



การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกลของวัสดุจากกระบวนการ dry carbon Study of parameters that effect mechanical properties of Dry Carbon material

ตะวันฉาย โพธิ์หอม^{1*} และ ถนัดกิจ ศรีโชค¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

*E-mail: tawanchai.p@ubu.ac.th

Tawanchai Phohom^{1*} and Thanatkij Sechok¹

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Ubonratchathani University

*E-mail: tawanchai.p@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยในกระบวนการผลิตที่มีผลต่อสมบัติทางกลของวัสดุคาร์บอนไฟเบอร์ โดยมีวิธีการศึกษาดังนี้ จำนวนชั้นผ้าที่จัดเรียง 2 ชั้นและการเรียงชั้นผ้าเป็นมุม 60 และ 90 องศา วัสดุที่นำมาเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ ผ้าคาร์บอนไฟเบอร์ 6k 320 กรัม และ อีพ็อกซีเรซิน ER550 เจลไทม์ 20 นาที ทำการทดสอบตามมาตรฐานด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงซึ่งสมบัติทางกลที่ทำการศึกษา ได้แก่ค่า ความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) พบว่าชิ้นงานที่ทำการผลิตจำนวนชั้นผ้า 2 ชั้นจะทำให้ค่าสัดส่วนของเส้นใยต่อปริมาตรและความหนา มีค่าคงที่ โดยค่าความแข็งแรงของวัสดุคาร์บอนไฟเบอร์ที่ผ่านกระบวนการผลิตที่มีมุม 90 องศาจำนวนชั้นผ้า 2 ชั้นมีค่าความต้านทานแรงดึงมากที่สุด ดังนั้นชนิดของ hardener และมุมที่จัดเรียงของผ้ามีผลต่อความต้านทานแรงดึง

คำหลัก คาร์บอนไฟเบอร์ กระบวนการผลิตแบบคาร์บอนแห้ง สมบัติทางกลของวัสดุ

Abstract

This research is intended to study the factors affecting the mechanical properties of carbon fiber materials. The method used number of fabric layers in 2 layers and arranged fabric layers in angle of 60 and 90 degrees. Materials included carbon fiber fabric 6k 320g and epoxy resin ER550 gel time 20 minutes. The tensile strength test showed that the workpiece produced two layers of fabric, resulting in a constant ratio of fiber to volume and thickness. The strength of the carbon fiber material used in the production process is 90 degrees and the number of layers of fabric is 2 layers has the highest tensile strength. Therefore, type of hardener and the degree of arranged layers affects the tensile strength.

Keywords: Carbon fiber Dry carbon processing Mechanical properties of materials

1. บทนำ

ปัจจุบันแนวโน้มความต้องการทางการตลาดที่ต้องการวัสดุมีน้ำหนักเบาและแข็งแรงเพื่อประสิทธิภาพการใช้งานและความปลอดภัยของผู้บริโภคดังนั้นการใช้วัสดุประเภท

คอมโพสิตจึงมีมากขึ้นตามความต้องการและกระบวนการ dry carbon เป็นหนึ่งในการบวนการผลิตคาร์บอนไฟเบอร์ (Carbon Fiber) ที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมยานยนต์หรืออุตสาหกรรมการบินและเทคโนโลยีระดับสูง



อย่างการผลิตอาวุธเรื่อยไปจนถึงสิ่งของที่พบได้ทั่วไปอย่าง อุปกรณ์กีฬา คาร์บอนไฟเบอร์ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้แทน โลหะบางประเภทเนื่องจากคุณสมบัติของคาร์บอนไฟเบอร์ มี น้ำหนักเบา มีความเหนียวและแข็งแรงต่อน้ำหนักสูง และยัง มีสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี ทนต่อการกัดกร่อนจาก สารเคมี

คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุเป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวกับการ ด้านทานการเปลี่ยนรูปของวัสดุ เมื่อถูกแรงภายนอกมา กระทำในลักษณะต่างๆ เช่น ความแข็ง (Hardness) ความ แข็งแรง (Strength) ความเหนียว (Ductility) เป็นสิ่งที่จะ บอกถึงความสามารถของวัสดุที่จะรับหรือทนทานแรง หรือ พลังงานเชิงกลภายนอกที่มากระทำได้มากน้อยเพียงใด ใน งานวิศวกรรมคุณสมบัติเชิงกลมีความสำคัญเนื่องจากจะต้อง มีกระบวนการเลือกใช้วัสดุซึ่งสิ่งแรกที่จะนำมาพิจารณาได้แก่ คุณสมบัติเชิงกล ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งการศึกษาปัจจัยที่มีผล ต่อคุณสมบัติทางกลของวัสดุจากกระบวนการแบบคาร์บอน แห้ง (dry carbon) เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้าน การผลิตวัสดุคอมโพสิตต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายทรงพล สุธรรมแจ่ม และ นายวัฒนา นาคนวล [1] ได้ทำการศึกษาจำนวนชั้นของผ้าคาร์บอนไฟเบอร์ในการผลิต โดยกระบวนการผลิตคาร์บอนแบบแห้งพบว่า การเพิ่มจำนวน ชั้นของการวางผ้าคาร์บอนไฟเบอร์เป็นการเพิ่มความแข็งแรง ให้กับวัสดุจากผ้าคาร์บอนไฟเบอร์ และในงานวิจัยของนาย ศรุต ศรีสันติสุขและคณะ [2] ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบ ความต้านทานแรงดึงของวัสดุคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใย ใฝ่ ไยแก้ว และคาร์บอนไฟเบอร์ ผลการทดสอบแรงดึงพบว่า คาร์บอนไฟเบอร์มีคุณสมบัติที่ดีที่สุด นอกจากนี้การศึกษาคู การเตรียมและคุณสมบัติเชิงกลของยางลามิเนตที่เสริมแรงด้วย ผ้าคาร์บอนไฟเบอร์ของนายวุฒิชัย ไทยเจริญ [3] ได้ ทำการศึกษาคุณสมบัติการยึดติดกันระหว่างผ้าคาร์บอนไฟ เบอร์กับยางธรรมชาติ โดยทดสอบมาตรฐานสากล ASTM ซึ่งศึกษาปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพแรงเสริม พบว่าความหนาของผ้าคาร์บอนไฟเบอร์และจำนวนชั้นมีผล ต่อคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุคอมโพสิต

3. วิธีการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตวัสดุ คาร์บอนไฟเบอร์มีจุดประสงค์เพื่อหาปัจจัยของคุณสมบัติทาง กลของคาร์บอนไฟเบอร์จึงมุ่งเน้นที่จะทำชิ้นงานให้มีคุณภาพ โดยควบคุมถึงทั้งการผลิตและการทดสอบเพื่อนำค่าสมบัติ ทางกลมาวิเคราะห์ค่าโดยมีการแบ่งขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.1 กำหนดลักษณะและวิธีการผลิต

จากการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับวัสดุคาร์บอนไฟ เบอร์และปัจจัยที่ส่งผลต่อความแข็งแรงซึ่งมีหลายปัจจัย ด้วยกันโดยโครงงานนี้เลือกผลิตวัสดุคาร์บอนไฟเบอร์ที่มีการ เรียงชั้นผ้าที่ต่างกันและการเรียงผ้าทำมุมที่ต่างกันและใช้อีพ็อกซี่ เรซินคุณภาพราคาแพงและราคาถูก โดยวัสดุประกอบที่ เลือกนำมาใช้ได้แก่ผ้าคาร์บอน 6k และตัวประสานเป็น Epoxy ER550 เนื่องจากตัวเนื้อวัสดุในการนำมาทำสามารถ เข้ากันได้ดีนิยมนำไปใช้งานผลิตทั่วไปและสามารถหาซื้อได้สะดวก โดยใช้ชิ้นงานทดสอบมีขนาด 5x19 เซนติเมตร

3.2 การผลิตชิ้นงาน

การผลิตชิ้นงานทดสอบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 วัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์สำหรับทดลอง

จัดเตรียม วัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์สำหรับทดลองดังนี้

1. ผ้าคาร์บอนไฟเบอร์ 6K
2. อีพ็อกซี่ เรซิน ER550
3. hardenner ER550
4. น้ำยาถอดแบบ
5. ทราย ขนาด 10 mm
6. ฟิล์มสุญญากาศ
7. เทปกาว
8. เครื่องปั๊มสุญญากาศ
9. อุปกรณ์ชั่ง ตวง
10. เครื่องทดสอบความแข็งแรง

3.2.2 การผสมเรซิน

การผสมเรซินต้องใช้ความระมัดระวังเนื่องจากมักเกิด ปัญหาได้ง่าย เช่น เกิดฟองอากาศมาก เรซินไม่แข็ง แข็งเร็ว เกินไป แข็งจนเปราะ อัตราการผสมผิดพลาด การผสมที่ ถูกต้องมีขั้นตอนดังนี้



3.2.2.1. การเตรียมเรซิน

ทำการผสมอีพ็อกซี เรซิน ER550 กับ hardener ER550 โดยมีอัตราส่วน 100: 35

3.2.2.2. การคนส่วน

ระมัดระวังกับอัตราส่วนผสมที่ถูกต้อง โดยต้องเริ่มต้นจากภาชนะที่ใส่เรซินต้องเรียบทั้งก้นและด้านข้างภาชนะ เช่น แก้วพลาสติก การคนให้ใช้ไม้คนกวนเบา ๆ ไม่ให้เกิดฟองอากาศ ห้ามคนแบบตีไข่ หรือใช้แปรงทาสีคน เน้นกวนที่ด้านข้างและก้นภาชนะซึ่งมักเป็นจุดอับ คนจนส่วนผสมต่างๆ เข้าเป็นเนื้อเดียวกันจึงสามารถใช้งานได้

3.2.3 ขั้นตอนการทำชิ้นงานคาร์บอนไฟเบอร์

ขั้นตอนการทำชิ้นงานคาร์บอนไฟเบอร์มีขั้นตอนดังนี้

3.2.3.1 นำฐานรองแผ่นคาร์บอนไฟเบอร์ทาน้ำยาถอดแบบแล้วผ้าคาร์บอนที่ตัดไว้วางลงบนแผ่นฐานที่ทาน้ำยาถอดแบบนำผ้าคาร์บอนอีกแผ่นมาวางซ้อนกันเป็นมุม ดังนี้ 60 และ 90 องศาตามลำดับแล้วติดเทปกาวรอบแผ่นคาร์บอน



รูปที่ 1 การวางผ้าและติดกาว

3.2.3.2 ใช้แปรงจุ่มน้ำยาเรซินทาให้ทั่วแผ่น

คาร์บอนไฟเบอร์ทาเบาๆ เพราะเส้นใยอาจจะหลุดได้และให้รีบทาเพราะน้ำยาจะแข็งก่อน



รูปที่ 2 การใช้แปรงทาเรซิน

3.2.3.3 นำสายยางต่อเข้าติดกับเทปกาวที่ติดรอบ

แผ่นคาร์บอนและครอบถุงสุญญากาศ



รูปที่ 3 การครอบถุงสุญญากาศและวางท่ออย่าง

3.2.3.4 ตรวจสอบรอยรั่วอีกครั้งเมื่อแน่ใจแล้วให้

ทำการเปิดปั๊มลมสุญญากาศประมาณ 10 นาทีแล้วปิดเครื่อง หรือจนกว่าน้ำยาเรซินซึมเข้าเนื้อผ้าจนหมด



รูปที่ 4 ต่อสายเข้าเครื่องปั๊มลม

3.2.3.5 รอจนแห้งแล้วแกะแผ่นคาร์บอนออก ตัด

ชิ้นงานขนาด 5x19 เซนติเมตร



รูปที่ 5 รูปชิ้นงานที่ได้

3.3 ทดสอบชิ้นงานและคำนวณค่าสมบัติทางกลของชิ้นงาน การวัดค่าแรงดึง

อุปกรณ์ในการทดลองได้แก่ เครื่องทดสอบบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine) ดังแสดงในรูปที่ 6 และ 7



รูปที่ 6 เครื่องทดสอบบอเนกประสงค์



รูปที่ 7 การทดสอบชิ้นงาน

4. ผลการวิจัย

สมบัติทางกลของวัสดุคาร์บอนไฟเบอร์ที่มีการจัดเรียงตัวแบบ 60 องศา แบบ 90 องศา เวลา 8 กับ 10 นาทีและ การใช้น้ำยาอีพ็อกซีเรซินแบบ nonpromote และแบบ promote ที่ผลิตจากกระบวนการผลิตแบบสูญญากาศนำมาเปรียบเทียบกับสมบัติทางกลที่ได้จากการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบทดสอบแรงดึง จากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์และสรุปผลค่าที่ได้จากเครื่องทดสอบความแข็งสมบัติทางกลของชิ้นงานทดสอบแบบเรียงผ้า 2 ชั้นเวลา 8 นาที แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสมบัติทางกลที่คำนวณหาความแข็งแรงของการผลิตแบบเรียงผ้า2ชั้น ในเวลา 8 นาที

ขนาดมม	ความต้านทานแรงดึง (TensileStrength (kgf.))	
	Epoxy Resin (promote)	Epoxy Resin (nonpromote)
60	305	380
90	400	440
เฉลี่ย	353	410

จากตารางแสดงให้เห็นว่ามมนั้นมีผลต่อความต้านแรงดึงโดยมมที่องศาเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้นด้วย โดยที่มม 90 องศา มีค่าความต้านทานแรงดึงเฉลี่ยอยู่ที่ 410 kgf. ซึ่งมีค่าสูงสุด ตามด้วยมม 60 องศา และค่าที่ได้จากเครื่องทดสอบความแข็งสมบัติทางกลของชิ้นงานทดสอบแบบเรียงผ้า 2 ชั้นเวลา 10 นาที แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสมบัติทางกลที่คำนวณหาความแข็งแรงของการผลิตแบบเรียงผ้า2ชั้น ในเวลา 10 นาที



ขนาดมูม	ความต้านทานแรงดึง (TensileStrength (kgf.))	
	Epoxy Resin (promote)	Epoxy Resin (nonpromote)
60	410	525
90	445	598
เฉลี่ย	430	562

จากตารางแสดงให้เห็นว่ามูมนั้นมีผลต่อความต้านแรงดึงโดยมูมที่ท้องคาเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้นด้วย โดยที่มูม 90 องศา มีค่าความต้านทานแรงดึงเฉลี่ยอยู่ที่ 562 kgf. ซึ่งมีค่าสูงสุด ตามด้วยมูม 60 องศา

ตารางที่3 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกลของแต่ละกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิต	ความต้านทานแรงดึง (TensileStrength (kgf.))
ผ้า 2 ชั้น 60 องศา 8 นาที แบบ Promote	353
ผ้า 2 ชั้น 90 องศา 10 นาที แบบ Promote	410
ผ้า 2 ชั้น 60 องศา 8 นาที แบบ Nonpromote	430
ผ้า 2 ชั้น 90 องศา 10 นาที แบบ Nonpromote	562

จากตารางแสดงให้เห็นว่ามูมนั้นมีผลต่อความต้านแรงดึงโดยมูมที่ท้องคาเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้นด้วย โดยในการทดลองครั้งนี้จำนวนชั้นผ้าที่ 2 ชั้นมีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดและมูม 90 องศา ส่วนมูม 60 องศา มีค่าความต้านทานแรงดึงต่ำกว่า

5. สรุปผล

จากผลศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตค่าสมบัติทางกลของวัสดุคาร์บอนไฟเบอร์ โดยทำการศึกษาจำนวนชั้นผ้าที่จัดเรียงจำนวน 2 ชั้นและการเรียงชั้นผ้าเป็นมูม 60 45 และ 90 องศา วัสดุที่นำมาเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ ผ้าคาร์บอนไฟเบอร์ 6k 320g. และอีพ็อกซีเรซิน ER550 โดยมี hardener แบบ promote และ nonpromote ทำการ

ทดสอบตามมาตรฐานด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงซึ่งสมบัติทางกลที่ต้องการจะศึกษา ได้แก่ค่า ความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength : kgf) พบว่าชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการผลิตที่มีมูม 90 องศาแบบ nonpromote มีค่าความแข็งแรงดึงมากที่สุดดังนั้นชนิดของ hardener และมูมที่จัดเรียงของผ้ามีผลต่อความต้านทานแรงดึงของวัสดุคอมโพสิตที่ผลิตโดยกระบวนการแบบคาร์บอนแห้ง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

เอกสารอ้างอิง

- [1]นาย ทรงพล สุธรรมแจ่ม และ นายวัฒนา นาคนวน, การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตแบบคาร์บอนแห้ง (Study of effect on echanical propertie of dry carbon process), ปริญญา นิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, พ.ศ. 2559
- [2] ศรุต ศรีสันติสุข สัมพันธ์ ไชยเทพ ดามร บัณฑุรัตน์ และ ชาย รังสิยากุล, การเปรียบเทียบความต้านทานแรงดึงของวัสดุคอมโพสิตเสริมแรงด้วยเส้นใยไฟเบอร์แก้ว และ คาร์บอนไฟเบอร์, การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13 The 13th Annual Conference of Thai Society of Agricultural Engineering International Conference on Agricultural Engineering : Agro-Techno Fu, พ.ศ. 2553
- [3] วุฒิชัย ไทยเจริญ. การเตรียมและสมบัติเชิงกลของยางลามิเนตที่เสริมแรงด้วยผ้าคาร์บอนไฟเบอร์, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, พ.ศ. 2553
- [4] ไพโรจน์ สิงหนัดกิจ, สมบัติทางกล (Mechanical Properties), สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พ.ศ. 2455