

ชื่อโครงการ “เส้นใยแก้วเสริมแรงโครงสร้างผ้าถัก”

กนกวรรณ ปิยพงษ์รัตนกุล¹⁾ ภาณุพรดี วงศ์ตาปอง¹⁾ วีรพงษ์ ใจเที่ยง¹⁾ และ อโณทัย ผลสุวรรณ^{*2)}

1) ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

2) ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล*

Email: allseries@hotmail.com

คำสำคัญ : fibre reinforced plastics เส้นใยแก้ว knitting

บทคัดย่อ

การศึกษาในโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติเชิงกลบางประการของการเสริมแรงโพลิเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัวหล่อขึ้นรูปโดยใช้เส้นใยแก้วเสริมแรงชนิดแผ่นเส้นใยสั้น ชนิดสาน และชนิดโครงสร้างถักมาเปรียบเทียบ ผลการศึกษาสรุปได้ว่าเมื่อเสริมแรงโพลิเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัวเส้นใยแก้วทุกแบบทำให้สมบัติการทนต่อแรงกระแทกเพิ่มขึ้น แต่ในส่วนของการทนต่อแรงดึงและการโก่งงอเส้นใยเสริมแรงชนิดแผ่นเส้นสั้น และโครงสร้างถักมีค่าเกือบเท่ากันในทุกมุมที่ทดสอบ แต่เส้นใยแก้วโครงสร้างผ้าถักมีค่าน้อยกว่าโพลิเอสเตอร์เรซินที่ไม่เสริมแรง ส่วนเส้นใยแก้วชนิดสาน สามารถทนต่อแรงดึงและการโก่งงอสูงสุดในมุมทดสอบที่ 90 และ 0 องศาตามลำดับ

1. บทนำ

ปริมาณการใช้พลาสติกเสริมแรงด้วยเส้นใย (Fiber Reinforce Plastics;FRP) โดยทั่วไปในโลกมีปริมาณการใช้เพิ่มขึ้นมากทุกปี ตลาดที่บริโภคเส้นใยแก้วเสริมแรงที่ใหญ่ที่สุดคือในอเมริกา ซึ่งปริมาณการใช้ก็เพิ่มขึ้นทุกปีแม้กระทั่งจะเกิดวิกฤตการณ์ดักเวสต์เทรตที่ผ่านมา ในทวีปยุโรปปริมาณการใช้อาจจะต่ำกว่าในอเมริกาแต่อัตราการขยายตัวของตลาดกลับสูงกว่าอเมริกา ในภูมิภาคเอเชียสัดส่วนปริมาณการใช้จะอยู่ในระดับที่สามแต่การขยายตัวกลับเพิ่มสูงที่สุด

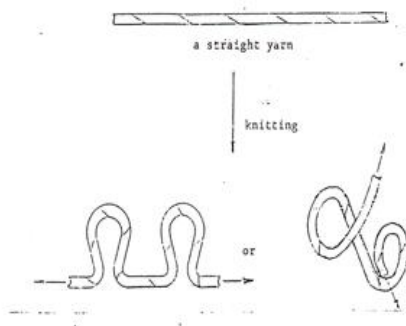
ผลิตภัณฑ์ที่ใช้พลาสติกและเส้นใยแก้วเสริมแรงมีความหลากหลายมากมาย ปริมาณการบริโภคเส้นใยแก้วที่มากที่สุดจะอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมก่อสร้างและสาธารณูปโภค กลุ่มอุตสาหกรรมการขนส่ง อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ งานพาณิชยนาวิ และงานเกษตรตามลำดับ

แนวโน้มการใช้ผลิตภัณฑ์เส้นใยแก้วเสริมแรงในประเทศไทย กำลังเพิ่มปริมาณการใช้ขึ้นพิจารณาได้จากการก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมการ

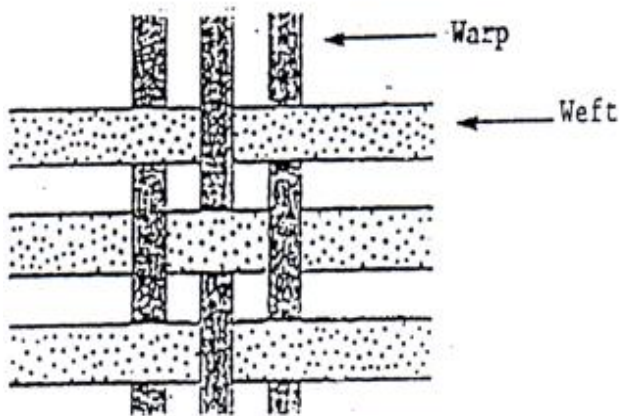
ผลิตเส้นใยแก้วเสริมแรงในประเทศไทย ซึ่งในปัจจุบันพลาสติกเสริมแรงสามารถนำไปแทนเหล็กเส้นได้ในงานคอนกรีต ทำฝาบ้านแทนไม้ นำไปทำ ถังน้ำ เรือ ส่วนประกอบของเครื่องบิน เป็นต้น และปัจจุบันนี้มีการผลิตและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเส้นใยจะมีลักษณะ ขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกันออกไป ในการเลือกใช้งานเราจึงต้องคำนึงถึงความเหมาะสม ซึ่งในการขึ้นรูปพลาสติกเสริมแรงนั้นจะพบปัญหาว่าการที่จะขึ้นรูปที่มีลักษณะเป็นมุม หรือมีความโค้งงอมากขึ้น จะขึ้นรูปได้ยาก และการกระจายแรงไม่สม่ำเสมอ ทางผู้จัดทำโครงการจึงนำปัญหาที่เกิดขึ้นนี้มาหาวิธีการปรับปรุงแก้ไข นั่นคือ โครงงานเรื่องเส้นใยเสริมแรงโครงสร้างผ้าถัก ซึ่งจะนำไฟเบอร์กลาสที่มีลักษณะเป็นเส้น (Roving) มาทำการถักแล้วนำไปหล่อขึ้นรูปขึ้นงาน เพื่อศึกษาว่าจะสามารถแก้ปัญหาการขึ้นรูปได้หรือไม่

2. หลักการเบื้องต้นและการพัฒนา

การถักเป็นกระบวนการผลิตผ้าวิธีหนึ่ง เส้นด้ายที่ใช้ในการถักจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของ ห่วง (Loop) เชื่อมต่อเข้าด้วยกันเป็นผืนผ้า การเปลี่ยนเส้นด้ายให้อยู่ในรูปของห่วง สามารถทำได้ 2 วิธีคือ การเปลี่ยนในแนวนอน หรือขวาง (Weftwise) และการเปลี่ยนในแนวดิ่ง (Warpwise) ฉะนั้นการถัก จะมี 2 ชนิด คือ การถักตามแนวนอน (Weft knitting) และการถักตามแนวดิ่ง (Warp knitting) รูปที่ 2-12 แสดงเส้นด้ายที่อยู่ในรูปเส้นตรง และถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของห่วง (Loop) โดยการถัก



ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างของห่วงถัก



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างของผ้าทอ

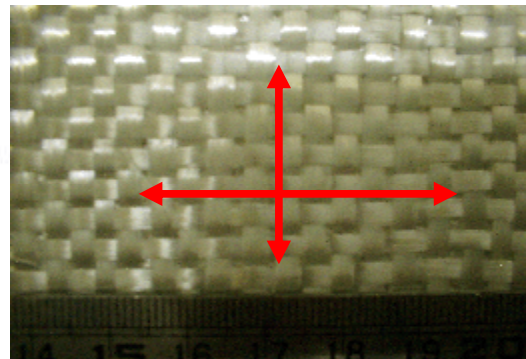
วัสดุผสมจะประกอบด้วย discontinuous phase หรือ particle phase ซึ่งได้แก่เส้นใย หรืออนุภาค ต่างๆ ซึ่งมีสมบัติในด้านความแข็งแรง และความ แข็งเกร็ง (stiffness) และ continuous phase คือ ส่วนที่ทำหน้าทีเป็นสารยึดเหนี่ยว หรือ matrix

ปกติวัสดุที่มีสมบัติความแข็ง และความ แข็งเกร็งสูงมักจะเกิดการแตกหักได้ เพราะเกิดจากการ

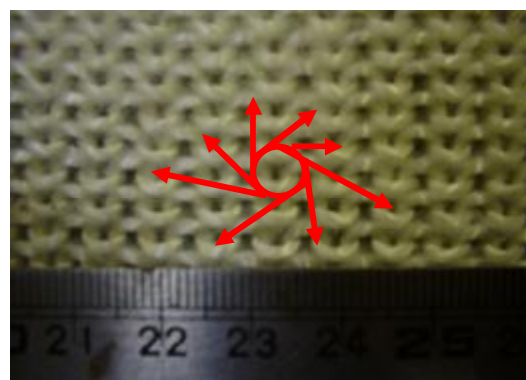
แพร่ขยายตัวของรอยตำหนิ (flaw) เส้นใยจะมี สมบัติที่สูงกว่าดังที่กล่าวมาข้างต้นจะสามารถจำกัด ในการแพร่ขยายขนาดของตำหนิอันเนื่องมาจาก เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของเส้นใยที่มีขนาดเล็กเมื่อเทียบ กับขนาดของเมตริก นอกจากนี้การจัดเรียงตัวของ เส้นใย (orientation) ที่ถูกฝังในเมตริกที่ทำหน้าที่ ประสานถ่ายเทภาระ (load) ไปยังเส้นใยและ ระหว่างเส้นใย และหากเส้นใยถูกจัดเรียงในทิศทาง ที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มค่า โมดูลัส และค่าความ แข็งแรงได้



ภาพที่ 3 แสดงทิศทางการรับแรงใยแก้วเส้นสั้น



ภาพที่ 4 แสดงทิศทางการรับแรงใยแก้วสาน

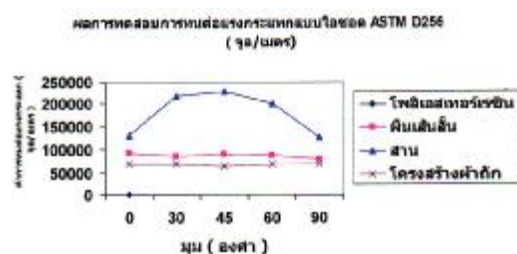


ภาพที่ 5 แสดงทิศทางการรับแรงใยโครงสร้างถัก

3. การทดสอบ

1. หล่อชิ้นงานโพลีเอสเตอร์เรซินกับใยแก้วเสริมแรงด้วยกระจก ทิ้งไว้ 3 วัน
2. ทำการตัดชิ้นงานทดสอบ
3. หลังจากตัดชิ้นงานทดสอบแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงก่อนที่จะนำมาทดสอบ หาค่าการทนต่อแรงกระแทกแบบไอซอด (Impact Strength Testing) ASTM D 256, ทดสอบการทนต่อแรงดึงยืด (Tensile Strength Testing) ASTM D 638 ,การทนการโก่งงอ (Three Point Bending Testing) ASTM D 790, ที่ทำการตัดด้วยมุมที่ต่าง ๆ กัน

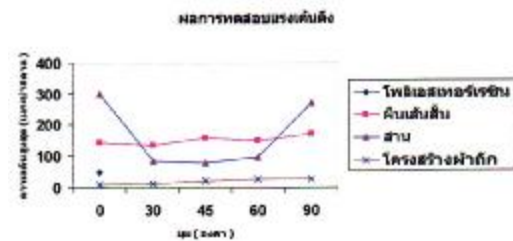
4. ผลการทดสอบ



กราฟที่ 1 แสดงผลการทดสอบแรงกระแทก

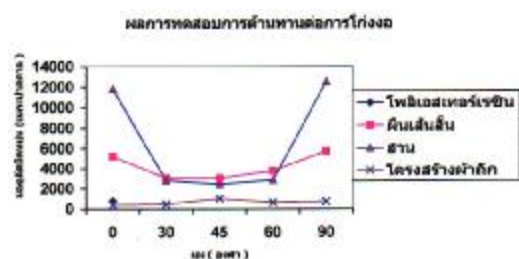
จากการทดสอบเมื่อดูค่าการทนต่อแรงกระแทกของโพลีเอสเตอร์เรซินไม่อิมัตว กับโพลีเอสเตอร์เรซินไม่อิมัตวที่เสริมแรงด้วยเส้นใยแก้วแบบสาน ผืนเส้นสั้นและโครงสร้างผ้าถัก ที่มุมต่างๆคือ 0,30,45,60,90 องศา พบว่าค่าลักษณะแนวโน้มของกราฟการทนต่อแรงกระแทกของโพลีเอสเตอร์เรซินไม่อิมัตวที่เสริมแรงด้วยเส้นใยแก้วชนิดสาน มีค่าการทนต่อแรงกระแทกที่ดีกว่าชนิดอื่น โดยที่มุม 45 องศา จะเป็นมุมที่ทนต่อแรงกระแทกได้ดีกว่ามุมต่างๆ และในมุม 0,90 จะมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากการจัดเรียงตัวของเส้นใยแก้วเสริมแรงชนิดสานมีทิศทางตั้งฉากกัน ส่วนของโพลีเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิมัตวที่เสริมแรงด้วยผืนเส้นสั้น จะมีค่าการทนต่อแรงกระแทกที่มุมต่างๆใกล้เคียงกัน เนื่องจากการจัดเรียงตัวของเส้นใยแก้วเสริมแรงชนิดผืนเส้นสั้นมีลักษณะเป็นแบบสุ่ม(Random)จึง

ทำให้ค่าที่ได้ออกมาใกล้เคียงกัน ส่วนการเสริมแรงด้วยเส้นใยเสริมแรงโครงสร้างผ้าถักผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันเนื่องจากลักษณะของโครงสร้างผ้าถักจะมีการรับแรงได้ทุกทิศทาง



กราฟที่ 2 แสดงผลการทดสอบแรงเค้นดึง

การทนต่อแรงดึงของโพลีเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิมัตวกับโพลีเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิมัตวที่เสริมแรงด้วยเส้นใยแก้วเสริมแรงชนิดต่างกันั้น พบว่าชนิดผืนเส้นสั้นและชนิดสานจะมีค่าการทนต่อแรงดึงที่มากกว่าชนิดที่ไม่ได้เสริมแรง แต่ชนิดโครงสร้างผ้าถักจะทนต่อแรงดึงได้น้อยกว่า แต่เมื่อดูที่การทดสอบที่มุมต่างๆ จะพบว่า ชนิดผืนเส้นสั้น โครงสร้างผ้าถัก จะมีค่าในการทนต่อแรงดึงที่มุมต่างกันใกล้เคียงกัน จะมีเพียงแต่ชนิดสานเท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนในมุม 0 และ 90 องศา เนื่องจากลักษณะโครงสร้างที่มีทิศทางตั้งฉากกันและชนิดสานมีการทับกันของเส้นใย



กราฟที่ 3 แสดงผลการทดสอบการโก่งงอ

โพลีเอสเตอร์เรซินไม่อิมัตว ให้ค่าการต้านทานการโก่งงอเฉลี่ยการต้านทานต่อการโก่งงอของโพลีเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิมัตวกับโพลีเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิมัตวที่เสริมแรงด้วยเส้นใยแก้วเสริมแรงชนิดต่างกันั้น พบว่า ชนิดผืนเส้นสั้นและชนิดสานจะมีค่าการทนต่อแรงดึงที่มากกว่าชนิดที่ไม่ได้เสริมแรง แต่ชนิดโครงสร้างผ้าถักจะทนต่อแรงดึง

ได้น้อยกว่า แต่เมื่อดูที่การทดสอบที่มุมต่างๆ จะพบว่า ชนิดผืนเส้นสั้น โครงสร้างผ้าถัก จะมีค่าในการทนต่อแรงดึงที่มุมต่างกันใกล้เคียงกัน และค่าที่ได้มีค่าน้อยกว่าโพลีเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิมตัว 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ในมุม 45 องศา มีค่ามากกว่าโพลีเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิมตัว เนื่องจากการกระจายแรงของเส้นใยได้ดี จะมีเพียงแต่ชนิดสานเท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนในมุม 0 และ 90 องศา เนื่องจากการจัดเรียงตัวของเส้นใยแก้วเสริมแรงชนิดสานมีทิศทางตั้งฉากกัน และชนิดสานมีการทับกันของเส้นใย จึงทำให้ผลของมุม 0 และ 90 องศา มีค่าใกล้เคียงกัน

4. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองการทนต่อแรงกระแทกแบบไอโซด การทนต่อแรงดึง และการต้านทานต่อการโก่งงอแบบ 3 จุด จะพบว่า โพลีเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิมตัวที่เสริมแรงด้วยเส้นใยแก้วเสริมแรงชนิดต่างๆ นั้น คือ ชนิดผืนเส้นสั้น ชนิดสาน ชนิดโครงสร้างผ้าถัก ให้ผลการทดสอบโดยรวมคือมีความสามารถในการทนต่อแรงกระแทกแบบไอโซดเพิ่มขึ้นในทุกชนิดและทุกมุมของเส้นใยแก้วเสริมแรงที่ทำการเสริมแรง แต่ในค่าการทนต่อแรงดึงและการต้านทานต่อการโก่งงอนั้นจะมีเพียงเส้นใยแก้วเสริมแรงโครงสร้างผ้าถักเท่านั้นที่ค่าลดลง จึงกล่าวถึงความเป็นไปได้ในการใช้เส้นใยแก้วเสริมแรงโครงสร้างผ้าถักเป็นวัสดุเสริมแรงในโพลีเอสเตอร์เรซินชนิดไม่อิมตัวได้ว่า การเลือกใช้วัสดุเสริมแรงสำหรับงานที่ต้องการคุณสมบัติเชิงกลในด้านต่างๆ นั้นควรดูว่างานที่เราต้องการเสริมรานั้นต้องรับแรงหรือต้องเจอสภาวะแวดล้อมที่ต้องใช้คุณสมบัติเชิงกลข้อใดเกี่ยวข้องกับ เช่น สำหรับงานที่เราจะนำไปใช้ต้องเจอกับแรงกระแทกแบบเฉียบพลัน เราจะสามารถเลือกชนิดผืนเส้นสั้น หรือโครงสร้างผ้าถักไปเป็นวัสดุเสริมแรง ทั้งนี้อ้างอิงได้จากผลการทดสอบ

5. ข้อเสนอแนะ

- ในขั้นตอนการถักนั้น ควรที่จะใช้น้ำมันล้างเครื่องที่สามารถละลายน้ำได้มาช่วยในการถัก จะทำให้การถักได้ง่ายขึ้น แต่ควรใช้ในปริมาณที่พอเหมาะ เนื่องจากจะมีผลกับการขึ้นรูปชิ้นงานทดสอบ
- ในขั้นตอนของการขึ้นรูปชิ้นงานทดสอบ ควรระวังเรื่องฟองอากาศที่อาจเกิดขึ้นได้ จะทำให้ผลการทดสอบที่ได้เกิดความคลาดเคลื่อน

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรีนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุน การวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม ประจำปี 2546 และขอขอบคุณ ห้างหุ้นส่วนจำกัด เนฟวิศกรรม โดยคุณพิเชษฐ์ ญัฐประเสริฐ ที่ให้การอนุเคราะห์ต่าง ๆ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

7. เอกสารอ้างอิง

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์, เอฟ อาร์ พี, หจก. ป.

สัมพันธ์พาณิชย์, กรุงเทพฯ: 2537

ศาสตราจารย์พิเศษอัจฉราพร ไสละสุต,

ความรู้เรื่องผ้า, สำนักพิมพ์สร้างสรรค์-

วิชาการ, กรุงเทพฯ : 2539

Sidney H. Goodman, **Handbook of**

Thermoset plastics, Noyes

publication, New jersey, USA

งานวิจัยของ D.Falconnet และคณะ ชาว

เบลเยียม, ความเหนียวที่ทนต่อการ

แตกหักของ **Weft – knitted**

composites

งานวิจัยของ P. xue , T.X. Yu และ

X.M.Tao ชาวฮ่องกง, สมบัติการทนแรง

ดึงและ พลังงานเนื่องจากการรับแรง

เชิงกล **meso-scale** ของ **Weft knitted**

textile composites (Tensile properties

and meso-scale mechanism of Weft

knitted textile composites)