

การใช้เศษฝุ่นฝ้ายเป็นวัสดุผสมในแผ่นยิปซัม Dust Cotton Fiber as an Added Material in Gypsum Boards

มณเฑียร โอทองคำ

แผนกการผลิต บริษัท ยูเนียนสปีนนิงมิลล์ จำกัด

สุจิระ ขอบจิตต์เมตต์

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

และ ปิติศานต์ กร้ามาตร

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้เศษฝุ่นฝ้ายมาเป็นวัสดุผสมในแผ่นยิปซัม โดยนำเศษฝุ่นฝ้ายจากโรงงานปั่นด้าย ทดลองผสมกับปูนยิปซัมในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนัก ตามลำดับ นำมาหล่อในแบบขนาด 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร และใช้ปริมาณน้ำที่ร้อยละ 77 ของน้ำหนักปูนยิปซัม จากนั้นนำมาทดสอบน้ำหนัก แรงกดประลัยและ โมดูลัสแตกร้าว ผลการทดสอบพบว่าแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้ายจะมีค่าแรงกดประลัย และ โมดูลัสแตกร้าวผ่านตามเกณฑ์มอก.219-2524 คือ 169.38 นิวตัน และ 3.62 เมกาปาสกาล ส่วนแผ่นยิปซัมที่ ผสมเศษฝุ่นฝ้ายนั้นมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดทั้งค่าแรงกดประลัยและค่าโมดูลัสแตกร้าว แต่น้ำหนักจะมีค่าที่ลดลงเมื่อผสมเศษฝุ่นฝ้ายที่เพิ่มขึ้น จึงทดลองผสมสารยึดติด 2 ชนิด คือ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) และ พอลิไวนิลอะซิเตท (PVAc) ผลการทดลองที่เป็นที่ยอมรับตามเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว คือ แผ่นยิปซัมที่ใส่สาร ยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) โดยที่แผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายร้อยละ 10 และพอลิไวนิล แอลกอฮอล์ (PVA) ร้อยละ 6 ของปริมาณน้ำที่ใช้ได้ค่าแรงกดประลัยและ โมดูลัสแตกร้าวผ่านตามเกณฑ์คือ 135.52 นิวตัน และ 3.12 เมกาปาสกาลและน้ำหนักที่ได้มีค่าที่ลดลงคิดเป็นร้อยละ 17 ของแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้ผสม เศษฝุ่นฝ้าย เศษฝุ่นฝ้ายสามารถนำไปพัฒนาเพื่อการผลิตเป็นแผ่นยิปซัมสำหรับงานก่อสร้างในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: ยิปซัม / เศษฝุ่นฝ้าย / สารยึดติด / แบบหล่อ

Abstract

This research was to study dust cotton fiber as an added material in gypsum boards. The dust cotton from spinning mill was mixed with gypsum to form gypsum boards in various ratios e.g., 0 %, 5 %, 10 %, 15 % and 20 %, respectively. The mixtures were mixed with water of 77 % by weight of gypsum and molded in the size of 300 x 400 x 9 millimeter. The gypsum boards were tested for their weight, compressive strength and modulus of rupture. It was found that the resulting gypsum boards presented good performance according to TIS 219-2524, e.g., the compressive strength and modulus of rupture were 169.38 N and 3.62 MPa, respectively. The performance of gypsum boards with added dust cotton fiber did not meet the TIS standard. Therefore, polyvinyl alcohol (PVA) and polyvinyl acetate (PVAc) were introduced as binders. The acceptable binder in this research was PVA. The resulting gypsum boards mixed with 10 % of dust cotton fiber and 6 % stock solution of polyvinyl alcohol gave

desirable results as mentioned standard compressive strength of 135.52 N, modulus of rupture 3.12 MPa and 17 % lighter weight compared to the pure gypsum boards. As a result, dust cotton fiber should be used to apply as an added material in gypsum boards.

Keywords: Gypsum / Dust cotton fiber / Binder / Mold

1. บทนำ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันเป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวัน เพราะปัญหาสิ่งแวดล้อมกำลังทำให้โลกมีการเปลี่ยนแปลงและมีผลโดยตรงต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น ปัญหาสภาวะโลกร้อน ปัญหามลพิษทางอากาศ ปัญหามลพิษทางเสียงและมลพิษที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งล้วนแต่เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ดังนั้นในการป้องกันและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้จึงต้องแก้ไขจากต้นเหตุก่อน โดยการป้องกัน แต่ก็ไม่สามารถทำได้ทั้งหมดเพราะว่าบางส่วนเกิดจากการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคในโรงงานอุตสาหกรรม วิธีการแก้ไขที่ดีที่สุดคือการกำจัดอย่างถูกวิธีที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาตามมา โรงงานปั่นด้าย (ธีระพงษ์, 2550) เป็นโรงงานอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีมลพิษทางด้านฝุ่นละอองของเศษฝ้ายที่มาจากการผลิตเส้นด้าย ซึ่งเศษฝ้ายก็มีหลายชนิดด้วยกันบางอย่างก็สามารถนำกลับไปรีไซเคิลได้ แต่มีเศษฝ้ายที่เป็นเส้นใยที่สั้นมากที่เป็นเศษฝุ่นฝ้ายที่นำไปใช้ประโยชน์ที่น้อยมาก ส่วนใหญ่จะนำไปทิ้งและเผาทำลาย

ดังนั้นการนำเศษฝุ่นฝ้ายมาทำเป็นผลิตภัณฑ์หรือใช้เป็นส่วนหนึ่งของวัสดุก่อสร้างจึงเป็นการใช้วัสดุที่เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมให้เกิดประโยชน์และเพิ่มมูลค่าที่มากขึ้น จากลักษณะของเศษฝุ่นฝ้ายที่มีความละเอียดที่สม่ำเสมอและยังมีความยาวของเส้นใยอยู่ มีความนุ่มและเบา จึงนำมาทำการศึกษาวิจัยทดลองผสมกับปูนยิปซัม (ไพรัตน์, 2551) เพื่อผลิตเป็นแผ่นยิปซัม (มยุรี, 2550) ที่ใช้สำหรับเป็นฝ้าเพดาน บุผนัง กันห้องต่าง ๆ การศึกษาวิจัยการผลิตแผ่นยิปซัมผสมเศษฝุ่นฝ้ายเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ในงานก่อสร้างภายในที่มีความปลอดภัยแข็งแรงเบาและเป็นการลดต้นทุนในการผลิตแผ่นยิปซัมที่นำเศษฝุ่นฝ้ายมาใช้ให้เป็นประโยชน์ รวมทั้งยังเป็นการประยุกต์ใช้วัสดุทางสิ่งทอกับโยธามารวมกันและที่สำคัญยังเป็นการป้องกันรักษาสิ่งแวดล้อมไม่ให้มีมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเผาทำลายที่จะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ อีกทั้งยังเป็นทางเลือกใหม่ที่จะทำให้อุตสาหกรรมการผลิตแผ่นยิปซัมมีคุณค่าและเป็นประโยชน์ในการใช้สอยในการก่อสร้างที่มากขึ้นอีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ ผลิตแผ่นยิปซัมโดยการนำเศษฝุ่นฝ้ายมาเป็นวัสดุผสมและทดสอบสมบัติทางกายภาพ

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมตัวอย่างเศษฝุ่นฝ้าย

ทำการคัดแยกสิ่งปลอมปนในเศษฝุ่นฝ้ายออก เช่น ขยะ ก้อนฝ้ายและสิ่งสกปรกต่าง ๆ

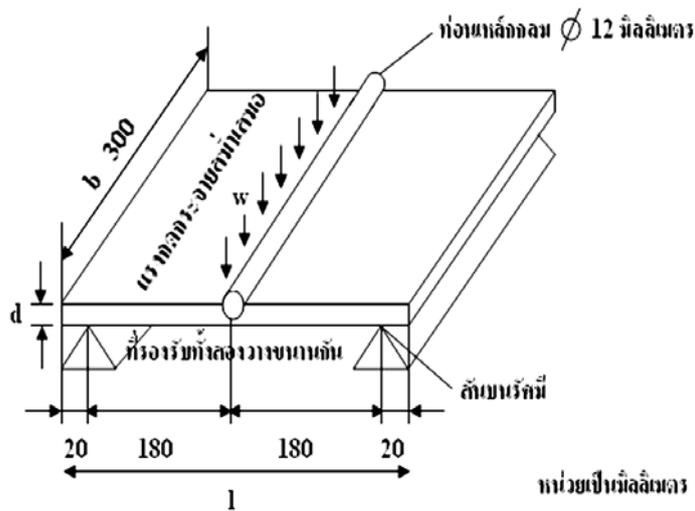
2.2 การทดสอบค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมตาม มอก. 219-2524 (มอก, 2524)

2.2.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 300 มิลลิเมตร ยาว 400 มิลลิเมตร โดยตัดชิ้นทดสอบ 2 ชิ้นต่อหนึ่งแผ่น ตัวอย่าง สำหรับแผ่นตัวอย่างขนาด 600 มิลลิเมตร x 600 มิลลิเมตร หรือตัดชิ้นทดสอบ 2 ชิ้น จากแผ่นตัวอย่าง 2 แผ่น การตัดชิ้นทดสอบให้ตัดโดยมีด้านยาว 400 มิลลิเมตรของชิ้นหนึ่งขนานกับแนวยาวตามการทำแผ่นยิปซัม ส่วนด้านยาว 400 มิลลิเมตรของอีกชิ้นหนึ่งตั้งฉากกับแนวยาว

2.2.2 วิธีทดสอบ

- เครื่องมือ คือ เครื่อง Universal Testing Machine ยี่ห้อ Testometric รุ่น micro 500 pcx (50kN)
- วางชิ้นทดสอบลงบนจุดรองรับตามรูปที่ 1
- กดน้ำหนักลงบนจุดกึ่งกลางของระยะช่วง 360 มิลลิเมตร น้ำหนักกดมีอัตราความเร็วสม่ำเสมอ ประมาณ 300 นิวตันต่อนาที (30 กิโลกรัมแรงต่อนาที)
- บันทึกแรงกดประลัยที่ทำให้ชิ้นทดสอบหัก



รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งการวางชิ้นทดสอบและน้ำหนักกดบนจุดรองรับ

2.2.3 การคำนวณ

ให้คำนวณหาค่าโมดูลัสตามสูตรดังนี้

$$MR = 3Wl / 2bd^2$$

- | | | |
|-------|----|--------------------------------------|
| เมื่อ | MR | คือ โมดูลัสแตกร้า เป็นเมกาปาสกาล |
| | W | คือ แรงกดประลัย เป็นนิวตัน |
| | l | คือ ความยาวของระยะช่วง เป็นมิลลิเมตร |

- b คือ ความกว้างของชั้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร
d คือ ความหนาของชั้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

2.3 การศึกษาทดลองผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้าย

2.3.1 ศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของปูนยิปซัมกับเศษฝุ่นฝ้ายในการผลิตแผ่นยิปซัม

ในการศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของปูนยิปซัมกับเศษฝุ่นฝ้ายนั้น จะใช้น้ำหนักของส่วนผสมของปูนยิปซัมกับเศษฝุ่นฝ้ายรวม 1,300 กรัม โดยนำปูนยิปซัมมาผสมกับเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วนผสมดังนี้ คือ 100:0, 95:5, 90:10, 85:15 และ 80:20 โดยทุกอัตราส่วนเติมน้ำปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพราะเป็นปริมาตรที่ทำให้ของผสมระหว่างปูนยิปซัมกับเศษฝุ่นฝ้ายและน้ำมีความชื้นเหลวที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเป็นแผ่นยิปซัม จากนั้นนำของผสมมาขึ้นรูปเป็นแผ่นยิปซัมขนาดกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร แล้วนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแห้ง แล้วจึงนำไปทดสอบค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว

2.3.2 ศึกษาทดลองผสมสารยึดติด (Binder) ในการผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้าย

- ศึกษาทดลองผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol, PVA) (Bhuvnesh, 2547) ในการผลิตแผ่นยิปซัม

นำปูนยิปซัม 1,235 กรัมผสมกับเศษฝุ่นฝ้าย 65 กรัม (95:5) ในเครื่องผสมวัสดุเติมเติมน้ำปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ละลายอยู่ในน้ำที่ปริมาณที่ต่าง ๆ กัน คือ ร้อยละ 3, 4, 5, 6 และ 7 ของปริมาณน้ำ นำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นยิปซัมขนาดกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร แล้วนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแห้ง แล้วจึงนำไปทดสอบค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว

- ศึกษาทดลองผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลอะซิเตท (Polyvinyl acetate, PVAc) (David, 2541) ในการผลิตแผ่นยิปซัม

นำปูนยิปซัม 1,235 กรัมผสมกับเศษฝุ่นฝ้าย 65 กรัม (95:5) ในเครื่องผสมวัสดุเติมเติมน้ำปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีสารละลายพอลิไวนิลอะซิเตทละลายอยู่ในน้ำที่ปริมาณที่ต่าง ๆ กัน คือ ร้อยละ 3, 4, 5, 6 และ 7 ของปริมาณน้ำ นำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นยิปซัมขนาดกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร แล้วนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแห้ง แล้วจึงนำไปทดสอบค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว

2.3.3 ศึกษาทดลองหาปริมาณเศษฝุ่นฝ้ายที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้าย

นำของผสมระหว่างปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วน 90:10, 85:15, และ 80:20 ตามลำดับมาเติมน้ำปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรที่มีสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ละลายอยู่ร้อยละ 6 ของน้ำหนักผสม (1,300 กรัม) นำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นยิปซัมขนาดกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร แล้วจึงนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแห้ง แล้วจึงนำไปทดสอบค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว

3. ผลการศึกษาทดลอง

จากการศึกษาทดลองผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้าย และใส่สารยึดติดมีผลการทดลองดังนี้

3.1 ทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปูนยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายในการผลิตแผ่นยิปซัม

จากการทดลองผสมเศษฝุ่นฝ้ายในแผ่นยิปซัมปรากฏว่าค่าแรงกดประลัย ค่าโมดูลัสแตกร้าวและน้ำหนักของแผ่นยิปซัมที่ผลิตได้มีค่าที่ลดลง เมื่อมีการผสมเศษฝุ่นฝ้ายในปริมาณที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ แผ่นยิปซัมที่มีปูนยิปซัมล้วนที่ยังไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้าย (100:0) มีค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 219-2524 (แรงกดประลัยไม่น้อยกว่า 135 นิวตัน และโมดูลัสแตกร้าวไม่น้อยกว่า 3.0 เมกะปาสกาล) ส่วนแผ่นยิปซัมที่มีเศษฝุ่นฝ้ายผสมอยู่มีค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบแผ่นยิปซัมที่ผสมเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วนผสม ปูนยิปซัม : เศษฝุ่นฝ้าย	แรงกดประลัย (กิโลกรัม)	แรงกดประลัย (นิวตัน)	โมดูลัสแตกร้าว (เมกะปาสกาล)	น้ำหนัก (กรัม)
100 : 0	17.28	169.38	3.62	1,406.15
95 : 5	9.72	95.27	2.19	1,243.85
90 : 10	7.51	73.59	1.66	1,111.48
85 : 15	5.18	50.76	1.12	953.76
80 : 20	3.87	37.92	0.89	799.11

แต่การศึกษาวิจัยนี้ต้องการที่จะใช้เศษฝุ่นฝ้ายเป็นส่วนผสมในแผ่นยิปซัมที่มากกว่านี้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการนำสารยึดติดมาใช้ในกระบวนการผลิตแผ่นยิปซัม

3.2 ทดลองผสมสารยึดติดในการผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้าย

3.2.1 ทดลองผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) ในการผลิตแผ่นยิปซัม

จากการทดลองผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ลงไปผสมแทนการเติมน้ำที่ปริมาณที่ต่าง ๆ กัน คือ ร้อยละ 3, 4, 5, 6 และ 7 ในการผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วนผสม 95:5 ทำให้แผ่นยิปซัมมีความแข็งแรงที่เพิ่มมากขึ้น โดยเห็นได้จากค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว รวมถึงน้ำหนักของแผ่นยิปซัมที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่ปริมาณพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่มีความเหมาะสม คือ ปริมาณร้อยละ 6 และ 7 ของปริมาณน้ำที่ใช้ เนื่องจากค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวเป็นไปตาม มอก. 219-2524 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) ในปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณสาร PVA (ร้อยละ)	แรงกดประลัย (กิโลกรัม)	แรงกดประลัย (นิวตัน)	โมดูลัสแตกร้าว (เมกาปาสกาล)	น้ำหนัก (กรัม)
3	11.42	111.91	2.45	1,345.52
4	12.58	123.32	2.68	1,353.51
5	13.54	132.73	3.10	1,363.30
6	15.40	150.92	3.34	1,372.28
7	16.25	159.25	3.56	1,389.76

3.2.2 ทดลองผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลอะซิเตท (PVAc) ในการผลิตแผ่นยิปซัม

จากการทดลองผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลอะซิเตทลงไปผสมแทนการเติมน้ำที่ปริมาณที่ต่าง ๆ กัน คือ ร้อยละ 3, 4, 5, 6 และ 7 ในการผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วนผสม 95:5 พบว่าพอลิไวนิลอะซิเตทเป็นสารยึดติดที่ไม่เหมาะสมในการนำมาผสมในการผลิตเป็นแผ่นยิปซัม เนื่องจากค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวต่ำกว่าเกณฑ์ มอก. 219-2524 ถึงแม้ว่าจะมีการใช้ปริมาณของพอลิไวนิลอะซิเตทผสมในปริมาณที่เพิ่มขึ้นถึงปริมาณร้อยละ 7 ของปริมาณน้ำที่ใช้ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลอะซิเตท (PVAc) ในปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณสาร PVAc (ร้อยละ)	แรงกดประลัย (กิโลกรัม)	แรงกดประลัย (นิวตัน)	โมดูลัสแตกร้าว (เมกาปาสกาล)	น้ำหนัก (กรัม)
3	8.11	79.44	1.77	1,336.15
4	9.01	88.28	1.95	1,354.17
5	9.74	95.47	2.07	1,362.26
6	10.21	100.10	2.17	1,376.75
7	10.53	103.23	2.40	1,389.74

3.3 ทดลองหาปริมาณเศษฝุ่นฝ้ายที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นยิปซัม

จากการทดลองซึ่งผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่ร้อยละ 6 ค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่าแผ่นยิปซัมที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้าย 95:5 และ 90:10 มีค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวเป็นไปตามเกณฑ์ มอก. 219-2524 รวมทั้งน้ำหนักที่ได้ก็มีค่าที่ลดลงด้วยเมื่อมีปริมาณเศษฝุ่นฝ้ายที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในการศึกษาทดลองนี้จะพบว่าอัตราส่วนผสมระหว่างปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นยิปซัม คือ 90:10 เพราะมีการใช้เศษฝุ่นฝ้ายในปริมาณที่มากกว่าและแผ่นยิปซมน้ำหนักที่เบากว่าด้วย ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบหาปริมาณเศษฝุ่นฝ้ายที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นยิปซัมในอัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วน ยิปซัม : ฝุ่นฝ้าย	แรงกดประลัย (กิโลกรัม)	แรงกดประลัย (นิวตัน)	โมดูลัสแตกร้าว (เมกาปาสกาล)	น้ำหนัก (กรัม)
95 : 5	15.40	150.92	3.34	1,372.28
90 : 10	13.82	135.52	3.12	1,170.64
85 : 15	11.25	110.27	2.66	1,073.80
80 : 20	7.93	77.72	1.82	966.75

4. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายขนาดกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร สามารถผลิตแผ่นยิปซัมที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วนผสม 90:10 และใช้สารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) ที่ร้อยละ 6 ของปริมาณน้ำที่ใช้ ค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมที่ได้เป็นดังนี้ ค่าแรงกดประลัย 135.52 นิวตัน และค่าโมดูลัสแตกร้าว 3.12 เมกาปาสกาล ซึ่งค่าที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานมอก. 219-2524 และน้ำหนักของแผ่นยิปซัมที่ได้ก็มีน้ำหนักที่เบากว่าแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้ายอยู่ 235.55 กรัม คิดเป็นร้อยละ 17



รูปที่ 2 แผ่นยิปซัมผสมเศษฝุ่นฝ้ายขนาด 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร

5. บรรณานุกรม

ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์. (2550). การปั้นด้าย. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หน้า 19-293

ไพรัตน์ เจริญกิจ. (2008). ยิปซัม [Online]. Available: <http://cphairat.tripod.com/Gypsum.htm> (19 มีนาคม 2551).

มยุรี ปาลวงศ์. (2007). ยิปซัมกับการผลิตแผ่นยิปซัมบอร์ด (Online), Available:

<http://www.dpim.go.th/dt/pper/000001190864806.pdf> (27 กันยายน 2551)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2524). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม** (มอก.219-2524). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

Bhuvnesh C. Goswami. 2004. **Textile Sizing**. New York: Marcel Dekker., pp.172-186.

David Gray. (1998). **Polyvinyl acetate emulsion** (Online). Available: <http://palimpsest.stanford.edu/>

by form /mailing-lists/cdl/1998/1368.html (28 กันยายน 2551)

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้อย่างสมบูรณ์นั้น เป็นเพราะได้รับความช่วยเหลือและคำชี้แนะต่างๆ จากอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอและอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อีกทั้งจากเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอและภาควิชาวิศวกรรมโยธาที่อำนวยความสะดวกในด้านสถานที่ อุปกรณ์เครื่องมือ และคำแนะนำในการใช้เครื่องมือการทดสอบต่างๆ

นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์และช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่และหน่วยงานต่างๆ ดังนี้

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูลมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยิปซัม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม และวิธีการทดสอบแผ่นยิปซัม
- กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้คำแนะนำในเรื่องแร่ยิปซัมและการใช้แร่ยิปซัมในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ
- มหาวิทยาลัยรามคำแหง ให้ความช่วยเหลือในการสืบค้นข้อมูลและเอกสารต่างๆ ในการนำมาประกอบการศึกษาวิจัย