

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างผ้าทอลายทแยงที่มีผลต่อสมบัติ
ทางด้านความแข็งแรง และการฉีกขาดของผ้าทอ

A Study on woven fabric properties affected by twill direction and density
related to tensile and tearing strength

พัชรี มหิทธิวานิชชา และ สาทิต พุทธชัยยงค์

สาขาวิชาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์ 02-2879600
Email: pvanitcha@yahoo.com, sathit@rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างผ้าทอลายทแยงที่มีผลต่อสมบัติทางด้านเชิงกลในด้านความแข็งแรง และการต้านทานต่อแรงฉีกขาดของผ้าทอ โครงสร้างผ้าเดิมที่ผลิตอยู่ในปัจจุบัน คือ ลายทแยงขวาแบบ 2/2 โดยใช้เบอร์ด้ายและความถี่เส้นด้ายต่อนิ้ว คือ $C40^5 \times C40^5$: 130x70 พบว่ามีปัญหาการปริของผ้าซึ่งส่งผลต่อการใช้งาน ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงได้ทดลองทอผ้าลายทแยง 2/2 และ 3/1 ทั้งลายทแยงขวา (Z twill) และทแยงซ้าย (S twill) แต่ละลายถูกกำหนดความถี่เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 130x70 , 126x74 และ 120x80 ตามลำดับ จากการวิจัยพบว่า โครงสร้างผ้าลายทแยง S twill แบบ 2/2 มีความแข็งแรงกว่าแบบ Z twill ทั้งลาย 2/2 และ 3/1 ในทุกระดับความถี่เส้นด้าย ส่วนความต้านทานต่อแรงฉีกขาดกลับพบว่า S twill แบบ 3/1 มีค่าสูงกว่า Z twill ทั้งลาย 2/2 และ 3/1 ในทุกระดับความถี่เส้นด้ายเช่นกัน

คำสำคัญ: ผ้าทอ ผ้าทอลายทแยง ความถี่เส้นด้ายยืนและด้ายพุ่ง ความแข็งแรงต่อแรงดึงขาด ความต้านทานต่อแรงฉีกขาด

Abstract

The aim of this research is to reveal the relationship between twill woven fabric structure affecting mechanical properties in term of tensile and tearing strength. The original commercial fabric structure was Z twill woven by $C40^5 \times C40^5$ 130x70. This structure tends to cause yarn slippage and the usage of this fabric. Therefore, both Z and S twill with three different warp and weft density were woven on 2/2 and 3/1 twill. The results were founded

that 2/2 S twill imparts a better tensile strength over 2/2 and 3/1 Z twill at all level of warp and weft density. Whereas 3/1 S twill possess a better tearing strength over 2/2 and 3/1 Z twill at all level of warp and weft density.

Keywords: Woven fabric, Twill weave, Warp and Weft density, Tensile strength, Tearing strength

บทนำ

ปัจจุบันโครงสร้างผ้าทอมีความหลากหลายทั้งในด้านลวดลายและความหนาแน่นของเส้นด้าย ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อสมบัติทางด้านกายภาพและทางด้านเชิงกลของผ้าทอ สมบัติที่แตกต่างกันจะมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อไป เช่น การตกแต่ง การตัดเย็บ ที่สำคัญ คือ การดูแลรักษาให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

จากการผลิตโครงสร้างผ้าทอลายทแยง Z twill 2/2, C40⁵xC40⁵, 130x70 ปัญหาที่พบคือ การปรีของผ้า หลังการทอผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อ การตัดเย็บและการดูแลหลังการผลิต ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อ การตัดสินใจในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

งานวิจัยจึงศึกษาโครงสร้างผ้าลายทแยงที่เหมาะสม ทั้งในด้านความแข็งแรงและความต้านทานต่อแรงฉีกขาด โดยการเปลี่ยนแปลงความ

ตารางที่ 1 ความหนาแน่น และความแน่นของผ้าทอ

ชนิดเส้นด้าย/เบอร์เส้นด้าย	ความถี่ด้ายยืน x ความถี่ด้ายพุ่ง	ความหนา แน่น/นิ้ว	K _T
ฝ้าย / 40 ⁵	130x70	200	23.497
ฝ้าย / 40 ⁵	126x74	200	23.297
ฝ้าย / 40 ⁵	120x80	200	23.051

ตารางที่ 2 โครงสร้างผ้าทอ

ความหนาแน่น/นิ้ว	ลายทอทแยงขวา Z-twill	ลายทอทแยงซ้าย S-twill
130x70	2/2	2/2
	3/1	3/1
126x74	2/2	2/2
	3/1	3/1
120x80	2/2	2/2
	3/1	3/1

หนาแน่นของเส้นด้ายยืนและด้ายพุ่งทั้ง Z twill 2/2 และ 3/1 และ S twill 2/2 และ 3/1

การทดลอง

1. โครงสร้างผ้าทอที่กำหนด

1.1 เส้นด้ายฝ้ายทั้งเส้นด้ายยืนและด้ายพุ่งเกลียว Z ขนาดเบอร์เส้นด้าย 40⁵

1.2 ความหนาแน่นของผ้าทอ กำหนดความหนาแน่นของเส้นด้ายในการทอผืนผ้าต่อ 1 ตร.นิ้ว ที่จำนวนเส้นด้าย 200 เส้น ทำการเปลี่ยนแปลงความถี่ของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งใน 3 ระดับ โดยยังคงความแน่นของผ้าไว้ที่ระดับเดียวกันดังนี้

ลักษณะลายทอ กำหนดการทอผ้า ลายทแยงขวา (Z twill) และ ลายทแยงซ้าย (S twill) อย่างละ 6 โครงสร้าง โดยกำหนดลายทแยงแบบ 2/2 และ 3/1

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องทอผ้า

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทอตัวอย่างทดสอบ ทั้ง 12 โครงสร้าง คือ เครื่องทอ CCI EVERGREEN RAPIER MACHINE รุ่น SL8500



ภาพที่ 1 เครื่องทอผ้าตัวอย่าง

เครื่องทดสอบแรงดึงขาดของผ้า (Tensile Strength) ทดสอบความแข็งแรงของผ้า โดยอ้างอิงมาตรฐาน ASTM D5035-06 โดยทำการทดสอบด้วยเครื่อง Tensile Testing Machine

เครื่องทดสอบความต้านทานแรงฉีกขาดของผ้า (Tearing Strength) ทดสอบแรงต้านต่อการฉีกขาดของผ้า ตามมาตรฐาน ASTM D 2261-96 โดยทำการทดสอบด้วยเครื่อง Tearing Testing Machine

ผลการทดลองและอภิปรายผล

การทดสอบความต้านทานแรงฉีกขาดของผ้า (Tearing Strength)

ตารางที่ 3 ผลความต้านทานต่อแรงฉีกขาด (นิวตัน)

โครงสร้างผ้าทอ	รูปแบบลายทอ	แรงฉีกขาด (N)		แรงฉีกขาด (N)	
		แรงฉีกขาด	(N)	แรงฉีกขาด	(N)
		Z-twill	Z-twill	S-twill	S-twill
		แนวเส้นยืน	แนวเส้นพุ่ง	แนวเส้นยืน	แนวเส้นพุ่ง
130x70	2/2	36.43	20.23	38.00	23.23
	3/1	39.53	26.27	40.20	26.83
126x74	2/2	28.30	21.50	36.40	22.60
	3/1	32.87	26.47	36.97	27.37
120x80	2/2	26.23	23.23	34.17	27.27
	3/1	32.53	26.93	34.40	30.20

ผลจากการทดสอบความต้านทานแรงฉีกขาด พบว่า ลายทอทแยงแนว S twill ด้านทานแรงฉีกขาดดีกว่า Z twill ทั้งลายทอทแยง 2/2 และ 3/1 จากทั้งแนวเส้นยืนและแนวเส้นพุ่ง เมื่อเปรียบเทียบลักษณะลายทอ ลายทอทแยง 3/1 ด้านทานแรงฉีกขาดดีกว่า ลายทอทแยง 2/2

ลายทอทแยง 3/1 สามารถต้านทานแรงฉีกขาด ดีกว่าลายทอทแยง 2/2 ซึ่งอธิบายได้ว่า เมื่อเกิดแรงกระทำในแนวตั้งฉากต่อผ้าทอ จะทำให้เกิดการเบี่ยงตัวของเส้นด้ายพุ่ง เพื่อหนีแรงกระทำ



ลายทอทแยง 2/2



ลายทอทแยง 3/1

เนื่องจากลายทแยง 3/1 มีเส้นด้ายพุ่ง 3 เส้น ที่มีความอิสระมากกว่า ลาย 2/2 ซึ่งมีเพียง 2 เส้น ในการขัดกัน ระหว่างเส้นด้ายยืนและด้ายพุ่ง

การทดสอบแรงดึงของผ้า (Tensile strength)

ผลจากการทดสอบ ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง พบว่า ลายทอทแยงแนว S twill มีความแข็งแรง มากกว่า ลายทอทแยงแนว Z twill ทั้งในแนวเส้นยืนและแนวเส้นพุ่ง

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะลายทอ ลายทอทแยง 2/2 มีค่าความแข็งแรงมากกว่า ลายทอทแยง 3/1 ผลที่เกิดขึ้น อธิบายได้ว่า ลายทอทแยง 2/2 มีการ

ขัดกันระหว่างเส้นด้ายยืนและด้ายพุ่งที่มีสัดส่วนสมดุลกว่า ลายทอทแยง 3/1

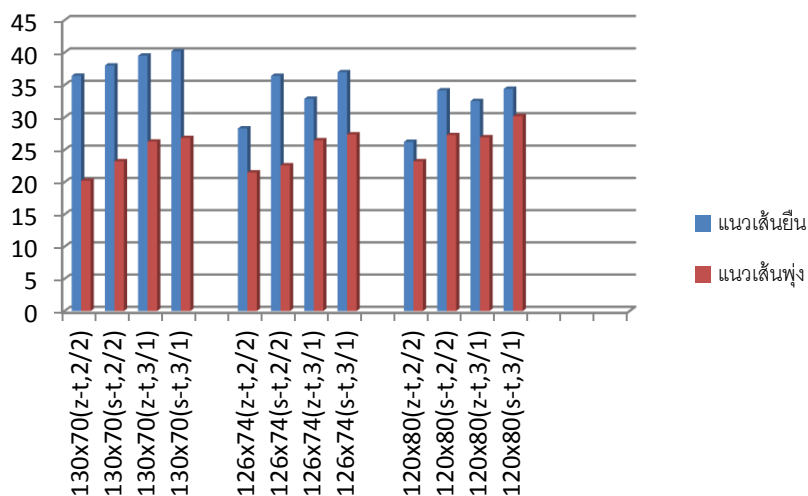
ผ้าลายทอทแยงซ้าย (S twill) มีค่าความแข็งแรงมากกว่า ผ้าลายทอทแยงขวา (Z twill) พิจารณาในทิศทางลายทอ และ ทิศทางเกลียวเส้นด้าย ซึ่งอาจอธิบายได้ว่า การใช้เส้นด้ายเกลียว Z ทั้งเส้นด้ายยืนและด้ายพุ่ง เมื่อกำหนดลายทอในทิศทางเดียวกัน หรือ ทิศทางที่ตรงกันข้ามกับทิศทางของเกลียวเส้นด้าย จะเกิดจุดตัดกัน 2 จุด คือ 1) จุดตัดกันระหว่างเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง และ 2) จุดตัดกันระหว่างทิศทางลายทอและเส้นด้ายพุ่ง

พิจารณาเฉพาะในแนวเส้นพุ่ง พบว่า แนวเกลียวเส้นด้ายพุ่ง เกลียว Z เมื่อทอในแนว S twill แนวเกลียวเส้นด้ายและแนวลายทอจะไปในทิศทางเดียวกัน อาจเป็นไปได้ว่า จากทิศทางในแนวเดียวกัน อาจมีจังหวะระหว่างองศาของเกลียวเส้นด้ายและองศาของลายทอตรงกันพอดี ทำให้เพิ่มความแข็งแรงของผ้าทอ

การทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว

(% Elongation)

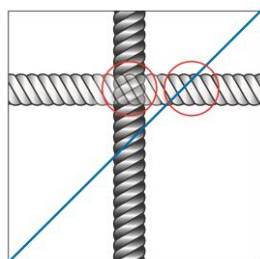
ผลการทดสอบค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว พบว่า ทุกโครงสร้างที่ทำการทดสอบ มีค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัวต่อแรงดึงประมาณ 10% ถือว่าเพียงพอต่อการนำผ้าทอมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ และไม่ได้มีผลกระทบมากต่อการเลือกใช้อย่างเป็นนัยสำคัญ



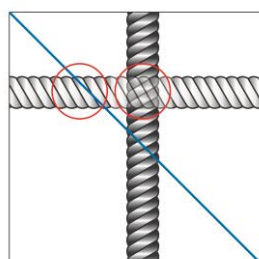
ภาพที่ 2 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานแรงฉีกขาด (นิวตัน) กับชนิดของโครงสร้างและลายทอ

ตารางที่ 4 ค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง (นิวตัน)

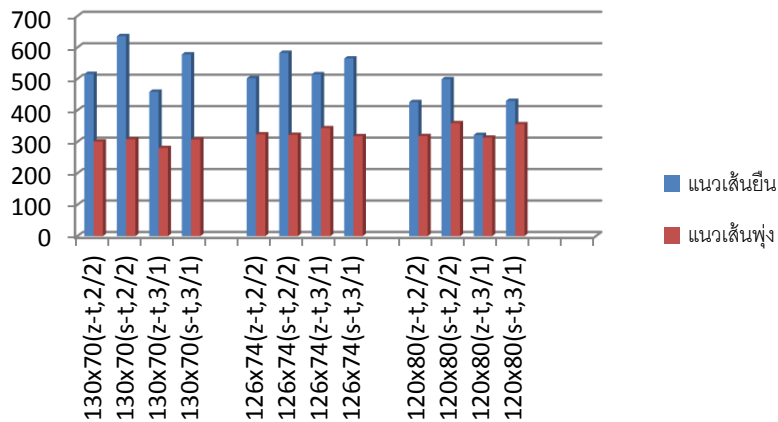
โครงสร้างผ้าทอ	รูปแบบลายทอ	ค่าความแข็งแรง (N)		ค่าความแข็งแรง (N)	
		Z-twist แนวเส้นยืน	Z-twist แนวเส้นพุ่ง	S-twist แนวเส้นยืน	S-twist แนวเส้นพุ่ง
130x70	2/2	515.60	300.73	635.75	307.79
	3/1	458.98	280.29	577.54	306.93
126x74	2/2	501.87	323.48	582.75	322.00
	3/1	514.69	342.97	564.88	317.79
120x80	2/2	426.21	318.07	498.70	358.94
	3/1	321.45	312.94	430.03	355.55



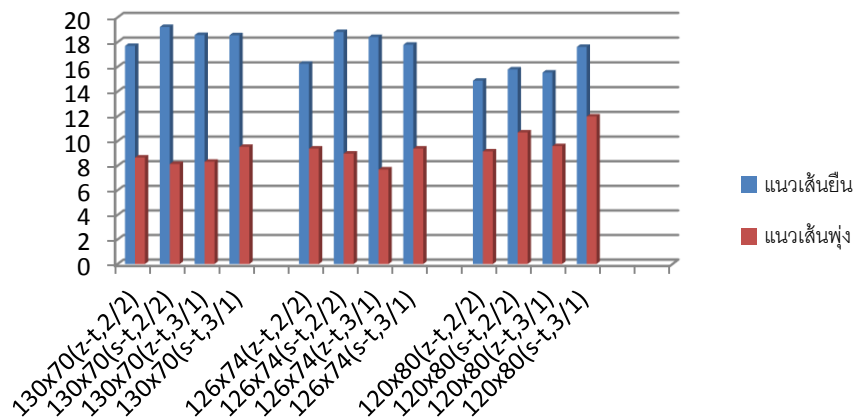
เส้นด้ายเกลียว Z และลายทอ Z twill



เส้นด้ายเกลียว Z และลายทอ S twill



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งแรง(นิวตัน) กับชนิดของโครงสร้างและลายทอ



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว กับชนิดของโครงสร้างและลายทอ

ตารางที่ 5 ค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัว

โครงสร้างผ้าทอ	รูปแบบลายทอ	%ค่าการยืดตัว		%ค่าการยืดตัว	
		Z-twill	Z-twill	S-twill	S-twill
		แนวเส้นยืน	แนวเส้นพุ่ง	แนวเส้นยืน	แนวเส้นพุ่ง
130x70	2/2	17.69	8.66	19.22	8.14
	3/1	18.57	8.32	18.55	9.53
126x74	2/2	16.25	9.39	18.81	8.98
	3/1	18.41	7.69	17.79	9.39
120x80	2/2	14.88	9.16	15.79	10.70
	3/1	15.54	9.59	17.61	11.99

สรุปผลการวิจัย

การแก้ปัญหาจากการผลิตผลิตภัณฑ์ จากเดิมที่มีค่าความแข็งแรงและความทนทานต่อการฉีกขาดที่ต่ำ สิ่งที่ต้องพิจารณาคือ การเปลี่ยนแปลงจำนวนความถี่เส้นด้ายพุ่ง และการเปลี่ยนแปลงลักษณะลายทอ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงแนวทแยงของผ้า ผลจากการศึกษาพบว่า การทอลายทแยง S twill จะมีค่าความแข็งแรง และค่าความต้านทานแรงฉีกขาดดีกว่าลายทแยง Z twill แต่หากใช้โครงสร้างลายทอด้วยความถี่เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งที่ 120x80 เส้นต่อนิ้ว S twill 2/2 จะพบว่า ค่าความแข็งแรง และความต้านทานแรงฉีกขาดในแนวเส้นยืนจะมีค่าต่ำ ในขณะที่ โครงสร้างลายทอด้วยความถี่เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งที่ 130x70 เส้นต่อนิ้ว S twill 2/2 จะมีค่าความแข็งแรง และความต้านทานแรงฉีกขาดในแนวเส้นพุ่งมีค่าต่ำเช่นเดียวกัน ดังนั้นโครงสร้างลายทอที่เหมาะสม ควรเป็น โครงสร้างความถี่เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งที่ 126x74 เส้นต่อนิ้ว ทอลายทแยง 2/2 S twill ที่ให้ค่าความแข็งแรงและค่าความต้านทานแรงฉีกขาดที่เหมาะสมทั้งในแนวเส้นยืนและแนวเส้นพุ่ง

ลายทอทแยงซ้าย (S twill) 2/2 ทำให้ผ้ามีสัมผัสที่ดี และมีความสวยเด่นชัดของลายทอทแยงที่ชัดเจน จากการที่ลายทอทแยง S twill ใช้เส้นด้ายยืนเกลียว Z ทำให้เกิดการสวนกันระหว่าง เกลียวของเส้นด้ายยืน และทิศทางการทอทแยง ทำให้เกิดการลอยตัวของลายทอ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.สาธิต พุทธิชัยวงศ์ อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ปรึกษา

วิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สมประสงค์ ภาษาประเทศ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ผศ.ดร.สมนึก หนูสังข์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้คำปรึกษา รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่าน คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้คำแนะนำในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] เฉลิมพล พุดศรี และ สุจิระ ขจรจิตต์ เมตต์งานวิจัย. การศึกษาความสัมพันธ์โครงสร้างผ้าทอต่อการเจาะทะลุของกระสุนปืน; 2541.
- [2] มณฑา โกเฮง. เอกสประกอบการเรียนการสอนวิชาทดสอบสิ่งทอ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ; 2541.
- [3] มณฑา จันทร์เหตุเลียด. วิทยาศาสตร์สิ่งทอเบื้องต้น. กรุงเทพฯ; 2541.
- [4] มอก.121 เล่ม 9. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 127 ตอนพิเศษ 71 ง. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีการทดสอบสิ่งทอ เล่ม 9 แรงดึงและการยืดตัวที่ทำให้ผ้าทอขาด; 2552
- [5] รัตน์พล มงคลรัตนาลิทธิ์. การหาเบอร์ของเส้นด้ายในผืนผ้าทอและผ้าถักแนวขวาง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ; 2547.
- [6] วิมลรัตน์ ศรีจรัสสิน. เทคโนโลยีสิ่งทอเบื้องต้น. คราฟแมนเพรส, กรุงเทพฯ; 2551.
- [7] วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. วิทยาศาสตร์เส้นใย, กรุงเทพฯ; 2543.

- [8] สาธิต พุทธชัยยงค์. เอกสารประกอบการเรียนการสอนการออกแบบและวิเคราะห์ผ้าทอ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, กรุงเทพฯ; 2529.
- [9] อัจฉราพร ไสละสุด. ความรู้เรื่องผ้า. สร้างสรรค์-วิชาการ, กรุงเทพฯ; 2539.
- [10] อนุวัฒน์ ประกาศิต. Engineering material. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ
- [11] Edita Malciauskiene, Algirdas Milasius, Ginta Laureckiene and Rimvydas Milasius. Influence of Weave into Slippage of Yarns in Woven Fabric. Materials Science; 2011.
- [12] Edita Malciauskiene, Algirdas Milasius and Rimvydas Milasius. Influence of Fabric Structure Parameters on Seam Slippage. Fibres & Textiles in Eastern Europe; 2012.

