แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์

Bamboo Charcoal Cement Board

ปิยะวดี บัวจงกล วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์
(PIYAWADE BAUCHONGKOL) (VALLAYUTH FUEANGVIVAT)
วีรญา ธรรมขันธ์ บวรวิชญ์ แพงวงค์ พิทักษ์ หางาม
(WERAYA THAMMAKAN) (BORVORNWIT PANGWONG) (PITAK HANGAM)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้นำไผ่ 4 ชนิด คือ ไผ่บงใหญ่ (*Dendrocalamus brandisii*) ไผ่หมาจู๋ (*Dendrocalamus latiflorus*) ไผ่ซางหม่น (*Dendrocalamu sericeus*) และ ไผ่เลี้ยงหวาน (*Bambusa sp.*) ผลิตเป็นแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์โดยอัตราส่วนผสมของถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ที่ 50:50 และ 70:30 โดยแผ่นที่ผลิตได้นำไปทดสอบสมบัติเชิงกลและกายภาพตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ASTM D 1037–99 จากนั้น นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติด้านต่าง ๆ ของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์สรุปได้ว่า ไผ่บงใหญ่และไผ่ซางหม่นมีศักยภาพในการนำมาผลิตแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ โดยใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 50:50 เพราะแผ่นที่ได้มีสมบัติที่ดีกว่าแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์จากไผ่หมาจู๋ และไผ่เลี้ยงหวาน

ABSTRACT

Research study for bamboo charcoal cement board (CCB) made by 4 bamboo species; Pai Bong Yai (*Dendrocalamus brandisii*), Pai Mah Ju (*Dendrocalamus latiflorus*), Pai Sang Mon (*Dendrocalamu sericeus*) and Pai Leang Wan (*Bambusa sp* with various charcoal powder and cement ratio at 50:50 and 70:30. Properties of boards were tested by ASTM D 1037–99. The data gathered were analyzed by statistical method.

The results demonstrated that Pai Bong Yai and Pai Sang Mon with charcoal powder and cement ratio at 50:50 more suitable than Pai Mah Ju and Pai Leang Wan.

กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

คำหลัก

ไม้ไผ่ ถ่าน ปูนซีเมนต์ ปริมาณความชื้น ความหนาแน่น ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า การดูดซึมน้ำ การพองตัวตามความหนา

KEY WORDS

bamboo, charcoal, cement, moisture content, density, modulus of rupture, modulus of elasticity, internal bond, water absorption, thickness swelling,

บทนำ

ถ่านไม้เป็นวัสดุที่ได้จากการแปรรูปไม้โดยควบคุมให้เกิดการเปลี่ยนสภาพไม้ในที่อับอากาศหรือจำกัดอากาศ ซึ่งทำให้องค์ประกอบทางเคมีและทางฟิสิกส์ของไม้เปลี่ยนแปลงไป ถ่านไม้โดยทั่วไปจะมีสีดำ แข็งเปราะ ความหนาแน่นน้อยลง แต่ความสามารถในการนำไฟฟ้าสูงกว่าไม้ มีความพรุนมากขึ้นและสามารถดูดคายความชื้นได้น้อยกว่าไม้ คุณสมบัติที่เปลี่ยนไปนี้เมื่อนำมาใช้ในการทำไม้อัดซีเมนต์ อาจทำให้คุณสมบัติของแผ่นไม้อัดซีเมนต์ มีคุณลักษณะที่แตกต่างออกไปจากเดิม เนื่องจากการมีรูพรุนของถ่าน ตลอดจนองค์ประกอบของถ่าน เช่น สามารถดูดซับกลิ่น เป็นต้น

ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้เพื่อหาเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์นิดใหม่ คือ แผ่นถ่านไม้อัดซีเมนต์ เพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกให้ใหม่แก่ผู้บริโภค โรงงานอุตสาหกรรม ในการที่จะเลือกใช้ประโยชน์ อีกทั้งเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ถ่านไม้ไผ่ และเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรและผู้ผลิตถ่านอีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการนำถ่านไม้ไผ่มาใช้เป็นวัสดุในการผลิตแผ่นไม้ไผ่อัดซีเมนต์
2. ศึกษาสมบัติของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยผลิตแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ในครั้งนี้ใช้ไม้ไผ่อายุประมาณ 3 ปี จำนวน 4 ชนิด คือ

1) ไผ่บงใหญ่ (*Dendrocalamus brandisii*) จากท้องที่อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
2) ไผ่หมาจู๋ (*Dendrocalamus latiflorus*) จากท้องที่อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
3) ไผ่ซางหม่น (*Dendrocalamu sericeus*) จากท้องที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
4) ไผ่เลี้ยงหวาน (*Bambusa sp.*) จากท้องที่เขตบางบอน จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ไม้ไผ่ที่ได้นำมาเข้าเตาเผาเพื่อให้ได้ถ่านไม้ไผ่ (Figure 1) จากนั้น เข้าเครื่องตีเป็นผงถ่าน (Figure 2) นำไปทำแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์โดยใช้อัตราส่วนของผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 2 ระดับ คือ 50:50 และ 70:30

แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ได้นำมาผึ่งกระแสอากาศเพื่อให้ปูนซีเมนต์แข็งตัวประมาณ 1 เดือน นำไปตัดเป็นชิ้นทดสอบสำหรับทดสอบสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ASTM D 1037-99

ค่าที่ได้จากการทดสอบ คือ ค่าความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ค่าการพองตัวตามความหนา และค่าการดูดซึมน้ำ นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนว่า ผลการทดสอบนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติหรือไม่ ถ้าปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ก็จะนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

Figure 1 and Figure 2 Bamboo charcoal and make powder.

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

เมื่อทำการเปรียบเทียบสมบัติของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์จากถ่านไม้ไผ่ 4 ชนิด ที่ทดสอบสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ASTM D 1037-99 แสดงให้เห็นว่า (Table 1)

1. ความหนาและปริมาณความชื้น

แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากถ่านไม้ไผ่มีค่าความหนาเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9.88-12.37 มม. และปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.98% – 11.94%

2. การดูดซึมน้ำ

การดูดซึมน้ำของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.12% – 0.99% โดยแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่เลี้ยงหวานที่อัตราส่วนของผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.12% (Figure 3)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ปัจจัยเดี่ยว และปัจจัยร่วมของชนิดไผ่ และอัตราส่วนของผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ไม่มีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์

3. การพองตัวตามความหนา

ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.94% – 114.36% โดยแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่บงใหญ่ที่อัตราส่วนของผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำสุด คือ 25.94% (Figure 4)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ทั้งปัจจัยเดี่ยวและปัจจัยร่วมของชนิดไผ่ และอัตราส่วนของผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์มีอิทธิพลต่อค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

3.1 แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่ซางหม่นและไผ่บงใหญ่มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยไม่แตกต่างกันแต่แตกต่างจากแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีมนต์ที่ทำจากไผ่เลี้ยงหวานและไผ่หมาจู๋อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.2 แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำกว่าแผ่นที่ใช้อัตราส่วน 70:30 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

Table 1. Physical and mechanical properties of bamboo charcoal board

Bamboo charcoal types	Bamboo charcoal powder and cement ratio	Density ($kg./m.^3$)	Thickness (mm.)	Moisture content (%)	Water absorption (%)	Thickness swelling (%)	Modulus of rupture (MPa)	Modulus of elasticity (MPa)	Internal bond (MPa)
Pai bong yai	50:50	1027.84	11.67	11.94	25.94	0.25	1.05	1400	1.34
	70:30	705.71	11.81	8.07	55.20	0.99	0.46	293	0.09
Pai mahju	50:50	769.49	9.88	9.62	43.26	0.58	1.15	805	0.37
	70:30	452.61	12.30	10.45	114.36	0.80	0.10	591	0.01
Pai sangmon	50:50	958.98	12.37	11.91	26.77	0.47	1.42	1331	1.04
	70:30	717.89	11.70	8.16	50.69	0.23	0.64	403	0.17
Pai leangwan	50:50	842.42	10.30	11.27	50.31	0.12	1.11	810	0.39
	70:30	580.58	11.07	7.98	80.62	0.41	0.28	641	0.06

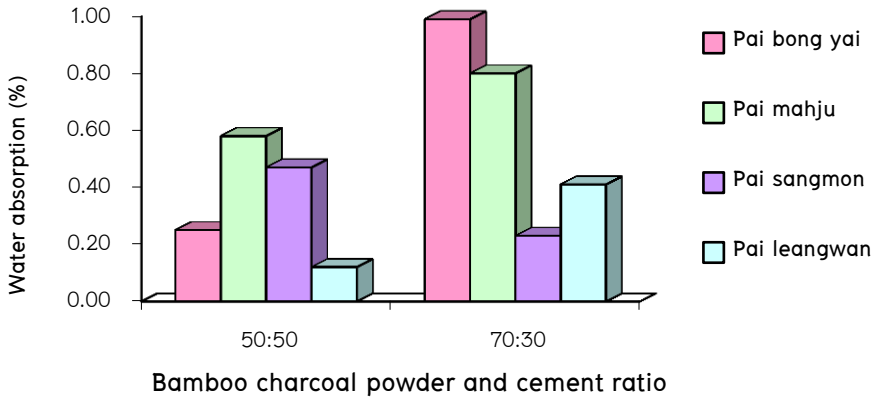

Figure 3 Water absorption of bamboo charcoal cement board

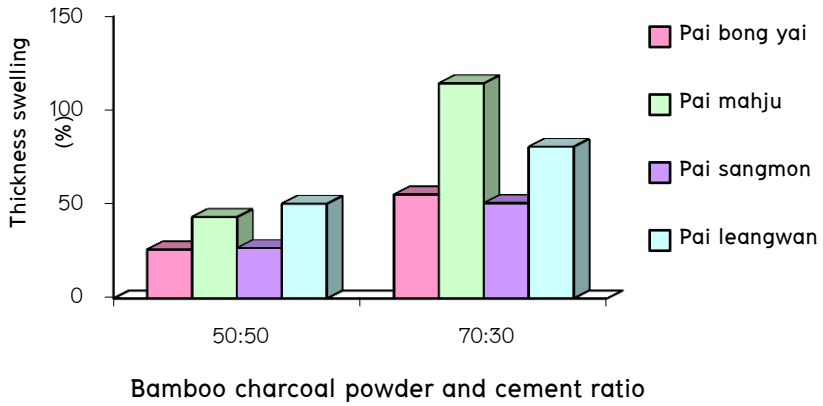

Figure 4 Thickness swelling of bamboo charcoal cement board

3.3 แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่บงใหญ่ และไผ่ซางหม่น ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 50:50 มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

3.4 แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่หมาจู๋ และไผ่เลี้ยงหวานที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 50:50 มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยไม่แตกต่างจากแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่บงใหญ่ และไผ่ซางหม่นที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 70:30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4. ค่าความต้านแรงดัด

ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์มีค่าเฉลี่ยอยู่ใน 0.10–1.42 MPa โดยแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่ซางหม่นที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.42 MPa (Figure 5)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า มีเพียงปัจจัยของอัตราส่วนของผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ที่ใช้มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

นำค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงกว่าแผ่นที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 70:30 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์มีค่าเฉลี่ยอยู่ใน 293–1,400 MPa โดยแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่บงใหญ่ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุด คือ 1,400 MPa (Figure 6)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า มีเพียงปัจจัยของอัตราส่วนของผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ที่ใช้มีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) พบว่า แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงกว่าแผ่นที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 70:30 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

6. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.01–1.34 MPa โดยแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่บงใหญ่ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.34 MPa (Figure 7)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรรวนของข้อมูลจากการทดลอง พบว่า ทั้งปัจจัยเดี่ยวและปัจจัยร่วมของชนิดไผ่ และอัตราส่วนของผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์มีอิทธิพลต่อค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

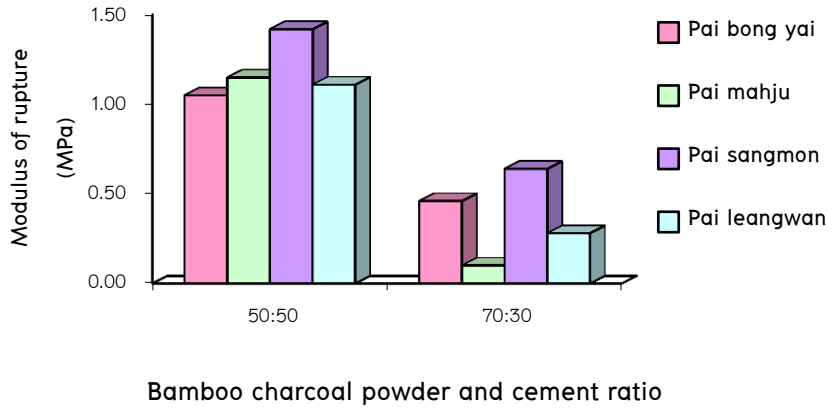

Figure 5 Modulus of rupture of bamboo charcoal cement board

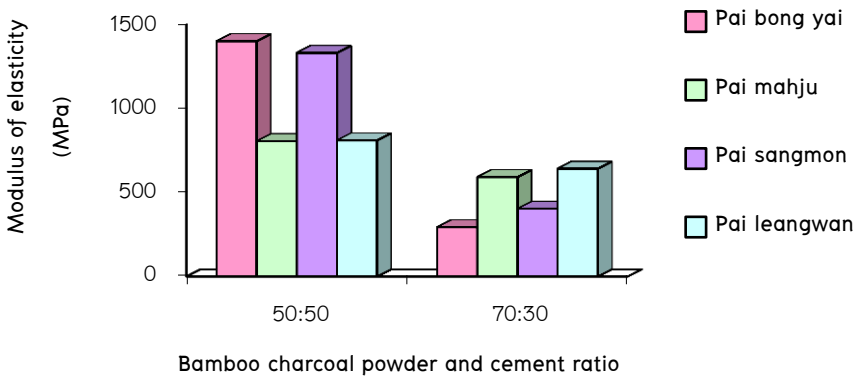

Figure 6 Modulus of elasticity of bamboo charcoal cement board

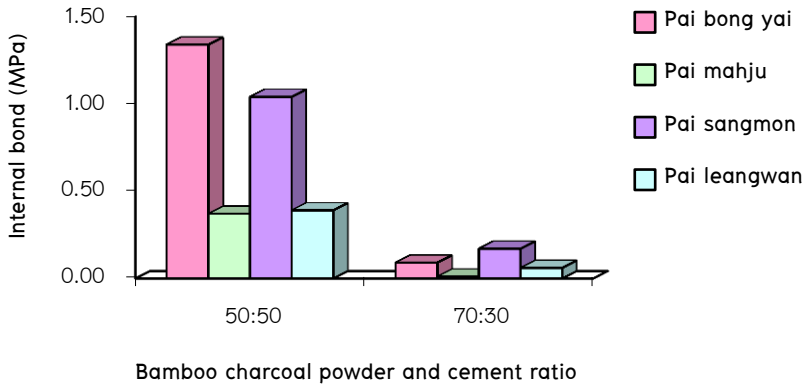

Figure 7 Internal bond of bamboo charcoal cement board

นำค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยมาทำการเปรียบเทียบโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test พบว่า

6.1 แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยสูงกว่าแผ่นที่ใช้อัตราส่วน 70:30 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

6.2 แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 ที่ทำจากไผ่บงใหญ่มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยแตกต่างจากแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีมนต์ที่ทำจากไผ่ซางหม่น ไผ่เลี้ยงหวานและไผ่หมาจู๋อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

6.3 แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 ที่ทำจากไผ่เลี้ยงหวานมีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีมนต์ที่ทำจากไผ่หมาจู๋ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

สรุปผล

สมบัติทางกายภาพและกลสมบัติของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์จากไผ่ 4 ชนิด ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 50:50 และ 70:30 ผลสรุปได้ดังนี้

1. การดูดซึมน้ำ

แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่เลี้ยงหวานที่อัตราส่วนของผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.12% ชนิดไผ่ และอัตราส่วนของผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ที่แตกต่างกันไม่มีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์

2. การพองตัวตามความหนา

แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่บงใหญ่ที่อัตราส่วนของผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 มีค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยต่ำสุด คือ 25.94% ชนิดไผ่ และอัตราส่วนของผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ที่แตกต่างกันมีผลให้ค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์แตกต่างกัน โดย

แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 50:50 จะมีค่าการพองตัวตามความหนาต่ำกว่าแผ่นที่ทำจากอัตราส่วน 70:30

แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่บงใหญ่ และไผ่ซางหม่น มีค่าการพองตัวตามความหนาต่ำกว่าแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่หมาจู๋ และไผ่เลี้ยงหวาน

3. ค่าความต้านแรงดัด

แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่ซางหม่นที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 มีค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.42 MPa ค่าความต้านแรงดัดขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ โดยแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ใช้อัตราส่วน 50:50 จะมีค่าความต้านแรงดัดสูงกว่าแผ่นที่ใช้อัตราส่วน 70:30

4. ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น

แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่บงใหญ่ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงสุด คือ 1,400 MPa มีเพียงปัจจัยของอัตราส่วนของผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ที่ใช้มีอิทธิพลต่อค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย โดยแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 50:50 มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงกว่าแผ่นที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 70:30

5. ค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่บงใหญ่ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ 50:50 มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.34 MPa

แผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่บงใหญ่มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงกว่าแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ทำจากไผ่หมาจู๋ ไผ่ซางหม่น และไผ่เลี้ยงหวาน โดยแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 50:50 มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงกว่าแผ่นที่ใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 70:30

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติกายภาพ และกลสมบัติของแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์จากไผ่ทั้ง 4 ชนิด สรุปได้ว่า ไผ่บงใหญ่ และไผ่ซางหม่นมีศักยภาพในการนำมาผลิตแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ โดยใช้ผงถ่านไม้ไผ่กับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 50:50 เพราะแผ่นที่ได้มีสมบัติที่ดีกว่า เนื่องจากแผ่นถ่านไม้ไผ่อัดซีเมนต์ที่ได้มีความแข็งแรงที่ต่ำ ดังนั้น หากจะผลิตเพื่อนำไปใช้เป็นแผ่นฉนวนดูดซับเสียง หรือความร้อนจะต้องทำการวิจัยเพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

จรัญ จันทลักขณา. 2534. **สถิติ วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 468 น.

ธวัช จิรายุส และ ไชยพร อุ่นจิตติชัย. 2530. **ผลของสารเคมีบางชนิดที่มีต่อการจับยึดปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส**, น.231-237.ใน การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2530 สาขาวนผลิตภัณฑ์. กรมป่าไม้, กรุงเทพ ฯ.

ธวัช จิรายุส, สมชัย เบญจชย และ อุทารัตน์ ภู่ไพบูลย์. 2536. **แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์จากไม้เสม็ด**. น. 212-222. ใน การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2536. กรมป่าไม้, กรุงเทพ ฯ.

บุญนำ เกี่ยวข้อง และมยุรี ดวงเพชร. 2542. **คู่มือปฏิบัติการทดสอบเชิงกลของไม้**. ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปรีชา เกียรติกระจาย, ชัยรัตน์ ตียานุกูลมงคล, ธีระชัย จันทรเสนา และ อำนวย คอวนิช. 2525. **แผ่นชิ้นไม้ผสมซีเมนต์อัดจากไม้ยูคาลิปตัสและไม้สัก**, น. 162-170 ใน การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2525 สาขาวนผลิตภัณฑ์. กรมป่าไม้, กรุงเทพ ฯ.

รุ่งนภา พัฒนวิบูลย์, ประเสริฐ สอนสถาพรกุล, ภูสิน เกตานนท์ และ สุทัศน์ เล้าสกุล. 2545. **การปลูกสร้างและบำรุงรักษาสวนไผ่.** อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

วินัย ปัญญาธัญญะ, จิระพงษ์ คูหากาญจน์ และ มยุรี จิตต์แก้ว. 2547. **เทคนิคการผลิตถ่านไม้ไผ่**. หจก.อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 32 หน้า.

วิรัช ชื่นวาริน. 2528. ลักษณะโครงสร้าง องค์ประกอบและสมบัติทางฟิสิกส์ของไผ่. **การสัมมนาเรื่องไผ่ ครั้งที่ 1.** น. 157-198. อ้างถึง วันทนี สาสตราคม. 2515. **คุณสมบัติของไผ่ในประเทศไทยด้านทำเยื่อกระดาษ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สะอาด บุญเกิด. 2528. **ไผ่บางชนิดในประเทศไทย**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมชัย เบญจชย. 2534. **การเกาะยึดแผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์**, น. 229-238. ใน การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2534. กรมป่าไม้, กรุงเทพ ฯ.

อนันตชัย เชื่อนธรรม. 2539. หลักการวางแผนการทดลอง. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 395 น.