและค่าการพองตัวต่ำมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในทุกส่วนผสมทั้งนี้ค่าการดูดซึมน้ำและค่าการพองตัวไม่เกินข้อกำหนดตามเกณฑ์มอก.878-2532 ส่วนการทดสอบการต้านทานการเผาไหม้พบว่าไม่ติดไฟทุกส่วนผสม

5.2 จากผลการศึกษาประสิทธิภาพจากเส้นใยขยะกล่องเครื่องดื่มแบบพันเกลียวในการขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์บอร์ดพบว่า ที่ปริมาณร้อยละเส้นใย 30 ภายใต้รูปแบบข้องเส้นใยพันกัน 2 เกลียว แม้จะยังไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานของมอก.878-2532 เฉพาะในส่วนของค่ามอดุลัสแตกหัก แต่มีเป็นไปได้ที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงภายในอาคารได้ เช่น งานตกแต่งผนัง ภายใน ฝ้าเพดาน เป็นต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ภาควิชาครุศาสตร์โยธา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสำหรับงานวิจัยนี้ รวมถึงนักศึกษาที่ดำเนินการภาคนิพนธ์จากภาควิชาวิศวกรรมโยธาและการศึกษาที่ช่วยกันดำเนินงานจนประสบความสำเร็จ

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Morteza Khorami and Eshmaiel Ganjian, Comparing flexural behaviour of fibre–cement composites reinforced bagasse: Wheat and eucalyptus. Construction and Building Materials, 2011. 25: p.3661-3667.

[2] สิริพร วาสนาประเสริฐ, การพัฒนาผนังซีเมนต์เส้นใยพืชสำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. สาขาสถาปัตยกรรม, มหาวิทยาลัยศิลปากรนครปฐม, 2551.

[3] พรพิมล อมรโชติ, สันติ สุขสอาด ทรงกลด จารุสมบัติ และ วรพรรณ หิมพานต์, การตลาดของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ในประเทศไทย (Marketing of Wood Cement Particleboard in Thailand). วารสารวนศาสตร์, 2553. 29(3): p.45-53.

[4] SCB. Fiber cement exports: how to crack the market? 2017; Available from: https://www.scbeic.com/th /detail /3302.

[5] ปิยรัตน์ เปาเล้ง, ฐาปนีย์ ศุภกิจวัฒนา พวงรัตน์ ขจิตวิชยานุกูล และ รัฐภูมิ ปริชาตปรีชา, การศึกษาคุณสมบัติทางกลและกายภาพของแผ่นซีเมนต์บอร์ดผสมเส้นใยจากขยะกล่องเครื่องดื่ม. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18, เชียงใหม่, 2556.

[6] จุฑามาศ ลักษณะกิจ และ นันทชัย ชูศิลป์, อิทธิพลของเส้นใยธรรมชาติจากวัสดุเหลือทิ้งต่อคุณสมบัติของแผ่นฝ้าเพดานไฟเบอร์ซีเมนต์. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, 2562. ปีที่ 30, ฉบับที่ 4.

[7] จารุพร แก้วกล่ำ, การใช้ประโยชน์จากขยะกล่องเครื่องดื่มเพื่อเป็นเส้นใยเสริมกำลังในคอนกรีต. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก, 2010.

[8] Nadir Ayrilmisa, Z., Salim Hiziroglub,, Physical and mechanical properties of cardboard panels made from used beverage carton with veneer overlay. Materials and Design, 2008. 29: p. PP.1897-1903.

[9] Georgiopoulou, I., et al., Recycling of post-consumer multilayer Tetra Pak® packaging with the Selective

Dissolution-Precipitation process. Resources, Conservation and Recycling, 2021. 165: p. 105268.