บทที่ 5
ผลการทดสอบและอภิปรายผล

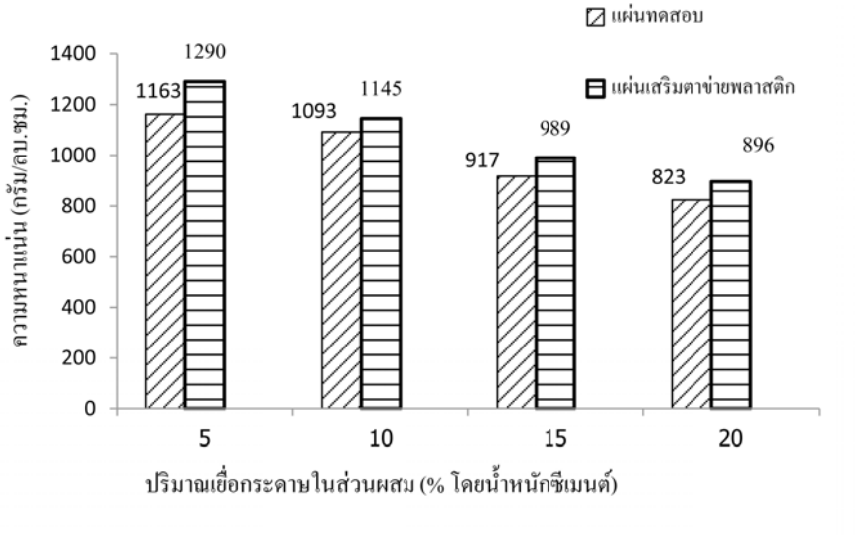
ผลจากการทดสอบทางกายภาพ ทางกล ของชิ้นตัวอย่างทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 5.1
ตารางที่ 5.1 แสดงสมบัติของชิ้นทดสอบทั้งหมด

รหัสการทดสอบ (ปริมาณเยื่อกระดาษต่อซีเมนต์)	ชนิดของแผ่นทดสอบ	ความหนาแน่น(กก./ลบ.ม.)	ความชื้น(ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ(ร้อยละ)	การพองตัวแม่แช่น้ำ (%)	แรงต้านภายใน (MPa)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
S_05 (5%)	แผ่นทดสอบ	1162.54 ± 3.50	9.36 ± 0.00	20.26 ± 0.23	3.629 ± 0.000	0.54 ± 0.02	17.10 ± 0.03	2879.43 ± 44.07
	แผ่นเสริมตาข่ายพลาสติก	1290.34 ± 2.36	9.28 ± 0.02	19.42 ± 0.21	3.691 ± 0.033	0.85 ± 0.00	19.09 ± 0.00	3248.38 ± 18.48
S_10 (10%)	แผ่นทดสอบ	1092.53 ± 1.22	12.98 ± 0.01	25.99 ± 0.11	5.522 ± 0.000	0.37 ± 0.01	10.98 ± 0.35	2934.65 ± 23.07
	แผ่นเสริมตาข่ายพลาสติก	1144.63 ± 2.99	12.88 ± 0.06	23.32 ± 0.05	5.616 ± 0.012	0.53 ± 0.00	12.32 ± 0.32	3674.65 ± 40.43
S_15 (15%)	แผ่นทดสอบ	916.99 ± 0.77	13.88 ± 0.01	32.94 ± 0.80	7.454 ± 0.000	0.17 ± 0.01	5.18 ± 0.02	2967.85 ± 22.45
	แผ่นเสริมตาข่ายพลาสติก	989.19 ± 4.94	13.78 ± 0.03	28.68 ± 0.75	7.525 ± 0.017	0.31 ± 0.00	6.10 ± 0.03	3789.77 ± 3.36
S_20 (20%)	แผ่นทดสอบ	823.24 ± 1.07	14.67 ± 0.02	47.38 ± 0.34	9.297 ± 0.000	0.08 ± 0.01	1.35 ± 0.01	2947.01 ± 13.73
	แผ่นเสริมตาข่ายพลาสติก	896.43 ± 0.90	14.57 ± 0.04	44.68 ± 0.27	9.332 ± 0.009	0.10 ± 0.00	2.27 ± 0.02	3693.60 ± 297.65

5.1 ความหนาแน่นของชิ้นทดสอบ (Bulk Density)

ความหนาแน่นของชิ้นทดสอบแสดงดังภาพที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าเมื่อปริมาณเยื่อกระดาษเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของวัสดุต่ำลง โดยปริมาณเยื่อกระดาษร้อยละ 20 ของน้ำหนักซีเมนต์ของชิ้นทดสอบมีค่าความหนาแน่นต่ำสุด ซึ่งสามารถอภิปรายได้ว่าการเพิ่มปริมาณเยื่อกระดาษที่มีความหนาแน่นต่ำกว่าวัสดุ ซีเมนต์ ยิบซั่มและทราย ส่งผลให้ความหนาแน่นของชิ้นทดสอบต่ำลง

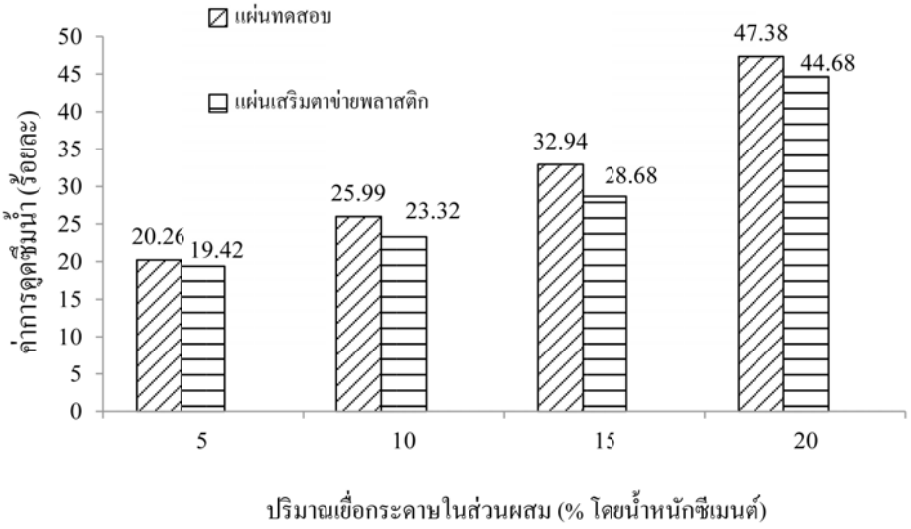
จากภาพที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่าการเสริมตาข่ายพลาสติกในชิ้นทดสอบจะส่งผลให้ความหนาแน่นของชิ้นทดสอบมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าแผ่นตาข่ายที่เป็นวัสดุเสริมมีความหนาแน่นมากกว่าเนื้อวัสดุที่ผสมจากซีเมนต์ ยิบซั่ม ทราย และเยื่อกระดาษ



ภาพที่ 5.1 ความหนาแน่นของชิ้นทดสอบต่อปริมาณเยื่อกระดาษในส่วนผสม

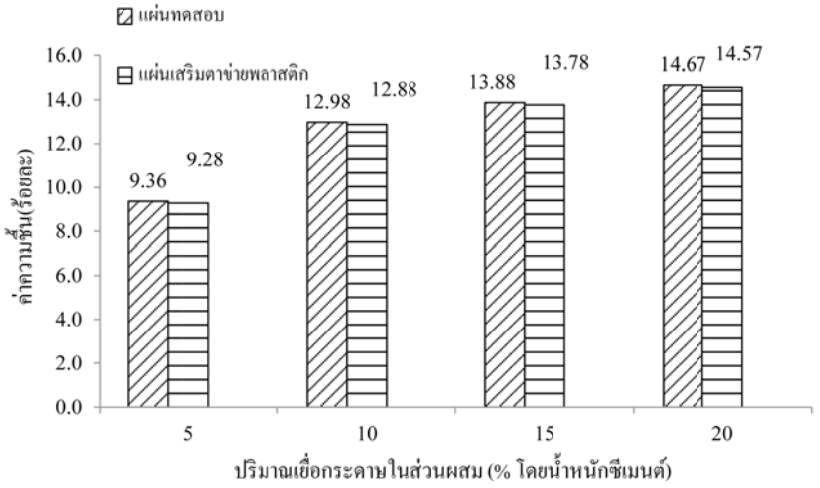
5.2 การดูดซึมน้ำ ค่าความชื้น และการพองตัวเมื่อแช่น้ำ (Water absorption, Moisture Content and Thickness Swelling)

ผลการศึกษาค่าการดูดซึมน้ำดังภาพที่ 5.2 ค่าความชื้นดังภาพที่ 5.3 และการพองตัวเมื่อแช่น้ำดังภาพที่ 5.4 แสดงให้เห็นว่าเมื่อปริมาณเยื่อกระดาษเพิ่มขึ้นจะทำให้มีค่าการดูดซึมน้ำ ค่าความชื้นและค่าการพองตัวมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวัสดุที่ไม่เสริมการรับแรงและเสริมการรับแรงด้วยตาข่ายพลาสติกพบว่ามีค่าการดูดซึมน้ำที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก ค่าความชื้นและค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำมีค่าใกล้เคียงกัน

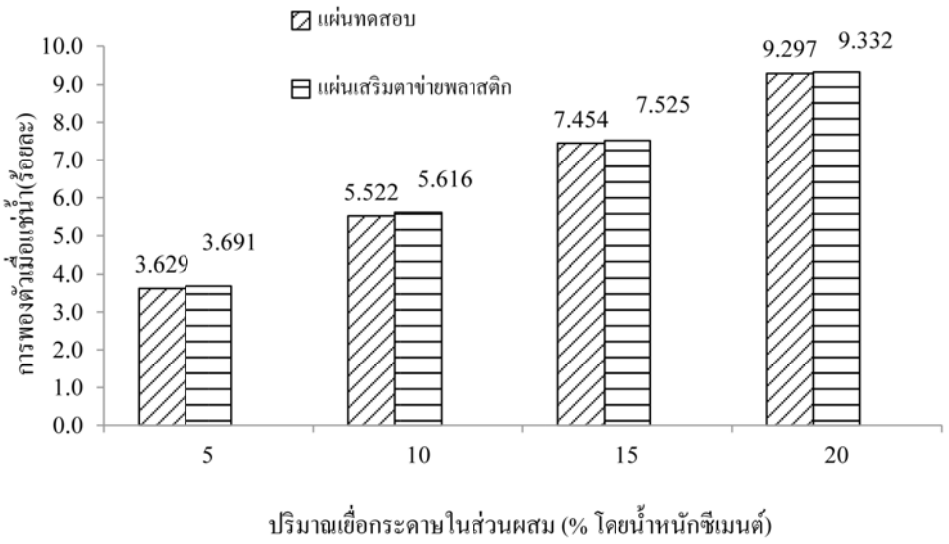


ภาพที่5.2 ค่าการดูดซึมน้ำของชิ้นทดสอบต่อปริมาณเยื่อกระดาษในส่วนผสม

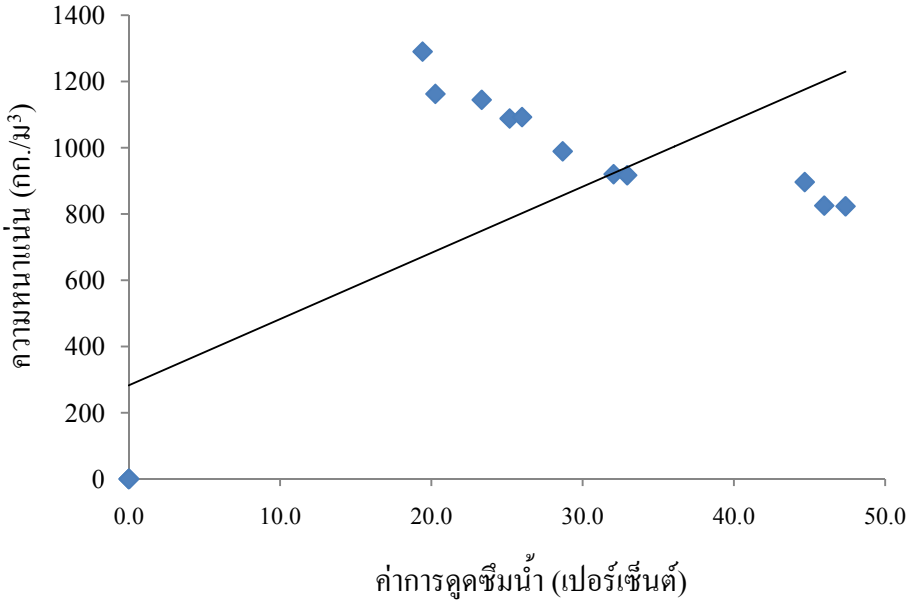
สามารถอธิปรายได้ว่า แม้ว่าแผ่นทดสอบจะมีขนาดเท่ากัน เมื่อเพิ่มปริมาณเยื่อกระดาษในส่วนผสมจะส่งผลเยื่อกระดาษมีการดูดซึมน้ำได้มากขึ้น เยื่อกระดาษสามารถดูดความชื้นได้มากขึ้น และมีการขยายตัวจึงเกิดการผลักดันกันของวัสดุจึงส่งผลให้มีค่าการพองตัวสูง ดังผลการทดสอบของสโรชา,2542



ภาพที่5.3 ค่าความชื้นของชิ้นทดสอบต่อปริมาณเยื่อกระดาษในส่วนผสม



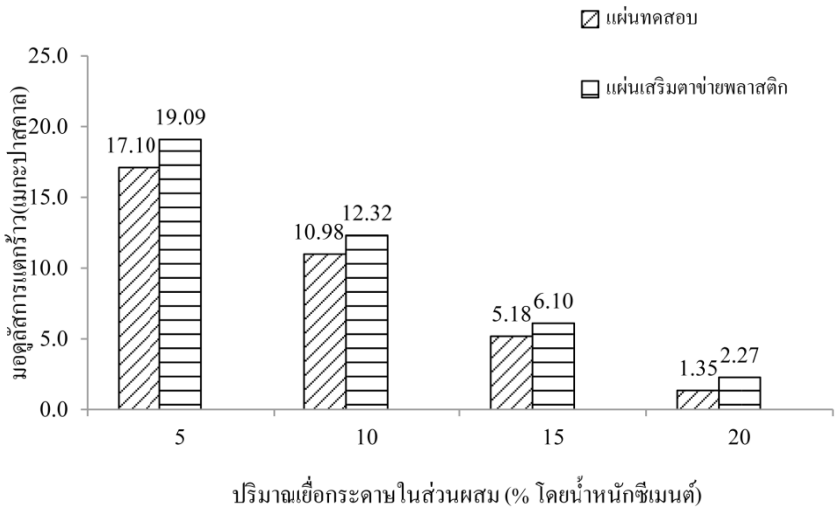
ภาพที่5.4 ค่าการพองตัวของชิ้นทดสอบต่อปริมาณเยื่อกระดาษในส่วนผสม



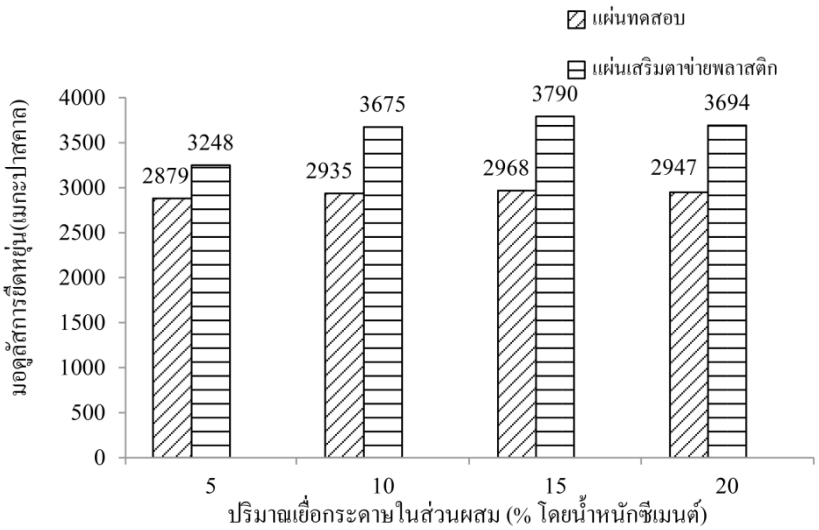
ภาพที่5.5ค่าความหนาแน่นและค่าการดูดซึมน้ำชิ้นทดสอบ

5.3.ค่ามอดุลัสการแตกร้าวและค่ามอดุลัสการยืดหยุ่น (Modulus of Rupture (MOR) and Modulus of Elasticity(MOE))

ภาพที่ 5.6แสดงค่ามอดุลัสการแตกร้าวของชิ้นทดสอบต่อปริมาณเยื่อกระดาษในส่วนผสม พบว่า เมื่อปริมาณเยื่อกระดาษเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่ามอดุลัสการแตกร้าวและค่าต่ำลง ส่วนชิ้นทดสอบที่มีการเสริมแรงด้วยตาข่ายพลาสติกจะมีค่ามอดุลัสการแตกร้าวสูงกว่าชิ้นทดสอบที่ไม่มีวัสดุเสริม

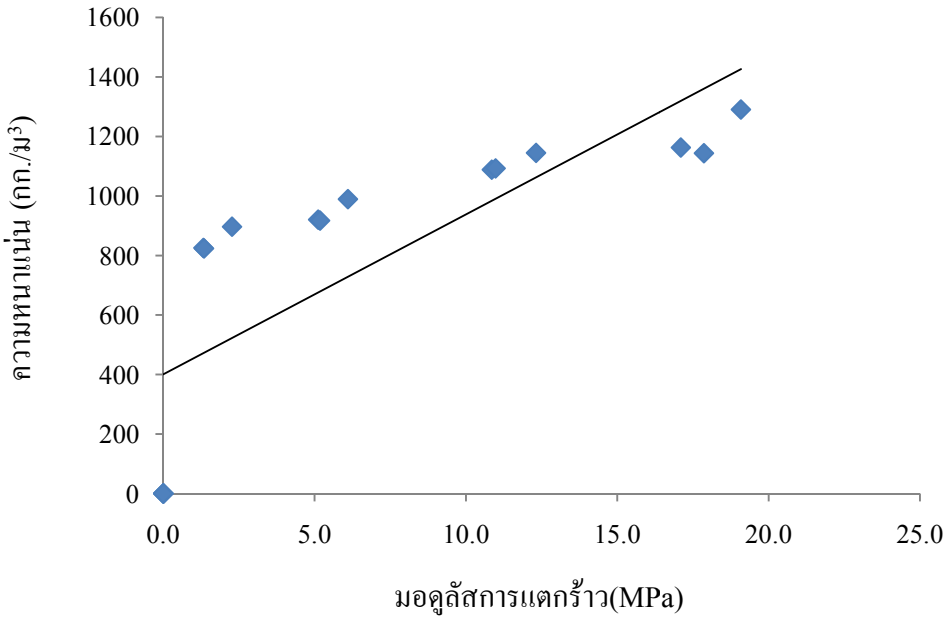


ภาพที่ 5.6ค่ามอดุลัสการแตกร้าวต่อปริมาณเยื่อกระดาษในส่วนผสม



ภาพที่ 5.7ค่ามอดูลัสการยืดหยุ่นต่อปริมาณเยื่อกระดาษในส่วนผสม

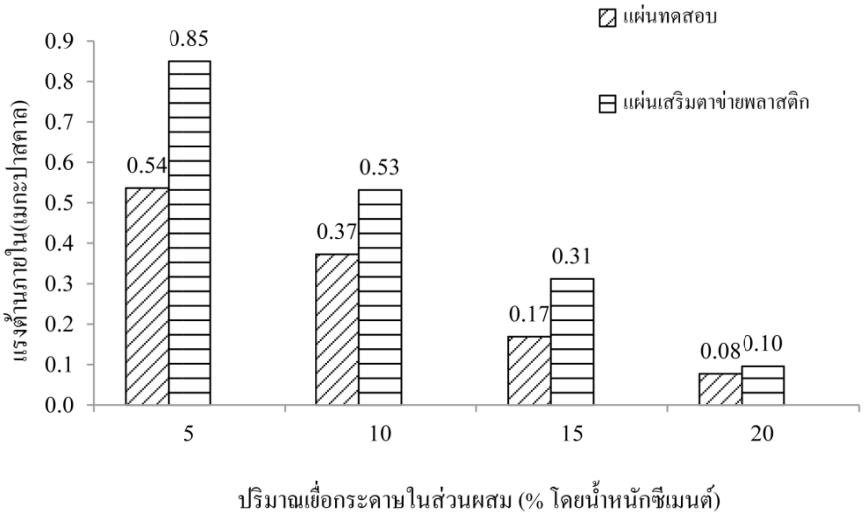
ภาพที่ 5.7แสดงค่ามอดุลัสการยืดหยุ่นของชิ้นทดสอบพบว่า เมื่อปริมาณเยื่อกระดาษเพิ่มขึ้น ค่ามอดุลัสการยืดหยุ่นเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชิ้นทดสอบที่มีการเสริมการรับแรงด้วยตาข่ายพลาสติกกับชิ้นทดสอบที่ไม่เสริมการรับแรงพบว่าชิ้นทดสอบที่เสริมตาข่ายพลาสติกสามารถรับแรงได้เพิ่มขึ้น



ภาพที่5.8ค่าความหนาแน่นและค่ามอดูลัสการแตกร้าวของชิ้นทดสอบ

5.4 ค่าแรงต้านภายใน (Internal Bond)

ภาพที่ 5.9แสดงค่าแรงต้านภายในต่อปริมาณเยื่อกระดาษในส่วนผสม พบว่า เมื่อปริมาณเยื่อกระดาษในส่วนผสมมีปริมาณเพิ่มขึ้นทำให้ค่าแรงต้านภายในต่ำลง อาจเนื่องมาจากเยื่อกระดาษมีปริมาณมากทำให้การยึดติดของวัสดุมีน้อย เมื่อพิจารณาควบคู่กับความหนาแน่น



ภาพที่ 5.9ค่าแรงต้านภายในต่อปริมาณเยื่อกระดาษในส่วนผสม

ตารางที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติของวัสดุต่างๆ

สมบัติ	แผ่นไม้อัด	แผ่นไม้อัดซีเมนต์	แผ่นวัสดุทดสอบ*
ความหนาแน่น (กก./ซม^3)	600-900	1300	1144
การดูดซึมน้ำ (%)	85	15	23
ความชื้น (%)	20	8	13
การพองตัว(%)	$\leq$ 12	2	5.6
มอดุลัสการแตกร้าว (MPa)	$\geq$18	24	12.32
มอดุลัสการยืดหยุ่น (MPa)	$\geq$5000	4500	3674
ค่าแรงต้านภายใน(MPa)	0.30	0.65	0.53

* หมายเหตุ: แผ่นวัสดุทดสอบที่อัตราส่วน 1:0.25:0.25:0.10 (ซีเมนต์:ยิบซั่ม:ทราย:เยื่อกระดาษ)

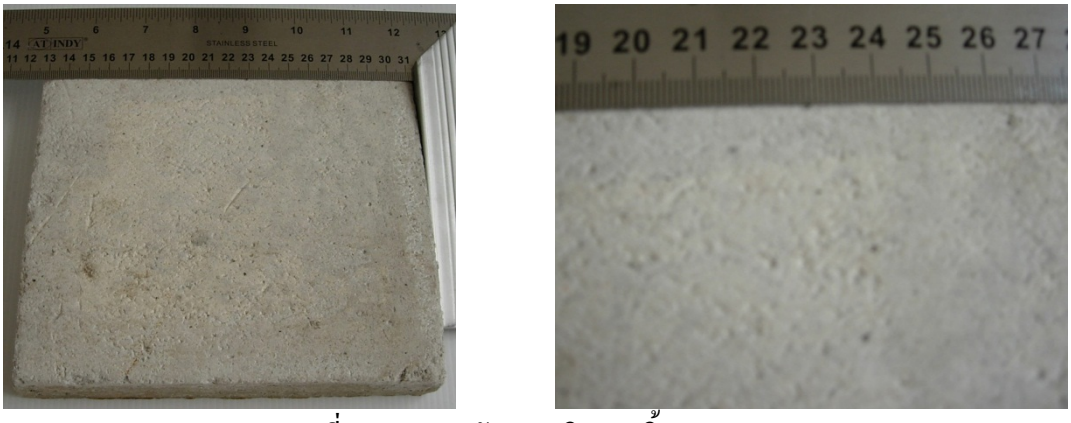
5.5.การเปรียบเทียบแผ่นชิ้นทดสอบกับแผ่นไม้สังเคราะห์

เมื่อเปรียบเทียบสมบัติของวัสดุแผ่นทดสอบกับแผ่นไม้อัดและไม้สังเคราะห์ที่จัดจำหน่ายทั่วไป พบว่าแผ่นวัสดุทดสอบมีสมบัติทางกล ใกล้เคียงกับแผ่นไม้อัด และไม้สังเคราะห์ แต่มีจุดเด่นกว่าไม้อัดทั่วไปคือมีค่าการดูดซึมน้ำและการพองตัวที่ต่ำกว่าไม้อัด

5.6 การพิจารณาลักษณะของวัสดุ การผลิตและประกอบ ตกแต่ง

ลักษณะทางสมรรถนะด้วยภาพรวมเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวัสดุไม้จริงที่มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 800-950 กิโลกรัมต่อตารางเมตรพบว่า วัสดุนี้มีความหนาแน่นมากกว่า ส่งผลให้มีน้ำหนักของวัสดุมากกว่าเมื่อมีปริมาตรที่เท่ากัน ส่วนสมรรถนะในการรับแรงทางกลพบว่าวัสดุที่พัฒนานี้มีความแข็งแรงน้อย และเปราะกว่าไม้จริง

ลักษณะทางการกายภาพ สี ผิว พบว่าเนื้อวัสดุนี้จะมีสีเทาอ่อนจากสีของปูนซีเมนต์และหมึกที่ปนอยู่ในเยื่อกระดาษ ผิวมีลักษณะขรุขระมีรูพรุนขนาดเล็กๆ จำนวนมาก ที่เกิดจากการประสานกันระหว่างเยื่อกระดาษกับวัสดุประสานและวัสดุผสม การเรียงตัวของเยื่อกระดาษสลับกันไปมากอย่างอิสระจึงเห็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีลักษณะผิวไม่เรียบ



ภาพที่ 5.10 แสดงลักษณะผิวของชิ้นทดสอบ

ไม้อัดลายไม้ ไม้อัดลายไม้ วัสดุที่พัฒนาใหม่ติดผิวลายไม้ วัสดุที่พัฒนาใหม่ทาสีผิวลายไม้

ภาพที่ 5.11 แสดงลักษณะสีผิวไม้อัดและวัสดุที่พัฒนาใหม่

การตกแต่งฉาบผิวของวัสดุสามารถทำได้ด้วยการฉาบผิว ขัด ทาสีรองพื้น และทาสีจริงได้ตามความต้องการ หรืออาจใช้วัสดุแต่งผิวประเภทอื่นประดับเช่น กระเบื้องเซรามิค กรวด เป็นต้น

การทาสีและประดับตกแต่ง พบว่าก่อนทาสีควรมีการทาน้ำผสมกาวลาเท็กซ์ในอัตราส่วน 1:0.5ตามลำดับ โดยทาที่ผิวแล้วตากให้แห้งก่อนทาสีหรือเคลือบผิว จะทำช่วยให้มีการยึดเกาะได้ดีขึ้นและไม่สิ้นเปลืองปริมาณสีหรือวัสดุเคลือบผิวด้วย ผิวสามารถทาสีตกแต่งเหมือนลายไม้ได้ หรือทากาวติดแผ่นวีเนียร์ลายไม้ได้เช่นกัน

ลักษณะการผลิตและประกอบ ซึ่งได้ทำการทดสอบผลิตเฟอร์นิเจอร์2 รูปแบบคือ แบบที่หนึ่งหล่อขึ้นรูปเป็นแผ่น เพื่อนำไปประกอบเป็นโต๊ะขนาดเล็ก และชั้นวางของดังรูปที่ 5.12แบบที่สองหล่อขึ้นรูปเป็นเก้าอี้สำหรับเด็กและวัสดุตกแต่งผนังดังภาพที่ 5.13พบว่า การหล่อขึ้นรูปทรงได้ดีทั้งสองแบบโดยใช้อัตราส่วนที่มีเยื่อกระดาษเป็นส่วนผสมร้อยละ10 เสริมด้วยตาข่ายพลาสติกรับแรงการหล่อขึ้นรูปทรงที่มีเหลี่ยมมุมควรเพิ่มน้ำให้ส่วนผสมค่อยข้างเหลวและควรกระทุ้งให้เนื้อวัสดุกระจายทั่วแบบพิมพ์ การหล่อเก้าอี้สำหรับเด็กต้นแบบนี้ ใช้ถังขยะเป็นแบบพิมพ์การหล่อขึ้นรูป เนื่องจากถังขยะนี้มีรูปทรงที่สวยงามและต้องการประหยัดค่าทำแบบแม่พิมพ์ มีการเสริมแกนกลางด้วยขวดน้ำพลาสติกเพื่อช่วยลดปริมาณวัสดุ ช่วยลดน้ำหนัก และช่วยเพิ่มการรับแรงด้วย ดังภาพที่ 5.14 เมื่อทำการทดสอบการต้านทานแรงอัดพบว่า สามารถรับน้ำหนักได้ประมาณ 192 กิโลกรัม

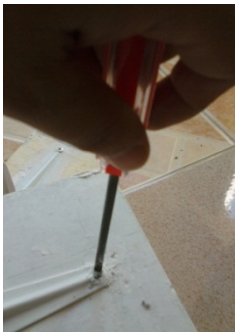
ภาพที่ 5.12โต๊ะ ชั้นวางของจากแผ่นวัสดุ

ภาพที่ 5.13เก้าอี้ วัสดุตกแต่งผนังจากการหล่อขึ้นรูป

แกนเสริมขวด หล่อขึ้นรูป ตกแต่ง

ภาพที่ 5.14แสดงการหล่อขึ้นรูปเก้าอี้นั่งขนาดเล็ก

เมื่อทดสอบการตัด ขัด เจาะ ยึด วัสดุแผ่น พบว่า สามารถปฏิบัติงานได้ดีเทียบเท่าลักษณะของการทำงานเช่นเดียวกับไม้เนื้ออ่อน หากต้องการยึดด้วยตะปูเกียวควรมีการเพิ่มการยึดเกาะด้วยกาวลาเท็กซ์ทุกจุด



การเลื่อย การเจาะ การยึด

ภาพที่ 5.15แสดงการเลื่อย การเจาะ การยึด

ภาพที่ 5.16แสดงเฟอร์นิเจอร์และวัสดุตกแต่งทั้งหมด

จากการทดสอบผลิตเป็นเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุนี้จะเห็นได้ว่านักออกแบบสามารถสร้างสรรค์รูปทรงต่างๆได้ตามจิตนาการที่หลากหลาย เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ของการผลิตเฟอร์นิเจอร์และวัสดุตกแต่งในเชิงพานิชย์ต่อไป