

สมบัติของผ้าทอต่างโครงสร้างจากเส้นด้ายพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตรีไซเคิล
สำหรับเก้าอี้พกพา

Woven Fabric Properties with Different Weave Designs Using Recycled PET Yarns for Portable Chairs

วิชุดา จันทรประภาณนท์^{1*} บินทสันต์ ขวัญข้าว¹ ศิริวรรณ ดวงทริญ¹ และธนะเกียรติ รวีวงศ์¹

Wichuda Chanprapanon^{1*} Bintasan Kwankhao¹ Siriwan Duanghirun¹ and
Thanakiart Raweewong¹

Received: October 2, 2023; Revised: November 6, 2023; Accepted: November 8, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเส้นด้ายพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตรีไซเคิล (rPET) มาใช้ในงานสิ่งทอเทคนิค นอกเหนือจากในงานอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม จึงเกิดแนวคิดนำเส้นด้าย rPET ทอเป็นพื้นผ้าขึ้นรูปกับเก้าอี้พกพา สำหรับกิจกรรมกลางแจ้ง เริ่มจากการตีเกลียวเส้นด้าย rPET เบอร์ 300 ดีเนียร์ ที่ไม่ได้ผ่านการตีเกลียว จำนวน 1 เส้น และ 2 เส้น นั่นคือ rPET-1 และ rPET-2 จากนั้นทอผ้าทอด้วยลายทอสามโครงสร้าง ได้แก่ ลายขัด ลายทแยง และลายขัดสานตะกร้า กำหนดใช้ rPET-2 เป็นเส้นด้ายยืนมีความหนาแน่น 50 เส้นต่อนิ้ว rPET-1 หรือ rPET-2 เป็นเส้นด้ายพุ่งมีความหนาแน่น 40 เส้นต่อนิ้ว พบว่า การใช้ rPET-2 เป็นเส้นด้ายพุ่ง ทำให้ผ้าทอทุกโครงสร้างมีความแข็งแรงต่อแรงดึงและแรงฉีกขาดมากกว่าเส้นด้าย rPET-1 ผ้าทอลายขัด มีความแข็งแรงต่อแรงดึงมากที่สุด ขณะที่ผ้าทอลายทแยงมีความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดมากที่สุด ผ้าทอ สองโครงสร้างนี้ถูกเลือกนำไปใช้ในการขึ้นรูปเก้าอี้พกพาเพื่อเปรียบเทียบกับเก้าอี้พกพาในท้องตลาดจาก ผ้าพอลิเอสเตอร์พบว่า เมื่อได้รับแรงกด 150 กิโลกรัมแรง จำนวน 5 รอบ เก้าอี้พกพาที่ใช้ผ้ารองนั่ง จากผ้าทอลายขัดที่ใช้เส้นด้าย rPET-2 เป็นเส้นด้ายพุ่ง ทนทานที่สุด เนื่องจากไม่พบความเสียหายบนผ้ารองนั่ง และเหล็กไขว้ของเก้าอี้ รวมทั้งมีการยืดของผ้าน้อยที่สุด งานวิจัยนี้จึงยืนยันศักยภาพของ rPET สำหรับความทนทาน และความยั่งยืนของผ้ารองนั่งเก้าอี้พกพาสำหรับกิจกรรมกลางแจ้ง รวมทั้งแสดงถึงความเป็นไปได้ในการนำวัสดุ รีไซเคิลนี้ไปประยุกต์ใช้ในงานสิ่งทอเทคนิคในลักษณะคล้ายกันได้อีกด้วย

คำสำคัญ : พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตรีไซเคิล; ผ้าทอ; ขวดพลาสติก; การรีไซเคิล

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี

¹ Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani

* Corresponding Author, Tel. 09 2453 3246, E - mail: wichuda.c@en.rmutt.ac.th

Abstract

This research aimed to explore the practical use of recycled polyethylene terephthalate yarn (rPET) in technical textiles, extending its application beyond the apparel industry. The specific objective was to produce woven fabrics from rPET yarn for the seats of portable chairs, which are commonly favored for outdoor events. Initially, the process involved twisting 300 denier rPET untwisted yarn into rPET-1 (single-yarn) and rPET-2 (two-ply yarn). Six woven fabrics were then manufactured in three different weave designs (plain, twill, and basket). The warp was rPET-1 at a density of 50 ends per inch, while the weft alternated between rPET-1 and rPET-2, each at 40 picks per inch. The results indicated that fabrics with rPET-2 as the weft exhibited superior tensile and tear strength compared to those employing rPET-1 as the weft. Plain fabrics demonstrated the highest tensile strength, while twill fabrics displayed the highest tear strength. Consequently, these two fabric types were selected to produce the portable chairs, in contrast to the conventional portable chairs constructed with polyester fabric. After subjecting the chairs to a compression test with a load of 150 kgf for 5 cycles, the chair with a plain fabric and rPET-2 as the weft proved the most durable. No damage was found on the seat or frame, and fabric stretching was minimal. In essence, this research underscores the potential of rPET in the durability and sustainability of outdoor seating solutions, while also demonstrating the feasibility of applying this recycled material in technical textile applications.

Keywords: Recycled polyethylene terephthalate; Woven fabric; Plastics bottle; Recycling

บทนำ

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา คำว่า “ความยั่งยืน” ได้รับความสนใจและมีความสำคัญในการออกแบบวัสดุต่าง ๆ มากขึ้น อันเป็นผลมาจากการตระหนักในด้านสิ่งแวดล้อมและผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เริ่มปรากฏอย่างชัดเจน ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตต่าง ๆ รวมทั้งอุตสาหกรรมสิ่งทอต่างมองหากระบวนการผลิตและนวัตกรรมที่สอดคล้องกับหลักการที่เกี่ยวข้องกับการคุ้มครองสิ่งแวดล้อมนี้ การนำเอาวัสดุรีไซเคิลมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์จึงเป็นทางเลือกที่สนับสนุนความยั่งยืนของกระบวนการผลิต

พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตรีไซเคิล (Recycled Polyethylene Terephthalate, rPET) นับเป็นวัสดุรีไซเคิลที่อุตสาหกรรมสิ่งทอนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอย่างแพร่หลาย ทั้งในรูปแบบของเส้นใยสั้น (Staple Fibers) เส้นใยยาว (Filaments) หรือเส้นด้าย (Yarns) เกิดจากการนำขวดพลาสติกใส หรือที่เรียกว่า ขวดเพ็ต ที่ใช้แล้วซึ่งมีปริมาณที่ต้องกำจัดจำนวนมากกลับมาใช้ใหม่โดยผ่านกระบวนการรีไซเคิลด้วยวิธีต่าง ๆ ขวดพลาสติกใสดังกล่าวขึ้นรูปจากพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate, PET) จัดเป็นประเภทเทอร์โมพลาสติก ซึ่งมีสมบัติที่สามารถนำมาหลอมแล้วฉีดขึ้นรูปใหม่ได้ จึงเหมาะแก่การนำมาผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ [1] - [3] การรีไซเคิล PET ใช้กระบวนการเชิงกล (Mechanical Recycling) เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด ในบรรดากระบวนการต่าง ๆ [2] - [5] เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ง่าย ราคาถูก และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม [4] โดยเริ่มจากการทำความสะอาดขวดเพ็ต แล้วบดเป็นชิ้นขนาดเล็กก่อนนำมาให้ความร้อนจนหลอมละลาย และฉีดเส้นใยผ่านหัวฉีดออกมาเป็นเส้นใยยาว [1], [6], [7] จากนั้นสามารถนำมาตัดเป็นเส้นใยสั้น หรืออาจปั่นเป็นเส้นด้ายหากต้องการนำไปใช้ผลิตผ้าทอหรือผ้าถัก ซึ่งขนาดของเส้นใยหรือเส้นด้ายแตกต่างกันไปตามลักษณะการนำไปใช้งาน อีกทั้งการใช้เส้นใยหรือเส้นด้าย rPET นี้สามารถใช้เป็นวัตถุดิบ 100 % หรือนำไปผสมกับ

วัสดุอื่นก็ได้ [7] เช่น การผสมเส้นใยฝ้ายกับ rPET ในอัตราส่วนต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นเส้นด้ายสำหรับผ้าถัก [1] และการผสมเส้นใยฝ้ายกับ rPET เพื่อใช้เป็นเส้นด้ายสำหรับผ้าทอ [8] เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผ้าจาก rPET เช่น การใช้โซ่เคิลขวดพลาสติกมาฉีดขึ้นรูปเป็นเส้นใยยาว แล้วตัดให้เป็นเส้นใยสั้นเบอร์ 1.2 ดีเนียร์ ความยาว 38 มิลลิเมตร ตามด้วยกระบวนการปั่นด้าย เพื่อผลิตเป็นเส้นด้ายเบอร์ต่าง ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ผ้าถัก เมื่อทดสอบสมบัติของผ้าถักแบบชั้นเดียว (Single Jersey) พบว่า การใช้เส้นด้าย rPET ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถให้สมบัติที่เทียบเท่ากับการใช้เส้นด้าย PET ที่เป็นวัสดุดั้งเดิม [3] จากการเปรียบเทียบผ้าทอโครงสร้างลายซาติน (Satin) จากเส้นด้าย PET และเส้นด้าย rPET เบอร์ 125 ดีเนียร์ พบว่า สมบัติของผ้าทอจากการใช้เส้นด้ายทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน แต่ภาคตัดขวางของเส้นใยในโครงสร้างเส้นด้ายทั้งสองชนิดกลับส่งผลกับสมบัติของผ้าทอ [6] เช่นเดียวกับอีกงานวิจัยที่พบว่า ผ้าทอและผ้าถักจากเส้นด้าย rPET เบอร์ 300 ดีเนียร์ มีความแข็งแรงที่ตีพอเมื่อเทียบกับการใช้เส้นด้าย PET เบอร์ 385 ดีเนียร์ทั้งความแข็งแรงต่อแรงดึง และความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาด [4] อย่างไรก็ตาม ยังมีงานวิจัยที่นำเอาเส้นใย rPET ไปใช้สำหรับผลิตผ้าไม่ทอ ซึ่งเป็นผ้าอีกประเภทหนึ่งที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอเช่นกัน มีการศึกษานำเส้นใยสั้น rPET เบอร์ 6 ดีเนียร์ และ 11 ดีเนียร์ มาผสมกับเส้นใย PET ที่เป็นวัสดุดั้งเดิม เพื่อผลิตเป็นผ้าไม่ทอสำหรับใช้เป็นพรหมในรถยนต์ [9]

นอกจากผลิตภัณฑ์สิ่งทอในเชิงของเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มนั้น ทางคณะผู้วิจัยต้องการขยายขอบเขตของการนำเส้นด้าย rPET ไปใช้งานในลักษณะอื่น ๆ จึงศึกษาความเป็นไปได้ที่นำเอาเส้นด้าย rPET ผลิตเป็นฝักรองนั่งเก้าอี้พนักพาดซึ่งกำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยสามารถใช้ในงานกิจกรรมกลางแจ้ง ตั้งแต่การดูเทศกาลดนตรี การแคมป์ปิ้ง จนถึงการใช้ในสวน การใช้วัสดุรีไซเคิลสำหรับเก้าอี้พนักพาดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมนี้ จะเป็นการสร้างความยั่งยืนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจทำให้ผู้บริโภคที่ตระหนักเรื่องสิ่งแวดล้อมให้ความสนใจ อย่างไรก็ตาม สมบัติของผ้ามีความสัมพันธ์กับโครงสร้างเส้นด้ายและรูปแบบการทอของผ้าที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะสมบัติเชิงกลของผ้าต่อการรับน้ำหนักและแรงจากภายนอกมีความสำคัญอย่างมากต่อการออกแบบ [10] ดังนั้น ขั้นตอนนี้เป็นสิ่งสำคัญในการทำให้วัสดุเหล่านี้เหมาะสมสำหรับเก้าอี้พนักพาด จึงถือเป็นความท้าทายและโอกาสสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทออีกด้วย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการผลิตผ้าทอรูปแบบต่างจากเส้นด้าย rPET ที่นำไปผ่านกระบวนการตีเกลียวด้วยจำนวนแตกต่างกันเพื่อใช้สำหรับเป็นเส้นด้ายพุ่งและเส้นด้ายยืน จากนั้นเลือกตัวอย่างผ้าทอจากสมบัติด้านความแข็งแรงไปขึ้นรูปบนเก้าอี้พนักพาดและเปรียบเทียบความคงทนด้วยแรงกดกับเก้าอี้พนักพาดในห้องตลาด เพื่อแสดงความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ผ้าทอ rPET สำหรับงานสิ่งทอเทคนิคอื่นที่นอกเหนือไปจากผลิตภัณฑ์สิ่งทอในเชิงของเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมเส้นด้าย การเตรียมผ้าทอ การนำผ้าทอขึ้นรูปบนเก้าอี้พนักพาด การทดสอบสิ่งทอ และการทดสอบการรองรับน้ำหนักของเก้าอี้พนักพาด มีรายละเอียดดังนี้

1. การเตรียมเส้นด้าย

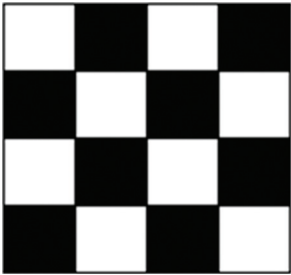
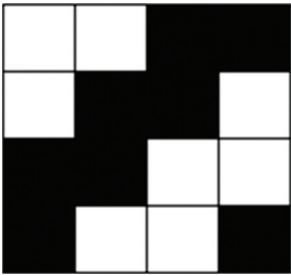
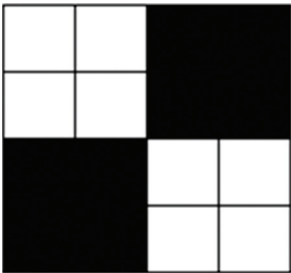
เส้นด้ายพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตรีไซเคิลเบอร์ 300 ดีเนียร์ (Denier, D) ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท อินโดรามา โพลีเอสเตอร์ อินดัสตรีส์ จำกัด (มหาชน) มาทำการตีเกลียว Z ด้วยเครื่อง Two for one twister ที่บริษัท มาสเท็กซ์ จำกัด โดยกำหนดความเร็วรอบเครื่อง 4,530 รอบต่อนาที จำนวนเกลียว 4 เกลียวต่อนิ้ว โดยใช้เส้นด้าย 1 เส้น และเส้นด้าย 2 เส้น แทนสัญลักษณ์ rPET-1 และ rPET-2

2. การเตรียมผ้าทอ

เริ่มต้นการทำงานด้วยการสับด้ายยืนด้วยเครื่องสับด้ายตัวอย่าง Mini warper (CCI SW550) ตามด้วยการทอผ้าด้วยเครื่องทอตัวอย่าง Evergreen Sampling Loom (CCI SL8900) ดังรูปที่ 1 ทั้งหมด 3 โครงสร้าง ได้แก่ โครงสร้างลายขัด (Plain Weave) โครงสร้างลายทแยง (Twill Weave) และโครงสร้าง

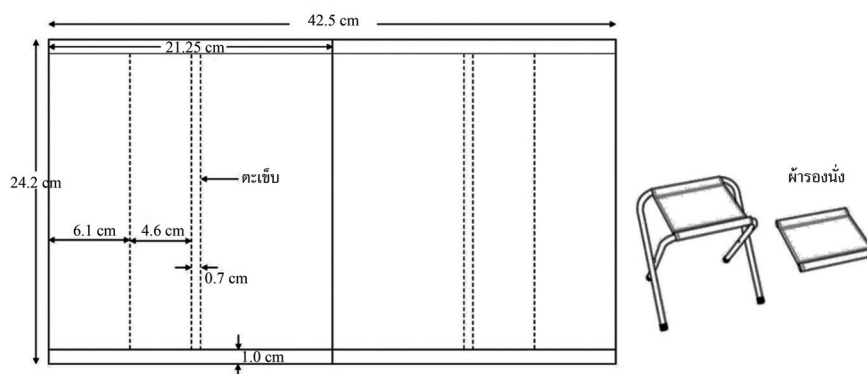
ลายขัดคัดแปลงหรือลายขัดสานตะกร้า (Basket Weave) กำหนดใช้เส้นด้าย rPET-2 เป็นเส้นด้ายยืนมีความหนาแน่น 50 เส้นต่อนิ้ว (End Per Inch, epi) และเส้นด้าย rPET-1 หรือ rPET-2 เป็นเส้นด้ายพุ่งมีความหนาแน่น 40 เส้นต่อนิ้ว (Pick Per Inch, ppi) ในขั้นตอนนี้ได้ผ้าทอทั้งหมด 6 ตัวอย่างที่มีโครงสร้างผ้าทอและเส้นด้ายพุ่งต่างกันดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์ผ้าทอ rPET

#	โครงสร้างผ้า	เส้นด้ายยืน	เส้นด้ายพุ่ง	สัญลักษณ์
1		rPET-2	rPET-1	Plain-1
2		rPET-2	rPET-2	Plain-2
ลายขัด				
3		rPET-2	rPET-1	Twill-1
4		rPET-2	rPET-2	Twill-2
ลายทแยง				
5		rPET-2	rPET-1	Basket-1
6		rPET-2	rPET-2	Basket-2
ลายขัดสานตะกร้า				



รูปที่ 1 เครื่องสับด้ายตัวอย่าง และเครื่องทอตัวอย่าง



รูปที่ 2 ขนาดของผ้ารองนั่ง และชิ้นงานเก้าอี้พกพา

3. การนำผ้าทอขึ้นรูปบนเก้าอี้พกพา

เมื่อนำผ้าทอทั้งทอตัวอย่างไปผ่านการวิเคราะห์สมบัติความแข็งแรงแล้ว ตัวอย่างผ้าทอที่มีความแข็งแรงที่ดีที่สุดถูกนำมาขึ้นรูปบนเก้าอี้พกพา ทำการตัดผ้าขนาด 24.2 x 42.5 เซนติเมตร และเย็บตะเข็บห่างจากขอบ 1 เซนติเมตร ดังรูปที่ 2 ด้วยเส้นด้ายไนลอน โดยใช้เครื่องจักรเย็บผ้าเข็มเดี่ยว (PFAFF 9063) แล้วประกอบเข้ากับชิ้นงานเก้าอี้พกพา

4. การทดสอบสิ่งทอ

4.1 การทดสอบสมบัติของเส้นด้าย

นำเส้นด้ายมาทดสอบเบอร์ด้าย และความแข็งแรงต่อแรงดึง โดยการหาเบอร์ด้ายเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D1059 ตัวอย่างละ 10 เส้น และความแข็งแรงต่อแรงดึงของเส้นด้ายทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D2256 ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine (Instron series 2701) ทำการทดสอบ 10 ชิ้นต่อตัวอย่าง

4.2 การทดสอบสมบัติของผ้าทอ

ผ้าทอทั้งทอตัวอย่างนำมาทดสอบน้ำหนักผ้าตามมาตรฐาน ASTM D3776 ด้วยเครื่องทดสอบน้ำหนักผ้าแบบ Fabric Sample Cutter จำนวน 5 ชิ้นทดสอบ และความหนาของผ้าทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D1777 ด้วยเครื่องทดสอบความหนาของผ้า โดยวัดความหนาของผ้าตัวอย่างที่ตำแหน่งต่างกัน 5 ตำแหน่ง จำนวน 5 ชิ้นทดสอบ

การซึมผ่านของอากาศของผ้าทอทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D737 ด้วยเครื่อง Air Permeability Tester (SDL Atlas M021A) โดยใช้แรงดันที่ 125 Pa ขนาดของผ้าทอเป็นวงกลมมีพื้นที่ 38 ตารางเซนติเมตร ทำการทดสอบซ้ำตัวอย่างละ 5 ครั้ง

ความแข็งแรงของผ้าทอทำการทดสอบทั้งแรงดึงและแรงฉีกขาดของผ้าทอด้วยเครื่อง Universal Testing Machine (Instron series 2701) ที่ภาควิชาวิทยาการสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ การทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D5034 โดยทดสอบตัวอย่างทั้งแนวเส้นด้ายพุ่งและแนวเส้นด้ายยืนด้านละ 10 ชิ้น และการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดของผ้าทอเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D2261 ทำการทดสอบตัวอย่างละ 5 ชิ้น ทั้งแนวเส้นด้ายยืนและแนวเส้นด้ายพุ่ง

5. การทดสอบการรองรับน้ำหนักของเก้าอี้พกพา

การทดสอบการรองรับน้ำหนักของเก้าอี้พกพาจากผ้ารองนั่งที่เลือกมาจากผ้าทอตัวอย่างมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความทนต่อแรงกดของเก้าอี้พกพาที่ใช้ผ้ารองจากการศึกษานี้กับเก้าอี้พกพาในท้องตลาดจากผ้าพอลิเอสเตอร์ โดยประยุกต์ใช้การทดสอบแรงกดด้วยเครื่องทดสอบ Universal Testing Machine (Chun Yen CY-6040A12) ดังรูปที่ 3 ที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยนำเก้าอี้พกพาไปวางกึ่งกลางเครื่องทดสอบ จากนั้นนำแผ่นเหล็กรองรับน้ำหนักเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว หนา 1 นิ้ว น้ำหนัก 7.6 กิโลกรัม วางบนเก้าอี้พกพา แล้วเคลื่อนแท่งกดลงบน

แผ่นเหล็กรองรับน้ำหนักด้วยแรงกด 150 kgf อัตราการกดคงที่ 10 มิลลิเมตรต่อนาที จากนั้นเคลื่อนแท่งกดขึ้น แล้วทำการกดซ้ำจำนวน 5 รอบต่อหนึ่งชั้นทดสอบ ทดสอบซ้ำตัวอย่างละ 3 ชั้นทดสอบ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของผ้ารองนั่งและโครงเก้าอี้ และบันทึกระยะยืดตัวของผ้า



รูปที่ 3 การทดสอบการรองรับน้ำหนักของผ้าทอบนเก้าอี้พกพา

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการตีเกลียวเส้นด้าย rPET เพื่อใช้เป็นเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งสำหรับผ้าทอทั้งหกตัวอย่าง จากนั้นนำไปทดสอบสมบัติของผ้าทอเพื่อเลือกผ้าทอตัวอย่างไปขึ้นชิ้นงานบนเก้าอี้พกพา แล้วนำไปทดสอบการรองรับน้ำหนักของผ้าทอบนเก้าอี้พกพา ได้ผลการทดลองดังนี้

1. ผลการทดสอบเส้นด้าย rPET

จากการนำเส้นด้าย rPET เบอร์ 300 D ไปตีเกลียวจำนวน 1 เส้น และ 2 เส้น นั่นคือ rPET-1 และ rPET-2 แล้วนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพได้ผลดังตารางที่ 2 พบว่า เมื่อนำเส้นด้าย rPET ไปตีเกลียว 1 เส้น มีผลต่อเบอร์ด้ายและแรงดึงขาดน้อยมาก เนื่องจากจำนวนเส้นด้ายยังคงเดิม และจำนวนเกลียวต่ำ จึงไม่ส่งผลกับสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่เส้นด้าย rPET-2 ซึ่งนำเส้นด้าย 2 เส้นไปตีเกลียวรวมเป็นเส้นเดียว ทำให้เบอร์ด้ายเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า รวมทั้งมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นตามจำนวนของเส้นด้าย ซึ่งมีจำนวนเส้นใยยาวที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่า เส้นด้ายสองเส้นที่ตีเกลียวรวมกันเป็นหนึ่งเส้นนั้นมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น [11] รวมทั้งขนาดของเส้นด้ายหรือเบอร์ด้ายที่สูงขึ้น ส่งผลให้ความแข็งแรงของเส้นด้ายเพิ่มขึ้นเช่นกัน

ตารางที่ 2 ผลของสมบัติเส้นด้าย rPET

เส้นด้าย	เบอร์ด้าย (D)	ความแข็งแรงของเส้นด้าย	
		แรงดึงขาด (kgf)	ระยะยืด (mm)
rPET	315.0±2.9	1,111.4±27.3	27.4±1.9
rPET-1	317.0±2.6	1,127.5±9.7	28.5±0.6
rPET-2	634.5±3.2	2,316.8±24.3	28.4±0.7

2. ผลการทดสอบผ้าทอ rPET

ผ้าทอหกตัวอย่างที่มีโครงสร้างต่างกันและชนิดของเส้นด้ายพุ่งต่างกันดังรูปที่ 4 จากการประเมินด้วยการสัมผัสพบว่า ผ้าทอลายขัดมีความแข็งกระด้างจากลักษณะการขัดกันของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง ผ้าทอลายทแยงมีความนุ่มและหนาขึ้น ส่วนผ้าทอลายขัดสานตะกร้ามีความนุ่มและหนาที่สุด

2.1 น้ำหนักและความหนาของผ้าทอ rPET

เมื่อเปรียบเทียบผ้าทอทั้งหกผืนดังตารางที่ 3 พบว่า โครงสร้างของลายผ้าไม่ส่งผลกับน้ำหนักของผ้า แต่ผ้าทอที่ใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-2 ทำให้น้ำหนักของผ้าทอทุกโครงสร้างเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-1 ประมาณร้อยละ 31 - 36 เนื่องจากน้ำหนักเท่าตัวของเส้นด้ายพุ่งที่ใช้ในการทอ

ผ้าทอโครงสร้างลายขัดสานตะกร้า ได้แก่ Basket-1 และ Basket-2 ที่ใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-1 และ rPET-2 มีความหนามากกว่าผ้าทอโครงสร้างอื่น ๆ เนื่องจากผ้าทอลายขัดสานตะกร้ามีการลอยของเส้นด้ายมาก จึงทำให้ผ้ามีความหนามากกว่าผ้าทอโครงสร้างอื่น ส่วนการใช้ rPET-1 และ rPET-2 เป็นเส้นด้ายพุ่งไม่ส่งผลกับความหนาของผ้าทอ



รูปที่ 4 ลักษณะผ้าทอ rPET

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบน้ำหนัก ความหนา และการซึมผ่านอากาศของผ้าทอ

ตัวอย่าง	น้ำหนัก (g/m^2)	ความหนา (mm)	การซึมผ่านอากาศ (cfm^*)
Plain-1	207.2 $\pm$ 5.0	0.39 $\pm$ 0.09	6.77 $\pm$ 0.48
Plain-2	274.6 $\pm$ 4.3	0.53 $\pm$ 0.03	3.99 $\pm$ 0.36
Twill-1	217.6 $\pm$ 2.2	0.51 $\pm$ 0.01	40.28 $\pm$ 1.73
Twill-2	296.8 $\pm$ 4.2	0.52 $\pm$ 0.01	34.30 $\pm$ 5.21
Basket-1	218.4 $\pm$ 2.6	0.72 $\pm$ 0.02	107.40 $\pm$ 5.52
Basket-2	287.2 $\pm$ 12.9	0.73 $\pm$ 0.02	50.89 $\pm$ 3.94

*cfm: cubic feet per minute

2.2 การซึมผ่านของอากาศของผ้าทอ rPET

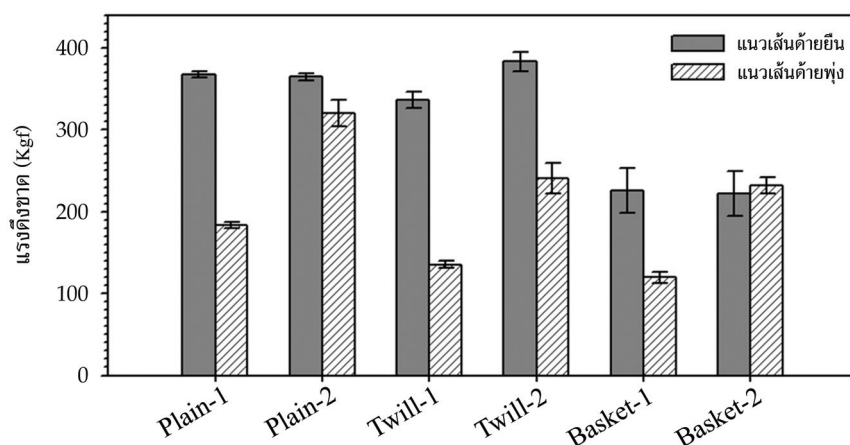
จากการทดสอบการซึมผ่านของอากาศของผ้าทอจากเส้นด้าย rPET มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแน่นของพื้นผ้าแต่ละตัวอย่างดังตารางที่ 3 พบว่า โครงสร้างผ้าทอลายขัดสานตะกร้า มีการซึมผ่านอากาศมากที่สุด ทั้งการใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-1 และ rPET-2 เนื่องจากโครงสร้างของผ้าทอดังกล่าว มีการลอยของเส้นด้าย ทำให้มีช่องว่างที่อากาศผ่านได้มาก รองลงมาคือ โครงสร้างผ้าทอลายทแยง และ โครงสร้างผ้าทอลายขัด เมื่อเทียบการใช้เส้นด้ายพุ่ง ได้แก่ rPET-1 และ rPET-2 บนผ้าทอพบว่า ผ้าทอทุกโครงสร้างที่ใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-2 ยอมให้อากาศผ่านน้อยกว่าผ้าทอที่ใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-1 เนื่องจากเส้นด้ายพุ่ง rPET-2 มีการควบเกลียวเส้นด้ายเป็น 2 เส้น ทำให้เส้นด้ายมีขนาดใหญ่ และมีความหนาแน่นของผ้าทอมากกว่า ทำให้ขัดขวางการไหลผ่านของอากาศ สอดคล้องกับค่าการซึมผ่านอากาศผ้าทอ rPET ที่ประกอบด้วยเส้นใยยาวต่อเนื่องจำนวนต่างกัน [6]

2.3 ความแข็งแรงต่อแรงดึงของผ้าทอ rPET

โดยทั่วไปความแข็งแรงต่อแรงดึงของผ้าเป็นสมบัติที่บ่งบอกถึงความแข็งแรงของผ้า เป็นการวัดความต้านทานของผ้าเมื่อได้รับแรงดึงยึดด้วยอัตราการเคลื่อนที่คงที่ในแนวตั้ง จากการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงของผ้าทอจากเส้นด้าย rPET ดังรูปที่ 5 เมื่อพิจารณาตามแนวเส้นด้ายยืนพบว่า ผ้าทอโครงสร้างลายขัดและผ้าทอโครงสร้างลายทแยง มีความแข็งแรงต่อแรงดึงมากกว่าผ้าทอโครงสร้างลายขัดสานตะกร้าอย่างเห็นได้ชัดทั้งการใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-1 และ rPET-2 เพราะผ้าทอทั้งสองโครงสร้าง มีการขัดกันแน่นกว่าผ้าทอโครงสร้างลายสานขัดตะกร้า รวมทั้งมีการขัดกันระหว่างเส้นด้ายพุ่งและเส้นด้ายยืนมากกว่า จึงทำให้สามารถทนต่อแรงดึงได้มากกว่า [10] เมื่อพิจารณาตามแนวเส้นด้ายพุ่งดังรูปที่ 5 พบว่า ผ้าทอโครงสร้างลายขัดมีความแข็งแรงต่อแรงดึงมากที่สุด รองลงมาคือ ผ้าทอโครงสร้างลายทแยง และ ผ้าทอโครงสร้างลายขัดสานตะกร้า เนื่องจากผ้าทอโครงสร้างลายขัดมีการส่งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งขัดกันทุกเส้น จึงทำให้ผ้ามีความแข็งแรงต่อแรงดึงมากกว่าผ้าทอโครงสร้างอื่น เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบความแข็งแรงต่อแรงดึงของผ้าทอโครงสร้างลายขัด โครงสร้างลายทแยง 2/1 และโครงสร้างลายทแยง 2/2 ในงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ผ้าทอโครงสร้างลายขัดมีความแข็งแรงมากกว่าผ้าทอโครงสร้างลายทแยง เนื่องจากผ้าทอโครงสร้างลายขัดมีความแน่นมากกว่าเป็นไปตามความสามารถในการซึมผ่านของอากาศที่มีค่าต่ำ รวมทั้งผ้าทอโครงสร้างลายขัดมีการขัดกันระหว่างเส้นด้ายพุ่งและเส้นด้ายยืนมากกว่า จึงทำให้ผ้ามีความต้านทานต่อแรงดึงขาดได้มากกว่า [10] และพบว่าผ้าทอทุกโครงสร้างที่ใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-2 มีความแข็งแรงต่อแรงดึงในทิศทางเส้นด้ายยืนและทิศทางเส้นด้ายพุ่งมากกว่าการใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-1 เนื่องจากเส้นด้ายควบมีความแข็งแรงมากกว่าตามจำนวนของเส้นด้ายและจำนวนเส้นใยยาวที่เป็นองค์ประกอบในโครงสร้าง

เมื่อพิจารณาตามแนวเส้นด้ายยืนตารางที่ 4 พบว่า ผ้าทอโครงสร้างลายขัดมีค่าระยะยืดมากที่สุด รองลงมาคือ ผ้าทอโครงสร้างทแยง และผ้าทอโครงสร้างลายขัดสานตะกร้า เมื่อพิจารณาตามแนวเส้นด้ายพุ่งพบว่า ผ้าทอโครงสร้างลายขัด มีค่าระยะยืดมากที่สุด รองลงมาคือ ผ้าทอโครงสร้างลายขัดสานตะกร้า และ ผ้าทอโครงสร้างลายทแยง โดยที่ผ้าทอทุกโครงสร้างที่ใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-2 มีค่าระยะยืดในทิศทางเส้นด้ายพุ่งและทิศทางเส้นด้ายยืนมากกว่าการใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-1 เพราะเส้นด้ายพุ่ง rPET-2 มีการเข้าเกลียวรวมกัน ทำให้เส้นด้ายมีความเหนียวเพิ่มขึ้น สามารถดึงยึดได้มากกว่าเส้นด้ายพุ่ง rPET-1

จากการนำผ้าทอทั้งหมดตัวอย่างมาทำการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงของผ้าทอพบว่า Plain-2 แข็งแรงที่สุด รองลงมาคือ Twill-2 และ Plain-1



รูปที่ 5 ผลของแรงดึงขาดของผ้าทอ rPET

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึง และความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดของผ้าทอ

ตัวอย่าง	การทดสอบแรงดึงยึด		การทดสอบแรงฉีกขาด	
	แรงดึงขาด (kgf)	ระยะยึด (mm)	แรงฉีกขาด (kgf)	ระยะยึด (mm)
Plain-1				
- แนวด้ายยืน	367.66±3.39	26.95±2.07	15.38±1.99	44.65±10.02
- แนวด้ายพุ่ง	183.13±4.08	22.51±1.44	16.22±0.99	36.93±2.98
Plain-2				
- แนวด้ายยืน	364.89±4.48	38.39±2.05	11.49±0.73	27.63±3.94
- แนวด้ายพุ่ง	320.30±15.92	22.64±3.83	13.65±1.14	25.83±7.56
Twill-1				
- แนวด้ายยืน	336.23±10.03	18.99±0.77	16.25±3.14	48.66±10.62
- แนวด้ายพุ่ง	135.50±4.57	16.99±0.62	15.05±1.88	43.33±4.46
Twill-2				
- แนวด้ายยืน	383.54±12.01	25.23±1.21	28.46±1.68	40.59±2.85
- แนวด้ายพุ่ง	240.75±18.23	19.10±1.71	33.37±1.94	47.13±4.68
Basket-1				
- แนวด้ายยืน	226.10±27.37	15.62±1.16	0.37±0.32	39.53±9.95
- แนวด้ายพุ่ง	119.46±6.69	17.10±0.65	2.90±0.95	51.76±8.70
Basket-2				
- แนวด้ายยืน	221.84±26.95	16.25±1.17	0.64±0.58	40.12±3.94
- แนวด้ายพุ่ง	231.95±10.00	20.84±1.26	1.31±0.90	50.17±6.59

2.4 ความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดของผ้าทอ rPET

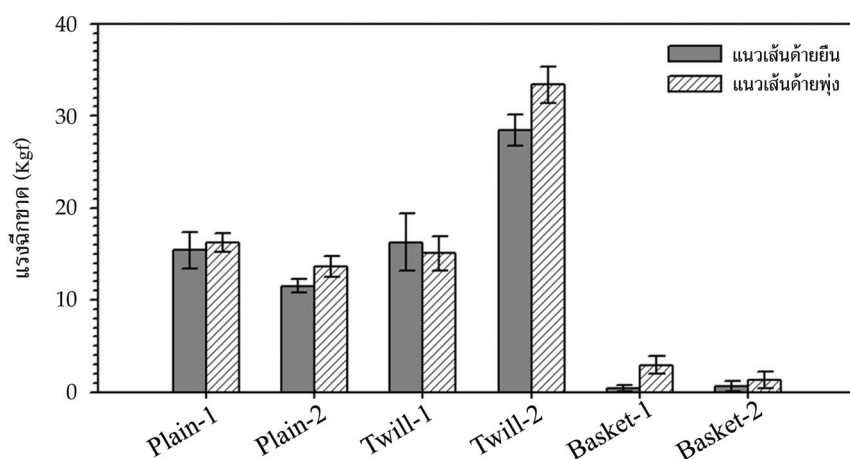
ความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้าเป็นสมบัติหนึ่งที่น่าสนใจในการประเมินความสามารถในการใช้งานของผ้าทอและมีความสมเหตุสมผลมากกว่าความแข็งแรงในการดึงยึด การใช้งานของผ้าทอที่มักจะใช้ความแข็งแรงต่อการฉีกขาดในการประเมินความสามารถ เช่น ชุดทางการทหาร ผ้าเตนท์ ผ้าใบกันแดด ผ้าเปเลสนาม เป็นต้น [10] การฉีกขาดบนผ้าเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเส้นด้ายหรือผ้าที่เกิดจากแรงกระทำ ต่างจากการขาดของผ้าจากแรงดึงที่เกิดจากทิศทางของแรงที่กระทำบนเส้นด้ายในทิศทางเดียวกัน

ผ้าทอที่มีความต้านทานต่อการฉีกขาดที่ต่ำจึงไม่เหมาะกับการนำไปใช้งาน [12] ในงานวิจัยนี้จึงนำความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดของผ้าทอมาใช้ในการพิจารณาสมบัติด้านความแข็งแรงของผ้าทอแต่ละตัวอย่างสำหรับการเลือกตัวอย่างนำไปขึ้นชิ้นงานเก้าอี้พกพาเช่นกัน จากการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดของผ้าทอจากเส้นด้าย rPET ดังรูปที่ 6 เมื่อพิจารณาตามแนวเส้นด้ายยืนพบว่า ผ้าทอโครงสร้างลายทแยงมีความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดมากที่สุด รองลงมาคือ ผ้าทอโครงสร้างลายขัด และผ้าทอโครงสร้างลายขัดสานตะกร้า เมื่อพิจารณาจากผ้าทอโครงสร้างลายขัดและโครงสร้างลายขัดสานตะกร้าพบว่า ลักษณะของการขัดของเส้นด้ายพุ่งและเส้นด้ายยืนทำให้เส้นด้ายสูญเสียความเคลื่อนไหวเมื่อได้รับแรง จึงทำให้ทนต่อแรงฉีกขาดได้น้อยกว่าผ้าทอโครงสร้างลายทแยง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา [10], [12] เมื่อพิจารณาตามแนวเส้นด้ายพุ่งพบว่า ผ้าทอโครงสร้างลายทแยงและผ้าทอโครงสร้างลายขัด มีความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดมากกว่าผ้าทอโครงสร้างลายขัดสานตะกร้าอย่างเห็นได้ชัด อย่างไรก็ตาม การใช้เส้นด้ายพุ่งต่างกันไม่ส่งผลกับแรงฉีกขาดของผ้าทอโครงสร้างลายขัดและโครงสร้างลายขัดสานตะกร้า แต่กลับส่งผลกับการฉีกขาดในทิศทางตามแนวด้ายยืนและทิศทางตามแนวด้ายพุ่งของผ้าทอโครงสร้างลายทแยง โดยที่ผ้าทอที่ใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-2 มีความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดมากกว่าเส้นด้ายพุ่ง rPET-1

เมื่อพิจารณาตามแนวเส้นด้ายยืนดังตารางที่ 4 พบว่า ผ้าทอโครงสร้างลายทแยงมีค่าระยะยืดมากกว่าผ้าทอโครงสร้างลายขัดและผ้าทอโครงสร้างลายขัดสานตะกร้าอย่างเห็นได้ชัด แสดงให้เห็นว่าผ้าทอโครงสร้างลายทแยงมีสมบัติด้านความยืดหยุ่นที่ดีกว่าผ้าลายอื่น เมื่อพิจารณาตามแนวเส้นด้ายพุ่งพบว่า ผ้าทอโครงสร้างลายขัดสานตะกร้ามีค่าระยะยืดมากที่สุด รองลงมาคือ ผ้าทอโครงสร้างลายทแยง และผ้าทอโครงสร้างลายขัด การใช้เส้นด้ายพุ่งต่างกัน ส่งผลกับระยะยืดตามแนวด้ายยืนของผ้าทอโครงสร้างลายขัดสานตะกร้า โดยที่การใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-2 ทำให้ผ้าทอดังกล่าวมีค่าระยะยืดด้านยืนมากกว่าการใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-1

จากการนำผ้าทอทั้งหกตัวอย่างมาทำการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดของผ้าทอพบว่า Twill-2 แข็งแรงที่สุด รองลงมาคือ Plain-1 และ Twill-1 ซึ่งมีค่าไม่ต่างกัน

เมื่อพิจารณาความแข็งแรงของผ้าทอทุกตัวอย่างทั้งแรงดึงขาดและแรงฉีกขาด ผู้วิจัยได้เลือกผ้าทอโครงสร้างลายขัดที่ใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-2 นั่นคือ Plain-2 ซึ่งทนต่อแรงดึงขาดสูงสุด และผ้าทอโครงสร้างลายทแยงที่ใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-2 นั่นคือ Twill-2 ซึ่งทนต่อแรงฉีกขาดสูงสุด ไปทำการเย็บตะเข็บและขึ้นรูปเก้าอี้พกพาเพื่อเปรียบเทียบการรองรับน้ำหนักกับเก้าอี้พกพาในท้องตลาดจากผ้าพอลิเอสเตอร์

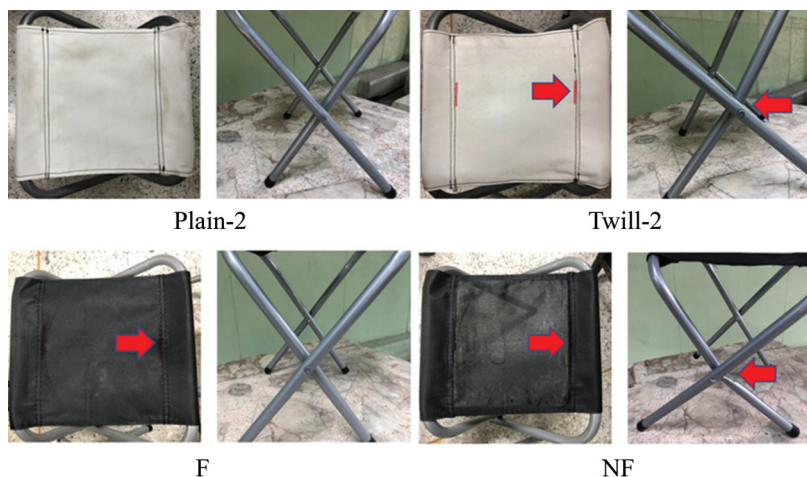


รูปที่ 6 ผลของแรงฉีกขาดของผ้าทอ rPET

3. ผลการทดสอบการรองรับน้ำหนักของเก้าอี้พกพา

จากการนำ Plain-2 และ Twill-2 ขึ้นรูปเก้าอี้พกพาและทำการทดสอบการรองรับน้ำหนักเปรียบเทียบกับเก้าอี้พกพาในท้องตลาดจากผ้าพอลิเอสเตอร์แบบที่มีการบุผ้ากาว และไม่มีกาวบุผ้ากาว ใช้สัญลักษณ์ F และ NF แสดงผลการทดสอบดังรูปที่ 7 และตารางที่ 5 เมื่อกอดน้ำหนักด้วยแรง 150 kgf จำนวน 5 รอบ

ลงบนเก้าอี้พนักพิงที่ใช้ผ้ารองนั่งแตกต่างกันพบว่า เก้าอี้พนักพิงที่ใช้ผ้า Plain-2 ผ้ายืดออก 12.53 มิลลิเมตร แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงบนเนื้อผ้าและโครงเก้าอี้ ส่วนเก้าอี้พนักพิงที่ใช้ผ้า Twill-2 ผ้ายืดออก 17.45 มิลลิเมตร และเนื้อผ้ามีการฉีกขาดในขณะที่มีแรงกดลงบนผ้าก่อนที่โครงเก้าอี้จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง นั่นคือ โครงเก้าอี้เกิดความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผ้าทอดงกว่า เก้าอี้พนักพิงในท้องตลาดจากผ้าพอลิเอสเตอร์แบบที่มีการบุผ้าขาว ผ้ายืดออก 16.84 มิลลิเมตร และตะเข็บมีการฉีกขาด โครงเก้าอี้ไม่มีการชำรุด เก้าอี้ต้นแบบจากท้องตลาดที่ใช้ผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่มีผ้าขาว ผ้ายืดออก 24.61 มิลลิเมตร ตะเข็บและเนื้อผ้ามีการฉีกขาด รวมทั้งโครงเก้าอี้เกิดการชำรุด แสดงให้เห็นว่า เก้าอี้พนักพิงในท้องตลาดจากผ้าพอลิเอสเตอร์นั้นมีผ้าบุขาวเป็นวัสดุเสริมที่ช่วยทำให้เก้าอี้พนักพิงมีความแข็งแรงสูงขึ้น



รูปที่ 7 ลักษณะเก้าอี้พนักพิงจากผ้าทอดอย่างหลังการทดสอบ

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการรองรับน้ำหนักของเก้าอี้พนักพิง

ตัวอย่าง	ผ้ารองนั่ง		เหล็กไขว้ง	ระยะยืด (mm)
	ตะเข็บฉีก	เนื้อผ้าฉีก		
Plain-2	-	-	-	12.53
Twill-2	-	✓	✓	17.45
F	✓	-	-	16.84
NF	✓	✓	✓	24.61

เมื่อเปรียบเทียบเก้าอี้พนักพิงที่ใช้ผ้า Plain-2 Twill-2 และผ้าพอลิเอสเตอร์ที่ไม่มีผ้าบุขาวซึ่งเป็นวัสดุเสริมออก จะเห็นได้ว่า เก้าอี้พนักพิงที่ใช้ผ้ารองนั่งจากเส้นด้าย rPET ทั้งสองตัวอย่าง ได้แก่ Plain-2 และ Twill-2 มีความคงทนทั้งในเรื่องของตะเข็บ เนื้อผ้า และโครงเก้าอี้ได้ดีกว่า นอกจากนั้นยังพบว่า เก้าอี้พนักพิงจากผ้า Plain-2 ซึ่งใช้เส้นด้ายเป็น rPET-2 และเส้นด้ายพุ่ง rPET-2 ทอดด้วยโครงสร้างลายขัด มีความทนทานมากที่สุด โดยพิจารณาจากผ้ารองนั่ง ทั้งตะเข็บ และเนื้อผ้า รวมทั้งมีระยะยืดของผ้าจากแรงกดน้อยที่สุด ซึ่งช่วยทำให้โครงเก้าอี้ไม่มีความเสียหาย อีกทั้งมีความคงทนมากกว่าเก้าอี้พนักพิงในท้องตลาดจากผ้าพอลิเอสเตอร์ที่นำมาศึกษาอีกด้วย

สรุปและอภิปรายผล

จากการนำเส้นด้าย rPET มาตีเกลียวด้วยจำนวน 4 เกลียวต่อนิ้ว โดยใช้เส้นด้ายจำนวน 1 เส้น และ 2 เส้น ได้แก่ rPET-1 และ rPET-2 ทำให้เส้นด้ายทนต่อแรงดึงขาดได้มากขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อระยะยืดก่อนขาด เมื่อนำไปทอผ้าสามโครงสร้าง ได้แก่ ผ้าทอลายขัด ผ้าทอลายทแยง และผ้าทอลายขัดสานตะกร้า โดยใช้เส้นด้าย rPET-2 เป็นเส้นด้ายยืน และใช้เส้นด้าย rPET-1 หรือเส้นด้าย rPET-2 เป็นเส้นด้ายพุ่งพบว่า ผ้าทอทุกโครงสร้างที่ใช้เส้นด้าย rPET-2 เป็นเส้นด้ายพุ่งมีความแข็งแรงต่อแรงดึงและแรงฉีกขาดได้ดีกว่าการใช้ rPET-1 เป็นเส้นด้ายพุ่ง ผ้าทอลายขัดมีความแข็งแรงต่อแรงดึงมากที่สุด รองลงมาคือ ผ้าทอลายทแยง และผ้าทอลายขัดสานตะกร้า ส่วนผ้าทอลายทแยงมีความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดมากที่สุด รองลงมาคือ ผ้าทอลายขัด และผ้าทอลายขัดสานตะกร้า

เมื่อเลือกผ้าทอลายขัดที่ใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-2 ซึ่งมีความแข็งแรงต่อแรงดึงมากที่สุด และผ้าทอลายทแยงที่ใช้เส้นด้ายพุ่ง rPET-2 ซึ่งมีความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดมากที่สุด มาขึ้นรูปเก้าอี้พกพา และทดสอบการรองรับน้ำหนักด้วยแรงกด 150 kgf จำนวน 5 รอบ พบว่า เก้าอี้พกพาที่ใช้ผ้ารองนั่งจากผ้าทอลายขัดที่ใช้เส้นด้าย rPET-2 เป็นเส้นด้ายพุ่งมีความทนทานที่สุด เนื่องจากผ้ารองนั่งไม่มีการขาดและรอยฉีกขาด ระยะยืดของผ้าน้อยที่สุด และไม่พบความเสียหายกับโครงเก้าอี้ แสดงให้เห็นว่า ผ้าทอดังกล่าวสามารถนำไปใช้งานได้เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบนี้กับเก้าอี้พกพาในท้องตลาดจากผ้าพอลิเอสเตอร์

ผลการวิจัยนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ซึ่งได้ผลลัพธ์ไปในทางที่ดี นั่นคือ สามารถนำผ้าทอจากเส้นด้ายวัสดุรีไซเคิล 100 % มาใช้งานในลักษณะของผ้ารองนั่งสำหรับเก้าอี้พกพาได้ โดยใช้ความรู้ทางการออกแบบเชิงวิศวกรรมสิ่งทอ ในการเลือกโครงสร้างเส้นด้าย โครงสร้างลายทอ และการทดสอบสมบัติของผ้า เพื่อเลือกวัสดุหรือตัวอย่างผ้าที่เหมาะสมในการใช้งาน อย่างไรก็ตาม การนำวัสดุรีไซเคิลมาใช้งานในเชิงสิ่งทอในงานวิจัยที่ผ่านมา ไม่ว่าจะเป็นการใช้ rPET ในรูปแบบของเส้นใย หรือเส้นด้ายในการขึ้นรูปเป็นผืนผ้าทั้งผ้าทอ ผ้าถัก หรือผ้าไม่ทอ ต่างทำการทดสอบในเชิงสมบัติของผ้าเท่านั้น จึงยังเป็นข้อจำกัดของข้อมูลการนำวัสดุรีไซเคิลเหล่านี้ไปใช้งานในลักษณะต่าง ๆ ที่นอกเหนือไปจากเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์การทดสอบทางงานโยธากับผ้ารองนั่งสำหรับเก้าอี้พกพา โดยขึ้นรูปผ้าทอรีไซเคิลกับโครงเก้าอี้ และทดสอบความคงทนต่อแรงกดกับชิ้นงานจริง เพื่อแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง พบว่า เก้าอี้พกพาที่ใช้ผ้ารองนั่งจากผ้าทอ rPET ในการศึกษาสามารถทนทานต่อแรงกดได้ดีกว่าเก้าอี้พกพาในท้องตลาดจากผ้าพอลิเอสเตอร์ จากผลดังกล่าวไม่เพียงแต่แสดงถึงการขยายขอบเขตการใช้งานของวัสดุรีไซเคิลนอกเหนือจากเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม ซึ่งสามารถต่อยอดสู่ผลิตภัณฑ์ในลักษณะคล้ายกัน เช่น เปลสนามพกพา อีกทั้งยังเป็นการแสดงถึงการสร้างทางเลือกในการใช้วัสดุรีไซเคิลจากพลาสติก rPET มาผลิตผ้าทอถือเป็นการส่งเสริมความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท อินโดรามา โพลีเอสเตอร์ อินดัสตรี้ส์ จำกัด (มหาชน) สำหรับความอนุเคราะห์เส้นด้ายพอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตรีไซเคิล และบริษัท มาสเท็กซ์ จำกัด สำหรับความอนุเคราะห์ในการตีเกลียวเส้นด้าย ทั้งนี้ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในการสนับสนุนเครื่องมือ ห้องปฏิบัติการทอ และห้องปฏิบัติการทดสอบสิ่งทอสำหรับการทำวิจัยนี้

References

- [1] Telli, A. and Özdil, N. (2015). Effect of Recycled PET Fibers on the Performance Properties of Knitted Fabrics. **Journal of Engineered Fibers and Fabrics**. Vol. 10, Issue 2, pp. 47-50

- [2] Frost, H., Zambrano, M. C., Leonas, K., Pawlak, J. J., and Venditti, R. A. (2020). Do Recycled Cotton or Polyester Fibers Influence the Shedding Propensity of Fabrics during Laundering? **AATCC Journal of Research**. Vol. 7, Issue 1_suppl, pp. 32-41. DOI: 10.14504/ajr.7.S1.4
- [3] Khan, S. U., Hassan, T., Wasim, M., Khan, M. Q., Salam, A., Hassan, S. Z. U., Abbasi, A. M. R., and Mustafa, T. (2023). Valorization of Recycled PET for Yarn Manufacturing and Knitwear Fabrics used for Apparel Applications. **Polymer Bulletin**. Vol. 80, Issue 3, pp. 2779-2799. DOI: 10.1007/s00289-022-04172-8
- [4] Albin, G., Brunella, V., Placenza, B., Martorana, B., and Guido Lambertini, V. (2019). Comparative Study of Mechanical Characteristics of Recycled PET Fibres for Automobile Seat Cover Application. **Journal of Industrial Textiles**. Vol. 48, No. 6, pp. 992-1008. DOI: 10.1177/1528083717750887
- [5] Bhandari, K. K., Joshi, J. R., and Patel, J. V. (2023). Recycling of Polyethylene Terephthalate (PET Or PETE) Plastics - An Alternative to Obtain Value Added Products: A Review. **Journal of the Indian Chemical Society**. Vol. 100, Issue 1, DOI: 10.1016/j.jics.2022.100843
- [6] Kiriş, G. and Yılmaz, D. (2021). The Effect of Recycled Polyester (rPET) Filament Fiber Properties on Various Woven Fabric Performance Properties. **Tekstil ve Konfeksiyon**. Vol. 31, No. 3, pp. 171-182. DOI: 10.32710/tekstilvekonfeksiyon.767428
- [7] Seval, U. (2021). The Bursting Strength Properties of Knitted Fabrics Containing Recycled Polyester Fiber. **The Journal of The Textile Institute**. Vol. 112, Issue 12, pp. 1998-2003. DOI: 10.1080/00405000.2020.1862490
- [8] Majumdar, A., Shukla, S., Singh, A. A., and Arora, S. (2020). Circular Fashion: Properties of Fabrics Made from Mechanically Recycled Poly-Ethylene Terephthalate (PET) Bottles. **Resources, Conservation and Recycling**. Vol. 161, Article 104915. DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.104915
- [9] Atakan, R., Sezer, S., and Karakas, H. (2020). Development of Nonwoven Automotive Carpets Made of Recycled PET Fibers with Improved Abrasion Resistance. **Journal of Industrial Textiles**. Vol. 49, No. 7, pp. 835-857. DOI: 10.1177/1528083718798637
- [10] Jahan, I. (2017). Effect of Fabric Structure on the Mechanical Properties of Woven Fabrics. **Advance Research in Textile Engineering**. Vol. 2, No. 2, DOI: 10.26420/advrestexteng.2017.1018
- [11] Kotb, N. A. (2012). Predicting Yarn Quality Performance Based on Fibers types and Yarn Structure. **Life Science Journal**. Vol. 9, No. 3, pp. 1009-1015
- [12] Eryuruk, S. and Kalaoglu, F. (2015). The Effect of Weave Construction on Tear Strength of Woven Fabrics. **Autex Research Journal**. Vol. 15, No. 3, pp. 207-214. DOI: 10.1515/aut-2015-0004