

ผลของปริมาณเส้นใยแก้วที่มีต่อสมบัติความทนต่อแรงดัดงอและความต้านทานการสึกหรอ ของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์และผงไม้

Effect of Glass Fiber Contents on Flexural and Wear Resistant Properties of Wood Flour/PVC Composites

ปาริชาติ ยศแก้ว^{1,*}, นายอภิสิทธิ์ โหมะชิตชัยยงค์¹ และ ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ¹
Parichat Yotkaew,^{1,*} Abhisit Kositchaiyong¹ and Narongrit Sombatsompop¹

¹ กลุ่มวิจัยการผลิตและขึ้นรูปพอลิเมอร์ (กลุ่มวิจัย P-PROF) สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

โทร 02-470-8647 โทรสาร 02-470-8647 E-mail: par_r@hotmail.com

126 ถนนประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปริมาณเส้นใยแก้วชนิดอี (E type) ที่ผสมในวัสดุเชิงประกอบของพอลิไวนิลคลอไรด์และผงไม้ที่มีต่อสมบัติความทนต่อแรงดัดงอและความต้านทานการขัดถู โดยตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ปริมาณเส้นใยแก้วในช่วง 0-20 ส่วนในร้อยส่วน ชนิดของผงไม้ ได้แก่ ไม้แดง ไม้ยางพารา และไม้มะม่วง และระยะทางการขัดถูที่ 2 และ 4 กิโลเมตร สำหรับปริมาณผงไม้ที่ผสมในวัสดุเชิงประกอบได้กำหนดไว้คงที่ที่ 40 ส่วนในร้อยส่วน สำหรับการทดสอบสมบัติความทนต่อแรงดัดงอใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D790-03 และความต้านทานการขัดถูโดยการวัดค่าอัตราการสึกหรอจำเพาะใช้ตามมาตรฐาน ASTM D4060 นอกจากนี้ ยังได้ทำการศึกษาระบบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การตรวจสอบร่องรอยการสึกหรอจากภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาค โดยใช้เทคนิคการถ่ายภาพด้วย

อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ผลการทดลองพบว่า ความทนทานต่อการดัดงอมีค่าสูงขึ้นตามปริมาณเส้นใยแก้ว โดยกรณีชนิดไม้ยางพารามีค่าสูงสุด รองลงมาคือไม้มะม่วงและไม้แดง ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากองค์ประกอบทางเคมี และลักษณะเฉพาะทางกายภาพของไม้ ส่วนสมบัติต้านทานการสึกหรอพบว่า การเติมเส้นใยแก้วในวัสดุเชิงประกอบ ส่งผลให้ค่าอัตราการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบลดลงเฉพาะกรณีไม้แดงที่ระยะทางการขัดถู 4 กิโลเมตร โดยค่าดังกล่าวมีการลดลงต่ำสุดที่ปริมาณเส้นใยแก้ว 5-10 ส่วนในร้อยส่วน ทั้งนี้ จากภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคที่ระยะทางการขัดถูที่ 4 กิโลเมตร ได้แสดงให้เห็นการเปิดออกของพื้นผิว และพบการจัดเรียงตัวของเส้นใยแก้วที่เป็นระเบียบไปตามแนวแรงสำหรับในกรณีไม้แดง ในขณะที่กรณีไม้มะม่วงและไม้ยางพาราพบการแตกหักของเส้นใยแก้วเกิดขึ้น

คำสำคัญ: วัสดุเชิงประกอบของพอลิเมอร์และไม้ / เส้นใยแก้ว / ความต้านทานการสึกหรอ / สมบัติเชิงกล

Abstract

The aim of this work was to study the effect of glass fiber (E-type) content on mechanical and wear properties of

wood/poly(vinyl chloride) (WPVC). The parameter used in this study composed of glass fiber content in range of 0-20 pph, type of wood particles i.e. *Xylia Kerri Craib & Hutch (XK)*, *Hevea Brasiliensis Linn (HB)* and *Mangifera Indica Linn (MI)* and sliding distances at 2.0 and 4.0 km. Wood concentration in WPVC was fixed at 40 pph throughout this experiment. Flexural test, using ASTM D790-03, and specific wear rate measurement, using ASTM D4060, were determined for mechanical and wear resistant property test, respectively. In addition, wear worn surfaces of the composites were observed using scanning electron microscopy (SEM) technique. The results revealed that flexural strength of WPVCs increased with glass fiber content, by which that of the *HB* samples were the highest, followed by *MI* and *XK*, this probably being because of the chemical composition and specific feature of wood particles. Regarding the wear properties, only the wear rate of the glass fiber filled WPVC with *XK* at sliding distance of 4.0 km, was found to reduce to the critical point (minimum value of specific wear rate) at 5-10 pph glass fiber. The SEM indicated that at 4 km of sliding distance, the worn surface of *XK* sample filled 10 pph glass fiber showed the orientation of the fiber organized along force (deformation) direction whereas that of *MI* or *HB* showed fracture of fibers.

Keyword: Wood/polymer composites / Glass fiber / Wear resistance / Mechanical properties

1. บทนำ

วัสดุเชิงประกอบของพอลิเมอร์และไม้ (Wood/polymer composite, WPC) ถือเป็นวัสดุทดแทนไม้ชนิดหนึ่งที่เข้ามามีบทบาทมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดปัญหาการใช้ทรัพยากรป่าไม้ซึ่งมีจำนวนจำกัดในขณะที่ความต้องการใช้ไม้มีแนวโน้มสูงขึ้น ทั้งนี้ สมบัติเด่นของผลิตภัณฑ์จากวัสดุผสมระหว่างพอลิเมอร์และผงไม้ คือ น้ำหนัก

เขา การมีความเหนียว ความยืดหยุ่น และความสามารถในการย่อยสลายได้ทางชีวภาพ รวมถึงสามารถทำการติดตั้งได้สะดวก จากงานวิจัยของ Chetanachan และคณะ [1] พบว่า ไม้เทียมสามารถต้านทานการทำลายจากปลวก มีรูปร่างคงที่เนื่องจากมีการขยายตัวน้อย และสามารถทนต่อการผุกร่อนเนื่องความชื้นและเชื้อราได้ อย่างไรก็ตามไม้เทียมยังมีข้อจำกัดในเรื่องของการรับแรง ทำให้เกิดปัญหาในการนำไปใช้งานในส่วนของงานโครงสร้างที่ต้องมีการรับน้ำหนักสูง จากงานวิจัยที่ผ่านมาของ ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ และ คณะ [2-3] พบว่าวัสดุเชิงประกอบของพอลิไวนิลคลอไรด์และผงซีลีออยไม้สำหรับนำมาใช้ในในงานโครงสร้างอาคารนั้น มีค่ามอดูลัสการดัดงอที่ต่ำเมื่อเทียบกับไม้จริง ทั้งนี้ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการเติมเส้นใยสังเคราะห์ประเภทเส้นใยแก้วเป็นวัสดุเสริมแรงซึ่งส่งผลให้ค่ามอดูลัสการดัดงอของวัสดุดังกล่าวสูงขึ้น นอกจากนี้ จากงานวิจัยของ Friedrich และคณะ [4] ได้ศึกษาการเติมวัสดุที่มีค่าความแข็งสูงลงในวัสดุพื้น (Material matrix) ที่มีค่าความแข็งต่ำกว่า พบว่า วัสดุที่มีค่าความแข็งสูงซึ่งกระจายตัวอยู่ในวัสดุพื้นสามารถต้านทานแรงกระทำ ช่วยเพิ่มความแข็งแรง (Stiffness) และต้านทานความสึกหรอของวัสดุได้สูงขึ้น อย่างไรก็ตาม สำหรับการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์จากวัสดุเชิงประกอบประเภทต่างๆ โดยเฉพาะวัสดุพอลิเมอร์เชิงประกอบที่มีการเสริมแรงด้วยเส้นใยสังเคราะห์ ที่กำลังพัฒนาใช้ในลักษณะงานประเภทโครงสร้าง ซึ่งต้องมีการเคลื่อนย้าย การติดตั้งให้เข้ากับส่วนประกอบอื่น รวมทั้งการถูกขูดขีดจากหิน ดิน ทราาย ที่ติดมากับพื้นรองเท้า ดังนั้น การศึกษาสมบัติด้านการสึกหรอของวัสดุดังกล่าวจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

จากแนวคิดดังที่ได้อธิบายมาข้างต้น ในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมเส้นใยแก้วที่ปริมาณต่างๆ ในวัสดุเชิงประกอบของพอลิไวนิลคลอไรด์และผงไม้ที่มีต่อสมบัติเชิงกล ได้แก่ สมบัติความทนทานต่อแรงดัดงอ และสมบัติความต้านทานต่อการสึกหรอ โดยในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลกระทบของชนิดผงไม้ (ไม้แดง ไม้ยางพารา และไม้มะม่วง) และระยะทางการขัดถู

2. วิธีการ

2.1 วัสดุและสารเคมี

พอลิเมอร์ ได้แก่ พอลิไวนิลคลอไรด์ชนิดแวนาลอยแบบผง (SIAMVIC 258RB, ค่า K เท่ากับ 58) โดยได้รับอนุเคราะห์จากบริษัท วี พี วู้ด จำกัด (กรุงเทพฯ, ประเทศไทย)

สารเติมแต่ง ได้แก่ สารช่วยเพิ่มเสถียรภาพทางความร้อน (PF608A และ PF601) สารหล่อลื่นภายนอก (Finalux G741) แคลเซียมสเตียเรต แคลเซียมคาร์บอเนต สารช่วยขึ้นรูป (PA20) สารปรับปรุงการรับแรงกระแทก (CPE) โดยได้รับอนุเคราะห์จากบริษัท วี พี วู้ด จำกัด (กรุงเทพฯ, ประเทศไทย)

ผงซีลีออยไม้ ได้แก่ ไม้แดง (*Xylia Kerri Craib & Hutch* (XK)) ไม้ยางพารา (*Hevea Brasiliensis Linn* (HB)) และไม้มะม่วง (*Mangifera Indica Linn* (MI)) โดยนำอนุภาคมาคัดขนาดให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 250 ไมโครเมตร แล้วทำการปรับปรุงผิวอนุภาคผงซีลีออยไม้ด้วยสารคู่ควบอะมิโนไซเลนปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก [5] สำหรับปริมาณผง

ไม้แต่ละชนิดที่ใช้ผสมในพอลิไวนิลคลอไรด์มีปริมาณ 40 ส่วนต่อปริมาณพอลิไวนิลคลอไรด์ 100 ส่วน

เส้นใยแก้ว เป็นชนิดสั้น (Chopped strand) ชนิด E ขนาด 3 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 13 ไมโครเมตร โดยเส้นใยมีการเตรียมผิวด้วย 3-Metracryloxypropyl trimethoxysilane (KBM 503) ของบริษัท พงษ์พนา จำกัด (กรุงเทพฯ, ประเทศไทย)

2.2 การเตรียมชิ้นงาน

การเตรียมชิ้นงานเริ่มจากการผสมพอลิไวนิลคลอไรด์และสารเติมแต่งกับผงซีลีออยไม้ที่ผ่านการปรับปรุงผิวอนุภาคด้วยสารคู่ควบไซเลน โดยเติมเส้นใยแก้วชนิดอีผสมกันด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูง (High speed mixer) จากนั้นนำไปขึ้นรูปเป็นชิ้นงานแผ่นซึ่งมีขนาด 180 x 180 x 3 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน (Compression moulding machine) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส แรงดัน 180 บาร์ จากนั้นตัดชิ้นงานตามมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ

2.3 การทดสอบสมบัติเชิงกลและความต้านทานต่อการสึกหรอ

การสึกหรอ

- การทดสอบความทนทานต่อการดัดงอและมอดูลัสการดัดงอทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D790-03 ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine (Shimadzu รุ่น Autograph AG-I 5K) ประเทศอิตาลี
- การทดสอบความทนทานต่อการสึกหรอทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D4060 ด้วยเครื่อง Taber Abraser (บริษัท Taber โมเดล 5130) ล้อขัดเบอร์ CS-17 และน้ำหนักกด 250 กรัม ชิ้นงานทดสอบมีขนาดเป็น 120 X 120 X 3 มิลลิเมตร โดยทำการทดสอบที่ระยะทางการขัดถู 0 ถึง 2 กิโลเมตร และ 4 กิโลเมตรสำหรับอัตราการสึกหรอคำนวณได้จากสมการที่ 1 [6]

$$K = \frac{\Delta m}{LF\rho} \quad (1)$$

โดย K คือ อัตราการสึกหรอ (ลูกบาศก์มิลลิเมตรต่อนิวตันต่อเมตร)

Δm คือ น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปจากน้ำหนักเริ่มต้น (มิลลิกรัม)

L คือ ระยะทางในการขัดถู (เมตร)

F คือ น้ำหนักกด (นิวตัน)

ρ คือ ความหนาแน่นของชิ้นงานคอมพอสิต (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

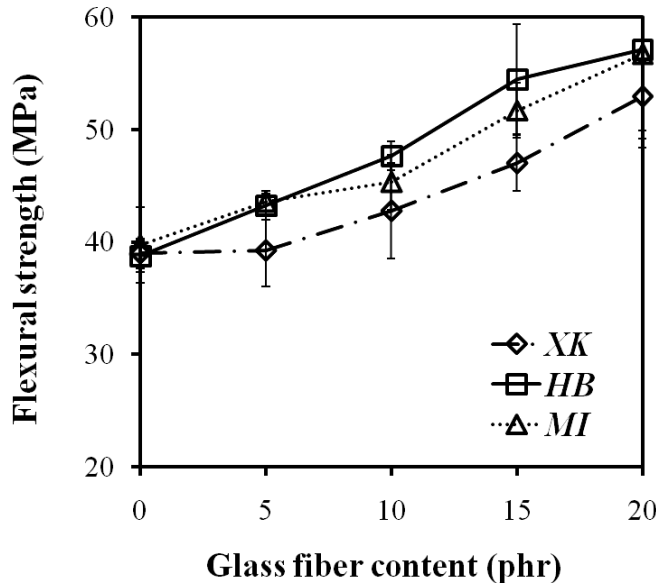
- การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค โดยใช้เครื่องถ่ายภาพอิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscopy, SEM) (JEOLJFM 6110LV) ประเทศญี่ปุ่น

3. ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

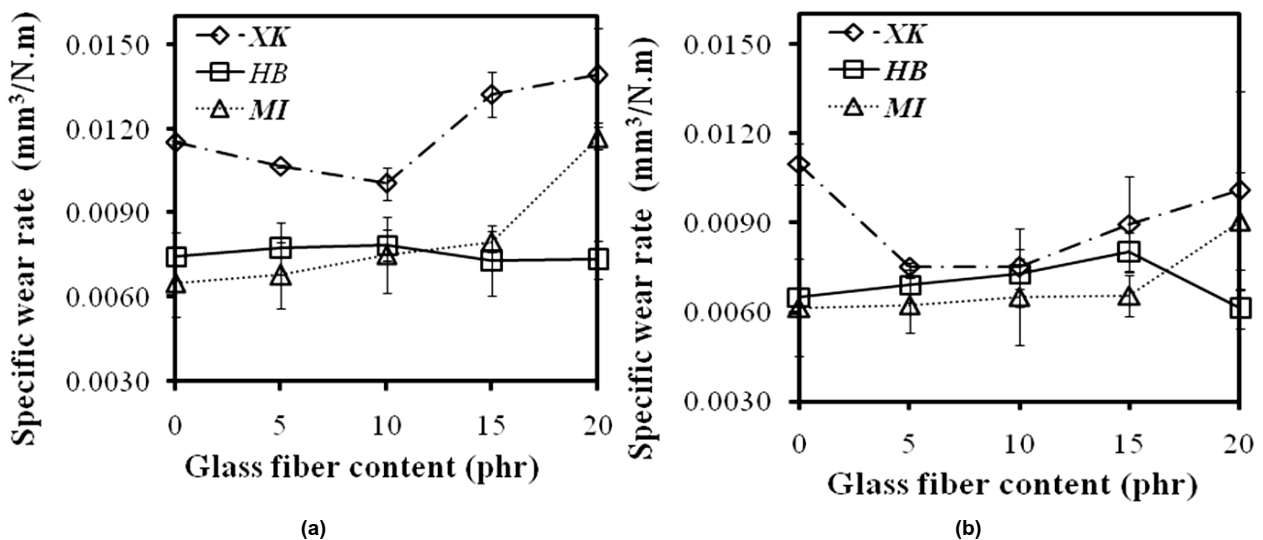
3.1 สมบัติเชิงกล

รูปที่ 1 แสดงสมบัติความทนทานต่อการดัดของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์และผงไม้ชนิดต่างๆ ที่เติมเส้นใยแก้วที่ปริมาณ 0-20 ส่วนในร้อยส่วน พบว่า เมื่อปริมาณเส้นใยแก้วเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ค่าความทนทานต่อการดัดของวัสดุเชิงประกอบในกรณีไม้ทั้งสามชนิดมากขึ้น เนื่องจาก ผลของความแข็งแรงของเส้นใยแก้ว และความเข้ากันได้ (Compatibility) ขององค์ประกอบซึ่งเกิดขึ้นจากการ

มีหมู่ฟังก์ชันทางเคมีที่มีขั้ว [2, 4] ส่วนผลของชนิดไม้พบว่า วัสดุเชิงประกอบที่ผสมเส้นใยแก้วกรณีไม้ยางพารามีค่าความทนทานต่อการดัดสูงที่สุด รองลงมาคือ กรณีไม้มะม่วงและไม้แดง ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของสุปรีตา เจียมตระกูล [7] โดยอธิบายจากผลของลักษณะฐานวิทยาของผงไม้เกี่ยวกับค่าสัดส่วนความยาวต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผงไม้ต่อการกระจายตัวในเมตริกซ์ กล่าวคือ กรณีไม้ยางพารามีค่าดังกล่าวที่ต่ำจึงทำให้สามารถกระจายตัวในเมตริกซ์ของวัสดุเชิงประกอบได้ดีกว่ากรณีไม้แดงและไม้มะม่วง [7]



รูปที่ 1 ความทนทานต่อการดัดของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์และผงไม้ชนิดต่างๆ ที่เติมเส้นใยแก้วในปริมาณ 0-20 ส่วน



รูปที่ 2 อัตราการสึกหรอจำเพาะของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงไม้ชนิดต่างๆ ที่เติมเส้นใยแก้วในปริมาณ 0-20 ส่วน ที่ระยะขั้วตูด (a) 2 กิโลเมตร และ (b) 4 กิโลเมตร

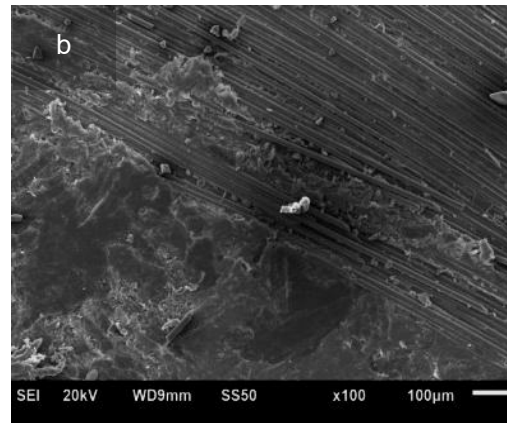
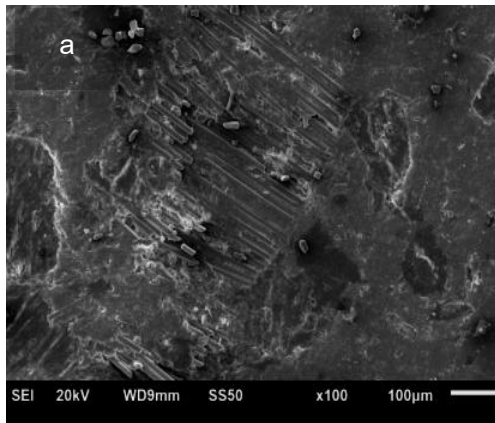
3.2 ความต้านทานต่อการสึกหรอ

รูปที่ 2 แสดงอัตราการสึกหรอจำเพาะของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์และผงไม้ชนิดที่เติมเส้นใยแก้วในช่วงปริมาณ 0-20 ส่วนในร้อยส่วน ผลการทดลองพบว่า ที่ระยะทางการขัดถู 2 กิโลเมตร ค่าอัตราการสึกหรอจำเพาะของวัสดุเชิงประกอบกรณีไม้แดงมีค่าสูงกว่ากรณีไม้ยางพาราและไม้มะม่วง ในขณะที่ผลของการเติมเส้นใยแก้วต่อค่าดังกล่าวมีแนวโน้มไม่แน่นอน ทั้งนี้คาดว่าเนื่องจากที่ระยะการขัดถู 2 กิโลเมตร การสึกหรอเกิดขึ้นเฉพาะที่บริเวณผิวหน้าของชิ้นงาน จึงทำให้กลไกการสึกหรอส่วนใหญ่เป็นผลที่เกิดขึ้นมาจากการสึกหรอของวัสดุผสมระหว่างพอลิไวนิลคลอไรด์และผงไม้ที่ปกคลุมผิวชิ้นงาน [7]

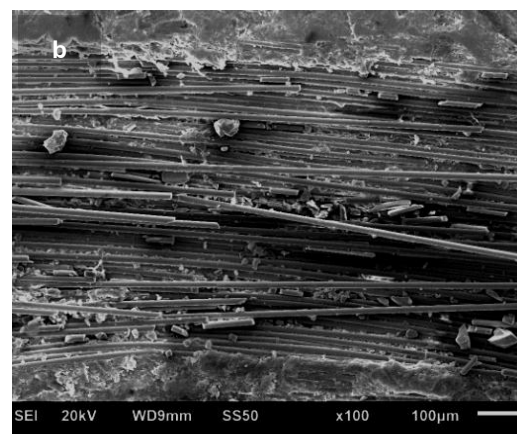
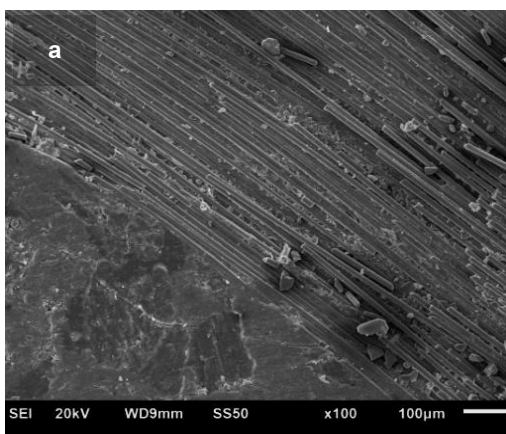
ส่วนผลของการเพิ่มระยะทางการขัดถูจาก 2 กิโลเมตรเป็น 4 กิโลเมตร พบว่า ค่าอัตราการสึกหรอจำเพาะในวัสดุผสมเส้นใยแก้ว โดยเฉพาะกรณีไม้แดงอย่างชัดเจน ทั้งนี้คาดว่า เป็นผลมาจากปริมาณเซลล์ลูสและความเข้ากันได้ระหว่างผงไม้และเส้นใยแก้ว ส่วนปรากฏการณ์ที่พบว่าค่าอัตราการสึกหรอจำเพาะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่ม

ระยะทางการขัดถูนั้น เป็นผลมาจากอิทธิพลของการเกิดความร้อนสะสมที่เกิดขึ้นระหว่างลัดขัดกับผิวของชิ้นงาน (Frictional heat) จนเกิดการสูญเสียเนื้อวัสดุมากขึ้น [8] ผลการทดลองที่แสดงดังรูปที่ 3 สามารถสังเกตเห็นได้ว่า ที่ระยะทางการขัดถู 4 กิโลเมตร ปริมาณเส้นใยแก้วบนพื้นผิวชิ้นงานทดสอบมีมากกว่าที่ระยะทางการขัดถู 2 กิโลเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลในการต้านทานการสึกหรอ

สำหรับผลของการเพิ่มปริมาณเส้นใยแก้วที่ระยะทางการขัดถู 4 กิโลเมตร (รูปที่ 2-b) พบว่า การเติมเส้นใยแก้วในกรณีไม้แดง ส่งผลให้ค่าอัตราการสึกหรอจำเพาะมีค่าลดลงอย่างชัดเจน โดยเฉพาะที่ปริมาณเส้นใยแก้ว 5-10 ส่วนโดยน้ำหนัก และเริ่มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเส้นใยแก้วสูงขึ้น (15-20 ส่วนในร้อยส่วน) ในขณะที่การเติมเส้นใยแก้วในกรณีไม้ยางพาราและไม้มะม่วงไม่ส่งผลต่อการลดลงของค่าอัตราการสึกหรอ หรืออาจกล่าวได้ว่าการเติมเส้นใยแก้วไม่สามารถปรับปรุงความต้านทานการสึกหรอของชิ้นงานในกรณีไม้ยางพาราและไม้มะม่วงได้



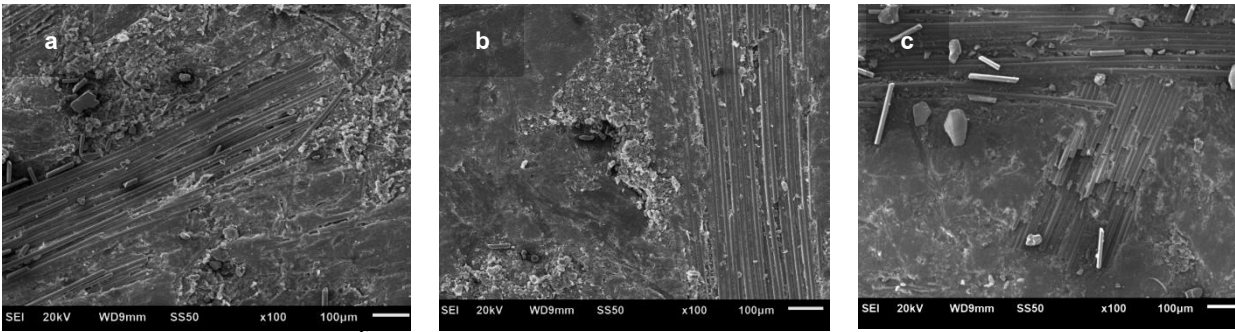
รูปที่ 3 แสดงลักษณะพื้นผิวของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงไม้แดงที่เติมเส้นใยแก้วที่ปริมาณ 10 ส่วนในร้อยส่วน ที่ระยะทางการขัดถู (a) 2 กิโลเมตร และ (b) 4 กิโลเมตร



รูปที่ 4 แสดงลักษณะพื้นผิวของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ผสมผงไม้แดงที่ปริมาณ (a) 10 ส่วน และ (b) 20 ส่วน ที่ระยะทางขัดถู 4 กิโลเมตร

รูปที่ 4 ได้เปรียบเทียบวัสดุเชิงประกอบกรณีไม้แดงที่ผสมเส้นใยแก้ว 10 ส่วนในร้อยส่วน (รูปที่ 4-a) และ 20 ส่วนในร้อยส่วน (รูปที่ 4-b) สามารถสังเกตเห็นได้ว่า ที่ปริมาณเส้นใยแก้วมีค่าสูง ลักษณะของเส้น

ใยแก้วจะเกิดการแตกหัก และส่งผลต่อความเข้ากันได้และการยึดเกาะกันระหว่างพอลิไวนิลคลอไรด์ ผงไม้ และเส้นใยแก้วจึงส่งผลให้ความต้านทานการสึกหรอของวัสดุดังกล่าวไม่มีค่าลดต่ำลง [10-11]



รูปที่ 5 แสดงลักษณะพื้นผิวของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์เส้นใยแก้วปริมาณ 15 ส่วนในร้อยส่วน โดย (a) ไม้แดง (b) ไม้ยางพารา และ (c) ไม้มะม่วง ที่ระยะทางชัดดู 4 กิโลเมตร

รูปที่ 5 แสดงลักษณะพื้นผิวของวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์ที่ผสมเส้นใยแก้ว 15 ส่วนในร้อยส่วน ที่ระยะทางชัดดู 4 กิโลเมตร สามารถสังเกตเห็นว่า ลักษณะของเส้นใยแก้วในกรณีไม้มะม่วง (รูปที่ 5-c) เกิดการแตกหักของเส้นใย (Fiber cracking) และการหลุดออกของเส้นใย (Fiber pull out) ที่มากกว่าเมื่อเทียบกับกรณีไม้แดง (รูปที่ 5-a) และกรณีไม้ยางพารา (รูปที่ 5-b) จากผลดังกล่าวจึงอาจส่งผลให้ขั้นตอนทดสอบการขัดถูมีอนุภาคของเส้นใยแก้วเข้าร่วมการขัดถู หรือเรียกว่า “การขัดถูแบบร่วม” (Three body diagram) [12-13] จึงทำให้พบว่าการเติมเส้นใยแก้วในวัสดุเชิงประกอบดังกล่าว ไม่ได้ช่วยเพิ่มความต้านทานของวัสดุเชิงประกอบ

4. บทสรุป

การเพิ่มปริมาณเส้นใยแก้วในวัสดุเชิงประกอบพอลิไวนิลคลอไรด์และผงไม้ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ไม้แดง ไม้ยางพารา และไม้มะม่วง ส่งผลให้ค่าความต้านทานต่อการตัดงอมีค่าสูงขึ้น โดยวัสดุเชิงประกอบกรณีไม้ยางพารามีค่าสูงสุด รองลงมาคือ ไม้มะม่วง และไม้แดง ตามลำดับ ส่วนผลของการเติมเส้นใยแก้วในวัสดุเชิงประกอบต่อสมบัติด้านความต้านทานการขัดถูพบว่า ที่ระยะการขัดถู 2 กิโลเมตร ผลของการเพิ่มปริมาณเส้นใยแก้วต่ออัตราการสึกหรอเฉพาะมีแนวโน้มไม่แน่นอนเมื่อพิจารณาที่ระยะการขัดถู 4 กิโลเมตร พบว่า การเติมเส้นใยแก้วในวัสดุเชิงประกอบกรณีไม้แดงส่งผลให้อัตราการสึกหรอเฉพาะมีการลดลงมากที่สุดที่ปริมาณ 5-10 ส่วนในร้อยส่วน (แต่ยังคงมีค่าสูงกว่ากรณีไม้ยางพาราและไม้มะม่วง) โดยจากภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคในกรณีไม้แดงที่ระยะการขัดถู 4 กิโลเมตร แสดงให้เห็นว่าเส้นใยแก้วมีการจัดเรียงตัวที่เป็นระเบียบไปตามทิศทางแนวแรง

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัย ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยภายใต้โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. ปี 2554 (รหัสโครงการ MRG 5455037) ทุนเมธีวิจัยอาวุโส สกว. (รหัสโครงการ RTA52820008) และโครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ (National Research University Program, NRU) รวมถึง บริษัท วี พี วู้ด จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์หัตถ์ถูดิบและทุนสนับสนุนสมบัติ

เอกสารอ้างอิง

1. Chetanachan, W., Sookkho, D., Sutthitavil, W., and Sinsermsuksakul, R. 2001. PVC wood: A new look in construction. *Journal of Vinyl and Additive Technology*, pp. 56-69.
2. Sombatsompop, N., Chaochanchaikul, K. and Tungjitpornkull S. 2007. Mechanical Characterization of E-Chopped Strand Glass Fiber Reinforced Wood/PVC Composites. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*. Vol. 20, pp. 535-550.
3. อรุณา สรวารี. 2546. สารเติมแต่งพอลิเมอร์ เล่ม 1. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ, หน้า 12 – 16, 39 – 50, 65, 86, 107 – 111.
4. Pan, G., Guo, Q., Zhang, W., Tian, A. 2009. Fretting Wear Behaviors of Nanometer Al_2O_3 and SiO_2 Reinforced PEEK Composites. *Wear*. Vol. 266, pp. 1208-1215.
5. Sombatsompop, N. and Chaochanchaikul, K. 2004. Effect of Moisture Content on Mechanical Properties, Thermal and Structural Stability, and Extrudate Texture of PVC/Wood Sawdust Composites. *Polymer International*. Vol 9, pp. 1210-1218.
6. Jia, B. B., Li, T. S., Liu, X. J. and Cong, P. H., 2007. Tribological behaviors of several polymer-polymer sliding combinations under dry friction and oil-lubricated conditions. *Wear* 262 (11-12), pp. 1353-1359.
7. สุปรีดา เจียมตระกูล. 2553. ผลของเส้นใยไม้ธรรมชาติและเส้นใยแก้วสังเคราะห์ที่มีต่อการต้านทานการสึกหรอของวัสดุเชิงประกอบพีวีซี, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

8. Liaoa, Y.S., McKellopa, H., Lua, Z., Campbell, P., Benyaa, P., 2003. The Effect of Frictional Heating and Forced Cooling on the Serum Lubricant and Wear of UHMW Polyethylene Cups Against Cobalt–Chromium and Zirconia Balls. *Biomaterials*. Vol. 24, pp. 3047–3059.
9. Jiang, H., Kamdem, D.P., Bezubic, B. and Ruede, P. 2003. “Mechanical Properties of Poly(vinyl chloride)/Wood Flour/Glass Fiber Hybrid Composites. *Journal of Vinyl and Additive Technology*. Vol. 9, pp. 138-145.
10. Guijun Xian., Zhong Zhang. 2005. Sliding wear of polyetherimide matrix composites I. Influence of short carbon fibre reinforcement. *Wear* 258, pp. 776-782.
11. Harsha, A.P., Tewari, U.S., Venkatraman, B. 2003. Three-body Abrasive Wear Behaviour of Polyaryletherketone Composites. *Wear*. Vol. 254, pp. 680-692.
12. Yamane, M., Stolarski, T.A., Tobe, S., 2008. Influence of Counter Material on Friction and Wear Performance of PTFE–Metal Binary Coatings. *Tribology International*. Vol. 41, pp. 269–281.
13. Jia, B.B., Li, T.S., Liu, X.J., Cong, P.H. 2007. Tribological Behaviors of Several Polymer– Polymer Sliding Combinations Under Dry Friction and Oil-Lubricated Conditions. *Wear*. Vol. 262, pp. 1353–1359.