

อิทธิพลของอัตราส่วนผสมของโพลีเอทิลีนต่อพฤติกรรมการคืบและความเค้นดึง ของวัสดุเชิงประกอบ

วุฒิชัย สิทธิวงษ์^{1*} ธนกร หอมจำปา² สอนรินทร์ เรืองปรัชญากุล³
คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์^{1* 2 3}
อีเมลล์ : Sittiwong@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 22 พฤษภาคม 2563

วันแก้ไขบทความ 23 มิถุนายน 2563

วันที่รับบทความ 23 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมการคืบและความเค้นดึงพลาสติกผสม พลาสติกที่ใช้เป็นชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) จากขวดนมและขวดน้ำยาสระผม ผสมรำขวดนม และผสมแกลบ ในอัตราส่วน 50:50 60:40 และ 70:30 โดยน้ำหนัก (wt%)

ผลการทดลองหาค่าความเค้นดึงที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุที่ทดสอบ พบว่าวัสดุชนิด โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง HDPE จากขวดนม มีค่าความเค้นดึงมากกว่าแบบอื่นๆ โดยค่าแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 1075.4 นิวตัน เกิดความเค้นสูงสุดอยู่ที่ 19.07 MPa และวัสดุชนิดขวดนมผสมรำ 50:50 โดยน้ำหนัก จะมีความเค้นดึงสูงสุดอยู่ที่ 163.47 นิวตัน ความเค้นสูงสุดอยู่ที่ 3.41 MPa ซึ่งใช้ความเค้นดึงน้อยกว่าวัสดุแบบอื่นๆ ผลการทดลองพฤติกรรมการคืบที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกัน พบว่าวัสดุที่ทดสอบทั้งหมดเกิดพฤติกรรมการคืบตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้น พฤติกรรมการคืบที่เป็นไปในแนวเดียวกันและวัสดุที่มีการคืบมากที่สุดคือ HDPE จากขวดน้ำยาสระผมและวัสดุที่มีการคืบน้อยที่สุดคือวัสดุผสมขวดนมผสมแกลบ 70:30 โดยน้ำหนัก

คำสำคัญ : พฤติกรรมการคืบ พลาสติก ความเค้นดึง โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง

The influence of the plastic mixture rate on the creep and stress behaviour of the composite material

Wuttichai Sittiwong^{1*}, Tanagorn Homchampa², Sorrin Raungphayakul³

Faculty of Agriculture and Technology,

Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus^{1* 2 3}

E-mail Address : Sittiwong@gmail.com^{1*}

Received 22 May 2020

Revised 23 June 2020

Accepted 23 June 2020

Abstract

This research is to study the creep behaviour and tensile Strengths of plastic composited, High-Density Poly Ethylene (HDPE) certain thickness from 50% HDPE bottle and 50% HDPE 50% bran bottle, HDPE plastics from bottles and shampoo bottles. Mix bottle bran and chaff in a ratio of 50:50, 60:40 and 70:30 by weight (wt%).

The results of the tensile test that have been compared with the 5 types of tested materials show that the material type The thickest High Density Polyethylene HDPE from the milk bottle uses more pulling force than other materials. The plastic has the maximum tensile strength of 1075.4 Newtons, which has the highest stress at 19.07 MPa and bottle-type material with 50:50 bran by weight, the plastic has the highest tensile strength of 163.47 Newtons. The maximum stress is 3.41 MPa, which requires less pulling force than other materials. The results of the creep behaviour when comparing with the 4 types of tested materials, found that all 4 types of materials that have rapid creep behaviour during the initial period have the same creep behaviour and the material with minimal creep is a bottle mixing material with husks 70:30 by weight

Keywords: Creep behaviour, Plastic, Tensile strength, High-Density Poly Ethylene

บทนำ

จากปัญหาปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในประเทศไทยที่มีสูงถึงประมาณ 64 ล้านตัน/วัน ซึ่งเป็นพลาสติก ขยะพลาสติกสูงถึง 20 เปอร์เซ็นต์หรือวันละเกือบ 1,000 ตัน ทำให้ภาครัฐต้องสูญเสียงบประมาณจำนวนมากกับปัญหา การจัดการ การกำจัด การแยกขยะตามหลักการ 3R คือ “Reduce” “Reuse” และ “Recycle” ซึ่งเป็นการแก้ปัญหา ขั้นต้น แต่ปัญหาการกำจัดเก็บซึ่งนับวันจะหายาก (กัลทิมา เชาวชาญชัยกุล และ วัลลภ หาญณรงค์ชัย, 2558) การคัดแยก ขยะจำนวนมากก็เป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อชุมชน การนำขยะพลาสติกที่มีอยู่มาแปรรูปเป็นวัสดุเสริมแรงจะช่วยลด ปัญหาได้หลายด้าน เช่น การจัดหาสถานที่สำหรับการฝังกลบ หากนำพลาสติกมาผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาด คัดแยก จะช่วยกำจัดขยะและก่อให้เกิดประโยชน์กับสาธารณะคือการนำมาทำวัสดุในงานก่อสร้างด้านกรรมโยธาและใน อุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น แผ่นพลาสติกสำเร็จรูป การใช้เป็นวัสดุเสริมแรง ที่สามารถรับแรงอัดได้สูง เป็นตัวประสานที่ดี เนื่องจากต้านการซึมของน้ำได้ดีกว่า (วิระ ลีลาศิลาประศาสน์, 2558) ดังที่ได้มีผู้ทำการศึกษาแล้ว โดยการนำเศษ วัสดุเหลือใช้จากการเกษตรมาผสมพลาสติกเพื่อทำแผ่นปาร์ติเคิล จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ได้ เผยแพร่ข้อมูลการพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรว่าในแต่ละปีประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร จำนวนหลายพันตัน ไม่ว่าจะเป็น แกลบ ฟาง ชัง กากอ้อย เป็นต้น ทำให้มีผลงานวิจัยจำนวนมากที่นำเอาวัสดุที่เหลือใช้ ทางทางการเกษตรมาพัฒนาเป็นแผ่นปาร์ติเคิลเพื่อส่งเสริมการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีการผลิต และช่วยเพิ่มรายได้ให้ เกษตรกร แต่อย่างไรก็ตาม การทำแผ่นปาร์ติเคิลใช้สารยึดเกาะประเภทกาวสังเคราะห์ประเภทกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน เป็นสารยึดเกาะ

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาก่อนนำขยะประเภทพลาสติกมาใช้เป็นสารยึดเกาะแทนกาวสังเคราะห์ และ ยังสามารถเสริมความแข็งแรง หรือวัสดุเสริมแรง (Reinforced material) ให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้ขยะพลาสติก ลดการปริมาณขยะได้อย่างง่ายและเกิดประโยชน์ โดยจะทำการหา คุณสมบัติเชิงกล โดยเฉพาะการรับแรงดึง แรงกด การดูดซับพลังงาน และการคืบตัว เป็นต้น เพื่อจะให้เป็นทางเลือก ในการนำขยะจากพลาสติกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในโครงสร้างของวัสดุ ด้วยกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน อย่างไรก็ตาม บทความนี้จะนำเสนอเพียงพฤติกรรมการคืบตัวและความเค้นดึงของพลาสติกผสมเท่านั้น

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาพฤติกรรมการคืบของพลาสติกผสม
2. ศึกษาความเค้นดึงของพลาสติกผสม

วิธีการวิจัย

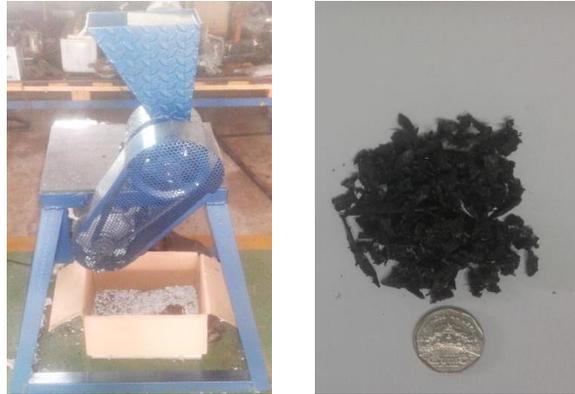
1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาพฤติกรรมการคืบและความเค้นดึงของขยะพลาสติกผสม มีดังนี้

1.1 เครื่องย่อยพลาสติก

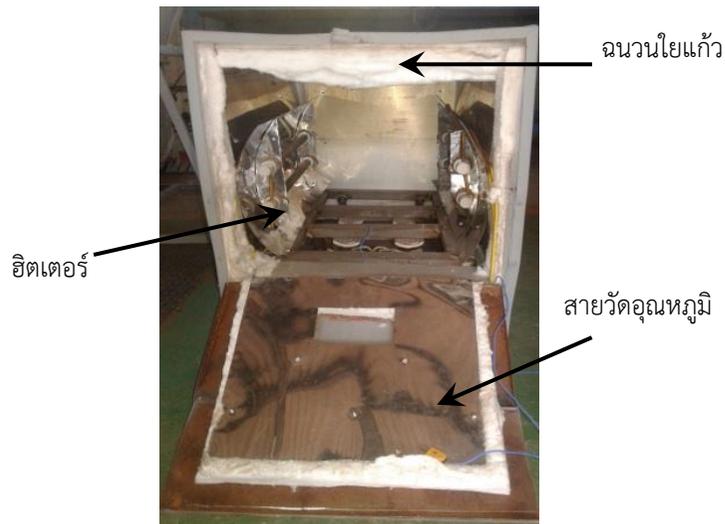
เป็นเครื่องใช้สำหรับย่อยพลาสติกให้เป็นชิ้นเล็กๆ ก่อนทำการฉีดพลาสติก จะมีใบเลื่อยทำการตัด เฉือนเศษพลาสติกให้ขาดเป็นเล็กโดยมีตะแกรงเป็นตัวกำหนดขนาดของพลาสติกให้ได้ 0.5-1 เซนติเมตร เพื่อต่อการ ลอมนละลาย ดังแสดงในรูปที่ 1

1.2 ตู้อบพลาสติก

ใช้สำหรับอบพลาสติกให้หลอมละลายเพื่ออัดเป็นแผ่นโดยใช้ความร้อนจากฮีตเตอร์ที่อุณหภูมิ 150-250 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 เครื่องย่อยพลาสติก



รูปที่ 2 ตู้อบพลาสติก

1.3 แทนทดสอบการอัดพลาสติก

แทนใช้อัดพลาสติกเพื่อขึ้นรูปพลาสติกแผ่นด้วยระบบไฮดรอลิก (Hydraulic) ดังแสดงในรูปที่ 3

1.4 เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ

เครื่องวัดและบันทึกข้อมูล (Data logger) ยี่ห้อ Extech รุ่น TM500 เป็นเครื่องบันทึกข้อมูล 12 ช่องสัญญาณ มีช่วงการวัดอุณหภูมิระหว่าง -100 องศาเซลเซียส ถึง 1,300 องศาเซลเซียส ค่าความถูกต้อง ± 2 องศาเซลเซียส ใช้สำหรับวัดและบันทึกอุณหภูมิห้องทดสอบ หรือตู้อบด้วยสาย thermocouple ชนิด K ดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 แทนอัดพลาสติกไฮดรอลิก



รูปที่ 4 เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ



รูปที่ 5 เครื่องชั่งน้ำหนัก

1.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก

ใช้ในการชั่งน้ำหนักของพลาสติกที่สับละเอียดแล้วเพื่อนำไปอัดด้วยแม่พิมพ์ มีช่วงการวัดอยู่ที่ 0 – 2 กิโลกรัม ค่าความละเอียดของเครื่องชั่งมีค่าเท่ากับ 0.01 กรัม ดังรูปที่ 5

1.6 เครื่องทดสอบแรงดึง

ใช้ในการทดสอบแรงดึงของชิ้นงานเพื่อหาค่าความเค้นและความเครียดของชิ้นงาน ยี่ห้อ Lloyd Instruments รุ่น LR10K plus ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 เครื่องทดสอบแรงดึง

2. วิธีการทดลอง

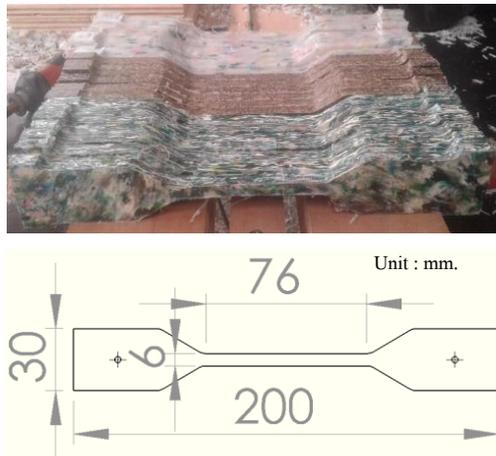
การทดสอบหาค่าความเค้นดึง

2.1 การอัดพลาสติกให้เป็นแผ่น ขนาดของแผ่นพลาสติกที่อัดได้ 510 x 260 x 8 มิลลิเมตร จากพลาสติกที่ใช้เป็นชนิดโพลีเอทิลีน ความหนาแน่นสูง (HDPE) จากขบวนการและขบวนการอัดพลาสติกจะถูกละลายให้มีขนาด 5-10 มิลลิเมตร เพื่อสามารถหลอมละลายได้ง่ายและถูกผสมกับวัสดุที่เหลือจากการผลิตทางการเกษตร วัสดุทางการเกษตรที่นำมาใช้ได้แก่ แกลบ และรำข้าว โดยนำพลาสติกที่ถูกละลายมาผสมในอัตราส่วนต่างๆ ในปริมาณรวม 1 กิโลกรัม ได้แก่ พลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน ผสมรำข้าว 50:50 พลาสติกผสมแกลบ 60:40 และ 70:30 โดยน้ำหนัก (wt%) โดยขนาดของรำข้าวและแกลบที่ได้จากกระบวนการแปรรูปทางการเกษตรไม่มีการคัดแยกขนาด โดยให้ความร้อนของตู้อบให้ความร้อนที่ 150 – 200 องศาเซลเซียส นำวัสดุผสมในแบบแม่พิมพ์หล่อเข้าตู้อบโดยให้ความร้อนเริ่มต้น 1 ชั่วโมงแรก 150 – 170 องศาเซลเซียส และชั่วโมงที่ 2 อุณหภูมิ 170-200 องศาเซลเซียส แล้วจึงใช้แท่นทดสอบอัดพลาสติกระบบไฮดรอลิกอัดที่ความดัน 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นความดันที่เหมาะสมในการอัดพลาสติก จากการทดลองพบว่าหากใช้ความดันอัดต่ำ วัสดุพลาสติกแผ่นอัดจะมีผิวของวัสดุที่ไม่เรียบเนื้อพลาสติกหลอมเหลวกระจายไม่ทั่วแผ่น และหากใช้ความดันที่สูงกว่าจะทำให้วัสดุผสมที่หลอมเหลวจากความร้อนถูกอัดออกจากแม่พิมพ์ทำให้ได้ขนาดของแผ่นพลาสติกที่มีความหนาลดลง หลังจากอัดพลาสติกที่ความดัน 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรแล้วจึงปล่อยให้เย็นในแบบแล้วจึงแกะออก



รูปที่ 7 พลาสติกอัด

2.2 พลาสติกที่ได้จากการอัดแต่ละชนิดจากแม่พิมพ์ นำมาตัดรูปทรงดัมเบลล์ให้ได้ตามขนาดมาตรฐาน การทดสอบที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 8

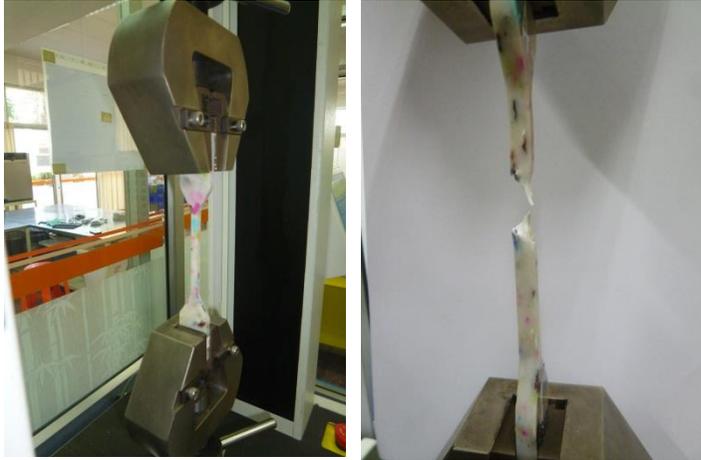


รูปที่ 8 พลาสติกที่ตัดตามแบบแล้วพร้อมเข้าเครื่องทดสอบแรงดึง

2.3 นำพลาสติกทดลองที่ตัดให้ได้ตามกำหนดไปเข้าเครื่องทดสอบแรงดึง เครื่องจะทำการดึงชิ้นงานมาตรฐาน ASTM D638 อย่างช้าๆจนชิ้นงานขาด แล้วบันทึกผล ดังรูปที่ 9

3. ทดสอบหาการคืบตัว

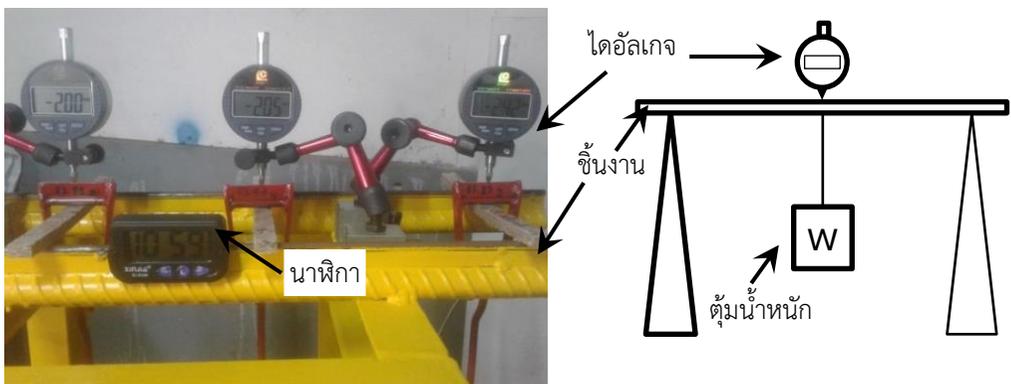
3.1 พลาสติกที่อัดแล้วนำมาตัดเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้ได้ตามขนาด 200 x13x8 มิลลิเมตร เพื่อนำไปทดสอบความคืบตามมาตรฐาน ASTM D790 ดังรูปที่ 10



รูปที่ 9 พลาสติกที่กำลังทดสอบแรงดึง



รูปที่ 10 พลาสติกทั้ง 5 แบบ ที่ตัดตามขนาด 200x13x8 มิลลิเมตร



รูปที่ 11 การทดลองความเค็บ

3.2 เมื่อได้ขนาดตามที่ต้องการและนำมาทดสอบความคืบโดยวางลงบนแท่นทดสอบ แขนงตุ้มน้ำหนักกึ่งกลางขึ้นทดสอบ วัดระยะการคืบโดยได้อัลเกจตลอดเวลาด้วยกล้องวงจรปิด

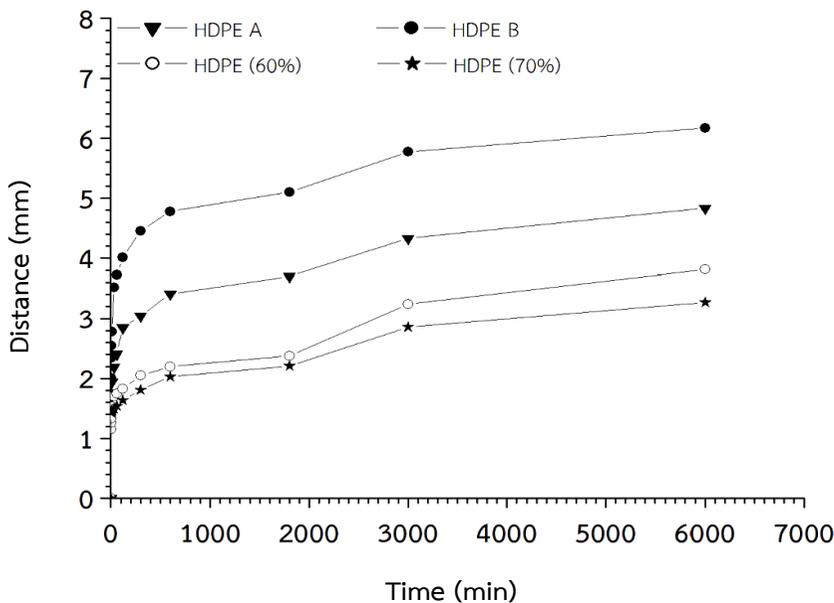
3.3 ใช้เวลาในการทดลองโดยแบ่งเป็น ช่วง 1 3 6 12 และ 30 นาที และ 1 2 5 10 20 50 และ 100 ชั่วโมง ใช้กล้องวงจรปิดในการบันทึกผลการทดลอง ดังรูปที่ 11

ผลการวิจัย

การทดสอบการคืบและความเค้นดึงเป็นส่วนสำคัญของการชี้วัดความล้าในวัสดุและเป็นคุณสมบัติที่ระบุไว้ในวัสดุพลาสติก การทดสอบการคืบเป็นค่าที่บอกความสามารถในการรับแรงดัดหรือการโค้งงอของวัสดุโดยมีมาตรฐานการทดสอบคือ ASTM D790 (เข็มชัย เหมะจันทร์, 2537) เป็นมาตรฐานสำหรับการทดสอบพลาสติกที่มีการเสริมแรงและไม่เสริมแรง การทดสอบแรงดึง คือการวัดความสามารถของวัสดุที่จะทนต่อแรงที่ดึงให้ขาดออกจากกัน เพื่อกำหนดขอบเขตการยืดตัวก่อนจะขาด การทดสอบแรงดึงขึ้นงานทดสอบจะถูกจับยึดไว้ที่ปลายแต่ละด้านและถูกดึงให้แยกออกจากกันอย่างต่อเนื่องเพื่อวัดแรงที่ทำให้วัสดุที่ทดสอบยืดออกด้วยอัตราคงที่ ซึ่งวัสดุที่ต่างกันจะทำให้ได้คุณสมบัติเชิงกลที่แตกต่างกัน สำหรับการทดสอบแรงดึงของพอลิเมอร์นั้นใช้มาตรฐานในการทดสอบคือ มาตรฐาน ASTM D638 เป็นมาตรฐานสำหรับการทดสอบพลาสติกที่มีการเสริมแรงและไม่เสริมแรง (วีระพล เปี่ยมสุภักพงศ์, 2556)

1. ผลการทดสอบความคืบ

1.1 ผลการทดลองความคืบที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิด HDPE ทั้ง 4 แบบ ได้แก่ HDPE A (ขวดนม), HDPE B (ขวดน้ำยาสระผม), HDPE 60% (ขวดนมผสมเกลือ 60:40), HDPE 70% (ขวดนมผสมเกลือ 70:30) เวลาการทดสอบ 100 ชั่วโมง (6,000 นาที) ที่น้ำหนักตุ้มในการทดสอบ 1.3 กิโลกรัม



รูปที่ 12 ผลการทดลองความคืบโดยใช้น้ำหนักตุ้ม 1.3 กิโลกรัม เวลาในการทดสอบ 100 ชั่วโมง

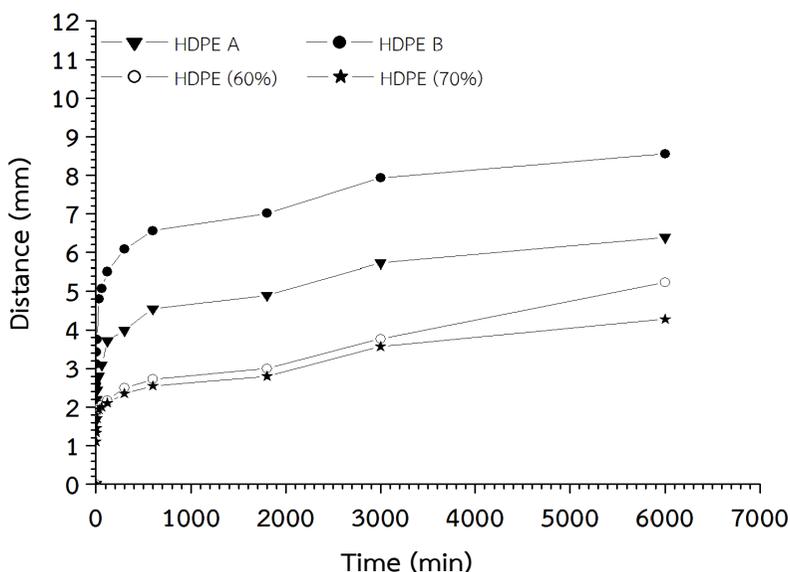
จากรูปที่ 12 วัสดุชนิด HDPE A (ขวดนม) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 3.41 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาทีแรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 4.83 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาทีแรก เพียง 1.42 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE B (ขวดน้ำยาสระผม) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 4.78 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1 - 600 นาทีแรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 6.17 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาทีแรก เพียง 1.39 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE 60% (ขวดนมผสมเกลือ 60 : 40) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 2.2 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1 - 600 นาทีแรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 3.81 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาทีแรก เพียง 1.61 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE 70% (ขวดนมผสมเกลือ 70:30) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 2.03 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาทีแรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 3.27 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาทีแรก เพียง 1.24 มิลลิเมตร และวัสดุชนิด HDPE 50% (ขวดนมผสมรำ 50:50) ไม่สามารถทดสอบได้เนื่องจากรองรับน้ำหนัก 1.3 กิโลกรัม ไม่ได้

1.2 ผลการทดลองความคืบที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิด HDPE ทั้ง 4 แบบ ได้แก่ HDPE A (ขวดนม), HDPE B (ขวดน้ำยาสระผม), HDPE 60% (ขวดนมผสมเกลือ 60:40), HDPE 70% (ขวดนมผสมเกลือ 70:30) ที่เวลาในการทดสอบ 100 ชั่วโมง (6,000 นาที) ที่น้ำหนักตุ้มในการทดสอบ 1.6 กิโลกรัม



รูปที่ 13 ผลการทดลองความคืบโดยใช้น้ำหนักตุ้ม 1.6 กิโลกรัม เวลาในการทดสอบ 100 ชั่วโมง

จากรูปที่ 13 แสดงให้เห็นว่าวัสดุชนิด HDPE A (ขวดนม) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 4.55 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาทีแรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่ง

ของวัสดุสูงสุดที่ 6.39 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาทีแรก เพียง 1.84 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE B (ขวดแป้งและขวดแชมพู) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 6.56 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาทีแรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 8.55 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6500 นาที ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาทีแรก เพียง 1.99 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE (60%) (ขวดนมผสมเกลือ 60:40) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 2.72 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาทีแรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 4.28 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาทีแรก เพียง 1.56 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE (70%) (ขวดนมผสมเกลือ 70:30) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 2.55 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาทีแรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 5.23 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6500 นาที ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาทีแรก เพียง 2.68 มิลลิเมตร และ วัสดุชนิด HDPE 50% (ขวดนมผสมร่า 50:50) ไม่สามารถทดสอบได้เนื่องจากรองรับน้ำหนัก 1.6 กิโลกรัม ไม่ได้

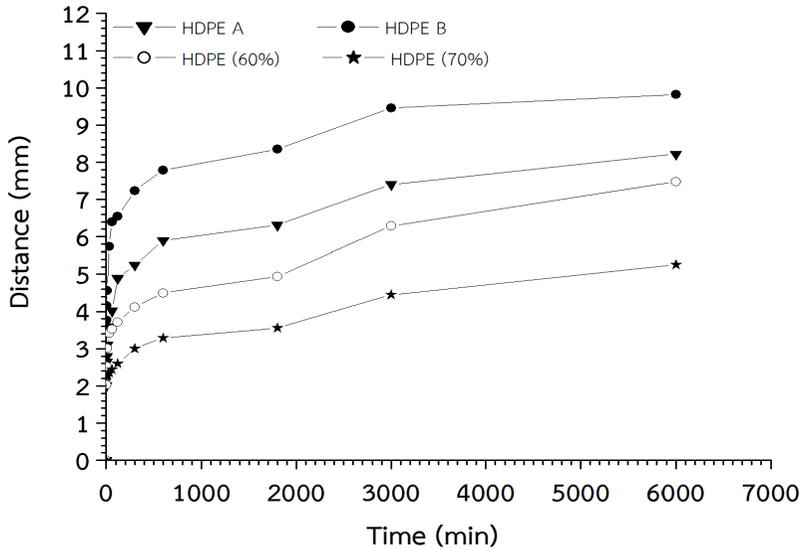
1.3 ผลการทดลองความคืบที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิด HDPE ทั้ง 4 แบบ ได้แก่ HDPE A (ขวดนม) , HDPE B (ขวดน้ำยาสระผม) , HDPE 60% (ขวดนมผสมเกลือ 60:40) , HDPE 70% (ขวดนมผสมเกลือ 70:30) ที่เวลาการทดสอบ 100 ชั่วโมง (6,000 นาที) ที่น้ำหนักดัดในการทดสอบ 1,900 กรัม

จากรูปที่ 14 แสดงให้เห็นว่าวัสดุชนิด HDPE A (ขวดนม) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 5.9 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาทีแรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 8.22 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600 – 6,500 นาที ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาทีแรก เพียง 2.62 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE B (ขวดแป้งและขวดแชมพู) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 7.79 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาทีแรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 9.82 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600 – 6,500 นาที ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาทีแรก เพียง 2.03 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE (60%) (ขวดนมผสมเกลือ 60:40) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 4.5 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาทีแรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 7.48 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาทีแรก เพียง 2.98 มิลลิเมตร

วัสดุชนิด HDPE (70%) (ขวดนมผสมเกลือ 70:30) ที่ทดสอบจะเกิดการโก่งตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีความคืบสูงสุดอยู่ที่ 3.29 มิลลิเมตร ในช่วงเวลา 1-600 นาทีแรก จากนั้นจะเกิดการโก่งตัวของวัสดุช้าลง ค่าการโก่งของวัสดุสูงสุดที่ 5.26 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 600-6,500 นาที ซึ่งมีระยะการโก่งเพิ่มขึ้นจากช่วง 600 นาทีแรก เพียง 1.97 มิลลิเมตร และวัสดุชนิด HDPE 50% (ขวดนมผสมร่า 50:50) ไม่สามารถทดสอบได้เนื่องจากรองรับน้ำหนัก 1.9 กิโลกรัม ไม่ได้



รูปที่ 14 ผลการทดสอบความเค้นโดยใช้น้ำหนักตุ้ม 1,900 กรัม เวลาในการทดสอบ 100 ชั่วโมง

2. ผลการทดลองความเค้นดึง

2.1 ผลการทดลองแรงดึง (Tensile) วัสดุชนิด HDPE ทั้ง 5 แบบ ได้แก่ HDPE A (ขวดนม), HDPE B (ขวดน้ำยาสระผม), HDPE 70% (ขวดนมผสมแอลกอฮอล์ 70:30), HDPE 60% (ขวดนมผสมแอลกอฮอล์ 60:40) และ HDPE 50% (ขวดนมผสมน้ำ 50:50)

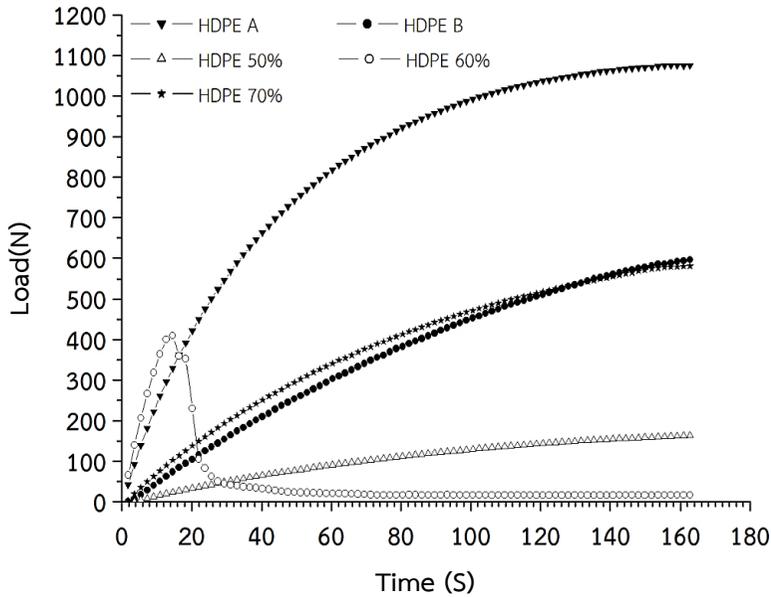
จากรูปที่ 15 แสดงให้เห็นว่าวัสดุชนิด HDPE A (ขวดนม) ใช้แรงในการดึงมากกว่าวัสดุแบบอื่นๆ โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 817.99 นิวตัน ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 1037.52 นิวตัน จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 1075.4 นิวตัน

วัสดุชนิด HDPE B (ขวดน้ำยาสระผม) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 303.58 นิวตัน ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 511.75 นิวตัน จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 596.14 นิวตัน

วัสดุชนิด HDPE 50% (ขวดนมผสมน้ำ 50:50) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 90.99 นิวตัน ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 143.81 นิวตัน จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 163.47 นิวตัน

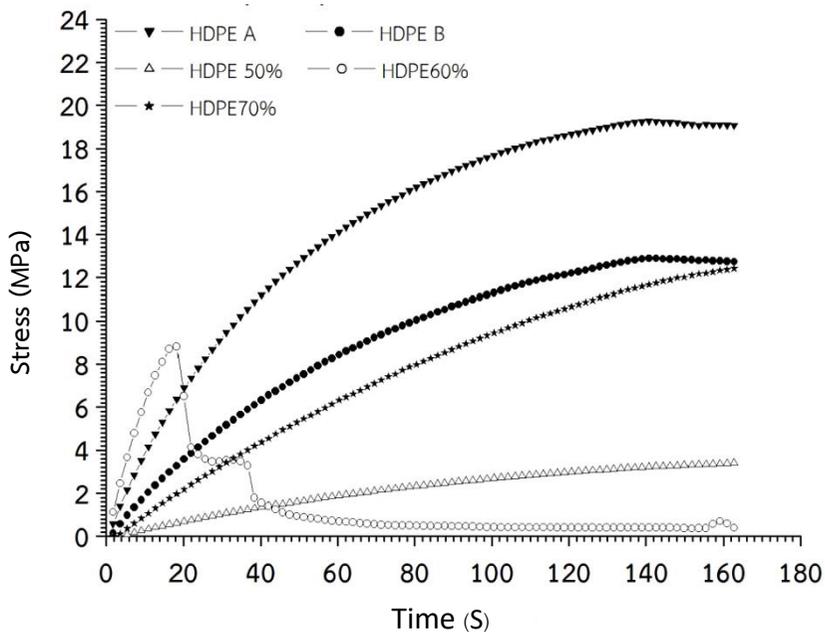
วัสดุชนิด HDPE 60% (ขวดนมผสมแอลกอฮอล์ 60:40) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 14.62 วินาที พลาสติกเกิดแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 409.92 นิวตัน วัสดุขาดแต่มีเส้นใยที่ยังไม่ขาดบางส่วน

วัสดุชนิด HDPE 70% (ขวดนมผสมแอลกอฮอล์ 70:30) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 341.16 นิวตัน ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะมีแรงดึงที่ 518.27 นิวตัน จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 580.4 นิวตัน



รูปที่ 15 ผลการทดลองแรงดึงของวัสดุชนิด HDPE ทั้ง 5 แบบ

2.2 ผลการทดลองความเค้น (Stress) วัสดุชนิด HDPE ทั้ง 5 แบบ ได้แก่ HDPE A (ขวดนม), HDPE B (ขวดน้ำยาสระผม) HDPE 70% (ขวดนมผสมแกלב 70:30), HDPE 60% (ขวดนมผสมแกלב 60:40), HDPE 50% (ขวดนมผสมรำ 50:50)



รูปที่ 16 ผลการทดลองความเค้น (Stress) ของวัสดุชนิด HDPE ทั้ง 5 แบบ

จากรูปที่ 16 แสดงให้เห็นว่าวัสดุชนิด HDPE A (ขวดนม) เกิดความเค้นมากกว่าวัสดุแบบอื่นๆ โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 14.116 MPa ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 18.67 MPa จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดความเค้นสูงสุดอยู่ที่ 19.07 MPa

วัสดุชนิด HDPE B (ขวดน้ำยาสระผม) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 8.43 MPa ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 12.21 MPa จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดความเค้นสูงสุดอยู่ที่ 12.70 MPa

วัสดุชนิด HDPE 50% (ขวดนมผสมร่า 50:50) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 1.90 MPa ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 3.00 MPa จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดความเค้นสูงสุดอยู่ที่ 3.41 MPa

วัสดุชนิด HDPE 60% (ขวดนมผสมแกลบ 60:40) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 18.29 วินาที ความเครียดสูงสุดอยู่ที่ 8.815 MPa วัสดุเกิดการขาดแต่มีเส้นใยที่ยังไม่ขาดบางส่วน

วัสดุชนิด HDPE 70% (ขวดนมผสมแกลบ 70:30) โดยเส้นโค้งจะบอกถึงการยืดตัวของวัสดุอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ช่วง 60 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 6.32 MPa ช่วง 120 วินาที พลาสติกจะเกิดความเค้น 10.66 MPa จนวัสดุขาดแยกจากกันเกิดความเค้นสูงสุดอยู่ที่ 12.42 MPa

อภิปรายผลและสรุปผล

สรุปผลการทดลองแรงดึง (Tensile) วัสดุชนิด HDPE ทั้ง 5 แบบ ได้แก่ HDPE จากขวดนม HDPE จากขวดน้ำยาสระผม HDPE 70% (ขวดนมผสมแกลบ 70:30), HDPE 60% (ขวดนมผสมแกลบ 60:40) และ HDPE 50% (ขวดนมผสมร่า 50 : 50)

จากผลการทดลองพบว่า วัสดุชนิด HDPE จากขวดนม ใช้แรงในการดึงมากกว่าวัสดุแบบอื่นๆ โดยพลาสติกจะมีแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 1,075.4 นิวตัน ซึ่งมากกว่าขวดน้ำยาสระผม โดยพลาสติกจะมีแรงดึงสูงสุดอยู่ที่ 596.14 นิวตันถึงแม้ว่าวัสดุที่ใช้ในการทดลองเป็นประเภทเดียวกัน แต่ผลแตกต่างกันซึ่งสาเหตุเบื้องต้นคือ วัสดุเจือปน อื่นจากกระบวนการผลิต เช่น ปริมาณสีเจือปนในเนื้อวัสดุเป็นต้น และเมื่อนำไปผสมกับวัสดุทางการเกษตรเปรียบเทียบกับระหว่างร่าข้าว และแกลบ พบว่า วัสดุผสมแกลบรับแรงดึงได้ดีกว่าเนื่องจากคุณลักษณะทางกายภาพของแกลบมีความเป็นเส้นใยกว่าเมื่อเทียบกับร่าข้าว

นอกจากนี้ ผลการทดลองความเค้นที่เกิดขึ้นที่น้ำหนักดัมในการทดสอบต่างกัน พฤติกรรมการคืบตัวอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นมีพฤติกรรมการคืบที่เป็นไปในแนวเดียวกันและวัสดุที่มีการคืบมากที่สุดคือแบบ HDPE B (ขวดน้ำยาสระผม) และวัสดุที่มีการคืบน้อยที่สุดคือวัสดุแบบ HDPE (ขวดนมผสมแกลบ 70:30) ดังเช่นเดียวกับกรณีทดสอบการรับแรงดึงในเบื้องต้น

ข้อเสนอแนะ

จากปัญหาของการวิจัย วัสดุขยะประเภทพลาสติก HDPE ได้แก่ ขวดนม ขวดน้ำยาสระผม มีคุณสมบัติในการคงสภาพความเป็นพลาสติกสูงกว่าพลาสติกชนิดอื่นที่เป็นพลาสติกประเภทขยะเมื่อผ่านกระบวนการทางความร้อน หรือหลอมละลาย เช่น ขวดน้ำดื่ม (ขวดที่ทำจาก PET) พลาสติก HDPE จึงเหมาะกับการนำไปพัฒนาขึ้นรูปได้แต่อย่างไรก็ตาม พลาสติกชนิดนี้ก็ยังมีจำนวนน้อยกว่าพลาสติกประเภท PET

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนงบประมาณวิจัย ปีงบประมาณ 2560 ขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ตลอดจนถึงเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

เอกสารอ้างอิง

กัลทิมา เชาว์ชาญชัยกุล และ วัลลภ หาญณรงค์ชัย.(2558). การผลิตวัสดุดูดซับเสียงจากวัสดุผสมยางโฟม

ธรรมชาติและเส้นใยธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เข็มชัย เหมะจันทร์.(2537). เทอร์โมพลาสติกเสริมแรง. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระพล เปี่ยมสุภักดิ์.(2556). ประสิทธิภาพการรับแรงดัดของแผ่นพื้นฉนวนโครงสร้างที่เสริมด้วยวัสดุเสริมแรงคอมโพสิตเสริมเส้นใย. สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วีระ ลีลาศิลป์ศาสตร์.(2558). แบบจำลองพฤติกรรมการคืบของวัสดุผสมพอลิโพรพิลีนและผงไม้ยางพารา. สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

คุณค่าทางวิชาการ

วัสดุผสมจากพลาสติกและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร นำไปใช้เป็นประโยชน์ทดแทนวัสดุก่อสร้าง หรือทำวัสดุในงานก่อสร้างได้ดี เช่น ทดแทนไม้อัด ไม้แบบ แผ่นพาดิเคิลบอร์ด หรืออื่นๆ ได้ดี เนื่องจากมีน้ำหนักเบา คงทน และที่สำคัญช่วยเพิ่มมูลค่าให้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ลดปัญหาขยะอีกด้วย