

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวัสดุผสมที่เสริมแรงด้วยเส้นใยไฟเบอร์และท่อนาโนคาร์บอน โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาได้แก่ การไม่ผ่านและผ่านการดัดแปรเส้นใยด้วยด่าง เพื่อให้เส้นใยเกิดการยึดเกาะกับอีพ็อกซีเรซินได้ดีขึ้น จากนั้นหาขนาดความยาวเส้นใยที่ส่งผลต่อสมบัติเชิงกลดีที่สุดของวัสดุผสม จาก 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิเมตร แล้วจึงหาสัดส่วนท่อนาโนคาร์บอนที่เหมาะสมที่สุด จาก 2, 4, 6, 8 และ 10 wt% และนำวัสดุผสมที่ได้ไปทดสอบสมบัติเชิงกลบางอย่าง คือ เปอร์เซ็นต์การยืดตัว มอดูลัสของยัง, ความต้านทานแรงดึง, ความต้านทานแรงอัด, ความต้านทานแรงกระแทก, ความหนาแน่น และวิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคด้วย SEM

5.1.1 ผลการศึกษาเส้นใยไฟเบอร์ทั้งไม่ผ่านและผ่านการดัดแปร ที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลบางอย่างของวัสดุผสม

จากการทดลองพบว่า การดัดแปรเส้นใยไฟเบอร์ด้วยด่าง (NaOH) ก่อนขึ้นรูปวัสดุผสม พบว่าสามารถเพิ่มสมบัติเชิงกลให้กับวัสดุผสม คือ ความต้านทานแรงดึง (42.15 MPa) ค่ามอดูลัสความต้านทานแรงอัด (7865.62 MPa) และความต้านทานต่อแรงกระแทก (45168.80 J/m²) ได้ดีที่สุด

5.1.2 ผลของการศึกษาวัสดุผสมระหว่างอีพ็อกซีเรซินและเส้นใยไฟเบอร์ในขนาดความยาวต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลบางอย่าง

จากการทดลองพบว่า สมบัติเชิงกลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อความยาวเส้นใยไฟเบอร์มากขึ้น และพบว่า เส้นใยไฟเบอร์ที่มีความยาว 10 มิลลิเมตร จะให้ความต้านทานแรงดึง (42.13 MPa) ค่ายังมอดูลัส (333.44 MPa) ค่ายังมอดูลัสความต้านทานแรงกดอัด (7865.62 MPa) และค่าความต้านทานแรงกระแทก (60783.16 J/m²) สูงที่สุด ส่วนเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของวัสดุผสมเสริมแรงด้วยเส้นใยไฟเบอร์ขนาดความยาวต่างๆ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าน้อยกว่าอีพ็อกซีเรซิน

5.1.3 ผลของการศึกษาวัสดุผสมระหว่างอีพ็อกซีเรซินกับเส้นใยไฟเบอร์และท่อนาโนคาร์บอนที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลบางอย่าง

จากการทดลองพบว่า สัดส่วนท่อนาโนคาร์บอน 2 wt% ให้ค่าความต้านทานแรงดึง (43.26 MPa) ค่ามอดูลัสของยัง (353.44 MPa) และค่ามอดูลัสความต้านทานแรงกดอัด (7986.83 MPa) สูงที่สุด ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์การยึดตัวมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าน้อยกว่าอีพ็อกซีเรซิน ในขณะที่ค่าความต้านทานแรงกระแทกในสัดส่วนท่อนาโนคาร์บอน 4 wt% มีค่าความต้านทานแรงกระแทกสูงสุด (450694.44 J/m²) ซึ่งไม่สัมพันธ์กับค่าความต้านทานแรงดึง อาจเนื่องจากการวางตัวของเส้นใยและอันตรกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างอนุภาคกับอนุภาคและอนุภาคกับเส้นใยมีลักษณะแตกต่างกัน เมื่อสัดส่วนท่อนาโนคาร์บอนเพิ่มขึ้น ทำให้ท่อนาโนคาร์บอนจับกันเป็นกลุ่มก้อน ซึ่งจะส่งผลให้สมบัติเชิงกลวัสดุลดลง

5.1.4 ผลของการศึกษาความหนาแน่นของวัสดุผสม

ความหนาแน่นของวัสดุผสม ในทุกๆ กรณีที่ทำการศึกษา พบว่า ความหนาแน่นของวัสดุผสมมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ยังมีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับอีพ็อกซีเรซิน

5.1.5 การศึกษาลักษณะพื้นผิวที่เสียหาย

5.1.5.1 วัสดุผสมที่เสริมแรงด้วยเส้นใยไฟเบอร์ทั้งที่ไม่ได้ผ่านการดัดแปร และเส้นใยที่ผ่านการดัดแปร

จากการศึกษา พบว่า วัสดุผสมที่เสริมแรงด้วยเส้นใยที่ผ่านการดัดแปร มีช่องว่างระหว่างเมทริกซ์และเส้นใยลดลง ส่งผลให้การยึดเกาะเกิดได้ดี และทำให้สมบัติเชิงกลมีค่ามากกว่าวัสดุผสมเสริมแรงด้วยเส้นใยที่ไม่ผ่านการดัดแปรด้วย

5.1.5.2 วัสดุผสมระหว่างอีพ็อกซีเรซินและเส้นใยไฟเบอร์ในขนาดความยาวต่างๆ

จากการศึกษา พบว่า วัสดุผสมเสริมแรงด้วยเส้นใยไฟเบอร์ขนาดความยาว 10 mm มีการยึดเกาะของเส้นใยและเมทริกซ์ดีที่สุด มีช่องว่างเล็กๆ รอบๆ เส้นใยและหลุมอันเนื่องมาจากฟองอากาศน้อย ผิวเส้นใยมีความขรุขระมาก ดังนั้นการยึดเกาะของพันธะระหว่างเมทริกซ์และเส้นใยจึงมีความแข็งแรง (High strength) และมีความแข็งตึง (Stiffness) สูง

5.1.5.3 วัสดุผสมระหว่างอีพ็อกซีเรซินกับเส้นใยไฟเบอร์และท่อนาโนคาร์บอนในสัดส่วนต่างๆ

จากการศึกษา พบว่า ท่อนาโนคาร์บอนมีการเกาะกลุ่มและกระจุกตัวกันเล็กน้อยถึงมากอย่างชัดเจน อาจเป็นผลมาจากสัดส่วนท่อนาโนคาร์บอนที่เติมมากเกินไปส่งผลให้เกิดแรงอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคกับอนุภาค หรือเกิดเนื่องจากกระบวนการ Ultrasonication ยังไม่สามารถทำให้การเกาะตัว (Agglomerate) ของ ท่อนาโนคาร์บอนหลุดออกจากกันได้มากนัก

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. ศึกษาวิธีการตัดแปรเส้นใยด้วยกระบวนการอื่นๆ ที่ส่งผลต่อสมบัติเชิงกลของวัสดุ
2. ศึกษาผลของขนาดความยาวเส้นใยในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น
3. ท่อนาโนคาร์บอนควรเติมในสัดส่วนที่น้อยลง หรืออาจจะน้อยกว่า 2 wt%
4. ท่อนาโนคาร์บอนที่นำมาใช้ควรมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 95% เพื่อลดความผิดพลาดของผลการวิจัย
5. หาวิธีทำให้ท่อนาโนคาร์บอนมีการกระจายตัวในเมทริกซ์เพิ่มมากขึ้น เช่น การสั่นท่อนาโนคาร์บอนในแอลกอฮอล์ก่อนการนำไปสั่นด้วย ultrasonication
6. ศึกษาพอลิเมอร์ชนิดอื่นเพื่อนำมาใช้เป็นเมทริกซ์ในการขึ้นรูปวัสดุผสม