ผลกระทบของอุณหภูมิและประเภทน้ำต่อสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพีลีนและผงไม้ยางพารา

Effect of Temperatures and Water Types on Water Absorption of Rubberwood Flour-Polypropylene Composites

ชาตรี หอมเขียว[1]* ธเนศ รัตนวิไล[2] สุรสิทธิ์ ระวังวงศ์[1] วรพงค์ บุญช่วยแทน[1]

[1]สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[2]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[1]หน่วยวิจัยเทคโนโลยีการแปรรูปวัสดุ (Materials Processing Technology Research Unit)

* Corresponding Author, E-mail: chatree.h@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลกระทบของอุณหภูมิและประเภทของน้ำต่อสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพีลีนรีไซเคิลและผงไม้ยางพารา ในการขึ้นรูปวัสดุเชิงประกอบเป็นชิ้นงานตัวอย่างกระทำโดยการใช้เครื่องอัดรีดแบบเกลียวหนอนคู่ และจากการทดลองพบว่า การดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบเพิ่มขึ้นตามปริมาณผงไม้ที่เติมเป็นส่วนผสมและตามเวลาการแช่น้ำที่ยาวนานขึ้น ซึ่งปริมาณการดูดซับน้ำสูงที่สุด คือ 3.91 % และการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำจาก 25 ถึง 65 ^{o}C มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบ นอกจากนี้วัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพีลีนรีไซเคิลและผงไม้ยางพาราที่แช่ในน้ำทะเลอ่าวไทยมีอัตราการดูดซับน้ำที่ต่ำกว่าการแช่ในน้ำประปา เช่นเดียวกันการลดลงที่สูงกว่าของค่าความแข็งแรงดัดและค่ามอดูลัสการดัดเกิดขึ้นในวัสดุเชิงประกอบที่ถูกแช่ในน้ำประปา ซึ่งลดลง 21.9 % และ 37.9 % ตามลำดับ

คำสำคัญ : วัสดุเชิงประกอบพลาสติกและไม้ ผงไม้ยางพารา การดูดซับน้ำ อุณหภูมิ

Abstract

This article presents an effect of temperatures and water types on water absorption of recycled polypropylene (rPP) composites reinforced with rubberwood flour (RWF). The composite materials were produced into sample panels by using a twin-screw extruder. According to the test results, water absorption (WA) of the composites increased with RWF content and immersion time. The WA content is highest about 3.91%. An increase of the water temperature levels from 25 to 65 ^{o}C significantly increased the WA of the composites. The composites soaked in Thailand Gulf water had smaller water absorption than in tap water. Likewise, reduction in flexural strength and modulus of the composites after immersing in Thailand Gulf water is lower than in tap water, decreasing 21.9% and 37.9%, respectively.

Keywords : Wood-plastic composites, rubberwood flour, water absorption, temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

ในปัจจุบันวัสดุเชิงประกอบพลาสติกและไม้ (Wood-plastic composites; WPCs) เป็นวัสดุประเภทหนึ่งที่กำลังเติบโตเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมยานยนต์ ก่อสร้าง เรือ อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องใช้ไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์อุปโภคบริโภค การบิน และอวกาศ [1] เนื่องจากมีข้อดีหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับไม้จากธรรมชาติ เช่น ต้นทุนการบำรุงรักษาต่ำ ความทนทานและต้านทานเชื้อราสูง ความเสถียรทางด้านรูปร่างสูง ดูดซับน้ำน้อย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถนำมารีไซเคิลได้เช่นเดียวกับวัสดุประเภทเทอร์โมพลาสติกทั่วไป [1, 2] ดังนั้นแนวโน้มของการประยุกต์ใช้วัสดุชนิดนี้ในอนาคตจะเพิ่มสูงขึ้น

การประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติกำลังได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมวัสดุเชิงประกอบพลาสติก เนื่องจากมีข้อดีจำนวนมาก เช่น สามารถรีไซเคิลได้ ราคาถูก ไม่ส่งผลให้เครื่องจักรเกิดการสึกหรอ และบริโภคพลังงานต่ำในการขึ้นรูป เป็นต้น เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยสังเคราะห์ เช่น เส้นใยแก้ว และเส้นใยคาร์บอน [1, 3] นอกจากนี้ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีทรัพยากรทางธรรมชาติเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะทรัพยากรที่เป็นเส้นใยธรรมชาติ เช่น แกลบข้าว ใยมะพร้าว ทะลายปาล์มน้ำมัน และขี้เลื่อยไม้ยางพารา เป็นต้น ต้นยางพาราถือได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เพราะให้ผลผลิตเป็นน้ำยางพาราเพื่อการแปรรูปและการส่งออก อย่างไรก็ตามเมื่อต้นยางมีอายุประมาณ 25 ปี จะถูกตัดเพราะให้ผลผลิตที่ไม่คุ้มค่าต่อการปลูกต่อไป ดังนั้นจึงเกิดขี้เลื่อยจากการตัดในกระบวนการต่างๆ จำนวนมาก และขี้เลื่อยเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรงให้พลาสติกได้อย่างมีประสิทธิภาพ Homkhiew และคณะ [4] ศึกษาผลกระทบของส่วนผสมต่อสมบัติทางกลของวัสดุเชิงประกอบที่เสริมแรงด้วยผงไม้ยางพารา และพบว่าค่ามอดูลัสการดัดและค่าความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างเป็นเส้นตรงตามปริมาณผงไม้ที่เติมเป็นส่วนผสม Rimdusit และคณะ [5] ศึกษาผลกระทบของขนาดผงไม้ยางพาราต่อสมบัติทางกลของวัสดุเชิงประกอบ พบว่าขนาดผงไม้ที่เหมาะสมต่อการปรับปรุงสมบัติทางกลของวัสดุเชิงประกอบมีขนาดประมาณ 200-300 μm

การใช้เส้นใยธรรมชาติมีข้อดีหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยสังเคราะห์ แต่ธรรมชาติของเส้นใยเป็นวัสดุที่มีความสามารถดูดซับน้ำสูง ทำให้มีผลกระทบทางลบต่อสมรรถนะของวัสดุเชิงประกอบพลาสติกและไม้ [6] ซึ่งจะจำกัดความสามารถการประยุกต์ใช้งานของวัสดุเชิงประกอบ เช่นเดียวกันอุณหภูมิและประเภทของน้ำถือเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบ เพราะน้ำแต่ละประเภทมีองค์ประกอบและความหนาแน่นที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ความสามารถการแทรกซึมของน้ำเข้าสู่โครงสร้างวัสดุเชิงประกอบไม่เท่ากัน ดังนั้นผลกระทบของอุณหภูมิและประเภทน้ำต่อสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบจำเป็นที่ต้องศึกษาเมื่อมีการพัฒนาวัสดุเชิงประกอบขึ้นมาใหม่ วัตถุประสงค์ของบทความนี้คือ ศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิและประเภทของน้ำต่อสมบัติการดูดซับน้ำ และสมบัติการดัดของวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพีลีนรีไซเคิลและผงไม้ยางพารา

2. วัสดุและวิธีการทดลอง

2.1 วัสดุ

ผงไม้จากต้นยางพารา (Rubberwood flour; RWF) ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรงในเมทริกซ์พลาสติก ซึ่งผงไม้เหล่านี้ได้รับมาจากโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราในจังหวัดสงขลา (ประเทศไทย) และพอลิโพรพีลีนรีไซเคิล (Recycled polypropylene; rPP) เกรด WT170 ถูกนำมาใช้ในการวิจัย ซึ่งจัดซื้อจากบริษัท วิทยาอินเตอร์เทรด จำกัด (ประเทศไทย) นอกจากนี้สารคู่ควบคือ Maleic anhydride-grafted polypropylene (MAPP) ถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อปรับปรุงการยึดเกาะระหว่างผงไม้และเมทริกซ์พลาสติก ซึ่งจัดซื้อจากบริษัท Sigma-Aldrich จำกัด (USA) สารหล่อลื่นที่ใช้เพิ่มความสามารถในการผลิตคือ พาราฟินแว็กซ์ ซึ่งจัดซื้อจากบริษัท Nippon Seiro จำกัด (Japan) และสารต้านทานรังสียูวีที่เลือกใช้คือ Hindered amine light stabilizer (HALS) มีชื่อการค้า MEUV008 ซึ่งได้รับจากบริษัท ทีเอช คัลเล่อร์ จำกัด (ประเทศไทย)

2.2 การขึ้นรูปชิ้นงานตัวอย่าง

ก่อนนำผงไม้ยางพาราไปใช้เป็นส่วนผสม ผงไม้เหล่านี้ถูกร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 180

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

μm และถูกอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 110 °C เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง เพื่อลดความชื้นในผงไม้ จากนั้นนำพอลิโพรพีลีน ผงไม้ยางพารา สารคู่ควบ สารหล่อลื่น และสารต้านทานรังสียูวีตามอัตราส่วนผสมที่แสดงในตารางที่ 1 ใส่ในเครื่องอัดรีดแบบเกลียวหนอนคู่ (รุ่น SHJ-36 จากบริษัท เอ็นแมช จำกัด ประเทศไทย) ที่มีการควบคุมอุณหภูมิอยู่ในช่วง 130-190 °C ความเร็วของเกลียวหนอนที่หมุน 50 รอบต่อนาที หลังจากนั้นวัสดุเชิงประกอบถูกอัดผ่านหัวขึ้นรูปขนาด 9 มม. × 22 มม. และระบายความร้อนในอากาศ

ตารางที่ 1 สูตรวัสดุเชิงประกอบพลาสติกและไม้

Sample code	rPP (%)	RWF (%)	MAPP (%)
rPP70RF25	70	25	3
rPP60RF35	60	35	3
rPP50RF45	50	45	3

หมายเหตุ: ทุกสูตรมีการผสมสารหล่อลื่น 1 % และสารต้านทานรังสียูวี 1%

2.3 การทดสอบการดูดซับน้ำ

การทดสอบการดูดซับน้ำเป็นการปฏิบัติตามมาตรฐาน ASTM D570-88 ซึ่งชิ้นงานทดสอบมีขนาด 4.8 มม. × 13 มม. × 26 มม. ก่อนการทดสอบชิ้นงานตัวอย่างถูกอบที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นในชิ้นงาน และชั่งน้ำหนักทันทีด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียด 0.001 กรัม และวัดความหนาด้วยเวอร์เนียร์ดิจิตอลที่มีความละเอียด 0.01 มม. จากนั้นนำชิ้นงานตัวอย่างไปแช่ในน้ำประปา (Tap water) และน้ำทะเลอ่าวไทย (Thailand Gulf water) ที่อุณหภูมิ 25, 35, 45, 55 และ 65 °C หลังจากครบเวลา 2 และ 24 ชั่วโมง ชิ้นงานถูกหยิบขึ้นจากน้ำ ถูกซับน้ำด้วยกระดาษทิชชู่ และถูกชั่งน้ำหนักทันทีเพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก ในแต่ละสูตรและเงื่อนไขการทดลองมีการทดสอบซ้ำ 5 ตัวอย่าง

2.4 การทดสอบสมบัติการดัด

การทดสอบดัดเป็นการทดสอบดัดแบบ 3 จุด (Three-point flexure test) โดยใช้เครื่องทดสอบเอนกประสงค์อินสตรอน รุ่น 5582 (Massachusetts, USA) และปฏิบัติตามมาตรฐาน ASTM D790-92 ซึ่งชิ้นงานทดสอบมีขนาด 4.8 มม. × 13 มม. × 100 มม. ระยะห่างของบ่ารองรับชิ้นงาน (Span) มีระยะ 80 มม. ความเร็วที่ใช้ทดสอบคือ 2 มม.ต่อนาที และทดสอบในอุณหภูมิ 25 °C นอกจากนี้ก่อนการแช่น้ำชิ้นงานตัวอย่างถูกอบที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทดสอบดัดเพื่อวัดค่าความแข็งแรงดัด ค่ามอดูลัสการดัด และค่าความเครียดสูงสุด ของชิ้นงานหลังจากถูกแช่น้ำเป็นเวลา 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 สัปดาห์ เนื่องจากเมื่อชิ้นงานถูกแช่น้ำนานกว่า 6 สัปดาห์ การลดลงในค่าความแข็งแรงดัดและค่ามอดูลัสไม่มีนัยสำคัญ ในแต่ละเงื่อนไขการทดลองและสูตรมีการทดสอบซ้ำ 5 ตัวอย่าง

2.5 การวิเคราะห์โครงสร้างสัณฐานวิทยา

การวิเคราะห์โครงสร้างสัณฐานวิทยาของวัสดุเชิงประกอบพลาสติกและไม้ถูกกระทำโดยการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) รุ่น Quanta 400 (Oregon, USA) ก่อนการส่องด้วย SEM ชิ้นงานถูกอบที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และถูกเคลือบด้วยทองคำบริเวณผิวหน้าที่แตกหัก

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

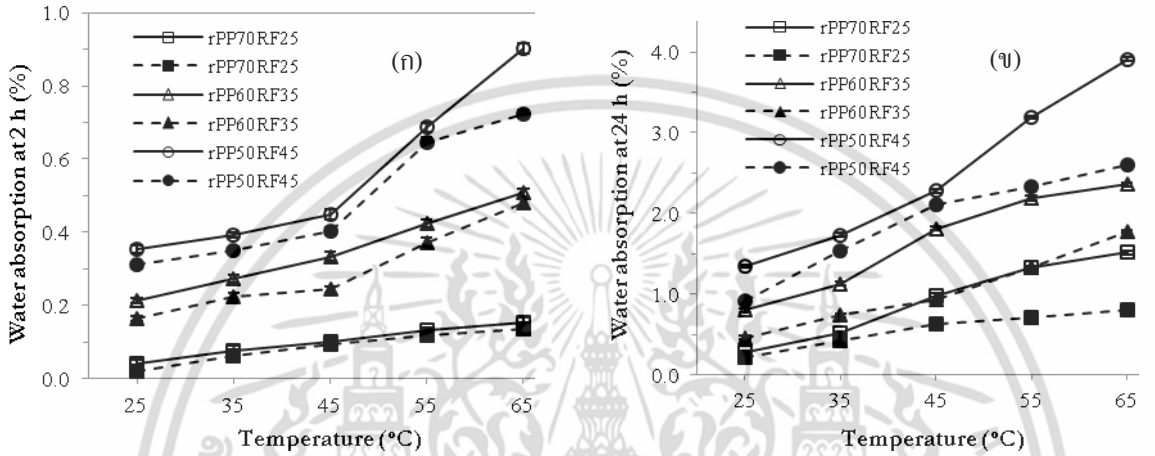
3.1 ผลกระทบของอุณหภูมิต่อสมบัติการดูดซับน้ำ

การดูดซับน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อสมบัติทางกายภาพและทางกลของวัสดุเชิงประกอบพลาสติกและไม้ [7] ผลทดสอบการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพีลีนรีไซเคิลและผงไม้ยางพาราแสดงในรูปที่ 1(ก) และ 1(ข) ซึ่งเป็นผลการแช่น้ำระยะเวลา 2 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยทั่วไปการเติมผงไม้เป็นส่วนผสมวัสดุเชิงประกอบเพิ่มขึ้น ส่งผลให้วัสดุเชิงประกอบดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น และในงานวิจัยนี้เช่นกันพบว่า เมื่อเติมผงไม้เป็นส่วนผสมเพิ่มขึ้นทำให้วัสดุเชิงประกอบดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น เพราะการเพิ่มขึ้นของ Free OH groups ในเซลลูโลสของไม้ ซึ่งขั้วของ Free OH groups เหล่านี้ทำปฏิกิริยากับขั้วโมเลกุลน้ำ ทำให้วัสดุเชิงประกอบมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น [8, 9] เช่นเดียวกันการยึดเกาะภายในโครงสร้างวัสดุเชิงประกอบมีผลต่อการดูดซับน้ำอีกด้วย วัสดุที่มีการกระจายตัวของผงไม้ในเมทริกซ์พลาสติกสม่ำเสมอและมีการยึดเกาะระหว่างเมทริกซ์กับผงไม้ที่แนบแน่นมีความสามารถดูดซับน้ำที่ต่ำ จากเหตุผลนี้พิสูจน์ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างสัณฐานวิทยาดังแสดงในรูปที่ 2 รูป 2(ก) แสดงโครงสร้างวัสดุเชิงประกอบที่เติมผงไม้ 25% ซึ่งพบว่ามีรูพรุนที่เกิดขึ้นภายในโครงสร้างเพียงเล็กน้อยและมีการยึดเกาะระหว่างพลาสติก

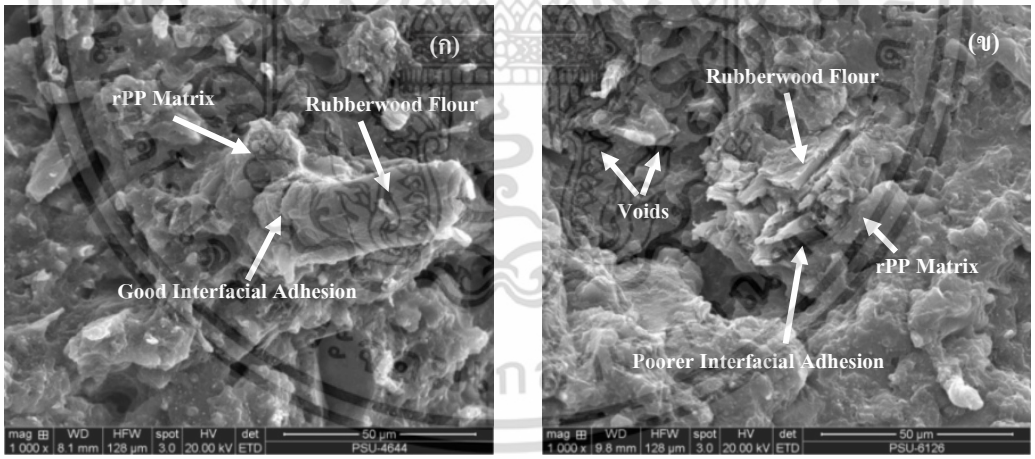
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับผงไม้ที่แนบแน่นกว่าวัสดุเชิงประกอบที่เติมผงไม้ 45% ดังแสดงในรูป 2(ข) นอกจากนี้พบด้วยว่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อวัสดุถูกแช่น้ำนานขึ้น โดยทั่วไปการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งผงไม้ดูดซับน้ำจนอิ่มตัว [9]

รูปที่ 1(ก) และ 1(ข) แสดงผลกระทบของอุณหภูมิต่อการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบเช่นกันหลังจากถูกแช่น้ำเป็นระยะเวลา 2 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งพบว่าการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพีลีนรีไซเคิลและผงไม้ยางพาราเพิ่มขึ้นตามระดับอุณหภูมิน้ำที่เพิ่มขึ้นจาก 25 ถึง 65 °C สิ่งนี้เป็นเพราะโมเลกุลของเมทริกซ์พลาสติกเกิดการขยายตัวขึ้น เมื่อพลาสติกอยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้นโมเลกุลของน้ำจึงสามารถแทรกซึมเข้าสู่โครงสร้างของวัสดุเชิงประกอบที่เป็นผงไม้ได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 1 ผลกระทบของอุณหภูมิและประเภทน้ำต่อสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพีลีนรีไซเคิลและผงไม้ยางพาราหลังจากถูกแช่น้ำเป็นระยะเวลา (ก) 2 ชั่วโมง และ (ข) 24 ชั่วโมง



รูปที่ 2 โครงสร้างสัณฐานวิทยาของวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพีลีนรีไซเคิลที่เติมผงไม้ยางพารา (ก) 25% และ (ข) 45% ที่กำลังขยาย 1000×

3.2 ผลกระทบของประเภทน้ำต่อสมบัติการดูดซับน้ำ

วัสดุเชิงประกอบพลาสติกและไม้ส่วนใหญ่ถูกประยุกต์ใช้งานในสภาวะน้ำจืดและน้ำทะเล และผลกระทบของประเภทน้ำเหล่านี้ต่อสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพีลีนรีไซเคิลและผงไม้ยางพาราถูกแสดงในรูปที่ 1(ก) และ 1(ข) วัสดุเชิงประกอบที่ถูกแช่ในน้ำประปาแสดงการดูดซับน้ำที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเชิงประกอบที่ถูกแช่ในน้ำทะเลอ่าวไทย สิ่งนี้เป็นเพราะความหนาแน่นของน้ำทะเลอ่าวไทย (1.018 g/cm^3) มีค่าสูงกว่าน้ำประปา (1.001 g/cm^3) เช่นเดียวกัน Najafi และ Kordkheili [10] รายงานว่า ความหนาแน่นของ Persian Gulf water (1.024 g/cm^3) และ Caspian Sea water

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1.015 g/cm^3) มีค่าสูงกว่าน้ำกลั่น (1.000 g/cm^3) ดังนั้นน้ำประปาซึ่งมีความหนาแน่นต่ำกว่าจึงสามารถแทรกซึมเข้าสู่โครงสร้างของวัสดุเชิงประกอบได้ดีกว่าน้ำทะเล ส่งผลให้มีการดูดซับน้ำที่สูงกว่า นอกจากนี้ในรูปที่ 1(ข) พบด้วยว่าที่อุณหภูมิ 25 ^{o}C ประเภทน้ำมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบที่เติมผงไม้ 25% สิ่งนี้เป็นไปได้ว่าความสามารถแทรกซึมของน้ำทั้งสองชนิดเข้าสู่โครงสร้างวัสดุเชิงประกอบไม่แตกต่างกันที่อุณหภูมิและปริมาณผงไม้ต่ำ อย่างไรก็ตามที่อุณหภูมิและปริมาณผงไม้สูง พบว่าวัสดุเชิงประกอบที่แช่ในน้ำประปาดูดซับน้ำสูงกว่าที่แช่ในน้ำทะเลอย่างชัดเจน เพราะวัสดุเชิงประกอบที่มีปริมาณผงไม้สูงกว่าสามารถดูดซับน้ำที่มีความหนาแน่นต่ำได้ง่ายและรวดเร็วกว่า โดยเฉพาะเมื่อโครงสร้างเกิดการขยายตัวหรือบวมเพิ่มขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิ

3.3 ผลการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบต่อสมบัติการดัด

การวิเคราะห์การลดลงของค่าความแข็งแรงดัดและค่ามอดูลัสของวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพีลีนรีไซเคิลและผงไม้ยางพาราถูกแสดงในรูปที่ 3(ก) และ 3(ข) ตามลำดับ ซึ่งวัสดุถูกแช่ในน้ำประปาและน้ำทะเลอ่าวไทยเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ วัสดุเชิงประกอบที่แช่ในน้ำทะเลมีการลดลงของค่าความแข็งแรงดัดและมอดูลัสน้อยกว่าที่แช่ในน้ำประปาตามเวลาการแช่น้ำที่ยาวนานขึ้น เพราะน้ำประปาสามารถแทรกซึมเข้าสู่โครงสร้างของวัสดุเชิงประกอบได้ง่ายกว่าน้ำทะเลอ่าวไทย เมื่อโมเลกุลของน้ำแทรกซึมเข้าสู่โครงสร้างวัสดุเชิงประกอบ ผงไม้ภายในโครงสร้างเกิดการขยายตัว แต่เมทริกซ์พลาสติกไม่ขยายตัว ส่งผลให้เมทริกซ์ที่ห่อหุ้มผงไม้เกิดการแตกร้าวภายในโครงสร้าง ทำให้สูญเสียความแข็งแรงการยึดเกาะระหว่างผงไม้และเมทริกซ์ [11, 12] ดังนั้นวัสดุเชิงประกอบที่ดูดซับน้ำสูงกว่าจึงมีการสูญเสียความสามารถการยึดเกาะระหว่างวัสดุที่สูงกว่า

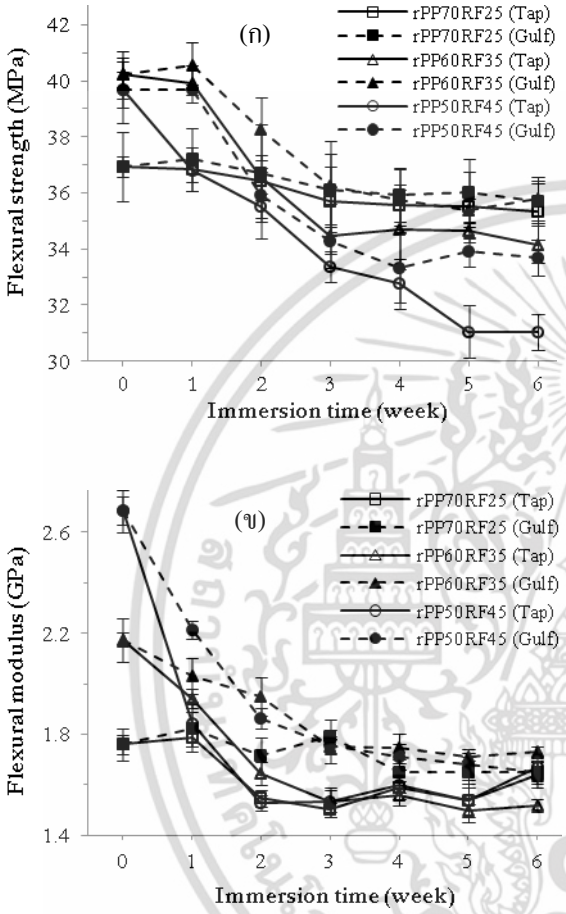
นอกจากนี้ค่าความแข็งแรงดัดและค่ามอดูลัสของวัสดุเชิงประกอบลดลงตามอัตราและเวลาการดูดซับน้ำทั้งในน้ำประปาและน้ำทะเลอ่าวไทย และวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพีลีนรีไซเคิลที่มีการเติมผงไม้ในปริมาณที่สูง (35% และ 45%) มีการลดลงของค่าทั้งสองอย่างชัดเจน สิ่งนี้เป็นเพราะวัสดุเชิงประกอบมีความสามารถดูดซับน้ำที่สูงขึ้นและโมเลกุลของน้ำลดความแข็งแรงการยึดเกาะระหว่างผงไม้และเมทริกซ์พลาสติก [11] เช่นเดียวกันหลังจากวัสดุเชิงประกอบถูกแช่น้ำเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ค่าความแข็งแรงดัดของวัสดุเชิงประกอบที่เติมผงไม้ 35% และ 45% ลดลงอย่างมีนัยสำคัญจากนั้นเกิดการคงที่ เนื่องจากแนวการแตกร้าวหรือกลไกการแตกร้าวของโครงสร้างวัสดุเชิงประกอบ [13] เช่นเดียวกันค่ามอดูลัสถูกพบด้วยว่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากวัสดุเชิงประกอบถูกแช่น้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นคงที่หลังจากถูกแช่น้ำเป็นเวลา 2 และ 3 สัปดาห์ สำหรับวัสดุเชิงประกอบที่เติมผงไม้ 35% และ 45% ตามลำดับ สิ่งนี้เกิดจากเมื่อผงไม้เปียกจะเกิดการอ่อนตัว ส่งผลให้ความแข็งแกร่งของวัสดุเชิงประกอบลดลง [12] ในทางตรงกันข้าม รูปที่ 4 แสดงการเพิ่มขึ้นในค่าความเครียดสูงสุดของวัสดุเชิงประกอบตามปริมาณผงไม้ที่เติม เวลา และการดูดซับน้ำที่เพิ่มขึ้น ในช่วง 3 สัปดาห์แรก ค่าความเครียดสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน จากนั้นคงที่ เพราะผงไม้ในโครงสร้างเกิดการอ่อนตัวเมื่อเปียกน้ำ [12]

4. สรุป

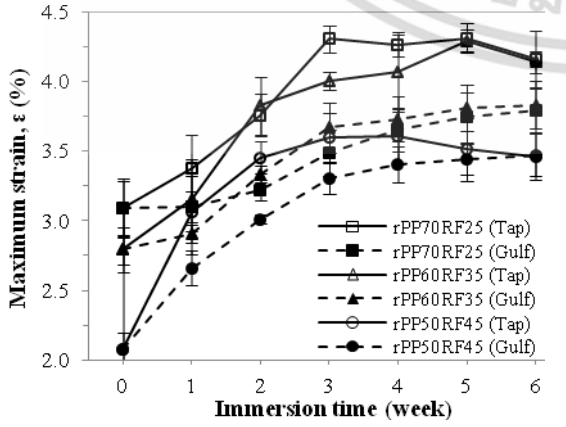
ผลกระทบของอุณหภูมิและประเภทน้ำต่อสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพีลีนรีไซเคิลและผงไม้ยางพาราถูกศึกษา ซึ่งพบว่าวัสดุเชิงประกอบมีการเปลี่ยนแปลงในสมบัติทางกายภาพและทางกล เนื่องจากการดูดซับน้ำ วัสดุเชิงประกอบดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นตามปริมาณผงไม้ที่เติมเป็นส่วนผสมและเวลาที่แช่น้ำ เพราะผงไม้ดูดซับโมเลกุลน้ำ ขณะที่พลาสติกแทบจะไม่ดูดซับน้ำ นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำจาก 25 ถึง 65 ^{o}C ส่งผลให้วัสดุเชิงประกอบดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิน้ำ เนื่องจากการขยายตัวของโมเลกุลพลาสติก และวัสดุเชิงประกอบที่แช่ในน้ำทะเลอ่าวไทยดูดซับน้ำต่ำกว่าที่แช่ในน้ำประปา เพราะน้ำทะเลอ่าวไทยมีความหนาแน่นที่สูงกว่าน้ำประปา ส่งผลให้ความสามารถการแทรกซึมเข้าสู่โครงสร้างวัสดุเชิงประกอบเป็นไปได้ยากกว่า เช่นเดียวกันวัสดุเชิงประกอบที่แช่ในน้ำทะเลมีการลดลงของค่าความแข็งแรงดัดและมอดูลัสน้อยกว่าวัสดุที่แช่ในน้ำประปา เนื่องจากการดูดซับน้ำที่ต่ำกว่า นอกจากนี้พบด้วยว่า ค่าความแข็งแรงดัดและมอดูลัสลดลงตามปริมาณการดูดซับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำ แต่ทว่าค่าความเครียดสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตามเวลาการแช่น้ำ สุดท้ายข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิศวกรรมของวัสดุเชิงประกอบพลาสติกและไม้ และการประยุกต์ใช้วัสดุเชิงประกอบในสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร



รูปที่ 3 ผลกระทบของเวลาการแช่น้ำต่อ (ก) ค่าความแข็งแรงดัด และ (ข) ค่ามอดูลัสการดัดของวัสดุเชิงประกอบที่ปริมาณผงไม้ยางพาราต่างๆ



รูปที่ 4 ผลกระทบของเวลาการแช่น้ำต่อค่าความเครียดสูงสุดของวัสดุเชิงประกอบที่ปริมาณผงไม้ยางพาราต่างๆ

5. เอกสารอ้างอิง

[1] C. Homkhiew, "Development and Applications of Natural Fiber/Thermoplastic Composites for Industrial," Journal of Industrial Technology, Vol. 10, pp. 97-110, 2014.

[2] C. Clemons, "Wood-Plastic Composites in the United States," Forest Products Journal, Vol. 52, pp. 10-18, 2002.

[3] Y. Xie, C.A.S. Hill, Z. Xiao, H. Militz, "Silane Coupling Agents Used for Natural Fiber/Polymer Composites: A Review," Composites: Part A, Vol. 41, pp. 806-819, 2010.

[4] C. Homkhiew, T. Ratanawilai, W. Thongruang, "Composites from Recycled Polypropylene and Rubberwood Flour: Effects of Composition on Mechanical Properties," Journal of Thermoplastic Composite Materials, Vol. 28, pp. 179-194, 2015.

[5] S. Rimdusit, W. Smittakorn, S. Jittarom, S. Tiptipakorn, "Highly Filled Polypropylene Rubber Wood Flour Composites," Engineering Journal, Vol. 15, pp. 17-30, 2011.

[6] D.D. Stokke, D.J. Gardner, "Fundamental Aspects of Wood as a Component of Thermoplastic Composites," Journal of Vinyl and Additive Technology, Vol. 9, pp. 96-104, 2003.

[7] T. Ratanawilai, P. Lekanukit, S. Urapantamas, "Effect of Rubberwood and Palm Oil Content on the Properties of Wood-Polyvinyl Chloride Composites," Journal of Thermoplastic Compos Mater, Vol. 27, pp. 719-730, 2014.

[8] K.B. Adhikary, S. Pang, M.P. Staiger, "Long-Term Moisture Absorption and Thickness Swelling Behaviour of Recycled Thermoplastics Reinforced with Pinus Radiata," Chemical Engineering Journal, Vol. 142, pp. 190-198, 2008.

[9] C. Homkhiew, T. Ratanawilai, "Optimal Proportions of Composites from Polypropylene and Rubberwood Flour after Water Immersion Using Experimental Design," KKU Research Journal, Vol. 19, pp. 780-793, 2014.

[10] S.K. Najafi, H.Y. Kordkheili, "Effect of Sea Water on Water Absorption and Flexural Properties of Wood-Polypropylene Composites," European Journal of Wood and Wood Products, Vol. 69, pp. 553-556, 2011.

[11] T.T. Law, Z.A.M. Ishak, "Water Absorption and Dimensional Stability of Short Kenaf Fiber-Filled Polypropylene Composites Treated with Maleated Polypropylene," Journal of Applied Polymer Science, Vol. 120, pp. 563-572, 2011.

[12] S. Tamrakar, R.A. Lopez-Anido, "Water Absorption of Wood Polypropylene Composite Sheet Piles and its Influence on Mechanical Properties," Construction and Building Materials, Vol. 25, pp. 3977-3988, 2011.

[13] C. Homkhiew, T. Ratanawilai, W. Thongruang, "Long-Term Water Absorption and Dimensional Stability of Composites from Recycled Polypropylene and Rubberwood Flour," Journal of Thermoplastic Composite Materials, DOI: 10.1177/0892705713518789.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้