การนำเศษฝุ่นฝ้ายมาเป็นวัสดุผสมในแผ่นยิปซัม

Dust Cotton Fiber as an Added Material in Gypsum Boards

มณเธียร โอทองคำ[1] สุจิระ ขอจิตต์เมตต์[2] และ ปิติศานต์ กร้ำมาตร[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการนำเศษฝุ่นฝ้ายมาเป็นวัสดุผสมในแผ่นยิปซัม โดยนำเศษฝุ่นฝ้ายจากโรงงานปั่นด้ายมาทดลองผสมกับปูนยิปซัมในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนัก นำมาหล่อในแบบหล่อขนาด 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำที่ใช้คือร้อยละ 77 ของน้ำหนักปูนยิปซัม เนื่องจากมีความข้นเหลวที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเป็นแผ่นยิปซัม จากนั้นนำมาทดสอบน้ำหนักและความแข็งแรง ผลคือ แผ่นยิปซัมที่ผสมเศษฝุ่นฝ้ายจะมีน้ำหนักที่ลดลง ค่าแรงกดประลัยและค่าโมดูลัสแตกร้าวต่ำกว่าเกณฑ์ มอก.219-2524 ดังนั้นจึงทดลองผสมสารยึดติดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ คือ ร้อยละ 3, 4, 5, 6 และ 7 ของปริมาณน้ำที่ใช้ โดยเลือกอัตราส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายที่ร้อยละ 5 ของน้ำหนัก เนื่องจากมีค่าทดสอบที่ใกล้เคียงกับมาตรฐานมากที่สุด ผลคือ แผ่นยิปซัมที่ใส่สารยึดติดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่มีค่าความแข็งแรงผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 6 และ 7 คือ 150.92 นิวตัน 3.34 เมกาปาสกาล และ 159.25 นิวตัน 3.56 เมกาปาสกาล ตามลำดับ จากนั้นนำสารยึดติดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่ร้อยละ 6 ทดลองผสมในเศษฝุ่นฝ้ายที่ร้อยละ 10, 15 และ 20 ตามลำดับ ผลการทดสอบคือ แผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายที่ร้อยละ 10 ได้ค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวผ่านตามเกณฑ์คือ 135.52 นิวตัน และ 3.12 เมกาปาสกาลและน้ำหนักที่ได้ก็มีค่าที่ลดลงคิดเป็นร้อยละ 17 ของแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้าย ส่วนที่ผสมเศษฝุ่นฝ้ายที่ร้อยละ 15 และ 20 ทั้งค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

คำสำคัญ: ยิปซัม, เศษฝุ่นฝ้าย, สารยึดติด, แบบหล่อ

[1] หัวหน้าแผนกการผลิต บริษัท ยูเนี่ยนสปินนิ่งมิลล์ จำกัด

[2] รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[3] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Abstract

This research aims 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, 5 %, 10 %, 15 % and 20 % respectively. The said mixtures were molded in the size of 300 x 400 x 9 millimeter having water about 77 % by weight of the gypsum. The gypsum boards were tested for their weight, compressive strength and modulus of rupture. It was found that the gypsum boards having no cotton fiber present good performance according to TIS 219-2524. The compressive strength and modulus of rupture of the pure gypsum boards are 169.38 N and 3.62 MPa. The performance of gypsum boards having dust cotton fiber do not meet the TIS standard. Therefore, polyvinyl alcohol and polyvinyl acetate were used as adhesives. The performance of gypsum boards having polyvinyl alcohol adhesives at 6 % and 7 % stock solution in place of water are conformed to TIS standard whereas the strength of gypsum boards using polyvinyl acetate adhesives are below the TIS standard. The gypsum boards that meet the TIS standard was mixed with 10 % of dust cotton fiber and 6 % stock solution of polyvinyl alcohol. It gives compressive strength of 135.52 N and modulus of rupture about 3.12 MPa with 17 % lighter weight compare to the pure gypsum boards. As a result, it was proved that dust cotton fiber is good enough to apply as an added material in gypsum boards.

Keywords : Gypsum, Dust cotton fiber, Binder, Mold

1. บทนำ

สิ่งแวดล้อมในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและเป็นปัญหาที่ทุกคนและทุกหน่วยงานต่างให้ความสำคัญต่อการใช้ชีวิตประจำวัน เพราะปัญหาสิ่งแวดล้อมกำลังทำให้โลกมีการเปลี่ยนแปลง เช่น ปัญหาโลกร้อน ปัญหามลพิษทางอากาศที่มาจากท่อไอเสียรถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งล้วนแต่เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ฉะนั้นในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้จึงต้องแก้ไขจากสาเหตุเป็นอันดับแรกโดยการป้องกัน แต่ก็ไม่สามารถที่จะทำได้ทั้งหมดเพราะบางส่วนเกิดจากการผลิตสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม วิธีการแก้ไขที่ดีที่สุดก็คือการกำจัดอย่างถูกวิธีที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาตามมาภายหลัง โรงงานปั่นด้าย [1] ก็เป็นโรงงานอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีมลพิษทางด้านเสียงและฝุ่นละอองที่มาจากเศษฝ้ายที่มาจากการผลิตเส้นด้าย ซึ่งเศษฝ้ายก็มีหลายชนิดด้วยกันบางประเภทก็สามารถนำกลับไปรีไซเคิลได้ แต่มีเศษฝ้ายที่เป็นเส้นใยที่สั้นมากที่เป็นเศษฝุ่นฝ้ายที่นำไปใช้ประโยชน์ที่น้อยมาก ส่วนใหญ่จะนำไปทำเชื้อเพาะเห็ด ปลูกต้นไม้หรือนำไปทิ้งและเผาทำลาย

ดังนั้นการนำเศษฝุ่นฝ้ายมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์หรือใช้เป็นส่วนหนึ่งของวัสดุก่อสร้างจึงเป็นการใช้วัสดุที่เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมให้เกิดประโยชน์และ

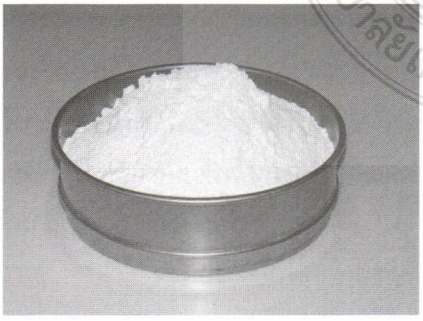
เพิ่มมูลค่าที่มากขึ้น จากลักษณะของเศษฝุ่นฝ้ายที่มีความละเอียดสม่ำเสมอและมีความยาวของเส้นใยอยู่พอประมาณ มีความนุ่มและเบา จึงนำมาทำการศึกษาวิจัยทดลองผสมกับปูนยิปซัม [2] เพื่อผลิตเป็นแผ่นยิปซัมบอร์ด [3] ที่ใช้สำหรับเป็นฝ้าเพดาน บุผนัง กั้นห้องต่าง ๆ การศึกษาวิจัยการผลิตแผ่นยิปซัมผสมเศษฝุ่นฝ้ายเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ในงานก่อสร้างภายในที่มีความปลอดภัย แข็งแรง เบาและเป็นการลดต้นทุนในการผลิตแผ่นยิปซัมที่นำเศษฝุ่นฝ้ายมาใช้ให้เป็นประโยชน์ รวมทั้งยังเป็นการใช้วัสดุทางสิ่งทอทางวิศวกรรมโยธา นอกจากนั้นยังเป็นการป้องกันรักษาสิ่งแวดล้อมและเป็นทางเลือกใหม่ในการผลิตแผ่นยิปซัมให้เป็นประโยชน์ในการก่อสร้าง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

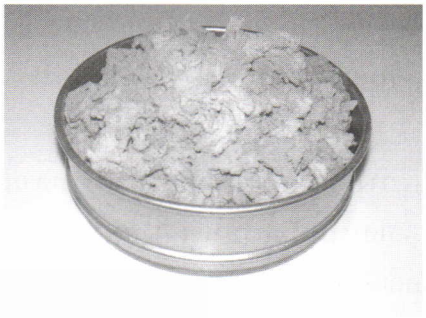
เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของแผ่นยิปซัมที่ผสมเศษฝุ่นฝ้าย

3. วัสดุและวิธีการทดลอง

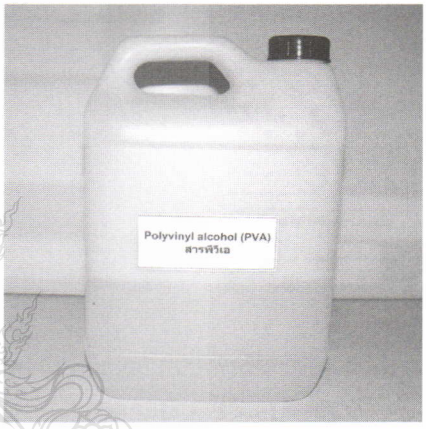
วัสดุที่ใช้ คือ ปูนยิปซัม เศษฝุ่นฝ้าย น้ำ สารยึดติด



รูปที่ 1 ปูนยิปซัม



รูปที่ 2 เศษฝุ่นฝ้าย



รูปที่ 3 สารยึดติดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์

3.1 การเตรียมเศษฝุ่นฝ้าย

นำเศษฝุ่นฝ้ายมาทำการคัดสิ่งปลอมปนออก เช่น ขยะ ก้อนฝ้ายและสิ่งสกปรกต่าง ๆ

3.2 ทดสอบค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวตาม มอก. 219-2524 [4]

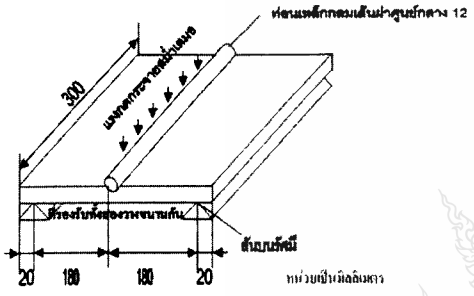
3.2.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 300 มิลลิเมตร ยาว 400 มิลลิเมตร โดยตัดชิ้นทดสอบ 2 ชิ้นต่อหนึ่งแผ่นตัวอย่าง สำหรับแผ่นตัวอย่างขนาด 600 มิลลิเมตร x 600 มิลลิเมตร ให้ตัดชิ้นทดสอบ 2 ชิ้น จากแผ่นตัวอย่าง 2 แผ่น การตัดชิ้นทดสอบให้ตัดโดยมีด้านยาว 400 มิลลิเมตรของชิ้นหนึ่งขนานกับแนวยาว

ตามการทำแผ่นยิปซัม ส่วนด้านยาว 400 มิลลิเมตร ของอีกชิ้นหนึ่งตั้งฉากกับแนวยาว

3.2.2 วิธีทดสอบ

- วางชิ้นทดสอบลงบนจุดรองรับตามรูปที่ 1
- กดน้ำหนักลงบนจุดกึ่งกลางของระยะช่วง 360 มิลลิเมตร น้ำหนักกดมีอัตราความเร็วสม่ำเสมอประมาณ 300 นิวตันต่อนาที (30 กิโลกรัมแรงต่อนาที)
- บันทึกแรงกดประลัยที่ทำให้ชิ้นทดสอบหัก



รูปที่ 4 การวางชิ้นทดสอบและน้ำหนักกดบนจุดรองรับ

3.2.3 การคำนวณ

คำนวณหาค่าโมดูลัสแตกร้าวตามสูตรดังนี้

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

เมื่อ MR คือ โมดูลัสแตกร้าว เป็นเมกาปาสกาล

W คือ แรงกดประลัย เป็นนิวตัน

l คือ ความยาวของระยะช่วง เป็นมิลลิเมตร

b คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

d คือ ความหนาของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

3.3 การทดลองผลิตแผ่นยิปซัมผสมเศษฝุ่นฝ้าย

3.3.1 หาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของปูนยิปซัมกับเศษฝุ่นฝ้าย

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

3.3.2 ทดลองผสมสารยึดติด (Bonding) พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ [5]

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

3.3.3 ทดลองหาปริมาณเศษฝุ่นฝ้ายที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นยิปซัม

นำของผสมของปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วน 90:10, 85:15, และ 80:20 ตามลำดับ มาเติมน้ำปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรที่มีสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ละลายอยู่ร้อยละ

6 ของน้ำหนักผสม (1,300 กรัม) นำไปขึ้นรูปแผ่นยิปซัมขนาดกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร แล้วจึงนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนกระทั่งแห้ง แล้วนำไปทดสอบค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว

4. ผลการทดลอง

จากการศึกษาทดลองผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายและใส่สารยึดติด

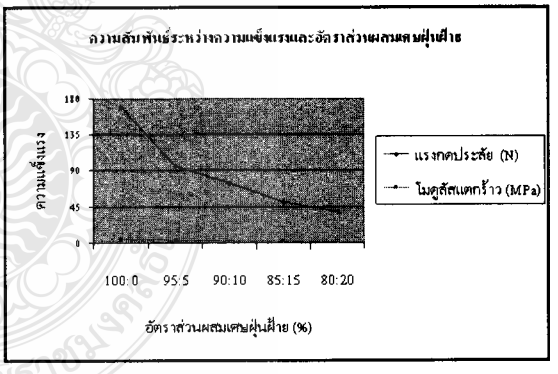
4.1 ผลการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปูนยิปซัมที่ผสมเศษฝุ่นฝ้าย

จากผลทดลองผสมเศษฝุ่นฝ้ายในแผ่นยิปซัม ปรากฏว่าค่าแรงกดประลัย ค่าโมดูลัสแตกร้าวและน้ำหนักของแผ่นยิปซัมที่ผลิตได้มีค่าลดลง เมื่อมีการผสมเศษฝุ่นฝ้ายในปริมาณที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ แผ่นยิปซัมที่มีปูนยิปซัม 100 % ที่ยังไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้ายมีค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 219-2524 (แรงกดประลัยไม่น้อยกว่า 135 นิวตัน และโมดูลัสแตกร้าวไม่น้อยกว่า 3.0 เมกาปาสกาล) ส่วนแผ่นยิปซัมที่มีเศษฝุ่นฝ้ายผสมอยู่มีค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 5

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบแผ่นยิปซัมที่ผสมเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วนต่าง ๆ

อัตราส่วน ปูนยิปซัม : เศษฝุ่นฝ้าย	น้ำหนัก (g)	แรงกดประลัย (N)	โมดูลัสแตกร้าว (MPa)
100 : 0	1,406.15	169.38	3.62
95 : 5	1,243.85	95.27	2.19
90 : 10	1,111.48	73.59	1.66
85 : 15	953.76	50.76	1.12
80 : 20	799.11	37.92	0.89

ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเมื่อนำเส้นใยมาผสมในวัสดุก่อสร้างหรืองานต่าง ๆ เส้นใยจะช่วยเสริมแรงที่ทำให้วัสดุมีความแข็งแรงที่มากขึ้น แต่จะต้องปรับสภาพผิวและการเรียงตัวที่ดีของเส้นใย เพื่อให้เกิดสมบัติการเข้ากันของวัสดุทั้งสองจนช่วยกระจายแรงได้ แต่เนื่องจากเส้นใยที่นำมาผสมในแผ่นยิปซัมนี้จะเป็นเส้นใยที่สั้นและค่อนข้างละเอียดที่อยู่ในรูปของเศษฝุ่นฝ้าย เมื่อมีการนำไปผสมในแผ่นยิปซัมในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ความแข็งแรงลดลง คือ เส้นใยจะมีการเรียงตัวที่ไม่ดีและมีปริมาณที่มากจนเกินไป ดังนั้นจึงทดลองนำสารยึดติดมาใช้ในกระบวนการผลิตแผ่นยิปซัม เพื่อที่จะทำให้แผ่นยิปซัมมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสารยึดติดนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวประสานระหว่างเส้นใยและปูนยิปซัมให้ยึดติดด้วยกันดีขึ้น



รูปที่ 5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงและอัตราส่วนผสมเศษฝุ่นฝ้าย

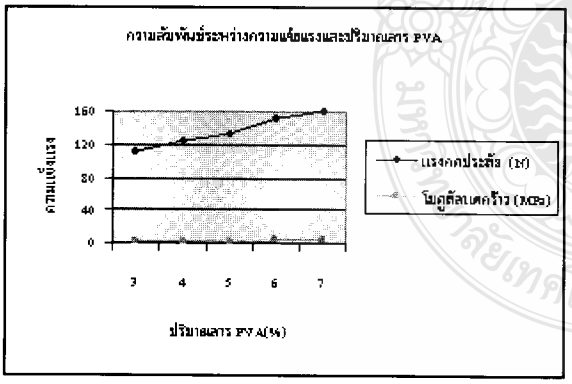
4.2 ผลการทดลองผสมสารยึดติดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ในการผลิตแผ่นยิปซัม

จากการทดลองผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ลงไปผสมแทนการเติมน้ำที่ปริมาณที่ต่าง ๆ กัน คือ ร้อยละ 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ

ในการผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วนผสม 95:5 ทำให้แผ่นยิปซัมมีความแข็งแรงที่เพิ่มมากขึ้น โดยเห็นได้จากค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว รวมถึงน้ำหนักของแผ่นยิปซัมที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่ปริมาณพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่มีความเหมาะสม คือ ปริมาณร้อยละ 6 และ 7 ของปริมาณน้ำที่ใช้ เนื่องจากค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวเป็นไปตาม มอก. 219-2524 ดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 6

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบผสมสารยึดติดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ในปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณสาร PVA (ร้อยละ)	น้ำหนัก (กรัม)	แรงกดประลัย (N)	โมดูลัสแตกร้าว (MPa)
3	1,345.52	111.91	2.45
4	1,353.51	123.32	2.68
5	1,363.30	132.73	3.10
6	1,372.28	150.92	3.34
7	1,389.76	159.25	3.56



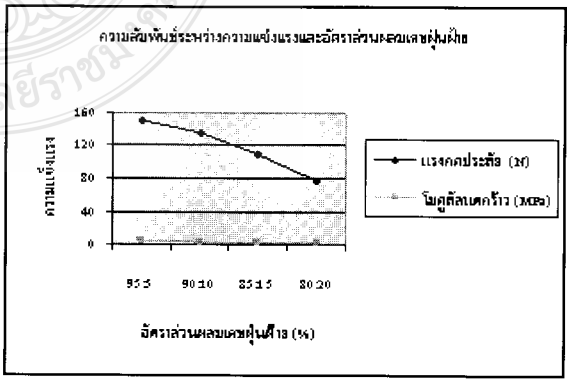
รูปที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงและปริมาณสาร PVA

4.3 ผลการทดลองหาปริมาณเศษฝุ่นฝ้ายที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นยิปซัม

จากการทดลองซึ่งผสมสารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่ร้อยละ 6 ค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่าแผ่นยิปซัมที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้าย 90:5 และ 90:10 มีค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวเป็นไปตามเกณฑ์ มอก. 219-2524 รวมทั้งน้ำหนักที่ได้ก็มีค่าที่ลดลงด้วย เมื่อมีปริมาณเศษฝุ่นฝ้ายที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในการศึกษาทดลองนี้จะพบว่าอัตราส่วนผสมระหว่างปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นยิปซัม คือ 90:10 เพราะมีการใช้เศษฝุ่นฝ้ายในปริมาณที่มากกว่าและแผ่นยิปซัมมีน้ำหนักที่เบากว่าด้วย ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 7

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบหาปริมาณเศษฝุ่นฝ้ายที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นยิปซัมในอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน ยิปซัม : ฝุ่นฝ้าย	น้ำหนัก (g)	แรงกดประลัย (N)	โมดูลัสแตกร้าว (MPa)
95 : 5	1,372.28	150.92	3.34
90 : 10	1,170.64	135.52	3.12
85 : 15	1,073.80	110.27	2.66
80 : 20	966.75	77.72	1.82



รูปที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงและอัตราส่วนผสมเศษฝุ่นฝ้าย

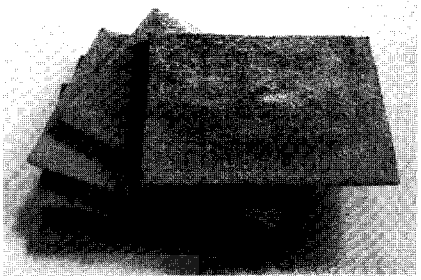
5. วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองผสมปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายในการผลิตแผ่นยิปซัม ผลคือ แผ่นยิปซัมที่ได้จะมีน้ำหนักที่ลดลงตามลำดับและค่าความแข็งแรงไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน (มอก. 219-2524) ที่กำหนด เนื่องจากเศษฝุ่นฝ้าย ที่นำมาผสมค่อนข้างละเอียดและเมื่อมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ความแข็งแรงลดลง คือ เส้นใยจะมีการเรียงตัวที่ไม่ดีและมีปริมาณที่มากจนเกินไป อีกทั้งไม่มีการติดกันที่ดีพอ

หลังจากที่ได้ทำการทดลองผสมสารยึดติดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ โดยเลือกอัตราส่วนผสมระหว่างปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายที่ 95:5 และใส่สารยึดติดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ คือ ร้อยละ 3, 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ ผลปรากฏว่า แผ่นยิปซัมที่ได้มีค่าความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งเป็นผลจากสารยึดติดที่ผสมเข้าไปจะทำหน้าที่เป็นตัวประสานให้ปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายมีการยึดติดกันที่ดีจึงทำให้มีค่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้น

6. สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองผลิตแผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายขนาดกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 300 x 400 x 9 มิลลิเมตร สามารถผลิตแผ่นยิปซัมที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างปูนยิปซัมและเศษฝุ่นฝ้ายในอัตราส่วนผสม 90:10 และใช้สารยึดติดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่ร้อยละ 6 ของปริมาณน้ำที่ใช้ ค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวของแผ่นยิปซัมที่ได้ คือ ค่าแรงกดประลัย 135.52 นิวตัน และค่าโมดูลัสแตกร้าว 3.12 เมกาปาสกาล ซึ่งค่าที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานมอก. 219-2524 และน้ำหนักของแผ่นยิปซัมที่ได้ก็มีน้ำหนักที่เบากว่าแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้ายอยู่ 235.55 กรัม คิดเป็นร้อยละ 17



รูปที่ 8 แผ่นยิปซัมผสมเศษฝุ่นฝ้าย

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้อย่างสมบูรณ์นั้น เป็นเพราะได้รับความช่วยเหลือและคำชี้แนะต่างๆ จากอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอและอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อีกทั้งจากเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอและภาควิชาวิศวกรรมโยธาที่อำนวยความสะดวกในด้านสถานที่ เครื่องมือ และคำแนะนำในการใช้เครื่องมือการทดสอบต่าง ๆ

นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์และช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่และหน่วยงานต่างๆ ดังนี้

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในด้านการสืบค้นข้อมูลของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยิปซัม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัมและวิธีการทดสอบแผ่นยิปซัม
- กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้คำแนะนำในเรื่องแร่ยิปซัมและการใช้แร่ยิปซัมในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ
- มหาวิทยาลัยรามคำแหง ให้ความช่วยเหลือในการสืบค้นข้อมูลและเอกสารต่างๆในการนำมาประกอบการศึกษาวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

[1] ธีรพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์, 2550. **การปั่นด้าย**. ปทุมธานี: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[2] สุพะไชย์ จินดาวุฒิกุล. **การใช้แร่ยิปซัมในอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2549_54_171_p15_18.pdf (18 ตุลาคม 2551)

[3] มยุรี ปาลวงศ์. **ยิปซัมกับการผลิตแผ่นยิปซัมบอร์ด** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.dpim.go.th/ dt/pper 000001190864806 .pdf (27 กันยายน 2551)

[4] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2524. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัม (มอก.219-2524).** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

[5] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2519.**มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนยิปซัมสำหรับการก่อสร้าง (มอก.188-2519).** กรุงเทพฯ: โพสต์พับลิสซิ่ง

[6] Bhuvenesh C. Goswami, 2004. **Textile Sizing.** New York:Marcel Dekker

[7] David Gray. **Polyvinyl acetate emulsion** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://palimpsest.stanford.edu/byform/mailing-lists/cdl/1998/1368.html (28 กันยายน 2551)