การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกาก มะพร้าวและต้นข้าวโพด

ดร. ผกามาศ ชูสิทธิ์

ดร. ภาณุเดช ขัดเงางาม

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณประจำปี 2556

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด

ดร. ผกามาศ ชูสิทธิ์

ดร. ภาณุเดช ขัดเงางาม

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณประจำปี 2556

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

The Application of Natural fibers obtained from the Mixtures of Coconut Meal and Corncobs in Cement-Bonded Fiberboard

Ph.D Pakamas Choosit

Ph.D Phanudej Kudngaongarm

This Report is Funded by Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Faculty of Industrial Education, Fiscal 2013

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาแผ่นใยไม้ซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด
ผู้วิจัย : ดร.ผกามาศ ชูสิทธิ์
ผู้ร่วมวิจัย : ดร.ภาณุเดช ขัดเงางาม
พ.ศ. : 2556

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด เป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ความหนาแน่นสูง โดยใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ : ทรายละเอียด : กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด : น้ำเท่ากับ 1: 0.2: 0.05: 0.3อัตราส่วนกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด มีทั้งหมด 5 อัตราส่วน ผลิตโดยเทลงแบบหล่อในอุณหภูมิปกติ จากผลการทดสอบ พบว่า อัตราส่วน CN75 (กากมะพร้าว: เส้นใยต้นข้าวโพด เท่ากับ 0.0125: 0.0375) เป็นอัตราส่วนที่ผ่านมาตรฐาน มอก .878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง มีสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และสภาพนำความร้อนที่ดี

คำสำคัญ:แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์, กากมะพร้าว, เส้นใยต้นข้าวโพด, ปูนซีเมนต์, สภาพนำความร้อน

Abstract

This research aims to study the application of coconut meal and corncob fiber as high density cement-bonded fiberboard. The cement: fine sand: coconut meal and corncob fiber: water ratio is equal to 1: 0.2: 0.05: 0.3. The fibers are taken from coconut meal and corncob that 5 ratios are used to all of fiber mixing. The fiberboard production use casting in normal temperature. Resulting, the CN75 ratio (coconut meal and corncob fiber is equal to 0.0125: 0.0375) is suitable ratio which pass TIS 878-2537 standard (cement bonded particle board) and has good physicalproperties, mechanical properties, and thermal insulation.

Keywords: Cement-bonded fiberboard, Coconut meal, Corncob fiber, Thermal Insulation

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญรูป	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	6
2.1 ทฤษฎี	6
2.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	18
2.3 สมมุติฐานและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	25
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	26
3.1 การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์	26
3.2 การออกแบบอัตราส่วนแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์	27
3.3 การเตรียมตัวอย่างแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์	27
3.4 การทดสอบตัวอย่างแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์	28
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ	28
บทที่ 4 ผลการวิจัย	29
4.1 ลักษณะทั่วไป	29
4.2 ความหนาแน่น	29
4.3 ความชื้น	31
4.4 การพองตัวเมื่อแช่น้ำ	32
4.5 ความต้านทานแรงดัด	32
4.6 มอดุลัสยืดหยุ่น	34
4.7 ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า	34
4.8 สภาพนำความร้อน	35

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 37
5.1 สรุปผล 37
5.2 ข้อเสนอแนะ 37
เอกสารอ้างอิง 38
ภาคผนวก 41

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	การป้องกันและลดความร้อนเข้าสู่อาคาร	10
2.2	ลักษณะเส้นใยทุเรียนหมอนทอง	22
2.3	ลักษณะเส้นใยทุเรียนหมอนทองที่กำลังขยาย200เท่า ด้วยSEM	23
2.4	ลักษณะของเชื้อราแอสเพอร์จิลลัสไนเจอร์ (Aspergillus nigar)	23
2.5	ลักษณะของเชื้อราแอสเพอร์จิลลัสไนเจอร์ (Aspergillus nigar)	24
2.6	ลักษณะโครงสร้างของเชื้อราไรโซพัส(Rhizopus)	24
4.1	ลักษณะทั่วไปของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าว และเส้นใยต้นข้าวโพด อัตราส่วน CN75	29
4.2	ความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าว และเส้นใยต้นข้าวโพดที่อัตราส่วนต่างๆ	30
4.3	ความชื้นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ที่อัตราส่วนต่างๆ	31
4.4	การพองตัวของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ที่อัตราส่วนต่างๆ	32
4.5	ความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าว และเส้นใยต้นข้าวโพดที่อัตราส่วนต่างๆ	33
4.6	มอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าว และเส้นใยต้นข้าวโพดที่อัตราส่วนต่างๆ	41
4.7	ความต้านทานแรงดึงของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าว และเส้นใยต้นข้าวโพดที่อัตราส่วนต่างๆ	35
4.8	สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าว และเส้นใยต้นข้าวโพดที่อัตราส่วนต่างๆ	36

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	พื้นที่ปลูกพืชเส้นใยทางเกษตร ปี 2530/31 (ไร่)	15
2.2	ความแข็งแรงของการเกาะยึดระหว่างไมยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส กับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ตราเพชรจากการใช้น้ำและสารเคมีต่างๆ	20
2.3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากค่าความแข็งแรงของการเกาะยึดระหว่างไม้และซีเมนต์ในการทดลองด้วยน้ำและสารเคมีต่างๆ กัน	20
2.4	สมบัติการดูดซึมน้ำและค่าความถ่วงจำเพาะของเส้นใยเปลือกทุเรียนและทรายละเอียด	25
3.1	อัตราส่วนแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากเส้นใยกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด	27

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด เป็นโครงการวิจัยที่ให้ความสำคัญในการใช้วัสดุที่เหลือใช้และวัสดุที่เป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปของผลผลิตทางการเกษตรของพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และความต้องการที่อยู่อาศัย จากปัญหาการลดลงของปริมาณป่าไม้ [1-14] ทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัสดุที่เหลือใช้และวัสดุที่เป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปของผลผลิตทางการเกษตรที่มูลค่าต่ำหรือไม่มีมูลค่า มาใช้ทดแทนวัสดุในผลิตภัณฑ์ก่อสร้างที่อนุรักษ์พลังงานชนิดแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่มีความสำคัญและมีแนวโน้มราคาและความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้น โดยมีรายละเอียดความสำคัญและที่มาของปัญหาควรที่จะทำการศึกษาวิจัย ดังต่อไปนี้

แผ่นไม้อัดซีเมนต์ (Wood Cement Board) [15] เป็นแผ่นไม้อัดอเนกประสงค์ที่ใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอก ผลิตในประเทศไทย โดยการนำไม้โตเร็วมาบดย่อยและผสมกับซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ ผสมน้ำยาเคมี แล้วอัดด้วยแรงกดสูง เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำคุณสมบัติเด่นของส่วนผสมหลักสองชนิด คือไม้และซีเมนต์ มารวมไว้ด้วยกัน มีความแข็งแรงทนทาน คงทนต่อทุกสภาวะอากาศ ปลอดภัยจากแมลงศัตรูไม้ และไม่เกิดเชื้อรา ป้องกันไฟ ป้องกันความร้อน ป้องกันเสียงรบกวน ทำงานง่าย ติดตั้งรวดเร็ว ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ปลอดภัย ประหยัด และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มความต้องการสูง [1 6] แต่จากสภาพปัญหาด้านทรัพยากรป่าไม้ที่มีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง จำเป็ นต้องลดการใช้ไม้ธรรมชาติในประเทศเพื่อรอการฟื้นฟูพื้นที่ป่าให้เพียงพอจนเกิดความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อม [17-20] ทำให้อุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบประสบเกิดปัญหาวัตถุดิบไม้ในปัจจุบันและอนาคต คาดค่า วัตถุดิบที่จะทดแทนในอนาคตจำแนกได้ 2 กลุ่ม คือ 1) วัตถุดิบไม้ (wood material) ได้แก่ ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา และไม้โตเร็วอื่นๆ 2) วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (non-wood material) คือพืชที่ไม่มีลักษณะต้นไม้ (tree) ได้แก่ พืชเส้นใยทางเกษตรอื่น ๆ และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่เรื่อง ราคา ปริมาณที่มีอยู่ แหล่งของวั ตถุดิบ ระยะเวลาปริมาณ พบว่าวัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (non-wood material) เป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจกว่าไม้โตเร็วก็มีข้อจำกัดในด้านระยะเวลา พื้นที่ในการปลูก และปริมาณที่น้อยกว่าพืชเส้นใยทางเกษตร ดังนั้น แนวคิดการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรมาทำให้กลับมีคุณค่าเป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติหรือผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสม น่าจะเป็นโอกาสในการสร้างงานและเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่นได้เป็นอย่างดีอีกด้วย โดยเฉพาะการพัฒนาฉนวนความร้อนที่อาศัยเส้นใยจากพืชที่หา

ได้จากธรรมชาติ ย่อมส่งผลดีทั้งช่วยลดปัญหาการขาดดุลการค้า ปัญหา ด้านสุขภาพ และลดต้นทุนวัสดุก่อสร้างที่มีแนวโน้มราคาวัสดุก่อสร้างเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยทั้งปีคาดว่าจะเพิ่มขึ้นประมาณ 25% ถือว่าเป็นอัตราที่สูงขึ้นอย่างมาก เมื่อเทียบกับปี 2550 ที่เพิ่มขึ้นเพียง 4.9% ซึ่งอัตราเพิ่มดังกล่าวถือว่าเป็นการปรับราคาสูงสุดเป็นประวัติการณ์ จากราคาที่เพิ่มขึ้นนี้ส่งผลกระทบต่อธุรกิจก่อสร้างอย่างมาก เพราะทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น ดังนั้นการค้นคว้าหาวัสดุประกอบอาคารชนิดใหม่ๆ ที่มีราคาต่ำกว่าก่อสร้างได้รวดเร็ว มีคุณสมบัติที่สามารถป้องกันความร้อนและยังคงความแข็งแรงให้กับอาคาร จึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาประเทศ

เส้นใยธรรมชาติ เป็นเศษเหลือทิ้งจากภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมที่มีอยู่มากมายในประเทศไทย [21] โดยเฉพาะกากมะพร้าว (coconut meal) จากอุตสาหกรรมกะทิ เส้นใยจากต้นข้าวโพดจากการเกษตร ที่มีข้อดีหลายประการดังนี้หาง่าย เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีใช้ไม่หม ดสิ้นเป็น ของเหลือทิ้ง มีราคาถูก ทำให้สามารถใช้ลดต้นทุนการผลิต มีสมบัติเชิงกลดี มีความแข็งแรงและ มอดุลัสสูง ความหนาแน่นต่ำ ทำให้มีน้ำหนักเบา การกันความร้อน ช่วยำจัดและลดกากของเสียจากเกษตรกรรมอุตสาหกรรม และการลดการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ โดยมีความสำคัญและมีม าของการเลือกกากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพดดังรายละเอียดต่อไปนี้

มะพร้าว จัดเป็นพืชชนิดหนึ่งที่สัมพันธ์กับเศรษฐกิจและสังคมไทย ซึ่งนอกจากจะสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกแล้วยังก่อให้เกิดอุตสาหกรรมแปรรูปต่อเนื่องเป็นสินค้าส่งออกสร้างรายได้ให้แก่ประเทศได้ อี กทั้งยังเป็นส่วนหนึ่งในวิถีชีวิตคนไทยโดยเฉพาะวัฒนธรรมการบริโภค [22] มีการปลูกในทุกพื้นที่ของประเทศประมาณ 2.04 ล้านไร่ มีผลผลิตมะพร้าว เท่ากับ 2.75 ล้านตัน มีสัดส่วนการใช้ประโยชน์แบ่งเป็นการบริโภคภายในประเทศ ร้อยละ 60 และร้อยละ 40 สำหรับ ใช้ในอุตสาหกรรมและส่ งออก และมีแนวโน้มของปริมาณการใช้ เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี ซึ่งส่งผลให้ของเหลือใช้ ที่ได้ จากมะพร้าวก็ ยอมมีประมาณมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งถ้าไม่สามารถกำจัดเหลือใช้ที่ได้จากมะพร้าวเหล่านั้นก็จะส่งผลทำให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม จึงเกิดแนวคิดโดยการนำกากมะพร้าวมาประยุกต์ ซึ่งกากมะพร้าวเป็นเส้นใยจากพืชหรือเส้นใยเซลลูโลส (Cellulose fibers) เป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดหนึ่งเกิดจากเซลลูโลสยึดเกาะกันด้วยพันธะเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่มีสูตรเป็น $(C_6H_{10}O_5)x$ กล่าวคือ ในโมเลกุลเซลลูโลสจะเกิดจากหน่วยโมเลกุลซ้ำ (Repeat units) ยึดจับกันเป็นสายยาวหน่วยโมเลกุลซ้ำ คือ เซลโลไบโอส (Cellobiose) เกิดจากบีต้า กลูโคส 2 โมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะ C-O-C ในโมเลกุลเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) อยู่มากมายจะทำหน้าที่ดึงดูดน้ำหรือเกิดปฏิกิริยาจับกับหมู่ธาตุอื่นๆ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเซลลูโลสมีความเป็น ระเบียบ (Crystalline) ค่อนข้างมากคือ 85 – 95 % และระหว่างสายโมเลกุลจะมีการยึดจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond) เป็นระยะๆ ซึ่งมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสมีความเหนียวแข็งแรงค่อนข้างสูง น้ำหนักเบา เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์เพื่อใ ห้เป็นการลดต้นทุนการผลิตและช่วยกำจัดวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากมะพร้าว

ข้าวโพด ปลูกกันมากในเกือบทุกภาคของประเทศ ภาคเหนือ ปลูกมากในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดหนองคาย นครราชสีมา และภาคกลาง ในพื้นที่จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร ราชบุ รี ระยะเวลาปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 40-45 วัน ปลูกได้ดีในช่วงฤดูฝน แต่ถ้าเป็นพื้นที่ในเขตชลประทานสามารถปลูกได้ตลอดปี (4 ครั้ง/ปี) ดังนั้น เศษเหลือจากการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน เช่น ต้นข้าวโพด เปลือกฝักข้าวโพด และไหม จึงมีมากในเกือบทุกภาคของประเทศ และเกือบตลอด ทั้งปี โดยเฉพาะในเขตชลประทาน ต้นข้าวโพดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร หลังการเก็บเกี่ยว [23-30] จากข้อมูลของกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ พบว่า ประเทศไทยมีการส่งออกผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดฝักอ่อน และข้าวโพดหวาน ในรูปข้าวโพดอ่อนสด ข้าวโพดอ่อนกระป๋อง ข้าวโพดหวานแช่แข็ง แ ละข้าวโพดหวานกระป๋อง โดยในปี พ .ศ.2536 มีการส่งออกประมาณ 36,000 ตัน คิดเป็นมูลค่า 840 ล้านบาท และเพิ่มขึ้นมาเป็น 82,000 ตัน มูลค่า 2,100 ล้านบาท ในปี พ .ศ.2540 และปัจจุบันสามารถผลิตได้ประมาณ 4 ล้านตันต่อปี จากพื้นที่ปลูกรวมทั้งประเทศประมาณ 6 ล้านไร่ ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดในประเทศที่ต้องการประมาณ 5.5 ล้านตันต่อปี ในจำนวนนี้ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ 60% ที่เหลือ 40% ส่งออกนอกประเทศ ซึ่งจากความต้องการของตลาดโดยเฉพาะเพื่อการใช้ในการผลิตอาหารสัตว์นั้นส่งผลให้พื้นที่สำหรับการปลูกข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นป ระมาณ 7.8 ล้านไร่ต่อปี จากการค้นคว้าวิจัยเพื่อที่จะนำเอาส่วนเหลือใช้หลังการเก็บเกี่ยวพืชไร่ชนิดต่างๆ ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมหาศาลในประเทศจีน โดยต้องกำจัดทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ต้องสูญเสียทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก ด้วยการขนไปทิ้ง หรือฝังกลบ หรือไม่ก็ทำการเผาทำลาย อันเป็นการก่อมลภาวะให้แก่สภาพแวดล้อมอีกโสดหนึ่งต่างหาก ได้มีความพยายามหาวิธีการต่างๆเพื่อนำเอาเศษเหลือใช้ของพืชไร่หลังการเก็บเกี่ยวอาทิเช่น ฟางข้าว ต้น-ซังข้าวโพด ต้นถั่วเหลือง ต้นข้าวฟ่าง เปลือกถั่วลิสง มาใช้ให้เป็นประโยชน์ โดยส่วนใหญ่จะนำมาเป็นอาหารสัตว์ใช้เลี้ยงสัตว์สี่กระเพาะ ซึ่งประสิทธิผลก็ไม่สูงเป็นที่น่าพอใจนัก และก็ไม่สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์กระเพาะเดี่ยวเช่น หมู เป็ด ไก่ หรือปลาได้ และพบว่าต้นข้าวโพดมีส่วนประกอบของ วัตถุแห้ง (dry matter) 25.3 % เยื่อใยหยาบ (crude fiber) 26.8 % ไขมัน (ether extract) 0.9 % ลิกนิน 3.8 - 4.3 % และจากการปลูกข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 7.8 ล้านไร่ต่อปีต้องมีต้นเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวจำนวนมากและเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ถ้านำมาเป็นวัสดุประกอบทดแทนไม้ในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ได้ และทำให้ราคาไม่สูงมากนักถ้าเทียบกับการผสมวัสดุอื่น เพื่อเป็นการใช้วัสดุที่มีมากให้มีประโยชน์ และลดต้นทุนการผลิต

จากสถานการณ์ปัจจุบันในด้านภาวะโลกร้อน การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและป่าไม้ คุณสมบัติและความต้องการของผลิตภัณฑ์แผ่นไม้อัดซีเมนต์ ปัญหาวัตถุดิบอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ คุณสมบัติเส้นใยธรรมชาติของ กากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพดมีอยู่มากมายในท้องถิ่น มาประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุก่อสร้างคือ วัสดุประกอบทดแทนไม้ในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่เป็นการพัฒนาฉนวนความร้อนที่อาศัยเส้นใยจากพืชที่หาได้จากธรรมชาติ จึงนับเป็นแนวความคิดที่มี

ประโยชน์ และบูรณาการการใช้วัสดุที่มีเหลือใช้จากการเกษตรจำนวนมากในท้องถิ่นเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ป่าไม้ พลังงาน เพื่อเพิ่มการมูลค่า ช่วยลดปัญหาการขาดดุลการค้า เพื่อการส่งเสริมให้ชุมชน และบริษัทฯ ขนาดเล็กได้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุประกอบทดแทนไม้ในแผ่นใยไม้อัด ซีเมนต์ ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่อนุรักษ์พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและราคาถูก ทั้งยังเป็นการสร้างงานและเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่นได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์โดยใช้ กากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพด เป็นวัสดุผสมเพิ่มประสิทธิ์ภาพการป้องกันความร้อน

2) เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้วัสดุผสม สำหรับทำแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทรายละเอียด กากมะพร้าว และเส้นใยจากต้นข้าวโพด

3) เพื่อทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้กากมะพร้าวและเส้นใยจากต้นข้าวโพดเป็นวัสดุผสมตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อน

4) เพื่อพัฒนาปรับปรุงผลิตผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้กากมะพร้าวและเส้ นใยจากต้นข้าวโพดเป็นวัสดุผสมเพิ่มประสิทธิ์ภาพการป้องกันความร้อนที่มีราคาถูก

5) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำกากมะพร้าวและเส้นใยจากต้นข้าวโพดทดแทนไม้มาใช้งานจริงในการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ได้อย่างปลอดภัยและเหมาะสม

6) เพื่อนำกากมะพร้าวและต้นข้าวโพดที่มีจำ นวนมากในท้องถิ่นมาใช้เกิดประโยชน์และมีมูลค่ามากขึ้นได้มากขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1) ใช้กากมะพร้าว จากพื้นที่ในเขตภาคกลาง

2) ใช้เส้นใยจากต้นข้าวโพด จากพื้นที่ในเขตภาคกลาง

3) ออกแบบอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทรายละเอียด กากมะพร้าว และเส้นใยจากต้นข้าวโพด ไม่น้อยกว่า 3 อัตราส่วน

4) ทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกลของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อน

5) ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติของแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ได้แก่

5.1) ผลของชนิดเส้นใยทดแทนไม้ที่ใช้

5.2) ขนาดของเส้นใยทดแทนไม้ที่เหมาะสม

5.3) อัตราส่วนของเส้นใยทดแทนไม้ต่อซีเมนต์ที่เหมาะสม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์โดยใช้กากมะพร้าวและเส้นใยจากต้นข้าวโพด เป็นวัสดุผสมในการเพิ่มประสิทธิ์ภาพการป้องกันความร้อน

2) ทราบอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้วัสดุผสมสำหรับทำแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทรายละเอียด กากมะพร้าว และเส้นใยจากต้นข้าวโพด

3) ทราบถึงสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้กากมะพร้าวและเส้นใยจากต้นข้าวโพด เป็นวัสดุผสมตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและสมบัติการเป็นฉนวนความร้อน

4) ได้ผลิตภัณฑ์แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้กากมะพร้าวและเส้นใยจากต้นข้าวโพด เป็นวัสดุผสมเพิ่ม ประสิทธิ์ภาพการป้องกันความร้อนที่มีราคาถูก

5) ทราบความเป็นไปได้ในการนำกากมะพร้าวและเส้นใยจากต้นข้าวโพดทดแทนไม้มาใช้งานจริงในการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ได้อย่างปลอดภัยและเหมาะสม

6) สามารถนำกากมะพร้าวและต้นข้าวโพดที่มีจำนวนมากในท้องถิ่น มาใช้เกิดประโยชน์และมีมูลค่ามากขึ้นได้มากขึ้น

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ทฤษฎี

โครงการวิจัยการใช้กากมะพร้าวผสมเส้นใยจากต้นข้าวโพดเพิ่มประสิทธิ์ภาพการป้องกันความร้อนในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ สามารถใช้งานจริงในการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ได้อย่างปลอดภัยและเหมาะสม โดยมีรายละเอียดทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดในด้านการอนุรักษ์พลังงาน คุณสมบัติทางกายภายและเชิงกล ความแข็งแรง มาตรฐานของวัสดุและผลิตภัณฑ์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ไม้อัดทั่วไปและกรรมวิธีการผลิต ไม้อัดมี 3 ชนิด ด้วยกัน ได้แก่ ไม้อัดสลับชั้น (Plywood), ไม้อัดแผ่นเรียบ (Hard Board or Fiber Board), และแผ่นชิ้นไม้อัด (Particle Board) แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงการผลิตไม้อัดสลับชั้นและไม้อัดแผ่นเรียบ [39] โดยแบ่งเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

1) วัตถุดิบ ที่สำคัญที่ใช้ในการผลิตไม้อัดสลับชั้น ได้แก่ ไม้ซุง , กาวเทป, และแป้งมัน ส่วนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบ ได้แก่ เศ ษไม้, กาว, และขี้ผึ้ง โดยมีแหล่งที่มา คือ

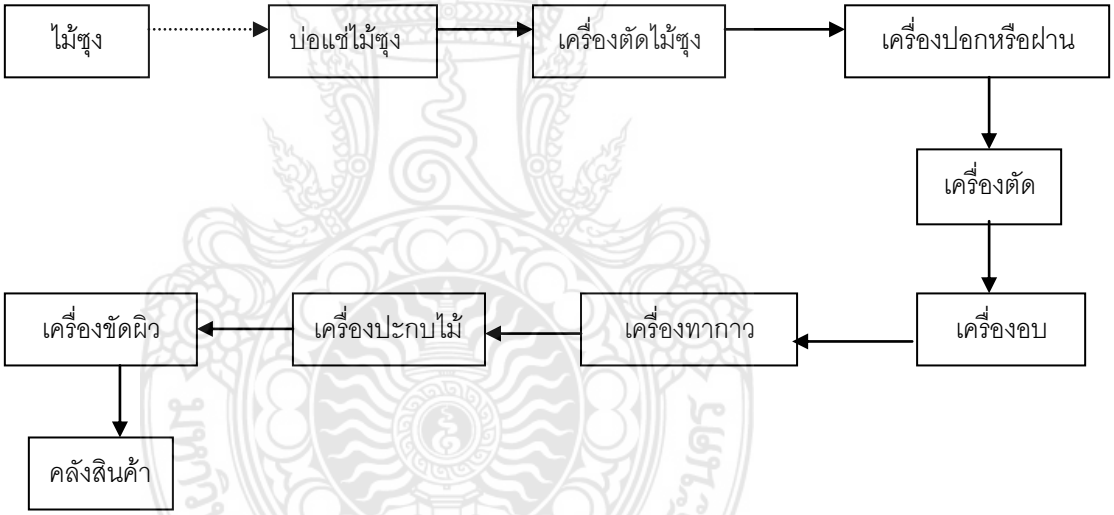
- ไม้ซุง จากองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้หรือสั่งไม้จากต่างประเทศ เช่น ประเทศอินโดนีเซีย, และมาเลเซีย เป็นต้น
- กาว จากโรงงานผลิตภายในประเทศ และสั่งซื้อจากต่างประเทศ เช่น ประเทศอังกฤษ, สาธารณรัฐเยอรมันตะวันตก, อิตาลี, สวีเดน, และญี่ปุ่น เป็นต้น
- เทป สั่งซื้อจากต่างประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่น, ออสเตรเลีย, และเนเธอร์แลนด์ เป็นต้น
- ขี้ผึ้ง จากโรงงานในประเทศและสั่งซื้อจากต่างประเทศ
- แป้งมัน จากโรงงานในประเทศ
- เศษไม้ จากโรงงานไม้แปรรูปภายในประเทศ

2) กรรมวิธีการผลิตไม้อัดสลับชั้น จะต้องเริ่มตั้งแต่การผลิตไม้วีเนียร์ก่อน โดยการนำไม้ซุงทั้งท่อนแช่ในบ่อสำหรับต้มด้วยไอน้ำประมาณ 12-24 ชั่วโมง (แล้วแต่ความอ่อนแข็งของเนื้อไม้) เพื่อทำให้เนื้อไม้อ่อนตัวปอกง่าย และมีผิวเรียบ ไม้ที่ใช้ผลิตส่วนใหญ่ เช่น ไม้สัก , ไม้ยาง, ไม้สมพง, ไม้สยา, และไม้มะปิน เป็นต้น เมื่อต้มท่อนซุงได้ที่แล้ว จึงนำมาตัดเป็นท่อนสั้นๆ ให้ได้ขนาดที่จะนำเข้าเครื่องปอกหรือเครื่องผ่าน เพื่อปอกไม้ท่อนให้เป็นแผ่นไม้วีเนียร์ เครื่องจักรจะปอกเนื้อไม้ออกเป็นแผ่นยาว ๆ ต่อจากนั้นจะเคลื่อนเข้าไปม้วนในลูกกลิ้ง แล้ วนำไปเข้าเครื่องตัด เพื่อตัดออกเป็นแผ่นวีเนียร์ ต่อจากนั้นนำเข้าเครื่องอบประมาณ 1-2 นาที โดยใช้ความร้อนประมาณ 170

องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้นในเนื้อไม้ออกให้แห้งเท่ากับความชื้นในอากาศ ทั้งนี้ป้องกันไม้ยืดและหดตัว และเพื่อให้แห้งพอดีที่จะติดกาวได้ ไม้วีเนียร์เมื่ออบแห้งแล้วนำมาต่อเป็นแผ่นโดยใช้เทปให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ แล้วนำเข้าเครื่องทากาวให้เสมอทั่วกันตลอดแผ่น ปะกบไม้วีเนียร์เข้าด้วยกัน กาวเป็นส่วนประกอบที่สำคัญยิ่งไม้อัดจะมีคุณภาพและความแข็งแรงคงทนมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับคุณภาพของกาวเป็นสำคัญ การปะกบแผ่นไม้วีเนียร์จะต้องให้เส้นเนื้อไม้แผ่นบางแต่ละข้างสลับกันเป็นมุมฉากกันทุกแผ่น แล้วจึงนำไปเข้าเครื่องขัด โดยใช้ความร้อน 120 องศาเซลเซียส (อยู่ในเครื่องประมาณ 2 นาที) และแรงอัดนี้ช่วยให้แผ่นวีเนียร์ที่ทากาวไว้แห้วสนิทติดเป็นแผ่นเดียวกัน กลายเป็นไม้อัดสลับชั้นและส่งเข้าเครื่องขัดผิวให้เรียบ เพื่อตบแต่งให้สวยงาม

3) แผนผังกรรมวิธีการผลิตไม้อัดสลับชั้น (PLYWOOD)

แผนผังกรรมวิธีการผลิตไม้อัดสลับชั้น (PLYWOOD)

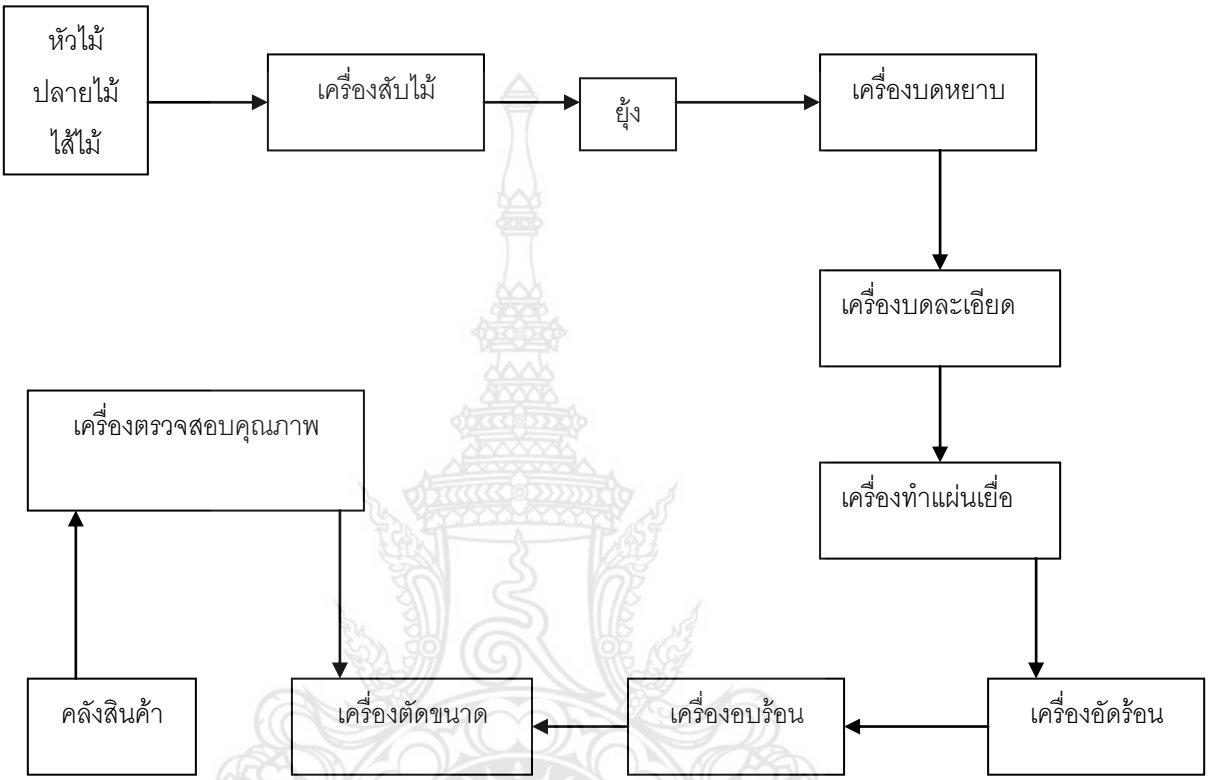


4) กรรมวิธีการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบ การผลิตไม้อัดแผ่นเรียบมีอยู่ 2 วิธี คือ

4.1) การผลิตไม้อัดแผ่นเรียบวิธีที่ 1 คือ แผ่นไม้ที่ผลิตขึ้นจากการนำเอาสารประกอบลิกโนเซลลูโลส (Ligno-Cellulose) หรือเยื่อซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในไม้มาทำเป็นแผ่นโดยนำมาอัดให้เป็นแผ่นตามที่ต้องการ เป็นการผลิตตามกรรมวิธีเปียก (Wet-Process) สำหรับลิกโนเซลลูโลสหรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า ไฟเบอร์ (Fiber) คือใยหรือเยื่อ ทำได้โดยนำเอาเศษไม้ชนิดและลักษณะต่างๆ กัน สับให้ได้ขนาดพอเหมาะแล้วนำเข้านึ่งให้ร้อนจัดด้วยไอน้ำเพื่อให้อ่อนตัวในการนำไปบด เอาสารลิกโนเซลลูโลส เพื่อนำไปใช้ทำไม้อัดแผ่นเรียบ ต่อไป จากนั้นจะนำแผ่นเยื่อไปเข้าเครื่องอัดร้อน ด้วยแรงอัดสูงถึง 3,400 ตัน (50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ที่อุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 6 นาที เพื่ออัดเป็นแผ่นเรียบที่มีความแข็ง ก็จะส่งเข้าเตา

อบความร้อนอีกประมาณ 4 ชั่วโมง ต่อจากนั้นก็นำเข้าปรับความชื้นอีก 8 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงทานทานและให้คงรูปดีขึ้น เมื่อกรรมวิธีตามขั้นตอนต่างๆ ดังกล่าวแล้ว จำนำไม้อัดแผ่นเรียบไปตัดตามขนาดที่ต้องการและแยกชั้นคุณภาพตามผลการวิเคราะห์จากห้องวิจัยเพื่อนำออกจำหน่ายต่อไป

กรรมวิธีการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบวิธีที่ 1



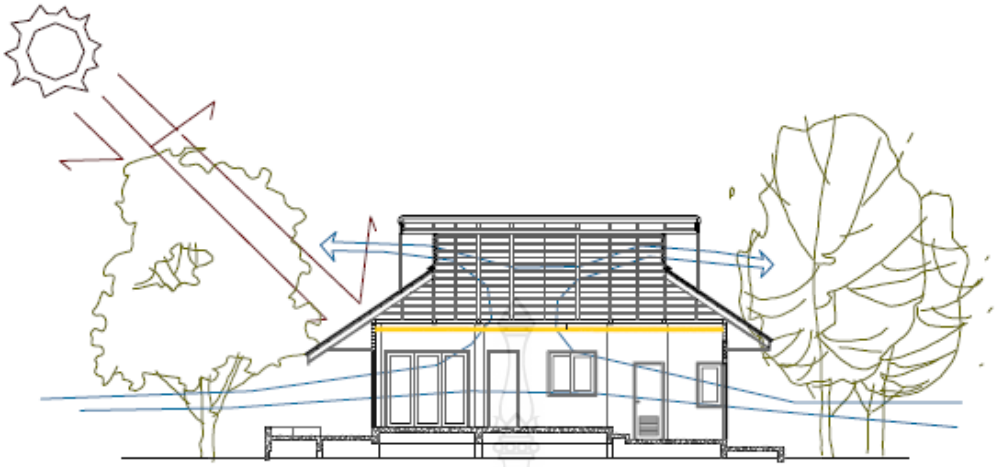
4.2) กรรมวิธีการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบวิธีที่ 2 เป็นการผลิตตามวิธีแห้ง โดยนำไม้ต่างๆ เช่น เศษฟืนจากโรงเลื่อย ไม้ตะแบก ไม้เบญจพรรณ ที่เตรียมไว้ส่งไปตามร่างป้อนไม้ ใช้น้ำฉีดเพื่อล้างดินทรายที่ส กปรกซึ่งติดมากับเศษไม้ แล้วป้อนเข้าเครื่องหั่นไม้ เพื่อหั่นให้เป็นชิ้นเล็กตามขนาดที่ต้องการ คือ ขนาดประมาณ ตั้งแต่ 1.5 เซนติเมตร, 1.0 เซนติเมตร, และ 0.35 เซนติเมตร โดยผ่านตะแกรงร่อนขนาด 1นิ้ว x 1นิ้ว ส่วนที่โตเกินขนาดจะส่งกลับเข้าหั่นซ้ำอีก ส่วนที่เล็กเกินไปจะส่งไปเป็นเชื้อเพลิงผลิตไอน้ำสะเก็ดไม้ที่ได้ขนาดจะส่งเข้าไปเก็บไว้ในยุ้งเก็บ แล้วจะส่งสะเก็ดไม้ที่ได้ขนาดจากยุ้งเก็บเข้าหม้อต้มซึ่งใช้ไอน้ำประมาณ 10-20 นาที พร้อมกับฉีดขี้ผึ้งที่ละลายเข้าผสมกับสะเก็ดไม้ในเครื่องบด เพื่อบดสะเก็ดไม้จากหม้อต้มให้เป็นเส้นใยหรือเรียกว่าไฟเบอร์ พร้อมทั้งฉีดกาวสังเคราะห์ซึ่งละลายน้ำแล้วเข้าผสมกับไฟเบอร์ในเครื่องบด ไฟเบอร์ในเครื่องบดจะมีความชื้นสูงจึงต้องผ่านเข้าเครื่องอบซึ่งเป็นท่อลมร้อน เพื่ออบให้เหลือความชื้นพอเหมาะ แล้วส่งเข้าเครื่องโรงแผ่นไฟเบอร์ จะโรยลงบนตะแกรงลวดทองแดงผสมกรรมวิธีการผลิตนี้ เรียกว่า “Mat Forming Air Felter” แล้วส่งเข้าเครื่องอัดเย็นเพื่ออัดให้เป็นแผ่น และให้แต่

ละแผ่นยาวประมาร 16 ฟุต จึงส่งแผ่นที่อัดแล้วลงบนแผ่นรองรับ เพื่อส่งเข้าแท่นอัดร้อน อัดครั้งละ 12 แผ่น 4x16 ฟุต ใช้แรงอัดสูง ความร้อน 200-220 องศาเซลเซียส เวลาอัดประมาณ 4 นาที ส่งแผ่นฮาร์ดบอร์ด ซึ่งออกจากแท่นอัดร้อนเข้าห้องปรับความชื้นเพื่อให้แผ่นฮาร์บอร์ดมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์ 8-10% เมื่อแผ่นฮาร์บอร์ดได้รับความชื้นแล้วก็จะส่งเข้าเครื่องตัดริมตามขนาดกว้าง 4 ฟุต ยาว 8 ฟุต ความหนามีหลายขนาด แล้วจะส่งเข้าเก็บในโกดังสินค้า เพื่อรอจำหน่ายต่อไป

กรรมวิธีการผลิตทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะแตกต่างกันคือ กรรมวิธีการผลิตวิธีที่ 2 เป็นวิธีการผลิตแบบแห้ง คือ เมื่อเส้นไฟเบอร์ผ่านเครื่องแยกไฟเบอร์ แล้วจะผ่านท่อลมร้อน โดยไฟเบอร์จะไม่มีน้ำผสมอยู่เลยเป็นการอัดแห้งและไม่ต้องมีตะแกรงรองรับภายใต้แผ่น ส่วนกรรมวิธีการผลิตวิธีที่ 1 เป็นวิธีการผลิตแบบเปียก คือ เมื่อชิ้นไม้ผ่านหม้อต้มและเครื่องแยกไฟเบอร์ แล้วเส้นไฟเบอร์ยังคงปนอยู่กับน้ำโดยยังไม่มีการโรยแผ่นซึ่งไฟเบอร์กับน้ำจะรวมตัวกัน เข้าเครื่องทำแผ่น แล้วเข้าเครื่องอัดร้อนและท่อนอัด ซึ่งจะทำหน้าที่กดไฟเบอร์ เพื่อแยกน้ำออกภายใต้แผ่นจะต้องมีตะแกรงเพื่อให้น้ำออกได้

2.1.1 การใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน [31]

เนื่องจากเมืองไทยเป็นประเทศที่อยู่ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น แนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศก็คือ การป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร สำหรับบ้านพักอาศัยนั้น ก็มีหลายแนวทาง อาทิ การสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อม การป้องกันความร้อนให้กับเปลือกอาคาร การเลือกใช้การระบายอากาศภายในอาคารอย่างเหมาะสม



รูปที่ 2.1 การป้องกันและลดความร้อนเข้าสู่อาคาร

สาเหตุของความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารมาจากภายนอกมากกว่าที่เกิดขึ้นภายในอาคาร การที่จะลดความร้อนรวมลงได้ก็จะต้องมาจากการมีการป้องกันความร้อนที่ดีจากกรอบอาคาร ซึ่งส่วนหนึ่งสามารถทำได้โดยการเลือกใช้วั สดุที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานของแต่ละพื้นที่ ก็จะสามารถช่วยลดความร้อนได้ ดังนั้นระบบของวัสดุกรอบอาคารมีส่วนสำคัญในการป้องกันความร้อน ระบบของวัสดุกรอบอาคารที่ใช้กันอยู่ทั่วไป แบ่งตามวัสดุผนังและหลังคา ในที่ได้ศึกษาในด้านวัสดุผนังประเภทแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์

2.1.2 ไม้อัดซีเมนต์ [32]

ไม้อัดซีเมนต์ ถือกำเนิดจากแนวความคิดที่จะใช้ประโยชน์จากเศษไม้ที่เหลือจากอุตสาหกรรมไม้อัดและการตัดไม้ซุงจากป่าออกมาใช้ประโยชน์จะมีเศษไม้ ปลายไม้เหลือไว้ในป่าอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของปริมาณที่ตัดออกมา และเมื่อนำไม้ซุงมาแปรรูปในโรงเลื่ อยก็จะเหลือปริมาณไม้แปรรูปประมาณร้อยละ 50 ของไม้ซุงที่เข้าแปรรูป จึงได้คิดวิธีที่นำเศษไม้จำนวนมากเหล่านี้มาเป็นวัตถุดิบ โดยงานวิจัยแผ่นไม้อัดสารแร่ กลุ่มวิจัยพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ได้ค้นคว้าวิจัยเพื่อหาแนวทางในการนำเศษไม้และไม้โตเร็ว โดยเฉพาะยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า “แผ่นวัสดุที่ทำจากไม้ Wood Base Panel” ซึ่งได้แก่ ไม้อัด (Plywood) แผ่นไม้อัด (Particle Bord) แผ่นชิ้นไม้อัด (Fiber Board) บล็อคบอร์ด (Block Board) และผลิตภัณฑ์ไม้อัดสารแร่ (Mineral Bonded Panel Products) ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ออกได้วัดถุดิบและสารเชื่อม ประเภทที่ได้จากสารแร่ (Inorganic Binder) หลายชนิดด้วยกัน เช่นแผ่นไม้อัดยิปซั่มเป็นต้น

สำหรับผลิตภัณฑ์ไม้อัดซีเมนต์นั้น มีคุณสมบัติพิเศษรวมกันทั้งของไม้และซีเมนต์กล่าวคือ ทนน้ำทนไฟ ทนปลวกและแมลง สามารถตกแต่งได้เช่น การตัด การเจาะ ได้เช่นเดียวกับไม้ โดยไม้ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ การฉาบผิวของผลิตภัณฑ์ไม้อัดซีเมนต์กระทำได้โดยวิธีธรรมดา เช่น การลงแลกเกอร์ การฉาบผิวด้วยสี หรือน้ำมันต่างๆ การปะหน้าด้วยพีวีซี หรือแผ่นไม้บางวีเนียร เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถใช้เครื่องมือธรรมดาตดแต่งได้ จึงสามารถนำไปใช้ทำบังใบ มนขอบทำลิ้นได้ นอกจากนี้ บริษัท Bison Werke จำกัด ในสหพันธ์สาธารณารัฐเยอรมันได้พัฒนาวิธีที่เรียกว่า “การพับ” (Flolding) โดยใช้ใบมีดของเครื่องจักรเซาะผลิตภัณฑ์ไม้อัดซีเมนต์เป็นร่อง ให้ตัวร่องเป็น มุมฉากแล้วหักพับเป็นมุมเหลี่ยมต่างๆ ได้ เช่นในลักษณะตัว L ตัว C ตัว U และตัว T เป็นต้น โดยการใช้กาวยึดรอยพับให้แน่น ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างได้กว้างมากขึ้น

ประเทศต่างๆ ได้ให้ความสนใจกับผลิตภัณฑ์ไม้อัดซีเมนต์กันอย่างมากโดยผลิตภัณฑ์นี้เข้ามามีบทบาทอย่างสำคัญสำหรับใช้ในการก่อสร้างบ้านสำเร็จรูปและใช้เป็นส่วนประกอบของบ้านเรือน ซึ่งทำให้ต้นทุนในด้านวัสดุก่อสร้างถูกลงมาก อุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์ไม้อัดซีเมนต์ แบ่งได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

1) อุตสาหกรรมแผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์ หรือมีชื่อเรียกกันในวงการป่าไม้ว่า Wood-Wood Board หรือ ว่า Wood-Wood Cement Slabs ซึ่งเขียนเป็นตัวย่อว่า W.W.S. และมีชื่อเรียกตามมาตรฐาน มอก .442-2525 ว่า “แผ่นฝอยไม้อัดซีเมนต์ชนิดใช้งานทั่วไป ” อุตสาหกรรมประเภทนี้เกิดขึ้นในประเทศไทยมาร่วม 26 ปีเศษแล้ว โดยมีวิธีการผลิตจากการนำไม้ท่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไม้ท่อนซุงที่มีลักษณะดีงาม และกลมมาทอนเป็นท่อนสั้นๆ ประมาณ 40-50 ซม. ผ่าท่อนนั้นเป็น 2 ซีก แล้วขูดซีกของท่อนซุงด้วยเครื่องทำฝอยไม้ (Wood-Wood Machine) ฝอยที่ขูดออกมาจะเป็นลักษณะขี้กบบางๆ กว้างราว 4-5 มม. หนาราว 0.2-1 มม. ยาวประมาณ 50 ซม. ต่อจากนั้นนำไปผสมกับซีเมนต์ปอร์แลนด์ วัตถุเคมีบางอย่างละน้ำ แล้วนำไปเข้าแบบอัดเป็นแผ่น มีความหนาตั้งแต่ 0.5 นิ้ว ถึง 4 นิ้ว ส่วนความกว้าง ความยาวของแผ่นเส้นฝอยอัดซีเมนต์นั้น โดยมากใช้ขนาดมาตรฐาน 1x2 เมตร นำไปผึ่งให้ซีเมนต์แห้ง จะมีความยืดหดตัวน้อย สามารถกันเสียง และเป็นฉนวนกันความร้อน ความหนาวได้ดี เหมาะสำหรับทำฝ้าเพดาน และฝากั้นห้อง คุณสมบัติพิเศษคือสามารถฉาบปูนได้ เนื่องมีผิวที่หยาบเกาะยึดปูนฉาบได้ดี จึงสามารถนำไปทำฝาห้องได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร แต่สิ่งที่ควรระวังคือไม้ที่นำมาขูดทำเส้นไม้ (Wood-Wood) จะต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมทีจะยึดเกาะซีเมนต์ได้ โดยที่ไม้เหล่านั้นจะต้องไม่มีปริมาณสารแทรกเช่น น้ำตาล ไขมัน น้ำมัน (Resin) เป็นต้น มากเกินควร เพะสารเหล่านี้จะเป็นตัวการขัดขวางปฏิกิริยาแข็งตัวระหว่างไม้กับซีเมนต์ ไม้ที่เหมาะจะนำมาเป็นวัตถุดิบได้แก่ ไม้ก่อ มะอ้าแดง อินทนิน ไม้สน และยูคาลิปตัส ฯลฯ สำหรับในต่างประเทศในทวีปยุโรปสามารถนำไม้เนื้ออ่อนชนิดต่างๆ มาผลิตแผ่นฝอยอัดซีเมนต์ โดยใช้น้ำยาเคมีช่วย อย่างไรก็ตามแผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์ในประเทศไทยยังไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร เนื่องจาก

ต้นทุนการดำเนินงานสูง วัตถุดิบ หลักคือซีเมนต์และไม้ ซึ่งต้องเลือกชนิดยืดเกาะกับซีเมนต์ และเลือกท่อนโตเปลาตรง เพื่อจะขุดได้ฝอยไม้เส้นยาว ทำให้วัตถุดิบมีราคาสูง ซึ่งผู้ปะกอบการสามารถแก้ไขปัญหาได้โดยปลูกสร้างสวนป่าเองเพื่อจะมีไม้ชนิดที่ต้องการมาป้อนเป็นวัตถุดิบอ่างสม่ำเสมอและร่วมทุนกับบริษัทที่ผลิตปูนซีเมนต์ปัจจุบันนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในประเทศออสเตรียและสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติได้ทำการสำรวจพบว่า ในปี 21 ทั่วโลกมีปริมาณการผลิตแผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์ราว 7.6 ล้านลูกบาศก์เมตร และคาวคะเนต่อไปว่าอัตราการ ใช้แผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์ของโลกจะถีบตัวสูงขึ้นถึง 15.0 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยที่แผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์จะเป็นที่นิยมนำมาใช้ทำองค์ประกอบอาคารทั่วไปและอาคารสำเร็จรูปมากขึ้นในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา การคาดคะเนนี้ อาศัยพื้นฐานจากการคาดการณ์ว่าบรรดาบ้านราคาถูกสำหรับผู้มีรายได้น้อยทั่วโลกจะเพิ่มขึ้นราวปีละ 1 ล้านหลังทุกปี และบ้านเหล่านี้จะหันมาใช้แผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์กันมากขึ้น เพราะมีราคาถูกและยังมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการคือ ทนไฟ ทนปลวก เชื้อรา สมารถฉาบตัดแต่งได้ และมีความทนทานสูงอีกด้วย โดยส่วนประกบของแผ่นเส้นไ ม้อัดซีเมนต์ใน 1 ลูกบาศก์เมตรประกอบด้วยเส้นไม้ 120-140 กิโลกรัม ซีเมนต์ 240-250 กิโลกรัม น้ำ 120-140 ลิตร และเกลือ 3-35 กิโลกรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์ที่ใช้จะต้องเป็นซีเมนต์ชนิดปอร์ตแลนด์ 350 หรือ 450 ทั้งนี้ควรใช้น้ำสะอาดและเก ลือจะเป็นตัวเร่งให้แผ่นเส้นไม้อัดซีเมนต์แห้งเร็วขึ้นปกติแผ่นฝอยไม้อัดซีเมนต์แผ่นหนึ่งจะมีขนาดมาตรฐานตามที่ระบุไว้ใน มอก. 422-2525 เรื่องแผ่นฝอยไม้อัดซีเมนต์

2) อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ (Cement-Bonded Particle-Boards) ชิ้นไม้สับ (Wood Chip) ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ สำหรับอุตสาหกรรมนี้เป็นวัตถุดิบเช่นเดียวกับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแผ่นปาร์ติเคิ้ลบอร์ดโดยทั่วๆ ไป คุณสมบัติของไม้ที่ต้องเลือกคือจะต้องเป็นไม้สับที่บางและยาว ซึ่งจะทำให้แผ่นผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้น ขนาดของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ โดยทั่วไปมี 2 ขนาดคื อ 1,250x2,240 มม. และขนาด 1,250x2,800 มม. ส่วนความหนานั้นมีตั้งแต่ 8-40 มม. ความแน่น (Density) สูงสุด 1,250 กิโลกรัม /ลูกบาศก์เมตร ถ้าส่วนผสมระหว่างชิ้นไม้สับกับซีเมนต์เป็นอัตราส่วน 1:2:75 โดยน้ำหนัก การจะลดความหนาแน่นให้ต่ำลงสามารถทำได้ด้วยการลดอัตราส่วนผสมของซีเมนต์ลง แต่จะทำให้อัตราการทนไฟต่ำลงและทำให้การพองตัวเมื่อถูกน้ำเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามแผ่นชิ้นไม้สับอัดซีเมนต์ที่ลดความหนาแน่นโดยวิธีลดอัตราส่วนผสมของซีเมนต์นั้นอาจนำไปใช้ทำฝากันห้องทำเพดานและทำส่วนประกอบของสิ่งก่อสร้างที่ต้องการความทนไฟสูงและมีมาตรฐาน มอก. 878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ความหนาแน่นสูง

3) อุตสาหกรรมแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ (Cement-Bonded Fiber Board) อุตสาหกรรมประเภทนี้เป็นเรื่องที่น่าสนใจจะศึกษาค้นคว้าผลิตออกมาเป็นรูปแบบอุตสาหกรรม เพราะมีกรรมวิธีการผลิต

เช่นเดียวกับแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ มีข้อแตกต่างเพียงใช้เส้นใยจากไม้แทนที่จะเป็นชิ้นไม้ การผลิตควรจะสร้างเป็นโรงงานผนวกกับโรงงานไม้อัดแผ่นเรียบ (Fiber-Board) เนื่องจากอุตสาหกรรมวัตถุดิบสำคัญของอุตสาหกรรมนี้ คือเส้นใยไม้ ซึ่งโรงงานไฟเบอร์บอร์ดต้องผลิตอยู่แล้ว ในอนาคตเส้นใยที่ได้จาก ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิล และพืชการเกษตรที่มีความสำคัญมากดังเช่น ปาล์มน้ำมันอาจเป็นสิ่งทดแทนเส้นใยที่ได้จากแร่ใยหิน (Asbestos) เพราะได้มีกฎหมายห้ามใช้ในผลิตภัณฑ์ก่อสร้างเนื่องจากมลพิษในสภาพแวดล้อม และอุตสาหกรรมนี้ยังไม่มีผลิตออกมาเป็นสินค้าจึงเป็นเรื่อง ที่ศึกษาทดลอง ตลอดจนถึงการศึกษาการผลิตอิฐบล็อกด้วยไฟเบอร์ผสมซีเมนต์และชิ้นไม้สับผสมซีเมนต์ด้วย

2.1.3 โครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เส้นใยจากพืชหรือเส้นใยเซลลูโลส เส้นใยจากสัตว์หรือเส้นใยโปรตีน เส้นใยแร่ โลห ะ เส้นใยเซลลูโลสเป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดหนึ่งเกิดจากเซลลูโลสยึดเกาะกันด้วยพันธะเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่มีสูตรเป็น $(C_6H_{10}O_5)_x$ โครงสร้างและการยึดเกาะของโมเลกุลแสดงในภาพประกอบ โครงสร้างเคมีของเซลลูโลสมีความสำคัญต่อคุณสมบัติของเส้นใย กล่าวคือในโมเลกุลเซลลูโลสจะเกิดจา กหน่วยโมเลกุลซ้ำ (Repeat units) ยึดจับกันเป็นสายยาว หน่วยโมเลกุลซ้ำ คือ เซลโลไบโอส (Cellobiose) เกิดจากบีต้า กลูโคส 2 โมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะ C-O-C ในโมเลกุลเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) อยู่มากมายจะทำหน้าที่ดึงดูดน้ำหรือเกิดปฏิกิริยาจับกับหมู่ธา ตุอื่นๆ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเซลลูโลสมีความเป็นระเบียบ (Crystalline) ค่อนข้างมากคือ 85 – 95 % และระหว่างสายโมเลกุลจะมีการยึดจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond) เป็นระยะๆ ซึ่งมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสมีความเหนียวแข็งแรงค่อนข้างสูง จากข้อมูลคุณสมบัติทางโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยธรรมชาติ จะเห็นว่าสามารถนำมาเป็นส่วนประกอบของคอนกรีตได้ ดังนั้นแนวความคิดในการนำเส้นใยธรรมชาติมาผสมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจึงมีความเป็นไปได้อย่างยิ่ง และสมควรนำมาทำการศึกษาวิจัยอย่างเป็นจริงจังเพื่อที่จะได้มีวัสดุก่อสร้างชนิด ใหม่ที่มีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีและมีราคาถูกกว่าวัสดุฉนวนชนิดอื่น ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดต่อไป

2.1.4 ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ [17-20]

จากสถานการณ์ป่าไม้ในประเทศซึ่งเข้าขั้นวิกฤต และสูญเสียระบบนิเวศน์ที่ดี จนกระทั่งรัฐดำเนินการปิดป่าสัมปทานในที่สุด เหตุการณ์ดังกล่าวมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ (Wood-baed panel industry) ในด้านวัตถุดิบไม้ การใช้ไม้ที่มีลำต้นใหญ่ๆ คงมีน้อยลงหรืออาจจะหมดไปในอนาคต

ในปัจจุบันเราอาจแก้ไขปัญหานี้โดยการสั่งซื้อไม้ซุงจากต่างประเทศเริ่มจากประเทศใกล้เคียงคือ พม่า มาเลเซีย ลาว เวียดนาม อินโดนีเซีย จนไกลออกไปถึงประเทศในแถบแอฟริกาและอเมริกา ซึ่งการพึ่งพาวัตถุดิบไม้จากต่างประเทศนั้นจะหาความมั่นคงและแน่นอนในอนาคตได้ยากดังนั้นห้มมาพิจารณาวัตถุดิบไม้ในประเทศของเราดีกว่าที่จะหวังพึ่งพาวัตถุดิบไม้จากต่างประเทศ การแก้ไขวัตถุดิบไม้ในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบจะต้องคิดหาวิธีการนำไม้ทอนเล็ก ๆ เศษไม้ปลายไม้ ไม้โตเร็วอื่น ๆ ตลอดจนไม้ยางพาราและพืชที่ไม่ใช้ต้นไม้หรือพืชเส้นใยทางเกษตร (Fiber crops) มาวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาประยุกต์ใช้ซึ่งในที่นี้จะพิจารณาในประเด็นของวัตถุดิบในปัจจุบันและวัตถุดิบในอนาคต ดังนี้

1) วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบในปัจจุบัน จำแนกได้ 2 กลุ่มดังนี้

1.1) ไม้ (Wood) ไม้เกือบทุกชนิด สามารถนำมาผลิตเป็นไม้อัดไม้ประกอบได้ ซึ่งนิยมใช้ในปัจจุบันตามลักษณะแผ่นไม้อัดไม้ประกอบ ดังนี้

- ไม้อัด ไม้บาง (Plywood, veneer) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ ได้แก่ ไม้สัก ไม้ยาง ไม้ชิชัน ไม้ประดู่ ไม้ตองจิง ไม้จำปา ไม้สยา และไม้กะบาก เป็นต้น

- แผ่นไม้ประกอบ (Composite board) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ ได้แก่ ไม้สัก ไม้ยางพารา ไม้มะค่า ไม้แดง ไม้เต็ง และไม้รัง เป็นต้น

- แผ่นชิ้นไม้อัด (Particleboard) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ ได้แก่ ไม้ยางพาราไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น

- แผ่นใยไม้อัด (Fiberboard) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ ได้แก่ ไม้ยูคาลิปตัส และเศษไม้ปลายไม้ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

- แผ่นไม้อัดสารแร่ (Wood mineral-bonded panel) วัตถุดิบไม้ที่ใช้ ได้แก่ ไม้สมพง และไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น

1.2) พืชที่ไม่ใช่ไม้ (Non-wood) พืชที่ไม่มีลักษณะต้นไม้ (Tree) ได้แก่ ไม้ไผ่ มะพร้าว ตาล และพืชเส้นใยทางเกษตร ได้แก่ อ้อย ปาล์มน้ำมัน ข้าว ฝ้าย ปอแก้ว เป็นต้น ที่ใช้ปัจจุบันตามลักษณะแผ่นไม้อัดไม้ประกอบดังนี้

- แผ่นใยไม้อัด วัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่ ชานอ้อย

-แผ่นฟางอัด วัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่ ฟางข้าว

2) วัตถุดิบในอนาคต

วัตถุดิบที่มีแนวโน้มนำมาใช้ในการผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบในอนาคต จำแนกได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1) วัตถุดิบไม้ (wood material) วัตถุดิบที่มีแนวโน้มจะใช้ได้ในอนาคต คือ ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา และไม้โตเร็วอื่น ๆ

2.2) วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (non-wood material) พืชเส้นใยทางเกษตรอื่น ๆ ที่มีแนวโน้มในการนำมาเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ ได้แก่ ไม้ไผ่ ปาล์มน้ำมัน ชานอ้อย ฟางข้าว ปอแก้ว และมันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 2.1 พื้นที่ปลูกพืชเส้นใยทางเกษตร ปี 2530/31 (ไร่)

ชนิดไม้	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคเหนือ	ภาคกลาง	ภาคใต้	รวม
ข้าวนาปี	25,950,364	12,590,919	11,752,901	3,615,859	53,910,043
ข้าวนาปัง	361,559	854,327	3,136,422	211,682	4,583,990
ข้าวฟ่าง	39,438	533,752	532,114	-	1,105,304
มันสำปะหลัง	5,926,308	720,463	3,232,588	-	9,879,69
อ้อย	532,091	613,231	2,518,327	-	3,663,649
ปอแก้ว	960,787	-	44,668	-	1,005,455
ฝ้าย	41,164	227,689	143,414	-	412,26
ถั่วลิสง	201,877	425,186	102,063	33,493	762,619
ถั่วเหลือง	323,840	1,693,467	243,084	-	2,260,391
ถั่วเขียว	223,317	2,318,959	325,667	31,980	2,899,923
ปาล์มน้ำมัน	*	*	*	*	615,000
มะพร้าว	*	*	*	*	2,545,000
ละหุ่ง	*	*	*	*	263,400
สับปะรด	*	*	*	*	395,000

หมายเหตุ * = ไม่มีข้อมูล, ** = พื้นที่เก็บเกี่ยว

ที่มา “สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2530/31” สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

จากข้อมูลปี 2525 มีพื้นที่ป่าไผ่อยู่ประมาณ 8,100 ตร.กม. ในป่าไผ่รวก (Thyrsostactiys siamensis Gamble) พื้นที่ 1 ไร่ จะมีปริมาณไผ่รวกประมาณ 1 ตัน หากปลูกเป็นอุตสาหกรรมและได้มีการบำรุงรักษาที่ดีแล้วจะให้ผลผลิตของไม้เพิ่มขึ้นถึงประมาณ 3 ตันต่อไร่

ปัจจุบันกรมป่าไม้ได้ส่งเสริมสนับสนุนการปลูกไผ่ คือภาคเอกชนมีการปลูกไผ่ตง (Dendrocalamusasper Back.) ในเขตท้องที่จังหวัดปราจีนบุรี และจังหวัดใกล้เคียงประมา ณ 40,000 ไร่ และปลูกไผ่รวกในเขตท้องที่จังหวัดกำแพงเพชร เนื้อที่ประมาณ 2,000ไร่ ส่วนกรมป่าไม้ได้ดำเนินการปลูกที่จังหวัดกาญจนบุรี ขอนแก่น พิษณุโลก เพชรบูรณ์ (เขาค้อ) พะเยา สงขลา เชียงใหม่ และสกลนคร รวมพื้นที่ 790 ไร่ และมีโครงการส่งเสริมในพื้นที่อื่นๆ อีกด้วย

การได้มาของวัตถุดิบพืชเส้นใยทางเกษตรเหล่านี้ วัตถุดิบชานอ้อยค่อนข้างจะเป็นกลุ่มก้อนมากกว่าพืชเส้นใยทางเกษตรอื่น ๆ กล่าวคือชานอ้อยนั้นจะได้มาจากโรงงานน้ำตาลเมื่อทำการหีบอ้อยเอาน้ำตาลแล้วเหลือชานอ้อยไว้ จึงสามารถรวบรวมชานอ้อยมาผลิตเป็นแผ่นใยไม้อัดได้

ส่วนพืชเส้นใยอื่น ๆ นั้น จำเป็นจะต้องพิจารณาถึงการได้มาของเศษเหลือเหล่านั้นเพื่อรวบรวมเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบต่อไป ซึ่งมีแนวโน้มความเป็นไปได้ในการรวบรวมได้เช่นเดียวกับชานอ้อยนอกจากพืชเส้นใยทางเกษตรที่กล่าวมาแล้วยังมีพืชเส้นใยทางเกษตรอื่นๆ ที่มีปริมาณมากและน่าสนใจ ได้แก่ ฝ้าย ละหุ่ง สับปะรด ถั่วชนิดต่างๆ เช่น ถั่วลิวง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว เป็นต้น

สิ่งหนึ่งที่น่าสนใจของการใช้วัตถุดิบพืชเส้นใยทางเกษตร (หรือแม้แต่ไม้) ในอนาคตก็คือการนำวัตถุดิบหลาย ๆ ชนิดมาใช้รวมกันในอัตราส่วนที่ประกอบได้ ทั้ งนี้เพื่อขจัดปัญหาในการขาดแคลนวัตถุดิบในแต่และชนิดซึ่งอาจไม่เพียงพอในบางฤดูกาล

การนำพืชเส้นใยทางเกษตรมาใช้จะต้องมีการวางแผนการจัดการอย่างรอบคอบ โดยพิจารณาถึงปริมาณวัตถุดิบที่ต้องจัดให้เพียงพอตลอดปีการกระจายของแหล่งวัตถุดิบ ซึ่งจะต้องเก็บรวบรวมตลอดจนการเก็บรักษา และอาจส่งผลไปถึงสถานที่ตั้งโรงงานในอนาคตที่จะจ้องกระจายไปตามแหล่งวัตถุดิบดังกล่าวด้วย

จากสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้ลักษณะของวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบแต่เดิมซึ่งได้แก่ไม้ขนาดใหญ่จากป่าธรรมชาติเปลี่ยนไปเป็นไม้ขนาดเล็กลงจากสวนป่าไม้โตเร็วหรือจากสวนยางพาราตลอดจนเศษเหลือจากพืชเส้นใยเกษตร วัตถุดิบในอนาคตเหล่านี้จะเป็นตัวชี้นำให้เทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบพัฒนาปรับยกตัวให้มาใช้วัตถุดิบเหล่านี้ให้ได้กล่าวคืออุตสาหกรรมไม้อัด ไม้ประกอบจะต้องพัฒนาเทคโนโลยีให้สามารถปอก (Peeling) หรือผ่าน (Slicing) ท่อนไม้ขนาดเล็กๆ ได้ สวนอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบอื่นๆ ก้อคงต้องพัฒนาปรับปรุงเทคโนโลยีที่จะนำชิ้นส่วนเล็กๆ หรือเส้นใยขอวัตถุดิบในอนาคตเหล่านี้มาใช้ต่อไป ซึ่งก็มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอยู่แล้วหลายชนิด และจะมีการนำชนิดอื่น ๆ มาใช้ต่อไป

โดย สรุปแล้วแนวโน้มของอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบในอนาคตทุกชนิดจะต้องปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีให้สามารถนำวัตถุดิบในอนาคตเหล่านี้มาใช้ให้ได้นั่นเอง ซึ่งการปรับเปลี่ยนก็จะต้องพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในเชิง อุตสาหกรรมที่จะต้องมีวัตถุดิบที่รวบรวมได้ในปริมาณที่เพียงพอและคุ้มทุน ตลอดจนแนวความคิดการนำวัตถุดิบที่รวบรวมได้ในปริมาณที่เพียงพอและคุ้มทุน ตลอดจนแนวความคิดในการนำวัตถุดิบมาผสมรวมกันทั้งไม้และพืชเส้นใยทางเกษตรต่าง ๆ เพื่อให้การผลิตแผ่นไม้อัดไม้ประกอบตอบสนองความต้องการใช้แผ่นไม้อัดไม้ประกอบใยอนาคตนั่นเอง

2.1.5 วัสดุเหลือทิ้งกลางร่างเป็น (เสมือน) ไม้ [33]

วัสดุเหลือทิ้งนี้มีชื่อเรียกทางวิชาการว่าลิกโนเซลลูโลส ได้แก่ กากวัสดุเหลือทิ้งจากพืชเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรแทบทุกชนิด รวมทั้งกากวัสดุซึ่งเหลือทิ้งจากการนำไปสกัดสารทางเภสัชและน้ำผลไม้แล้ว ล่าสุดจากการวิจัยยังพบว่า ากากพืชผลทางเกษตรแทบทุกชนิด โดยเฉพาะสมุนไพรที่นิยมนำมาทำเป็นเครื่องดื่ม เช่น กากขิง ตะไคร้ เห็ดหลินจือ ดอกกระเจี๊ยบ ดอกเก็กฮวย รกมะขาม เปลือกส้ม เปลือกมะนาวและขิง เป็นต้น ตลอดจนวัชพืชที่ไม่มีประโยชน์ เช่น ผักตบชวา หญ้าคา หญ้าขจรจบ หญ้าสลาบหลวง ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีเศษวัสดุพืชเกษตรอื่น ได้แก่ เศษวัสดุพืชเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ต้นมันสำปะหลัง ต้นและก้านในของปาล์มน้ำมัน ต้นข้างฟาง ต้นปอกระสาปออื่นๆ ไผ่ตายขุย ฟางข้าวหญ้าแฝก และหญ้าชนิดต่างๆ รวมทั้งเศษวัสดุจากอุตสาหกรรมพืชเกษตร เช่น ซา น้อย กากมันสำปะหลัง แกลบ ทะลายเปล่าของผลปาล์มน้ำมันขุยและใยกาบมะพร้าว ซังข้าวโพด ฯลฯ ล้วนแล้วแต่นำมาทำเป็นไม้เทียมได้ เศษวัสดุเหล่านี้มีปริมาณมหาศาล แม้จะมีการนำมาประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มในลักษณะต่าง ๆ รวมทั้งนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงแล้ว แต่ก็เป็นเพียงปริมาณน้องละยังเหลือทิ้งอยู่อีกมาก กรมป่าไม้จึงได้ดำเนินการพัฒนานำวัสดุธรรมชาติข้าต้นทั้งหมดผลิตเป็นวัสดุทดแทนไม้ในรูปของแผ่นอัดเรียบต่างๆ เช่น แผ่นชิ้นอัด แผ่นใยอัด แผ่นฉนวนชนิดพับได้ แผ่นวัสดุผสมพลาสติกรีไซเคิล เป็นต้น แผ่นวัสดุข้างต้นสามารถใช้ ทดแทนไม้ธรรมชาติได้เป็นอย่างดี มีคุณภาพผ่านเกณฑ์กำหนดของมาตรฐานแผ่นอัดที่เกี่ยวข้อง สามารถนำมาใช้งานเป็นผลิตภัณฑ์คล้ายคลึงไม้จริงได้จนเป็นที่ยอมรับทั่วไป ทีมนักวิจัยยังมุ่งพัฒนาด้านเทคโนโลยีการผลิตสำหรับชุมชนและอุตสาหกรรมขนาดย่อยเพื่อให้แผ่นวัสดุทดแทนไ ม้ที่ได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม กระบวนการผลิตไม่ยุ่งยาก ขั้นตอนแบบเดียวกันหมดแม้จะใช้วัตถุดิบต่างกัน เริ่มต้นจากการนำวัสดุเหลือทั้งข้างต้นมาคัดคุณภาพและแปรสภาพลดรูปตามความเหมาะสมให้สอดคล้องกับลักษณะวัตถุดิบและความต้องการของชนิดแผ่นอัดที่ผลิต แล้วนำ มาผสมกับสารเชื่อมยึดในปริมาณเล็กน้อย จากนั้นนำมาขึ้นรูปเตรียมอัดก่อนเข้าเครื่องอัดร้อนที่อุณหภูมิสูงและเวลาสั้นๆ เพียงเท่านี้ก็จะได้แผนวัสดุทดแทนไม้ที่สามารถนำมาตัด เซาะ เพลาะ เข้าเดือย และประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เหมาะสำหรับผลิตเป็น

ของใช้ของประดับตกแต่งบ้ าน รวมทั้งเฟอร์นิเจอร์ใช้ในครัวเรือนและเครื่องเขียน หรือจะประยุกต์ตกแต่งผสมผสานกับวัสดุอื่นๆ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับการใช้เป็นหลัก ซึ่งสามารถใช้ได้เช่นเดียวกับไม้จริงธรรมชาตินอกจากจะมีความแข็งแรงแล้ว ยังมีสีสันสวยงามแปลกตาเป็นลวดลายตามธรรมชาติ และมีความ หอมของสมุนไพรของวัสดุธรรมชาติเดิมที่นำมาผลิต เหมาะที่จะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใช้สอยเกี่ยวกับสุขภาพและความงามซึ่งกำลังเป็นที่นิยมของชาวต่างชาติ

จากข้อมูลการใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ลักษณะของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ คุณสมบัติทางเคมีของโครงส ร้างโมเลกุลของเส้นใยธรรมชาติ ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ การประยุกต์ใช้วัสดุเหลือทิ้งกลางร่างเป็น (เสมือน) ไม้ และการศึกษามอร์ต้าร์มวลเบาผสม จะเป็นแนวทางความคิดในการนำกากมะพร้าว ผสม เส้นใยจากต้นข้าวโพด ทดแทนไม้ในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ จึงมีความ เป็นไปได้อย่างยิ่ง และสมควรนำมาทำการศึกษาวิจัยอย่างเป็นจริงจัง เพื่อที่จะได้มีวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี มีความแข็งแรง ลดการแตกร้าวและมีราคาถูกกว่าวัสดุฉนวนชนิดอื่น ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดต่อไป

2.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติสำหรับผสมลงในซีเมนต์ที่ทำการรวบรวมมาพอสังเขป สามารถสรุปได้ ดังนี้

1) ธวัช จิรายุส [34 – 35] ทำการศึกษาการจับยึดปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ของไม้ยูคาลิปตัสและทดลองทำแผ่นไม้อัดซีเมนต์จากไม้ยูคาลิปตัส คามาลเดน (Eucalyptus camal-dulensis Dehnh) ซึ่งเป็นไม้ชนิดแรกที่ได้มีการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ (Wood cement particleboard) ในประเทศ ผลการศึกษาคุณสมบัติการเกาะยึดระหว่างไม้กับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ตราเพชร โดยใช้ สารเคมี 3 ชนิด เป็นสารปรับปรุงความแข็งแรงในการเกาะยึด พบว่า การใช้สารเคมีประเภท อนินทรีย์ถึง 2 ชนิด คือ โซเดียมซิลิเกต และอลูมิเนียมซัลเฟต สามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงในการเกาะยึดระหว่างไม้ยูคาลิปตัสกับซีเมนต์ให้สูงขึ้นได้ ถึง 2 เท่าตัว เมื่อเทียบกับการเกาะยึดในสภาพธรรมดาที่ไม่ใช้สารเคมี แต่สำหรับการใช้สารเคมีชนิดแคลเซียมคลอไรด์ กลับให้ค่าที่ต่ำกว่าในสภาพธรรมดา ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณการใช้สารเคมีชนิดนี้มากเกินไป จนทำให้ซีเมนต์แข็งตัวเร็วเกินไป (flash set) การทดสอบหาแรงเกาะยึด ระหว่างไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเ ลนซิสกับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ จากท้องตลาด เพื่อเป็นแนวทางในการหาวัตถุดิบที่เหมาะสมและเพื่อเป็นการปรับปรุงวัตถุดิบโดยใช้สารเคมีเป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาและช่วยให้การเกาะยึดดีขึ้น เป็นการศึกษาเบื้องต้นในระบบวิธีการไม้- ซีเมนต์ (Wood cement system) ซึ่งเป็นการทดสอบ ที่ง่ายกว่าและสิ้นเปลืองน้อยกว่าวิธีศึกษาหาความเหมาะสมโดยวิธีที่เรียกกันว่า Hydration temperature method ที่ใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์พิจารณาตัดสินว่าไม้ชนิดใดมีคุณลักษณะเหมาะสมในการที่จะนำมาใช้เป็น

วัตถุดิบ อุณหภูมิที่ว่านี้ คือ อุณหภูมิในการแข็งตัวของส่วนผสมของ ไม้และซีเมนต์ ชนิดไม้ที่ลดอุณหภูมิสูงสุดลงจนทำให้การแข็งตัวของซีเมนต์เสียไปจนต่ำกว่าเกณฑ์ตัดสินที่ตั้งไว้ ถือว่าไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผสมกับซีเมนต์ อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าวนี้จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือในการบันทึกอุณหภูมิโดยอัตโนมัติที่มีประสิทธิ ภาพสูงและมีราคาแพง และยังเป็นวิธีที่ไม่สามารถชี้ให้เห็นชัดถึงแรงยึดเหนี่ยวกันอย่างแท้จริงระหว่างไม้กับซีเมนต์ เป็นเพียงวิธีหาความเหมาะสมของชนิดของวัตถุดิบต่อการแข็งตัวของซีเมนต์ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะทางเคมีที่มีการคายความร้อนเกิดขึ้นเท่านั้น ดังนั้นการศึกษาใ นครั้งนี้ จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการศึกษาหาวิธีปรับปรุงวัตถุดิบที่ได้จากไม้เท่าที่สามารถจะกระทำโดยเร็ว นอกเหนือไปจากการทดลองทำแผ่นทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ในส่วนวัสดุและวิธีการทดลองของการศึกษาการจับยึดปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ของไม้ยูคาลิปตัสและทดลองทำแผ่นไม้อัดซีเมนต์ จากไม้ยูคาลิปตัส คามาลเลน เริ่มจากการนำไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสที่ได้มาจากสถานีทดลองปลูกพรรณไม้ห้วยทา จังหวัดศรีสะเกษ ไม้ที่ใช้ทดลองอายุประมาณ 20 ปี นำไม้มาตัดเป็นแท่งเล็กๆ ขนาด 200 มม. x 15 มม. x 5 มม. เลือกเอาแท่งไม้ที่มีเสี้ยนตรงไม่บิด และส่วนปลายป ราศจากตำหนิเช่น ตา , รอยแตกร้าว ฯลฯ แช่แท่งไม้ทดสอบที่คัดดีแล้วในน้ำกลั่น และน้ำกลั่นที่มีสารเคมีผสมอยู่ ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก สารละเลยเคมีที่ใช้เปรียบเทียบมี 3 ชนิด คือ อลูมิเนียมซัลเฟต ($AI_2 (SO_4)_3$) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCI_2$) และโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) ปักแท่งไม้ทดสอบให้จมลงในส่วนผสมของซีเมนต์กับน้ำกลั่นที่เตรียมไว้ โดยมีอัตราส่วนผสมของปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ 400 กรัม และน้ำกลั่น 160 มิลลิลิตร ภายในถ้วยกระดาษขนาด 200 มิลลิลิตร ระยะเวลาที่แช่แท่งไม้ในน้ำกลั่นหรือสารละลายประมาณ 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดจึงนำไม้ออกมาซับน้ำผิวหน้าออกให้แห้งพอหมาดๆ แล้วจึงปักไม้ลงในถ้วยที่บรรจุส่วนผสมในระดับลึก 50 มม. ให้ตั้งฉากกับผิวหน้าของซีเมนต์แต่ละถ้วย โดยใช้แบบที่ทำขึ้นจากเหล็กแต่ละถ้วย โดยใช้แบบที่ทำขึ้นจากเหล็กฉากมีรูเป็นตัวบังคับ หลังปล่อยให้ส่วยผสมซีเมนต์แข็งตัวภายในสภาวะอุณ หภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จึงนำแบบถ้วยทดลองทั้งหมดไปทำการทดสอบหาแรงดึง (tension test) แล้วบันทึกค่าแรงดึงสูงสุด (Failling load) ที่ทำให้แท่งทดสอบหลุดออกจากถ้วยซีเมนต์ ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดสอบกับน้ำกลั่น 1 ชุด และกับสารละลายอีก 3 ชนิด ๆ ละ 1 ชุดทดสอบรวมเป็น 4 ชุดทดสอบ โดยเตรียมการทดลองไว้ชุดทดสอบละ 6 จำนวนซ้ำ

สำหรับผลและการวิจารณ์ผลการทดลอง จากการศึกษาทดลองการเกาะยึดระหว่างไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส โดยวิธี Stick test method โดยการทดลองใช้สารเคมี 3 ชนิด คือ อลูมิเนียมซัลเฟต, แคลเซียมคลอไรด์, และโซเดียมซิลิเกต เป็นสารปรับปรุงคุณภาพฉาบผิวและซึมเข้าในเนื้อไม้เพื่อเร่งการแข็งตัวของซีเมนต์ และปรับปรุงการเกาะยึดโดยใช้สภาวะที่ไม่ได้ใช้สารเคมี (ใช้น้ำอย่างเดียว) เป็นการทดลองเปรียบเทียบ สามารถสรุปผลเป็นข้อๆ ได้ว่า

1.1) การใช้สารเคมีชนิดโซเดียมซิลิเกต และอลูมิเนียมซัลเฟต สามารถให้ค่าความแข็งแรงด้านแรงดึงยึดเหนี่ยวระหว่างไม้และซีเมนต์เฉลี่ยสูงกว่าสภาวะทดลองที่ไม่ใช้สารเคมีเป็นตัวเปรียบเทียม ตามลำดับ แต่การทดลองใช้สารเคมีชนิดแคลเซียมคลอไรด์ กลับให้ค่าความแข็งแรงเฉลี่ยต่ำกว่าการทดลองเปรียบเทียบที่ไม่ใช้สารเคมี (ใช้น้ำอย่างเดียว) ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความแข็งแรงของการเกาะยึดระหว่างไมยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส กับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ตราเพชร จากการใช้น้ำและสารเคมีต่างๆ

สารละลายที่ใช้	**น้ำ**	**แคลเซียมคลอไรด์**	**อลูมิเนียมซัลเฟต**	**โซเดียมซิลิเกต**
ปริมาณสารละลายที่ดูดซึม (ASA), กรัม[1]	2.97	1.41	1.59	2.60
ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของการเกาะยึดไม้กับซีเมนต์, นิวตัน[2]	276.23 กข [3]	233.41 ก	490.02 ขค	540.53 ค

หมายเหตุ [1] ASA = Amount of solution absorbed

[2] เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลองทำ 6 ซ้ำ, 1 กก. แรง x 9.807 = 1 นิวตัน

[3] เป็นการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงโดยวิธี Duncan's new multiple range test ซึ่งตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่เหมือนกัน แสดงว่าเป็นค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) ดังตารางที่ 3 พบว่า สภาวะการทดลองต่างๆ จากการใช้สารเคมี 3 ชนิด และน้ำในการศึกษาครั้งนี้ ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (C.V.) เท่ากับ ร้อยละ 49.60

ตารางที่ 2.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติจากค่าความแข็งแรงของการเกาะยึดระหว่างไม้และซีเมนต์ในการทดลองด้วยน้ำและสารเคมีต่าง ๆ กัน

S O V	D f	S S	M S	F
Blocks	5	151,502.17	30,300.43	0.83 NS
Treatments	3	420,180.26	140,060.09	3.84 *
Error	15	547,071.07	36,471.40	

หมายเหตุ CV = 49.60%

NS คือ ความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

1.3) เมื่อทำการตรวจสองความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงการใช้สารเคมีโดยวิธี Duncan's new multiple range test พบว่า

ก. การใช้สารเคมีชนิดอลูมิเนียมซัลเฟต และแคลเซียมคลอไรด์ไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับการทดลองที่ไม่ใช้สารเคมี

ข. การใช้สารเคมีชนิดโซเดียมซิลิเกต ให้ค่าความแข็งแรงของการยึดเหนี่ยวระหว่างไม้และซีเมนต์สูงที่สุด คือ 540.53 นิวตัน

ผลที่ได้สามารถสรุปไ ด้ว่า การใช้สารเคมีเพื่อช่วยปรับปรุงการเกาะยึดระหว่างไม้และซีเมนต์ครั้งนี้นั้น ช่วยเพิ่มความแข็งแรงการเกาะยึดได้มาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สารเคมีดังกล่าวช่วยลดอิทธิพลยับยั้งต่างๆ ในการจับยึดระหว่าไม้และซีเมนต์ได้ ถึงแม้ว่าในกรณีของสารแคลเซียมคลอไรด์ จะให้ค่าค วามแข็งแรงที่ต่ำกว่าสภาพธรรมดา ซึ่งไม่ใช้สารเคมีก็ตาม แต่ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณสารแคลเซียมคลอไรด์ที่ใช้อาจมากเกินไปแทนที่จะช่วยให้ไม้และซีเมนต์จับยึดกันดีขึ้น แต่ทำให้กลับลดลงสาเหตุนี้อาจอธิบายได้ว่า สารเคมีชนิดนี้นั้นโดยปกติเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาก ารแข็งตัวของซีเมนต์ให้เร็วขึ้น แต่การใช้ปริมาณมากไปซีเมนต์ก็จะเกิดการแข็งตัวเร็วเกินไป (flash set) จนไม้และซีเมนต์มีอัตราการเกาะยึดที่น้อยไป อีกสาเหตุหนึ่งก็คือ ความแปรผันภายในไม้ที่ใช้ทำการทดลองที่ค่อนข้างสูง โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่แสดงให้เห็นว่า มีความคลาดเคลื่อนของการทดลอง (experimental error) และค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (C.V.) ที่เกิดขึ้นในการทดลองค่อนข้างสูงซึ่งไม่สามารถทราบเหตุที่แน่นอน อย่างไรก็ดีผลที่ได้นับเป็นข้อยืนยันที่เพียงพอพิสูจน์ได้ว่า ในการใช้ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จ บยึดกับซีเมนต์นั้น หากมีการใช้สารเคมีอนินทรีย์ (mineral chemicals) ผสมกับน้ำด้วยจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของการยึดจับระหว่างไม้และซีเมนต์ให้สูงขึ้นได้โดยเฉพาะการใช้สารเคมีชนิดโซเดียมซิลิเกต ที่ให้ค่าความแข็งแรงมากกว่าถึง 2 เท่า เทียมกับสภาพธรรมดาเมื่อไม่ใช้สารเคมี

2) ประชุม คำพุฒ ทำการศึกษาสมบัติของมอร์ต้าร์น้ำหนักเบา โดยการใช้เส้นใยจากขยะเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุผสมเพิ่ม ออกแบบส่วนผสมของมอร์ต้าร์ให้มีอัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1: ทรายละเอียดร่อนค้างตะแกรงเบอร์ 200 เท่ากับ 1: 2.75 โดยน้ำหนัก และกำหนดอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ในสัดส่วนประมาณ 0.83 ซึ่งจะใช้เส้นใยเปลือกทุเรียนแทนที่ปูนซีเมนต์ เท่ากับร้อยละ 0, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 และ 0.12 โดยน้ำหนัก นำไปหล่อก้อนตัวอย่างมอร์ต้าร์ทดสอบ โดยขนาด 5 × 5 × 5 ลบ.ซม. สำหรับทดสอบกำลังอัด และขนาด 4 × 4 × 16 ลบ.ซม. สำหรับทดสอบกำลังดัด นำตัวอย่างทั้ง 2 ขนาด มาหาค่าการดูดซึมน้ำและหน่วยน้ำหนักของมอร์ต้าร์ ที่อายุมอร์ต้าร์ 7, 14 และ 28 วัน ผลการทดสอบ พบว่า เมื่อผสมเส้นใยเปลือกทุเรียนแทนที่ปูนซีเมนต์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มอร์ต้าร์มีกำลังดัดและการดูดซึมน้ำสูงขึ้น ส่วนกำลังอัดและ

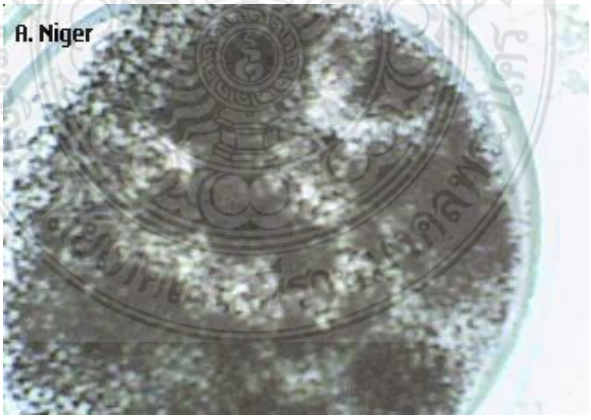
หน่วยน้ำหนักจะต่ำลง ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วสามารถนำเส้นใยจากขยะเปลือกทุเรียนไปพัฒนาใช้ในงานคอนกรีตน้ำหนักเบามีรายละเอียดในส่วนต่างๆ ดังนี้

ส่วนของวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ ประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ตาม มอก. 15 เล่ม 1 [36], ทรายก่อสร้าง ตาม มอก. 566-2528 [37] ที่ผ่านการบดละเอียด และร่อนค้างตะแกรงเบอร์ 200, น้ำประปา, ตะแกรงร่อนแยกขนาดวัสดุ ตามมาตรฐาน ASTM C136-96a (2001) [38], แบบหล่อขนาด 5 x 5 x 5 ลบ.ซม. และขนาด 4 x 4 x 16 ลบ.ซม., ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ และความถ่วงจำเพาะ, เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine), และเส้นใยเปลือกทุเรียนหมอนทองจากตลาดไท จังหวัดปทุมธานี ลักษณะเป็นเส้นใยสีขาวหรือสีน้ำตาลอ่อน มีความยาวไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร โดยลักษณะทางกายภาพของเส้นใยเปลือกทุเรียน ดังแสดงในรูปที่ 2.2 และ 2.3

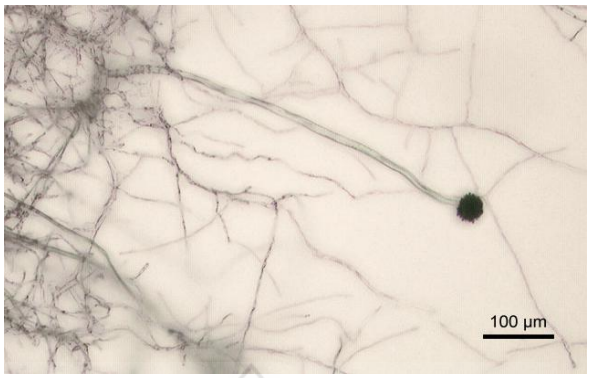
รูปที่ 2.2 ลักษณะเส้นใยทุเรียนหมอนทอง

รูปที่ 2.3 ลักษณะเส้นใยทุเรียนหมอนทองที่กำลังขยาย 200 เท่า ด้วย SEM

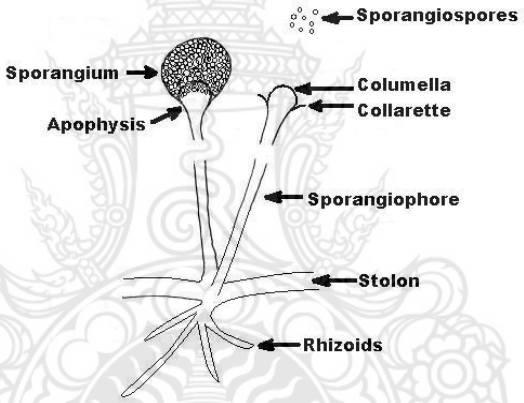
โดยขั้นตอนการแยกเส้นใยทุเรียนอย่างง่าย เริ่มจากการนำเปลือกทุเรียนสดมาหั่นเป็นชิ้นตามแนวขวางของเปลือก กว้างประมาณ 1.5 เซนติเมตร ต่อชิ้น แล้วนำเปลือกที่หั่นแล้วมาใส่ในถุงประมาณ 3/4 ของปริมาตรถุง แล้วปิดปากถุงให้แน่น นำไปวางไว้ในที่ร่มเพื่อให้ขึ้นรา จะเริ่มสังเกตเห็นราได้ในวันที่ 2 เชื้อราที่พบบนเปลือกทุเรียน คือ แอสเพอร์จิลลัสไนเจอร์ (Aspergillus nigar) ดังรูปที่ 2.4 ถึง 2.5 และ ไรโซพัส (Rhizopus) ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.4 ลักษณะของเชื้อราแอสเพอร์จิลลัสไนเจอร์ (Aspergillus nigar)



รูปที่ 2.5 ลักษณะของเชื้อราแอสเพอร์จิลลัสไนเจอร์ (Aspergillus nigar)



รูปที่ 2.6 ลักษณะโครงสร้างของเชื้อราไรโซพัส (Rhizopus)

เมื่อเข้าสู่วันที่ 3 ให้เลือกเปลือกทุเรียนชิ้นที่นิ่มมาตำ ให้เห็นเป็นเส้นใยแยกออกจากกันทั้งหมด โดยนำเปลือกทุเรียนที่ตำแล้วมาล้างด้วยน้ำสะอาด สิ่งที่ไม่ใช่เส้นใยจะถูกชะล้างออกไปล้างประมาณ 3 ครั้ง หรือจนกว่าจะได้เส้นใยที่ขาวสะอาด จากนั้นนำเส้นใยที่ล้างแล้วไปตากแดดให้แห้ง สนิทก็จะได้เส้นใยจากเปลือกทุเรียนที่ขาวสะอาด หรือต้องการให้เส้นใยเป็นสีน้ำตาลก็ให้นำเส้นใยที่ล้างแล้วไปผึ่งลมในที่ร่มประมาณ 2 วัน แล้วจึงนำออกไปตากแดด ก็จะได้เส้นใยจากเปลือกทุเรียนที่เป็นสีน้ำตาล

ตารางที่ 2.4 สมบัติการดูดซึมน้ำและค่าความถ่วงจำเพาะของเส้นใยเปลือกทุเรียนและทรายละเอียด

วัสดุ	ร้อยละการดูดซึมน้ำ	ความถ่วงจำเพาะ
ทรายละเอียด	0.78	2.63
เส้นใยเปลือกทุเรียน	29.32	0.94

ทั้งนี้วิธีการดำเนินงาน สามารถทำได้โดยกำหนดอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อทรายเท่ากับ 1: 2.75 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.83 (กำหนดอัตราการไหลแผ่ ร้อยละ 110±5 และใช้ปริมาณเส้นใยเปลือกทุเรียนแทนที่ปูนซีเมนต์เท่ากับร้อยละ 0, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 และ 0.12 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (หากผสมเส้นใยเปลือกทุเรียนใน ปริมาณที่มากกว่าร้อยละ 0.12 จะทำให้มอร์ต้าร์เกิดการแยกตัวไม่สามารถเทหล่อได้) ทำการหล่อตัวอย่างมอร์ต้าร์ขนาด 5×5×5 ลบ.ซม. เพื่อหาค่าการดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น และทดสอบกำลังอัดตามมาตรฐาน ASTM C109 [38] ที่อายุมอร์ต้าร์ 7, 14, และ 28 วัน รวมทั้งหล่อตัวอย่างมอร์ ต้าร์ ขนาด 4×4×16 ลบ.ซม. เพื่อหาค่าการดูดซึมน้ำ ความหนาแน่น และทดสอบกำลังดัด ตามมาตรฐาน ASTM C348 [38] ที่อายุมอร์ต้าร์ 7, 14, และ 28 วัน เช่นเดียวกัน

2.3 สมมุติฐานและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

จากงานวิจัยที่ผ่านมาเห็นว่า การใช้ เส้นใยธรรมชาติ จากวัสดุ การเกษตรที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรม และ เส้นใยธรรมชาติ ผสมใน แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ แทนที่ ไม้จะได้ผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างที่ได้มีราคาต้นทุนที่ลดลง มีคุณสมบัติป้องกันความร้อน น้ำหนักเบา ซึ่งได้แสดงคุณสมบัติของเส้นใยธรรมชาติและผลิตภัณฑ์แผ่นซีเมนต์ แนวทางการศึกษาวิจัย และระเบียบวิธีเพียงพอที่จะนำมาประยุกต์ใช้วัสดุผสม สำหรับทำ แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์โดยใช้กากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพดโดยมีกรรมวิธีที่อนุรักษ์พลังงานและลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม และเหมาะสมที่ส่งเสริมชุมชนบริษัทขนาดเล็กสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง ในการผลิตและก่อสร้างบ้านพักอาศัยได้อย่างมีประสิทธิภาพและราคาถูก

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการทดลอง ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและทำการทดสอบที่หน่วยงานและคณะฯของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานได้ ดังนี้

3.1 การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์

1) กากมะพร้าว
2) เส้นใยต้นข้าวโพด ความยาว 3-5 เซนติเมตร
3) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1
4) ทรายละเอียด
5) เครื่องผสม
6) เครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์
7) ตะแกรง (Sieve) สำหรับร่อนวัสดุผสม
8) เครื่องชั่งน้ำหนัก
9) แบบหล่อ ขนาด 600 x 1,200 x 15 ลบ.มม.
10) แบบหล่อ ขนาด 300 x 300 x 15 ลบ.มม.
11) ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำ
12) เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine)
13) เครื่องทดสอบสภาพนำความร้อน ตาม BS 874 Part 2 หรือ ASTM C 177 [38]
14) เครื่องตัดเส้นใย
15) สารผสมเพิ่ม
16) น้ำมันเครื่อง

3.2 การออกแบบอัตราส่วนแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์

อัตราส่วนของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพดที่ขึ้นรูปสำหรับทดสอบสมบัติต่างๆ เปรียบเทียบกับมาตรฐานแผ่นไม้อัดซีเมนต์ทั่วไป (STD) ตาม มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากเส้นใยกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด

อัตราส่วน	**ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท1**	**ทราย**	**กากมะพร้าว**	**เส้นใยต้นข้าวโพด**	**น้ำ**
CN0	1	0.2	0.0500	0	0.3
CN25	1	0.2	0.0375	0.0125	0.3
CN50	1	0.2	0.0250	0.0250	0.3
CN75	1	0.2	0.0125	0.0375	0.3
CN100	1	0.2	0	0.0500	0.3

3.3 การเตรียมตัวอย่างแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์

1) ผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอ

2) เตรียมแบบให้สะอาด และทาน้ำมัน

3) เทส่วนผสมทั้ งหมดลงในแบบ แล้วกดด้วยเครื่องอัดแผ่นไม้อัดซีเมนต์ ทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด

4) ถอนแบบให้ได้รูปร่างตามเกณฑ์มาตรฐาน นำไปบ่มในบรรยากาศปกติจนครบระยะที่ต้องการ

5) เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดในการบ่ม ได้ตัวอย่างสำหรับทำการทดสอบสมบัติต่างๆ ต่อไป

3.4 การทดสอบตัวอย่างแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์

การทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกล ตามมาตรฐาน มอก .878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง [39] ที่อายุ 28 วัน ประกอบด้วย

1) ลักษณะทั่วไป

2) ความหนาแน่น

3) ความชื้น

4) สภาพนำความร้อน ตาม BS 874 Part 2 หรือ ASTM C 177

5) การพองตัวเมื่อแช่น้ำ

6) ความต้านทานแรงดัด

7) มอดุลัสยืดหยุ่น

8) ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ

1) โดยการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบ

2) วิเคราะห์ เปรียบเทียบระหว่างค่าสมบัติต่ างๆ ที่ได้จากการทดสอบแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ กากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพด กับแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ปกติทั่วไป เช่น ค่าความต้านทานแรงอัด ค่าการดูดกลืนน้ำ เป็นต้น อีกทั้งทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อนำไปใช้งานจริง

3) หาอัตราส่วนมีเหมาะสมของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ กากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพดจากการทดสอบ

4) วิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ การแก้ไข และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการทดสอบในครั้งต่อไป

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และสภาพนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ตามมาตรฐาน มอก .878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง [39] สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังต่อไปนี้

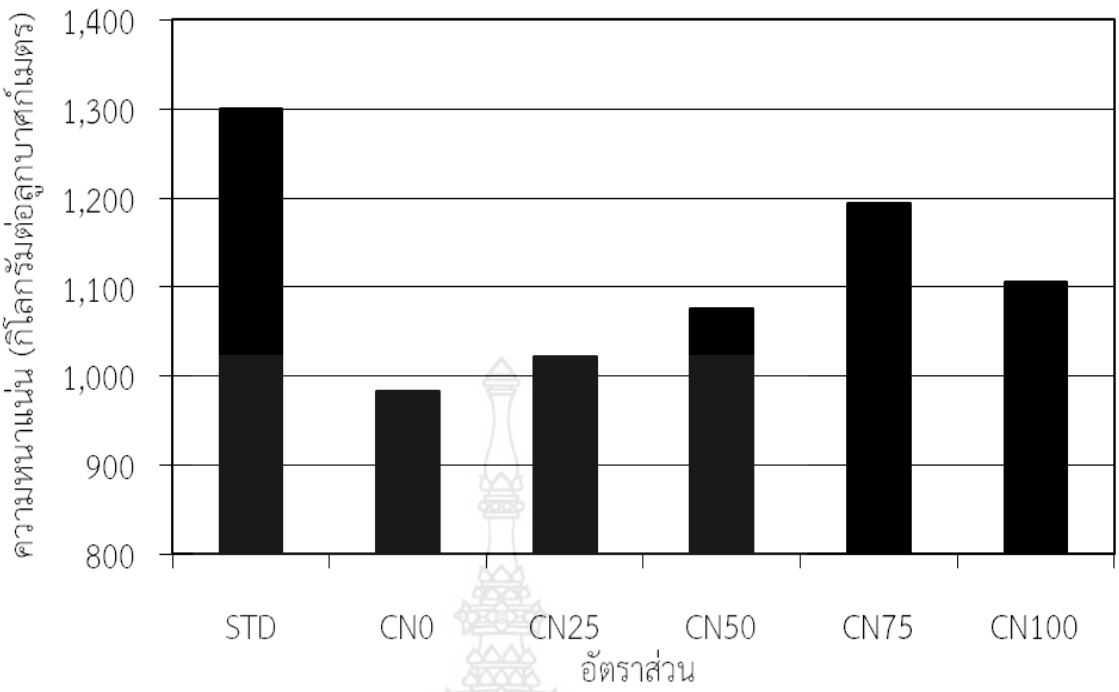
4.1 ลักษณะทั่วไป

สำหรับลักษณะทั่วไปของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่อัตราส่วนต่างๆ พบว่า มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันในทุกอัตราส่วน ทั้งหมดสามารถนำไปใช้งานจริงได้ ซึ่งตัวอย่างของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ขึ้นรูปนั้น มีลักษณะดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 ลักษณะทั่วไปของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด อัตราส่วน CN75

4.2 ความหนาแน่น

ความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่อัตราส่วนต่างๆ สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.2

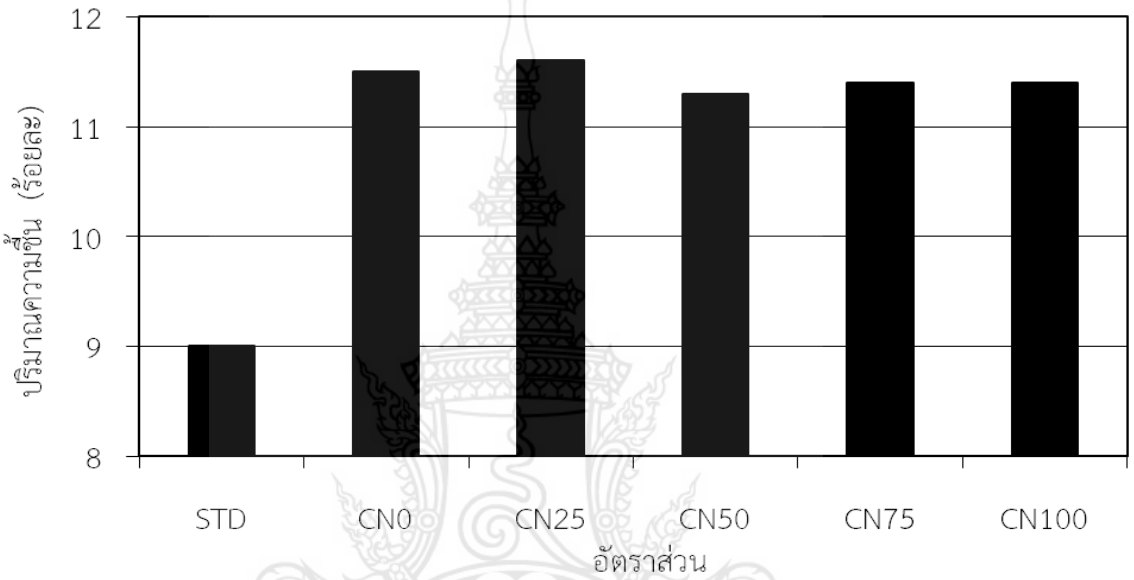


รูปที่ 4.2 ความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.2 พบว่า ความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับขนาดคละของกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด ซึ่งมีส่วนช่วยให้การเข้ากันของส่วนผสมเป็นไปได้ดีและมีความหนาแน่นที่สูง [40] ดังเห็นได้จากความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่มีความหนาแน่นสูงกว่าแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่ผสมกากมะพร้าวหรือเส้นใยต้นข้าวโพดเพียงอย่างเดียว โดยอัตราส่วน CN75 (กากมะพร้าว ร้อยละ 25: เส้นใยต้นข้าวโพด ร้อยละ 75) มีความหนาแน่นสูงที่สุด ตามมาตรฐาน มอก.878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง [39] ที่กำหนดให้อยู่ระหว่าง 1,100 – 1,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือ อัตราส่วน CN100 (เส้นใยต้นข้าวโพดทั้งหมด) ซึ่งความหนาแน่นก็ยังอยู่ในช่วงมาตรฐาน แต่ในอัตราส่วน CN50 (กากมะพร้าว ร้อยละ 50: เส้นใยต้นข้าวโพด ร้อยละ 50) เริ่มมีความหนาแน่นต่ำกว่าช่วงที่มาตรฐานกำหนด จากนั้นความหนาแน่นยังลดต่ำลงมาอีกเป็นอัตราส่วน CN25 (กากมะพร้าว ร้อยละ 75: เส้นใยต้นข้าวโพด ร้อยละ 25) อัตราส่วน CN50 (เส้นใยต้นข้าวโพดเป็นส่วนใหญ่) และอัตราส่วน CN0 (กากมะพร้าวทั้งหมด) มีความหนาแน่นต่ำที่สุด ตามลำดับ

4.3 ความชื้น

แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด เป็นการอัดกากมะพร้าวและเส้นใยธรรมชาติ ร่วมกับปูนซีเมนต์ ทรายละเอียด และน้ำ ให้ได้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ซึ่งเส้นใยและกากมะพร้าวเป็นส่วนผสมที่มีผลในการกักเก็บความชื้นอ อยู่ภายใน จึงมีผลต่อความชื้นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ดังแสดงในรูปที่ 4.3

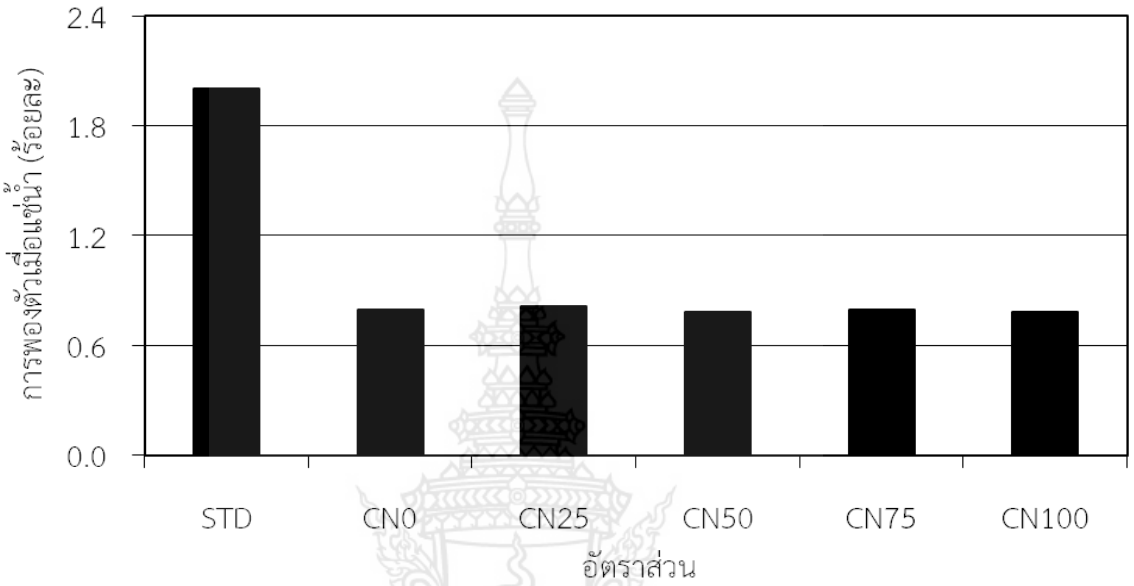


รูปที่ 4.3 ความชื้นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.3 พบว่า แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด มีปริมาณความชื้ นที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดมีพื้นผิวที่สามารถดูดซับความชื้นขณะทำการขึ้นรูปแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ได้ [41-42] อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบผลการทดสอบความชื้นที่ได้ทั้งหมดกับมาตรฐาน มอก .878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง [39] ซึ่งกำหนดปริมาณความชื้นให้อยู่ระหว่าง ร้อยละ 9 ถึง 15 โดยทุกอัตราส่วนมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด

4.4 การพองตัวเมื่อแช่น้ำ

จากการทดสอบการพองตัวของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังรูปที่ 4.4

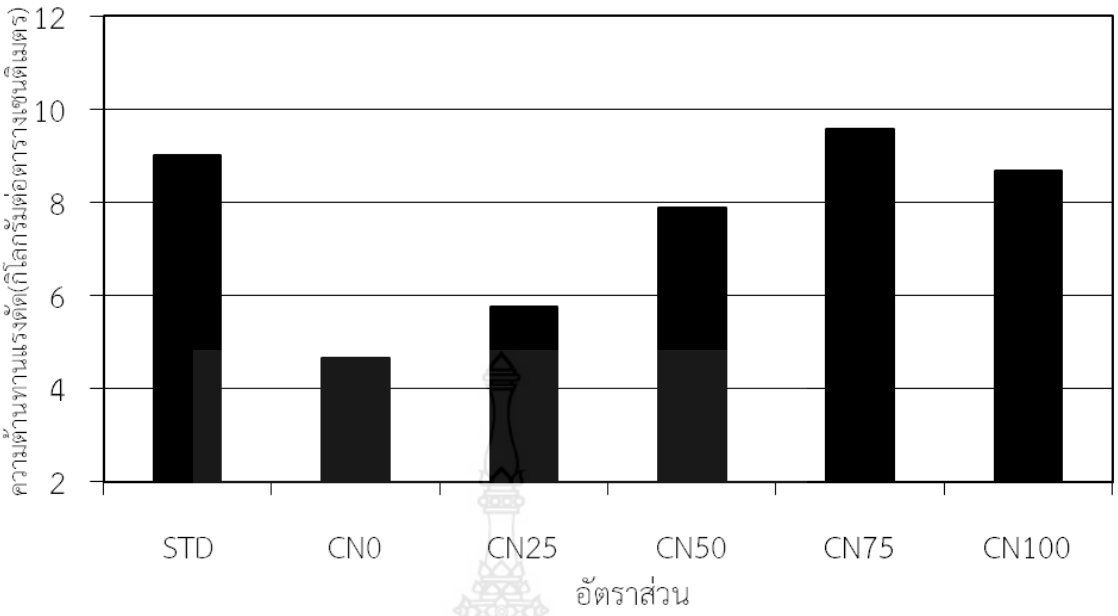


รูปที่ 4.4 การพองตัวของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.4 พบว่า ความหนาของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดก่อนและหลังการแช่น้ำมีความเปลี่ยนแปลงไปไม่มากเมื่อเทียบกับมาตรฐาน มอก .878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง [39] ที่กำหนดให้การพองตัว ต้องไม่เกิน ร้อยละ 2 โดยแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ทั้งหมดมีค่าการพองตัวที่ใกล้เคียงกันและผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด ซึ่งเป็นผลมาจากการยึดเหนี่ยวของปูนซีเมนต์ที่ผสมลงไป

4.5 ความต้านทานแรงดัด

ความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่ทำการทดสอบ เป็นการแสดงถึงสมบัติด้านความแข็งแรงของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ สามารถสรุปผลได้ดังรูปที่ 4.5

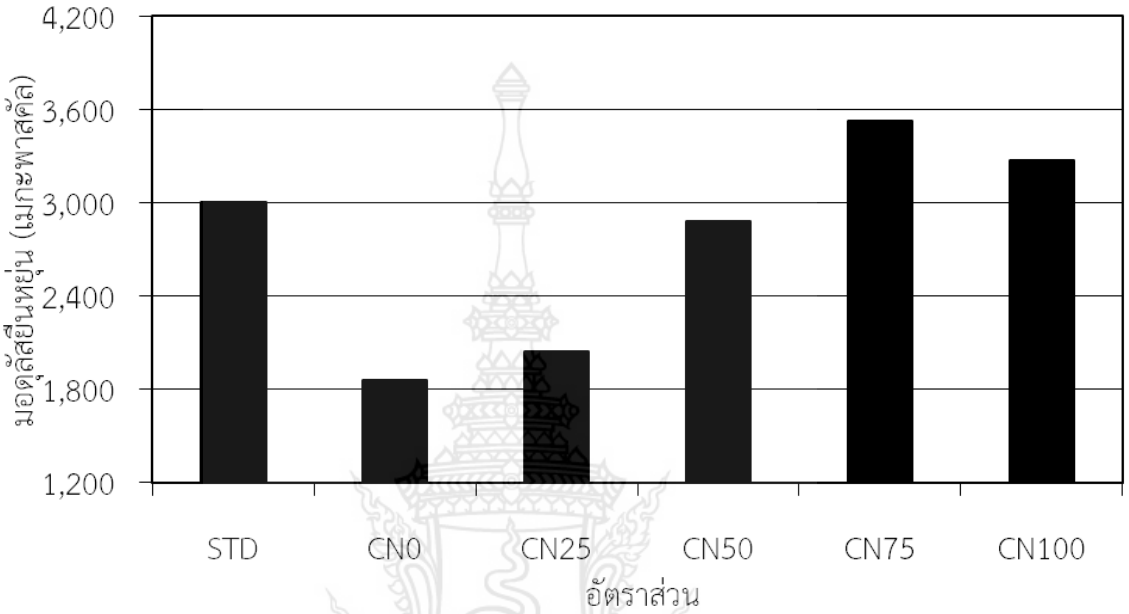


รูปที่ 4.5 ความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าว
และเส้นใยต้นข้าวโพดที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.5 พบว่า ความต้านทานแรงดัดของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดทุกอัตราส่วนมีความแตกต่างกัน เป็นผลจากความแข็งแรงเฉพาะตัว รูปร่างลักษณะ ความสามารถในการยึดเหนี่ยว ตลอดจนการเรียงตัวของกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้า วโพด [43] โดยอัตราส่วน CN75 มีความต้านทานแรงดัดสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CN100, CN50, CN25, และ CN0 เป็นอัตราส่วนที่มีความต้านทานแรงดัดต่ำที่สุด ตามลำดับ เมื่อเทียบกับมาตรฐาน มอก . 878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง [39] ที่กำหนดความต้านทานแรงดัด ต้องไม่น้อยกว่า 9 เมกะพาสคัล เห็นว่า อัตราส่วน CN75 เท่านั้น ที่สามารถผ่านตามมาตรฐานกำหนดได้ ทั้งนี้ความต้านทานแรงดัดเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่น กล่าวคือ แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่มีความหนาแน่นสูงมีพื้นที่รับแรงมาก ทำให้สามารถรับแรงได้มาก ส่วนแผ่นใยอัดซีเมนต์ที่มีความหนาแน่นต่ำก็มีพื้นที่รับแรงน้อยและสามารถรับแรงได้น้อยตามไปด้วย [44]

4.6 มอดุลัสยืดหยุ่น

จากการทดสอบเพื่อหาค่ามอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดนั้น สามารถสรุปผลได้ ดังรูปที่ 4.6

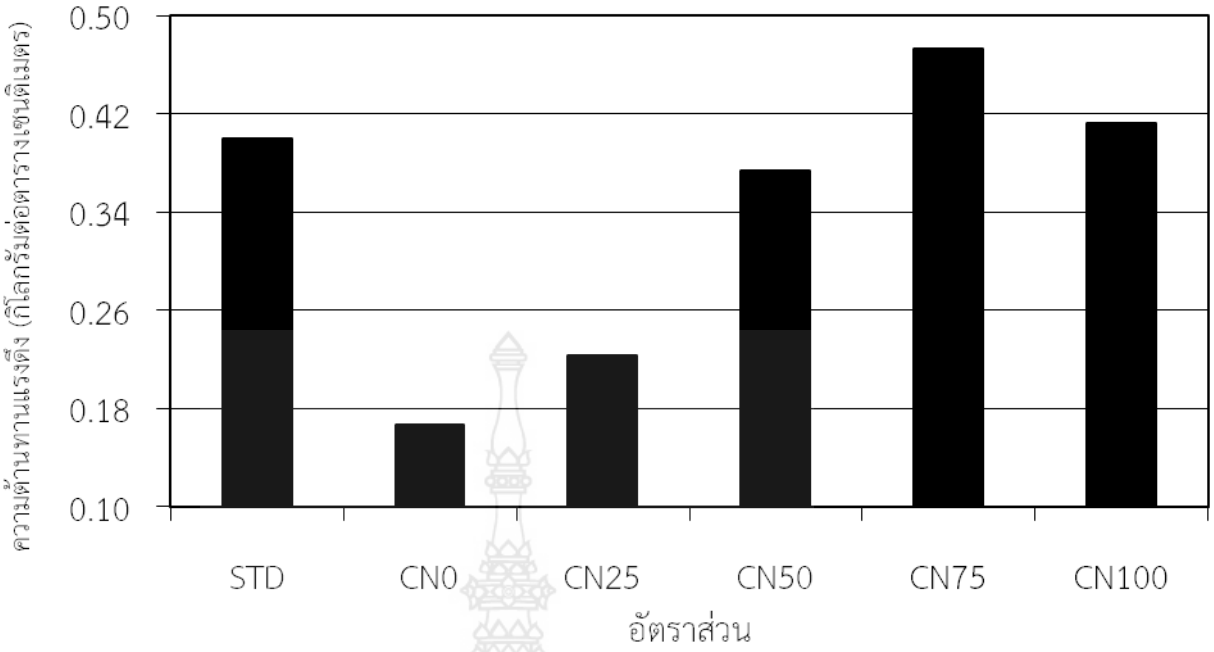


รูปที่ 4.6 มอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.6 พบว่า อัตราส่วน CN75 มีมอดุลัสยืดหยุ่นมากที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CN100, CN50, CN25, และ CN0 เป็นอัตราส่วนที่มีมอดูลัสความยืดหยุ่นน้อยที่สุ ด ตามลำดับ แต่มีเพียงอัตราส่วน CN75 และ CN100 เท่านั้น ที่มีค่ามอดูลัสยืดหยุ่น ไม่น้อยกว่า 3,000 เมกะพาสคัล ซึ่งผ่านตามที่มาตรฐาน มอก .878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง กำหนด [39] นอกจากนี้ มอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้ าวและเส้นใยต้นข้าวโพด มีความสอดคล้องในทิศทางเดียวกับสมบัติอื่นๆ ที่แสดงถึงความแข็งแรง ได้แก่ ความต้านทานแรงดัด และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า [43]

4.7 ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า หรือความต้านทานแ รงดึงของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดทุกอัตราส่วน สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 4.7

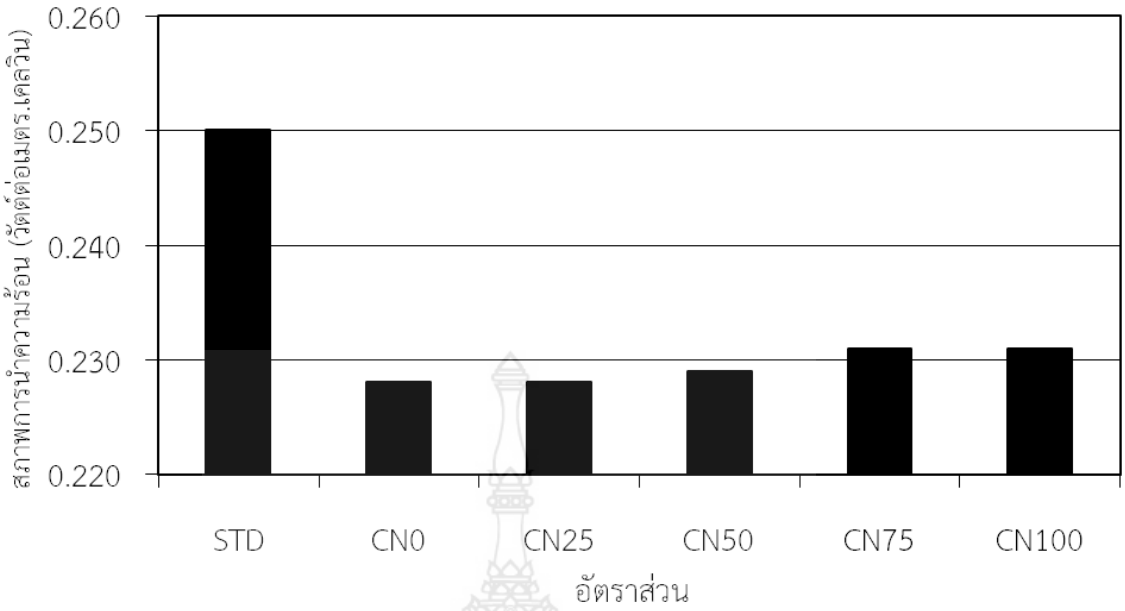


รูปที่ 4.7 ความต้านทานแรงดึงของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าว และเส้นใยต้นข้าวโพดที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.7 พบว่า การขึ้นรูปกากมะพร้าวและเส้นใย ต้นข้าวโพดเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ในปริมาณต่างๆ เป็นผลให้แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่ได้มีความต้านทานแรงดึงที่แตกต่างกัน เป็นผลมาจากความแข็งแรงของกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด รวมทั้งการกระจายตัวและช่องว่างภายในแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์เช่นเดียวกับความต้านทานแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น [40] จากผลการทดสอบที่ได้ อัตราส่วน CN75 มีความต้านทานแรงดึงสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน CN100, CN50, CN25, และ CN0 เป็นอัตราส่วนที่มีความต้านทานแรงดึงต่ำที่สุด ตามลำดับ

4.8 สภาพนำความร้อน

สภาพนำความร้อนหรือสมบัติการเป็นฉนวนความร้อน เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถในการส่งผ่านของความร้อนของวัสดุ หากแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์มีสภาพนำความร้อนต่ำ แสดงว่ามีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี แต่ถ้ามีสภาพนำความร้อนสูง ก็แสดงว่าแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์มีการนำความร้อนที่ดี หรือไม่มีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน สามารถวัดได้จากค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าว และเส้นใยต้นข้าวโพดที่อัตราส่วนต่างๆ

จากรูปที่ 4.8 พบว่า แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด มีค่าสัมประสิทธิ์ การนำความร้อนใกล้เคียงกันและต่ำกว่ามาตรฐาน มอก .878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง [39] ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 0.25 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ได้แปรผันตรงตามความหนาแน่นต่ำ โดยแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่มีความหนาแน่น ต่ำมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ ส่วนที่มีความหนาแน่นสูงก็มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสูงเช่นเดียวกัน [45] ทั้งนี้เป็นผลมาจากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดเป็นวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำมาก รวมทั้งการขึ้นรูปเป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ ยังก่อให้เกิดช่องว่างภายในเนื้อวัสดุซึ่งช่วยเพิ่มความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้อีกด้วย

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และสภาพนำความร้อนของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดในอัตราส่วนต่างๆ นั้น สามารถสรุปผลและข้อเสนอแนะได้ ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผล

จากผลการทดสอบสมบัติของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด สรุปได้ว่า สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่น , และปริมาณความชื้น มีความสัมพันธ์กัน โดยแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์มีความหนาแน่นที่สูง มี ปริมาณเส้นใยมาก ก็มีความชื้นมาก ส่วนแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์มีความหนาแน่นที่ต่ำ มีปริมาณเส้นใยน้อย ก็มีความชื้นน้อย ส่วนสมบัติทางกล ได้แก่ ความต้านทานแรงดัด มอดูลัสยืดหยุ่น และความต้านทานแรงดึงตั้งฉาก ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลที่เห็นได้ชัด คือ ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่สูง มีผลต่อสมบัติทางกลที่ดีกว่าแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ที่มีความหนาแน่นต่ำ ส่วนสภาพนำความร้อนแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพดทั้งหมด มีสภาพนำความร้อนหรือค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำมาก สามารถใช้เป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดี ซึ่งเป็นผลมาจากรูปร่าง ลักษณะ ความแข็งแรงเฉพาะตัวของเส้นใย ความสามารถในการยึดเหนี่ยว และความสามารถในการเรียงตัวของกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด

แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด อัตราส่วน CN75 เหมาะสำหรับนำไปพัฒนาต่อ เนื่องจากมีสมบัติเป็นไปตามที่มาตรฐาน มอก .878-2537 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง [39] กำหนด

5.2 ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการปรับปรุงพื้นผิวเส้นใยทดแทนไม้ด้วยสารเคมี เพื่อช่วยเพิ่มการยึดติดระหว่างเส้นใยทดแทนไม้กับซีเมนต์
- ควรศึกษาผลของการบ่มแผ่นไม้อัดซีเมนต์ภายใต้ความชื้นเปรียบเทียบกับบรรยากาศของก๊าซบางชนิด เพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยาการคงรูปของแผ่นไม้อัดซีเมนต์และช่วยเพิ่มสมบัติเชิงกล
- ควรมีการศึกษาโดยใช้แบบจำลองในการใช้งานจริง

เอกสารอ้างอิง

[1] กรุงเทพธุรกิจ Bizweek, 2550. โลก "ตื่น"...รับมือหายนะโลกร้อน, วันจันทร์ที่ 23 เมษายน 2550, http://www.oknation.net/blog/bizblog/2007/04/23/entry-1

[2] จดหมายข่าว สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2551. ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเส้นทางบรรเทาภาวะโลกร้อน, ฉบับที่ 1 ปี 2551.

[3] ภราดา แสงหิรัญ และบัญชา แสงหิรัญ, 2550. สภาวะโลกร้อน (Global Warming) : บทบาทของสถาบันการศึกษา.

[4] Dicaprio, L., Petersen, L. C., Castleberg, C. & Gerber, B., 2008. The 11th hour: Turn mankind's darkest hour into its finest [Motion Picture]. Burbank, CA: Warner Independent Pictures.

[5] ขวัญชัย กุลสันติธำรง, 2549. สภาวะโลกร้อน : สัญญาณเตือนภัยจากธรรมชาติก่อนที่โลกจะถึงกาลอวสาน. Update, ฉบับเดือนพฤศจิกายน 2549. 37-43.

[6] ดาณุภา ไชยพรธรรม , 2550. โลกร้อน สัญญาณแห่งหายนะ . กรุงเทพฯ : เคล็ดไทย.

[7] ประชาชาติธุรกิจ, 2550. ไทยระอุ "โลกร้อน" วิกฤตแล้งถล่มอีสาน 22 ล.ไร่. ฉบับวันที่ 16-18 เมษายน 2550. ประชาชาติธุรกิจ. หน้า 1, 17.

[8] สยามรัฐสัปดาหวิจารณ์, 2550. ประชุมภาวะโลกร้อนที่บาหลี "ไปไม่ถึงดวงดาว" อีกตามเคย. (2550, ธันวาคม 14-20). สยามรัฐสัปดาหวิจารณ์, 55 (12), 27.

[9] สุวัฒน์ เทพอารักษ์, 2550. การแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตามแนวพระราชดำริ. ฉบับวันที่ 30 พฤศจิกายน - 6 ธันวาคม 2550. สยามรัฐสัปดาหวิจารณ์. 12-13.

[10] อภิชา สืบสามัคคี, 2551. โลกร้อน: ปรากฏการณ์ธรรมชาติเข้าขั้นวิกฤติ? กรุงเทพฯ: มายิก.

[11] อัศวิน น้อยสุวรรณ และคณะ, 2548. คอนกรีตผสมแกลบ.ปริญญานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[12] Thai Educational Portal, 2550. เปิดรายงานยูเอ็น "ไทย" ปล่อยก๊าซโลกร้อนเร็วอันดับ 2 ในโลก, 09 ธันวาคม 2550, http://blog.eduzones.com/kmitl/1526?page2=5&page=

[13] โชติชัย สุวรรณาภรณ์, 2550. ผลกระทบของ Climate Change ต่อระบบเศรษฐกิจไทย, หนังสือพิมพ์ โพสต์ทูเดย์ : การเงิน (มองรอบด้าน) ฉบับวันศุกร์ที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 หน้า A18

[14] Lawrence Livermore NationalLaboratory, 2550. ปลูกต้นไม้ช่วยลดภาวะโลกร้อนได้จริงหรือ?, global warming, เข้าถึงได้จาก http://www.sema.go.th/files/Content/science/k4/0029/Global% 20warming/p15.html

[1 5] บริษัทวิบูลย์วัฒนอุตสาหกรรม จำกัด, 2552. แผ่นไม้อัดซีเมนต์. รายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[1 6] วรธรรม อุ่นจิตติชัย สำนักวิจัยและการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, 2552. โลกเกษตร : เส้นทางของเศษฟางข้าว...วัสดุทดแทนไม้ที่มีอนาคต. หนังสือพิมพ์เดลินิวส์.

[1 7] ธวัช จิรายุส, 2551. ปัญหาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไม้อัดไม้ประกอบ. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[1 8] กรมป่าไม้, 2530. ข้อมูลด้านวัตถุดิบสำหรับโรงงานเยื่อกระดาษ, 18 น.

[1 9] กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, 2551. การใช้ประโยชน์ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซีส, 18 น.

[2 0] เพ็งปรีชา ณรงค์, 2551. มันสำปะหลัง:วัสดุเส้นใยแหล่งใหม่,กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้17 น.

[2 1] ศักดิ์สิทธิ์ ศรีแสง , อุปวิทย์ สุวคันธกุล, สุดใจ เหง้าสีไพร, 2550. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุผสม สำหรับคอนกรีตบล็อกชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย และเส้นใยมะพร้าว,วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2550 (77-87).

[2 2] สถาบันคลังสมองของชาติ, 2548. Policy Brief, พฤศจิกายน 2548, ปีที่ 2 ฉบับที่ 3

[2 3] ประชาชาติธุรกิจ, 2550. ปีทองการส่งออก"ข้าวโพด"ไทย, 16 พ.ย. 49.

[2 4] ข่าวกรมส่งเสริมการเกษตร, 2550. สถานการณ์ข้าวโพดหวาน, เข้าถึงได้จาก http://www.doae.go.th/plant/sweetcorn/index.htm

[2 5] อานุภาพนุ่นสง, 2551. ข้าวโพดซีพีรุกป่า จับตาวิกฤตความมั่นคงทางอาหาร, สำนักข่าวประชาธรรม, 28 เมษายน 2551

[2 6] กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2539. การส่งออกข้าวโพดหวานแช่แข็งและกระป๋อง. รวบรวมโดยฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร

[2 7] กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2539. การส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนสดและกระป๋อง. รวบรวมโดยฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร

[2 8] จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, 2539. ข้าวโพดและเศษเหลือจากข้าวโพดเป็นอาหารสัตว์. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 35หน้า

[2 9] จินดา สนิทวงศ์ฯ และอุเทน รุ่งเรือง, 2534. การใช้ต้นและเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอาหารหลัก ในโคกำลังรีดนม. วารสารเกษตร 7(2) : 95-105.

[3 0] กรมการค้าภายใน, 2550. ผลิตทางการเกษตร ปี 2551, 8 พฤษภาคม 2550.

[3 1] สำนักส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (สสอ.), 2550. ฉนวนความร้อน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน, เข้าถึงได้จาก http://www2.dede.go.th/dede/homesafe/book /acc.htm.

[3 2] กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2539. ไม้อัดซีเมนต์, กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2544, อุตสาหกรรมสาร 39, ต.ค-พ.ย. 2539.

[33] วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2547. เมื่อสารพัดเศษวัสดุเหลือทิ้งกลายร่างเป็น (เสมือน). นวัฒกรรม ปีที่ 5 ฉบับ 17 มีนาคม 2547.

[3 4] ธวัช จิรายุส สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, 2535. การจับยึดปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ของไม้ยูคาลิปตัส., วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 7,1 มค.-เมย. 2535 , หน้า 85

[3 5] ธวัช จิรายุส สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, 2528. รายงานการทดลองทำแผ่นไม้อัดซีเมนต์จากไม้ยูคาลิปตัส คามาลเลนซิส., เอกสารวิชาการเล่มที่ 2 การประชุมป่าไม้ประจำปี 2528, หน้า 388-345

[3 6] สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2532. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดคุณภาพ (มอก. 15 เล่ม 1-2532). กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.

[3 7] สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมวลผสมคอนกรีต (มอก. 566-2528). กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.

[3 8] **American Society for Testing and Materials, 2010. Annual Book of ASTM Standard. Philadelphia.**

[39] สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2537. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง (มอก. 878-2537). กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.

[40] วิจิตรา เจริญชัย, 2543. การศึกษาการใช้เส้นใยธรรมชาติเป็นวัสดุเสริมแรงในโพลีโพรพิลีน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[41] ภาวดี เมธะคานนท์, 2548. สมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดผลิตจากกาวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ.

[42] ชีวารัตน์ ม่วงพัฒน์, 2550. เส้นใยธรรมชาติสำหรับวัสดุผนังอาคาร. คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[43] Bledzki, A.K. and Gassan, J., 1999. Composites Reinforced with Cellulose based Fibers. Progress in Polymer Science. Vol.24. pp.221-274.

[44] Odozi, T.O., Akaranta, O. and Ejike, P.N., 1986. Particle boards from Agricultural Wastes. In Agricultural Wastes. Vol.16. No.3. pp.237-240.

[45] กิตติศักดิ์ บัวศรี, 2544. การผลิตแผ่นฉนวนป้องกันความร้อนจากฟางข้าว. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ภาคผนวก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.878-2537
เรื่องเรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์: ความหนาแน่นสูง

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 1999 (พ.ศ. 2537)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง (แก้ไขครั้งที่ 1)

โดยที่เป็นการสมควรแก้ไขเพิ่มเติมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง มาตรฐานเลขที่ มอก.878–2532

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง มาตรฐานเลขที่ มอก. 878–2532 ท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1516 (พ.ศ.2532) ลงวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ.2532 ดังต่อไปนี้

1. ให้แก้หมายเลขมาตรฐานเลขที่ “มอก. 878–2532” เป็น “มอก. 878–2537”
2. ให้ยกเลิกความในข้อ 5.2 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

   “5.2 การทำ

   ใช้เครื่องจักรย่อยไม้ออกเป็นชิ้นไม้แยกชิ้นไม้ให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ นำไปผสมกับปูนซีเมนต์ แล้วนำไปโรยและอัดเป็นแผ่นในแบบ โดยทิ้งไว้ให้ปูนซีเมนต์ก่อตัวจึงถอดแบบออก หากใส่สารผสมเพิ่มต้องไม่ทำให้ความแข็งแรงหรือความคงทนของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์เสียไป”
3. ให้ยกเลิกความในข้อ 6.4 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

   “6.4 สภาพนำความร้อน

   ต้องมีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 0.25 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน

   การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบสมบัติการเป็นฉนวนความร้อน (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม BS 874 Part 2 หรือ ASTM C 177)”

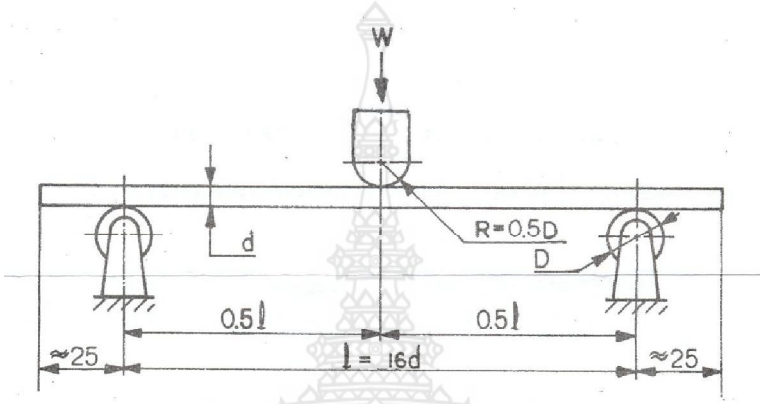
4. ให้ยกเลิกความในข้อ 9.3.1.2 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"9.3.1.2 ไมโครมิเตอร์ ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร สำหรับวัดความหนา"

5. ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็นข้อ 9.3.1.3

"9.3.1.3 เวอร์เนียร์แคลลิเปอร์ส ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร สำหรับวัดความกว้างและความยาว"

6. ให้ยกเลิกรูปที่ 4 และให้ใช้รูปต่อไปนี้แทน



รูปที่ 4 การทดสอบความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

(ข้อ 9.6.1.2)

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

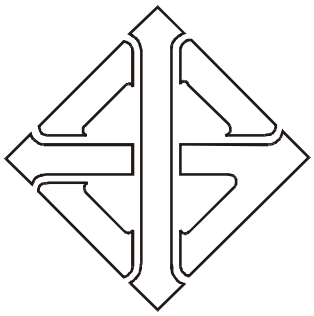
ประกาศ ณ วันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2537

พลตรี สนั่น ขจรประศาสน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนที่ 87 ง

วันที่ 1 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2537



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 878 – 2532

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง

CEMENT BONDED PARTICLEBOARDS : HIGH DENSITY

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม UDC 691.328.41:674.821 ISBN 974-8126-75-7

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง

มอก. 878 – 2532

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 106 ตอนที่ 137
วันที่ 24 สิงหาคม พุทธศักราช 2532

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 120
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นอัดสำหรับการก่อสร้าง

ประธานกรรมการ

นายวรรณะ มณี	ผู้แทนสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์

กรรมการ

นายสุธี หาญสงคราม	ผู้แทนกรมป่าไม้
นายสมศักดิ์ พัฒนประภาพันธุ์	
นายยงยุทธ ศรีเมฆารัตน์	ผู้แทนกรมโยธาธิการ
นายสุทธิศักดิ์ สำเร็จประสงค์	ผู้แทนสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นายอรุณ พุฒยางกูร	ผู้แทนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
นายผึ่งผาย สุนทราภัย	ผู้แทนวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ
นายพลสินธุ อาชวาคม	ผู้แทนกรมการค้าต่างประเทศ
นายวิจิตร กฤษณบำรุง	ผู้แทนคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายอำนวย พานิชกุล	ผู้แทนวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
นายอภัย รณะนันทน์	
-	ผู้แทนบริษัท ศรีมหาราชา จำกัด
ร.ต. อุทัย สินธุประมา	ผู้แทนบริษัท ไม้อัดไทย จำกัด
นายวิชัย ภูษิตวิทย์	
นายชูชาติ บุญสิริ	ผู้แทนบริษัท ไทยชิปบอร์ด จำกัด
ร.ท. ฉลอง ขุนพรหม	ผู้แทนบริษัท สตรามิตบอร์ด จำกัด
นายก่อเกียรติ แย้มมีศรี	ผู้แทนบริษัท เชลโลกรีตไทย จำกัด
นายนิสสิต บุญ-หลง	ผู้แทนบริษัท ไทยทักษิณป่าไม้ จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นายสมคิด แสงนิล	ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ปัจจุบันมีการทำแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง ขึ้นได้เองภายในประเทศ โดยนำไปใช้ในงานก่อสร้างทั่ว ๆ ไป และส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ดังนั้นเพื่อเป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรมประเภทนี้และเพื่อประโยชน์แก่ผู้ใช้ จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

ISO 8335 : 1987 Cement-bonded particleboards-Boards of Portland or equivalent cement reinforced with fibrous wood particles

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 1516 (พ.ศ. 2532)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง มาตรฐานเลขที่ มอก. 878–2532 ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2532

บรรหาร ศิลปอาชา

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด แบบและสัญลักษณ์ ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ส่วนประกอบและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบ แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง ที่ใช้งานก่อสร้างทั่ว ๆ ไป

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะ แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง ที่เป็นแผ่นเรียบรูปสี่เหลี่ยม แต่ไม่ครอบคลุมถึงแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง ที่มีรูปร่างพิเศษ

2. บทพิเศษ

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ : ความหนาแน่นสูง ซึ่งต่อไปนี้มาตรฐานนี้จะเรียกว่า “แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์” หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นแผ่น ทำจากชิ้นไม้และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 1 100 ถึง 1 300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2.2 ชิ้นไม้ หมายถึง ชิ้นหรือส่วนของเนื้อไม้หรือวัสดุลิกโนเซลลูโลส (ligno–cellulosic material) อื่น ๆ ที่ถูกย่อยด้วยเครื่องจักร ชิ้นไม้อาจมีลักษณะต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้

2.2.1 เกล็ด (flake) หมายถึง ชิ้นไม้บาง ๆ มีทิศทางของเสี้ยนไม้ขนานกับผิว ได้จากการใช้ใบมีดตัดขนานกับแนวของเสี้ยนไม้ แต่ทำมุมกับแนวแกนของเส้นใย

2.2.2 เกล็ดใหญ่ (wafer) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเกล็ด แต่มีความกว้างและความหนามากกว่า

2.2.3 แถบ (strand) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเกล็ดแต่มีความยาวมากเมื่อเทียบกับความกว้าง และมีความหนาสม่ำเสมอตลอดความยาวของแถบ

2.2.4 ชี้กบ (planer shaving) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีรูปร่างเป็นแผ่นขนาดเล็กมีความหนาไม่เท่ากัน คือหนาที่ปลายด้านหนึ่งส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะบาง มีลักษณะเป็นแฉกขนนก และมักจะโค้งงอด้วย ซึ่งได้จากการไสไม้ด้วยเครื่องไสไม้ชนิดหัวตัดหมุน (rotary cutterhead)

2.2.5 แท่ง (splinter or sliver) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมเมื่อมองทางหน้าตัด และมีความยาวตามแนวเสี้ยนไม่น้อยกว่า 4 เท่าของความหนา

2.2.6 เม็ด (granule) หมายถึง ชิ้นไม้ที่มีลักษณะคล้ายขี้เลื่อยซึ่งมีความกว้าง ความยาว และความหนาเกือบเท่ากัน

2.2.7 ลักษณะอื่น ๆ ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ทำแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์

2.3 วัสดุลิกโนเซลลูโลส หมายถึง วัสดุที่มีเซลลูโลสและลิกนินเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น ไม้ และพืชต่าง ๆ ได้แก่ ชานอ้อย ป่าน ปอ เป็นต้น

3. แบบและสัญลักษณ์

3.1 แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ แบ่งออกเป็น 2 แบบ ตามลักษณะพื้นผิว คือ

3.1.1 แบบผิวขัดเรียบ มีสัญลักษณ์ SAN

3.1.2 แบบผิวไม่ขัด มีสัญลักษณ์ UNS

4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 ความกว้างและความยาว ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยจะมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 1

หมายเหตุ *1. ความกว้างที่แนะนำ คือ 600 900 และ 1 200 มิลลิเมตร*

2. ความยาวที่แนะนำ คือ 1 200 1 800 และ 2 400 มิลลิเมตร

การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.2

4.2 ความหนา ให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลากแต่ต้องไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร โดยจะมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 1

การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.2

4.3 ความแตกต่างของเส้นทแยงมุมทั้ง 2 เส้น จะมีได้ไม่เกินร้อยละ 0.25 ของเส้นสั้น

การวัดให้ปกิบัติตามข้อ 9.2

4.4 ความตรงของขอบแต่ละด้านจะคลาดเคลื่อนไปจากแนวตรง ได้ไม่เกิน 3.0 มิลลิเมตร

การวัดให้ปฏิบัติตามข้อ 9.2

ตารางที่ 1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

(ข้อ 4.1และข้อ 4.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน		
	ความกว้าง	ความหนา	
ระบุ	และความยาว	SAN	UNS
6 ถึง 12	± 5	± 0.3	± 1.0
เกิน 12 ถึง 20			± 1.5
เกิน 20			± 2.0

5. ส่วนประกอบและการทำ

5.1 ส่วนประกอบ

5.1.1 ชิ้นไม้

5.1.2 ปูนซีเมนต์

ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดคุณภาพ มาตรฐานเลขที่ มอก. 15 เล่ม 1

5.2 การทำ

ใช้เครื่องจักรย่อยไม้ออกเป็นชิ้นไม้ แยกชิ้นไม้ให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ นำไปผสมกับปูนซีเมนต์ แล้วนำไปโรยและอัดเป็นแผ่นโดยทิ้งไว้ให้ปูนซีเมนต์ก่อตัวจึงถอดแบบออก หากใส่สารผสมเพิ่มต้องไม่ทำให้ความแข็งแรงหรือความคงทนของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์เสียไป

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ต้องมีความหนา ความแน่น และความเรียบสม่ำเสมอกันตลอดทั้งแผ่น ขอบจะต้องตั้งได้ฉากกับระนาบผิว

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.2 ความหนาแน่นความหนาแน่น

ความหนาแน่นเฉลี่ยต้องอยู่ในช่วง 1 100 ถึง 1 300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.3

6.3 ความชื้น

ความชื้นเฉลี่ยต้องอยู่ในช่วงร้อยละ 9 ถึงร้อยละ 15

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.4

6.4 สภาพนำความร้อน

ต้องมีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 0.155 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อน (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม BS 874)

6.5 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

ให้เป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณลักษณะที่ต้องการอื่นๆ

(ข้อ 6.5)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีทดสอบตาม
1	การพองตัวเมื่อแช่น้ำ ร้อยละ ไม่เกิน	2	ข้อ 9.5
2	ความต้านแรงดัด เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า	9	ข้อ 9.6
3	มอดุลัสยืดหยุ่น เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า	3 000	ข้อ 9.6
4	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า เมกะพาสคัล ไม่น้อยกว่า		ข้อ 9.7

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ทุกแผ่น อย่างน้อยต้องมีเลข อักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) คำว่า “แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์”

(2) สัญลักษณ์ของแบบ

(3) ขนาด (กว้าง × ยาว × หนา) เป็นมิลลิเมตร

(4) เดือน ปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ

(5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่มีแบบและความหนาระบุเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

8.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

8.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาด และลักษณะทั่วไป

8.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 3

8.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. และข้อ 6.1 ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับ ที่กำหนดในตารางที่ 3 จึงจะถือว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 3 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบขนาดและลักษณะทั่วไป

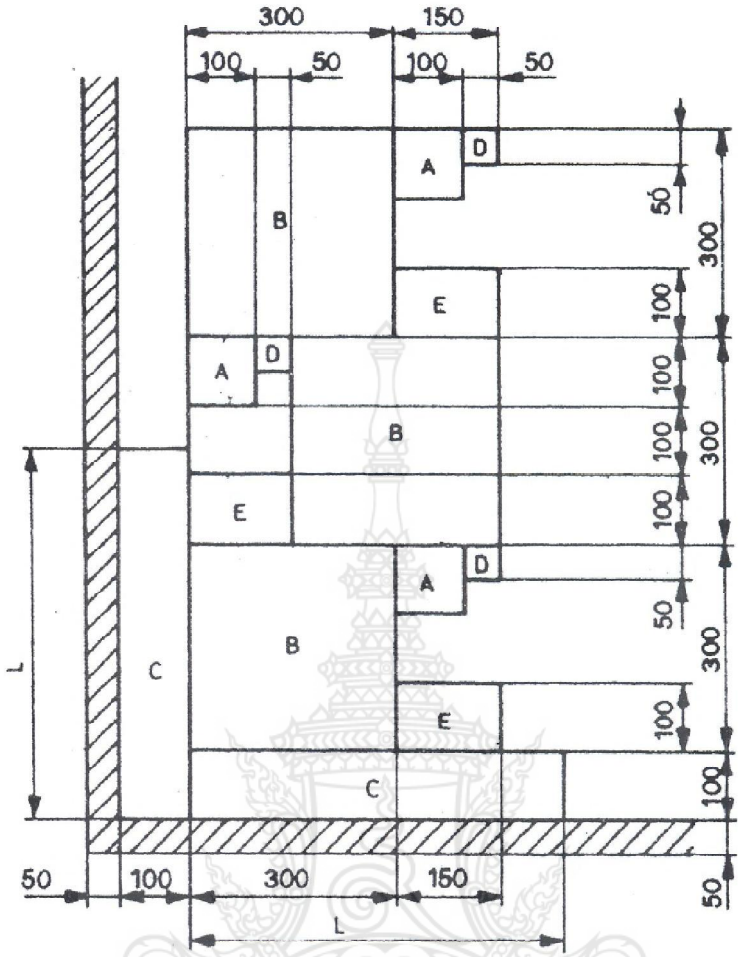
(ข้อ 8.2.1)

ขนาดรุ่น แผ่น	ขนาดตัวอย่าง แผ่น	เลขจำนวน ที่ยอมรับ
ไม่เกิน 150	3	0
151 ถึง 500	13	1
501 ขึ้นไป	20	2

8.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความหนาแน่น ความชื้น สภาพนำความร้อน และคุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

8.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่ม จากแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในเรื่องขนาด และลักษณะทั่วไปแล้ว มาจำนวน 5 แผ่น แต่ละแผ่นให้ตัดเป็นชิ้นทดสอบตามรูปที่ 1

- ชิ้นทดสอบ A สำหรับทดสอบความหนาแน่น และความชื้น จำนวน 3 ชิ้น
- ชิ้นทดสอบ B สำหรับทดสอบการพองตัวเมื่อแช่น้ำ จำนวน 3 ชิ้น
- ชิ้นทดสอบ C สำหรับทดสอบความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น จำนวน 2 ชิ้น
- ชิ้นทดสอบ D สำหรับทดสอบความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า จำนวน 3 ชิ้น
- ชิ้นทดสอบ E สำหรับการทดสอบสภาพนำความร้อน จำนวน 3 ชิ้น



L = 16 เท่าของความหนาระบุ (ตัวเลขที่ได้ให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็ม
ของ 10 มิลลิเมตรที่ใกล้เคียง) บวกด้วย 25 มิลลิเมตร

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 1 ตำแหน่งและการตัดชิ้นทดสอบ

(ข้อ 8.2.2.1)

8.2.2.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.2 ข้อ 6.3 ข้อ 6.4 และข้อ 6.5 ทุกรายการ จึงจะถือว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

8.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ต้องเป็นไปตามข้อ 8.2.1.2 และ ข้อ 8.2.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

9. การทดสอบ

9.1 การปรับภาวะชิ้นทดสอบ

ให้นำชิ้นทดสอบที่เตรียมไว้ทดสอบการพองตัวเมื่อแช่น้ำ ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และสภาพนำความร้อน ไปปรับภาวะที่อุณหภูมิ 23 ± 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 ± 10 จนน้ำหนักคงที่ คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบที่ชั่ง 2 ครั้งห่างกัน 24 ชั่วโมง ต่างกันไม่เกินร้อยละ 0.5 แล้วทำการทดสอบทันทีที่พ้นจากการปรับภาวะ ส่วนชิ้นทดสอบที่ใช้ทดสอบความหนาแน่นและความชื้นไม่ต้องปรับภาวะ

9.2 ขนาด

9.2.1 ความกว้างและความยาว

ใช้สายวัดโลหะที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร วัดที่จุดลึกเข้าไปจากขอบของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ ประมาณ 100 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 2

9.2.2 ความหนา

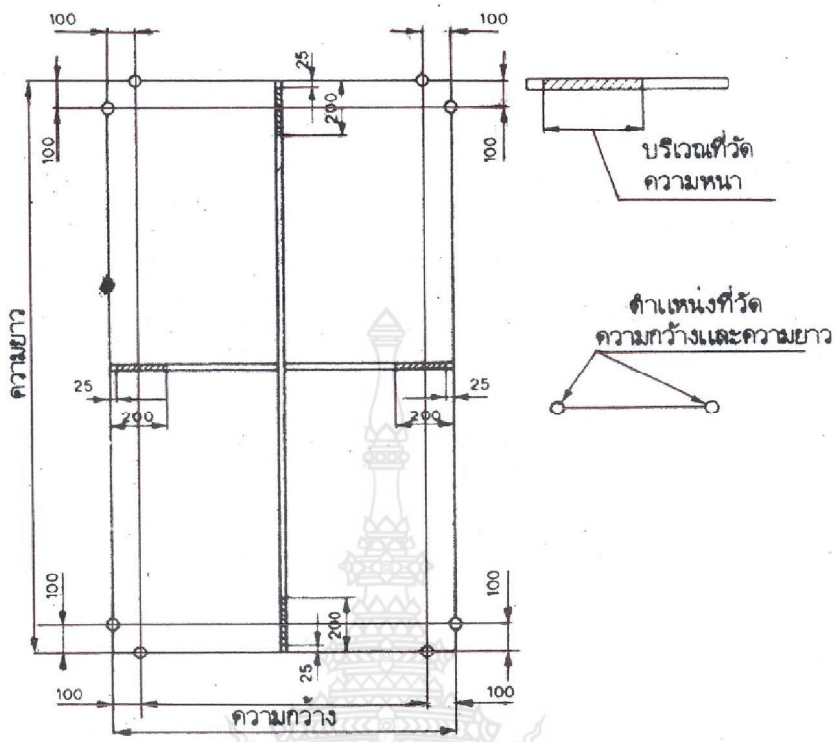
ใช้ไมโครมิเตอร์ ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร ซึ่งมีส่วนของแป้นวัดเรียบและขนานกัน และมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร วัดที่บริเวณกึ่งกลางของขอบของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์ทั้ง 4 ด้าน และให้ลึกเข้าไปจากขอบประมาณ 25 ถึง 200 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 2

9.2.3 ความแตกต่างของเส้นทแยงมุม

ใช้สายวัดตามข้อ 9.2.1 วัดหาความแตกต่างของเส้นทแยงมุม

9.2.4 ความตรงของขอบ

ขึงเส้นด้ายให้ตึงระหว่างมุมที่ขอบเดียวกัน ของแผ่นชิ้นไม่อัดซีเมนต์ แล้ววัดระยะที่คลาดเคลื่อนจากแนวเส้นด้ายมากที่สุดของขอบทั้ง 4 ด้าน



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 2 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์
(ข้อ 9.2.1 และข้อ 9.2.2)

9.3 ความหนาแน่น

9.3.1 เครื่องมือ

9.3.1.1 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

9.3.1.2 ไมโครมิเตอร์ ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร

9.3.2 วิธีทดสอบ

9.3.2.1 ชั่งชิ้นทดสอบให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนถึง 0.1 กรัม

9.3.2.2 วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบขนานกับขอบให้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร ตามรูปที่ 3 แล้วหาค่าเฉลี่ย

9.3.2.3 วัดความหนา 4 ตำแหน่ง ตามรูปที่ 3 แล้วหาค่าเฉลี่ย

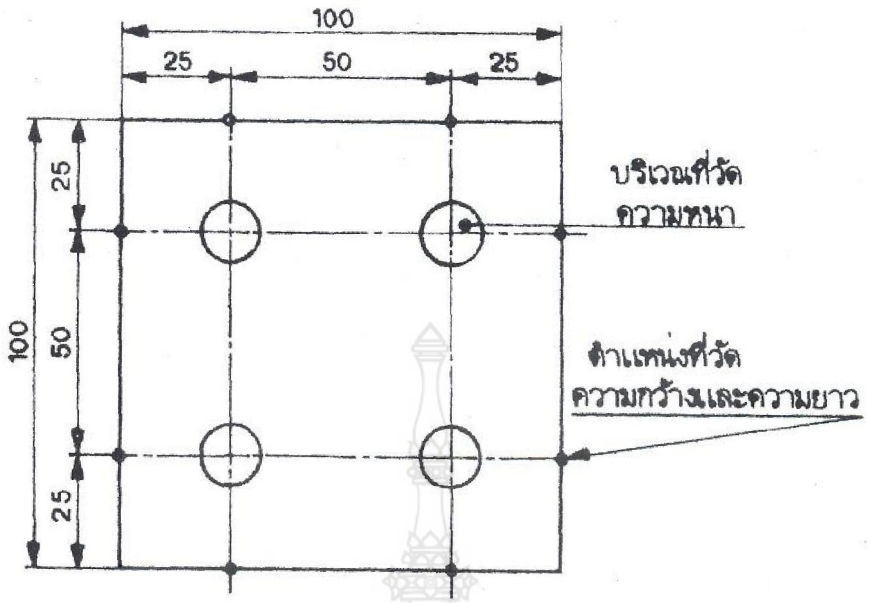
9.3.3 วิธีคำนวณ

หาค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร} = \frac{\text{มวล (กรัม)}}{\text{ปริมาตร (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)}} \times 10^6$$

9.3.4 การรายงานผล

รายงานค่าความหนาแน่นของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นและค่าเฉลี่ย



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 3 ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นทดสอบ
(ข้อ 9.3.2.2 ข้อ 9.3.2.3 และข้อ 9.5.2.1)

9.4 ความชื้น

9.4.1 เครื่องมือ

9.4.1.1 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

9.4.1.2 เตาอบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 130 ± 2 องศาเซลเซียส

9.4.1.3 เดซิกเคเตอร์

9.4.2 วิธีทดสอบ

9.4.2.1 ชั่งชิ้นทดสอบซึ่งผ่านการทดสอบตามข้อ 9.3 แล้ว ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนถึง 0.01 กรัม เป็นน้ำหนักก่อนอบ

9.4.2.2 อบชิ้นทดสอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ คือน้ำหนักชิ้นทดสอบที่ชั่ง 2 ครั้งห่างกัน 6 ชั่วโมง ต่างกันไม่เกินร้อยละ 0.1

9.4.2.3 นำมาใส่ในเดซิกเคเตอร์ ปล่อยไว้ให้เย็น

9.4.2.4 ชั่งชิ้นทดสอบ เป็นน้ำหนักอบแห้ง

9.4.3 วิธีคำนวณ

หาค่าความชื้นจากสูตร

$$\text{ความชื้นร้อยละ} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักอบแห้ง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักอบแห้ง (กรัม)}} \times 100$$

9.4.4 การรายงานผล

รายงานค่าความชื้นของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นและค่าเฉลี่ย

9.5 การพองตัวเมื่อแช่น้ำ

9.5.1 เครื่องมือ

ไมโครมิเตอร์ ที่วัดได้ละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร

9.5.2 วิธีทดสอบ

9.5.2.1 ทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัดความหนาตามรูปที่ 3 วัดความหนาของชิ้นทดสอบ 4 ตำแหน่ง แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นความหนาก่อนแช่น้ำ

9.5.2.2 แช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง โดยตั้งให้แต่ละชิ้นห่างจากกัน ให้ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำประมาณ 25 มิลลิเมตร ชิ้นทดสอบต้องตั้งได้ฉากกับผิวน้ำ และห่างจากผนังและก้นภาชนะที่ใส่ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร

9.5.2.3 เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 24 ชั่วโมง นำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาดแล้วปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ชอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ เช่น พลาสติก กระจก

9.5.2.4 เมื่อปล่อยชิ้นทดสอบไว้ครบ 2 ชั่วโมงแล้ว นำชิ้นทดสอบมาวัดความหนาตามตำแหน่งเดิม แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นความหนาหลังแช่น้ำ

9.5.3 วิธีคำนวณ

หาค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำจากสูตร

$$\text{การพองตัวเมื่อแช่น้ำ ร้อยละ} = \frac{\text{ความหนาหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)} - \text{ความหนาก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)}}{\text{ความหนาก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)}} \times 100$$

9.5.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยการพองตัวเมื่อแช่น้ำเป็นร้อยละ

9.6 ความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

9.6.1 เครื่องมือ

9.6.1.1 เครื่องกด ซึ่งวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 นิวตัน หรือร้อยละ 5 ของแรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ หัวกดต้องมีปลายส่วนที่ใช้กดเป็นรูปครึ่งวงกลมมีรัศมี 10 ถึง 30 มิลลิเมตร และมีความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

9.6.1.2 แท่นรองรับ ต้องมีลักษณะหน้าตัดเป็นรูปวงกลม หรือรูปครึ่งวงกลม มีรัศมี 10 ถึง 30 มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ

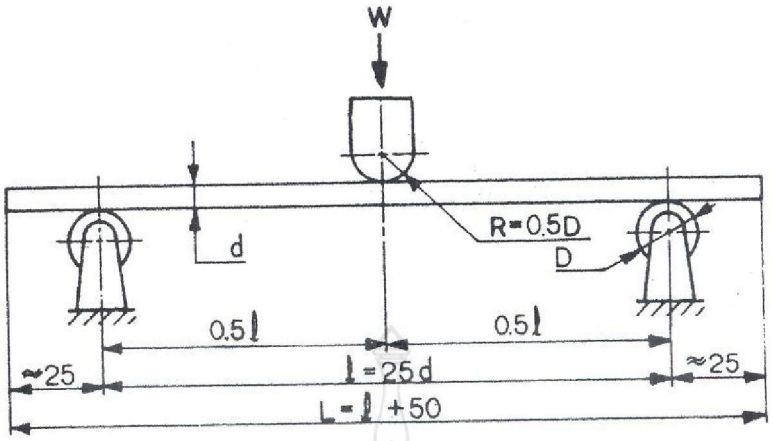
9.6.1.3 มาตรการแอ่นตัว ซึ่งอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร

9.6.2 วิธีทดสอบ

9.6.2.1 วางชิ้นทดสอบลงบนแท่นรองรับซึ่งมีระยะห่าง 16 เท่าของความหนาระบุของชิ้นทดสอบ (ตัวเลขที่ได้ให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็มของ 10 มิลลิเมตรที่ใกล้เคียง) ตามรูปที่ 4 ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับประมาณข้างละ 25 มิลลิเมตร เท่า ๆ กัน

9.6.2.2 ให้แรงกดบนจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกดจนกระทั่งชิ้นทดสอบหัก ต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที และไม่เกิน 120 วินาที

9.6.2.3 เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับค่าการแอ่นตัว



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 4 การทดสอบความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น
(ข้อ 9.6.2.1)

9.6.3 วิธีคำนวณ

9.6.3.1 หาค่าความต้านแรงดัดจากสูตร

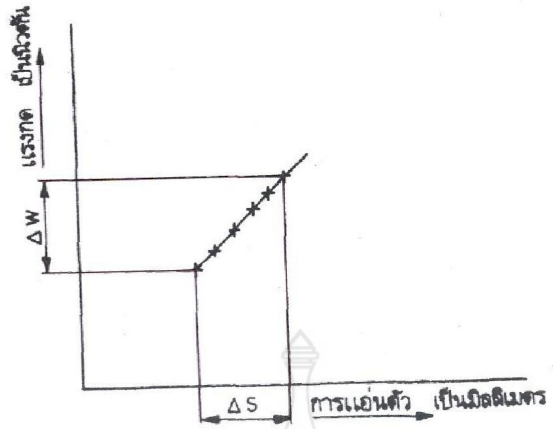
$$f = \frac{3\,W\ell}{2\,bf^2}$$

เมื่อ f คือ ความต้านแรงดัด เป็นเมกะพาสคัล
W คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ เป็นนิวตัน
ℓ คือ ระยะห่าง ระหว่างจุดศูนย์กลางของแท่นรองรับ เป็นมิลลิเมตร
b คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร
d คือ ความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

9.6.3.2 หาค่ามอดุลัสยืดหยุ่นจากสูตร

$$E = \frac{\ell^3\,\Delta W}{4\,bd^3\,\Delta S}$$

เมื่อ f คือ มอดุลัสยืดหยุ่น เป็นเมกะพาสคัล
ℓ คือ ระยะห่าง ระหว่างจุดศูนย์กลางของแท่นรองรับ เป็นมิลลิเมตร
ΔW คือ แรงกดที่เพิ่มขึ้นในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง ตามรูปที่ 5 เป็นนิวตัน
b คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร
d คือ ความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร
ΔS คือ ระยะแอ่นตัวที่เพิ่มขึ้น ในช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรง ตามรูปที่ 5 เป็นมิลลิเมตร



รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับการแอ่นตัว
(ข้อ 9.6.3.2)

9.6.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น

9.7 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

9.7.1 เครื่องมือ

9.7.1.1 เครื่องดึง ซึ่งสามารถให้แรงดึงเพื่อแยกชิ้นทดสอบออกในเวลาไม่น้อยกว่า 30 วินาทีและไม่เกิน 120 วินาที

9.7.1.2 แผ่นดึงซึ่งทำด้วยไม้หรือโลหะที่เหมาะสม ขนาดไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร × 50 มิลลิเมตร ความหนาตามความเหมาะสม

9.7.2 วิธีทดสอบ

9.7.2.1 ติดผิวหน้าทั้งสองของชิ้นทดสอบกับแผ่นดึง โดยใช้กาวสังเคราะห์ที่มีแรงยึดมากกว่าแรงยึดในตัวชิ้นทดสอบ

9.7.2.2 นำชิ้นทดสอบที่เตรียมได้แล้วนี้ไปเข้าเครื่องดึง ดึงให้ชิ้นทดสอบแยกออกจากกันซึ่งปกติจะแยกในชั้นไส้ อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึงจนกระทั่งชิ้นทดสอบแยกออกจากกันต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที และไม่เกิน 120 วินาที

9.7.3 วิธีคำนวณ

หาค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าจากสูตร

$$\text{ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเมกะพาสคัล} = \frac{\text{แรงดึงสูงสุด (นิวตัน)}}{\text{ความกว้าง (มิลลิเมตร)} \times \text{ความยาว (มิลลิเมตร)}}$$

9.7.4 การรายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า