ผลกระทบของโครงสร้างผ้าที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของผ้าทอ

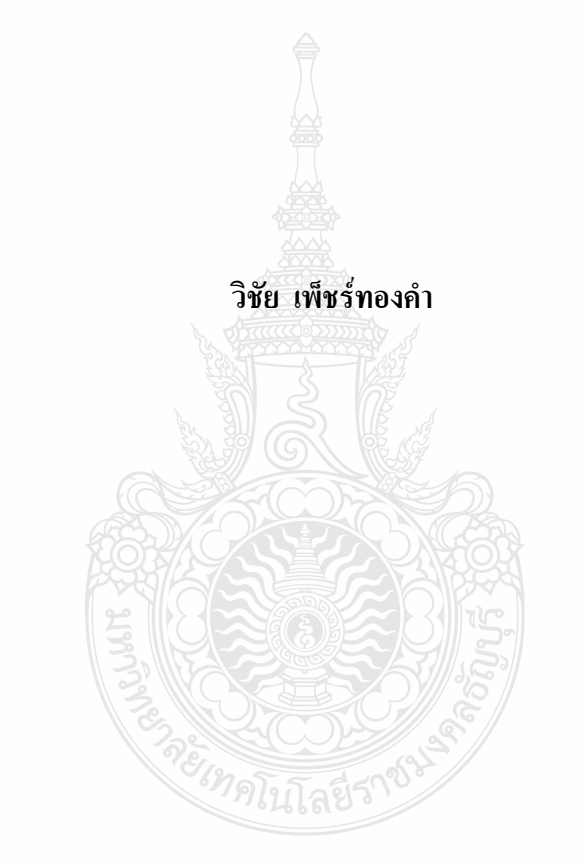
THE INFLUENCE OF WOVEN FABRIC STRUCTURES ON PHYSICAL PROPERTIES

วิชัย เพ็ชร์ทองคำ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งทอ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผลกระทบของโครงสร้างผ้าที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของผ้าทอ

วิชัย เพ็ชร์ทองคำ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งทอ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างผ้าทอต่อสมบัติทางกายภาพ The Influence Of Weaving Structures On Woven Fabric Properties
ชื่อ-นามสกุล	นายวิชัย เพ็ชร์ทองคำ
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งทอ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. สมประสงค์ ภาษาประเทศ
ปีการศึกษา	2554

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……..…….....ประธานกรรมการ
(ดร. สาธิต พุทธชัยยงค์)

……..…….....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมนึก สังข์หนู)

……..…….....กรรมการ
(ดร.ปลื้มจิตต์ เตชธรรมรักษ์)

……..…….....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมประสงค์ ภาษาประเทศ)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……..……..…….คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมหมาย ผิวสอาด)
วันที่ 9 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2554

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลกระทบของโครงสร้างผ้าที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของผ้าทอ
ชื่อ-นามสกุล นายวิชัย เพ็ชร์ทองคำ
สาขาวิชา สิ่งทอ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. สมประสงค์ ภาษาประเทศ
ปีการศึกษา 2554

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาผลกระทบของโครงสร้างผ้าทอต่อสมบัติทางกายภาพของผ้าทอ ในการศึกษาใช้โครงสร้างผ้าพื้นฐาน 3 โครงสร้างและโครงสร้างผ้าดัดแปลง 7 โครงสร้าง

การผลิตผ้าตัวอย่างทุกโครงสร้างใช้เส้นด้ายโพลีเอสเตอร์เพื่อผิวสัมผัสขนาด 150 ดีเนียร์ ทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง ผ้าทั้งสิบโครงสร้างทอจากเครื่องทอเดียวกันและใช้สภาวะการผลิตเดียวกัน ผ้าทุกผืนกำหนดจำนวนเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งต่อนิ้วเท่ากัน จากนั้นนำผ้าทดสอบสมบัติทางกายภาพ

ผลการทดสอบพบว่าความแข็งของผ้าต่อแรงดึงของโครงสร้างพื้นฐานและโครงสร้างดัดแปลงพบว่าไม่มีความแตกต่าง การยืดตัวก่อนขาดพบว่าโครงสร้างลายต่วนยืดตัวมากกว่าโครงสร้างลายขัดและโครงสร้างลายทะแยง การทนแรงฉีกขาดของผ้าพบว่าโครงสร้างลายต่วนทนแรงฉีกขาดได้ดีที่สุด นอกจากนั้นพบว่าโครงสร้างผ้าลายขัดทนแรงดันทะลุน้อยกว่าโครงสร้างอื่นๆ ทุกโครงสร้าง

จากการศึกษาอาจจะสรุปได้ว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสมบัติทางกายภาพทั้ง 4 ประการของผ้าทอคือ จำนวนจุดขัดกัน (จุดยึดในผ้า) ซึ่งส่งผลต่อการเคลื่อนตัวของเส้นด้าย เมื่อได้รับแรงกระทำจากภายนอก

คำสำคัญ : โครงสร้างผ้าทอ เส้นด้ายเพื่อผิวสัมผัส สมบัติทางกายภาพของผ้าทอ

Thesis Title	The Influence Of Woven Fabric Structures On Physical Properties
Name-Surname:	Mr.Wichai Pettongkam
Program	Textiles
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Somprasong Parsapratet
Academic Year	2011

ABSTRACT

The objective of this thesis was to investigate the influence of woven structure on physical properties of woven fabric. Three basic structures and seven derivative structures were used to produce the fabric samples.

The fabrics made from 150 denier polyester textures yarn in both warp and weft yarns. All fabrics were made from the same weaving machine and condition. Ends and picks per inch were set to the same amount. Physical properties of the fabrics were carried out.

It was found that tensile property of fabric made from all structure was not significant difference. It was shown that elongation at break of the fabric made from satin structure could extend more than the fabric made from plain and twill structure. The fabric made from the satin structure showed the best tearing strength. In addition, it was found that the plain weave fabric had less bursting strength than other fabrics.

The study may be summarized that the factor which influenced four physical properties as mentioned above was the number of interlacing point having the effect on the slippage of the yarn when receiving the force from the external.

Keywords : Fabric structures, Textured yarn, Physical properties of woven fabric

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ ด้วยความกรุณาให้คำแนะนำทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิต่างๆและยังได้รับความอนุเคราะห์จากสถาบันการศึกษาและสถาบันการทดสอบการทดลองค้นคว้าทางการวิจัยได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่เครื่องมือบุคคลากรและคำแนะนำช่วยเหลือในการทดลองวิจัยและโรงงานสิ่งทอบริษัท พรีเมียร์ เทกซ์ไทล์ อินดัสทรี้ จำกัด เลขที่ 26/2 หมู่ 1 ต.พานทอง อ.พานทอง จ.ชลบุรี ที่ให้ความเอื้อเฟื้อผลิตชิ้นงานเพื่อทดสอบ

ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ขอขอบคุณ ดร. สาธิต พุทธชัยยงค์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดรใสมประสงค์ ภาษาประเทศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมนึก สังข์หนู ดรใ ปลื้มจิตต์ เตชธรรมรักษ์ คณะกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมภพ นราภิรมย์อนันต์ คณะครูอาจารย์และเจ้าหน้าที่ห้องทดลอง ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี รวมทั้งคณะครูอาจารย์และเจ้าหน้าที่ห้องทดลอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือตลอดจน คำชี้แนะอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทดลองศึกษาชิ้นงานตัวอย่าง

ทั้งนี้ขอขอบคุณคุณธเนส คงใหญ่ และบริษัท อินเตอร์เทค เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเป็นสถาบันการทดสอบมาตรฐานทางสิ่งทอที่มีชื่อเสียงได้รับการยอมรับในวงการสิ่งทอทั่วไปที่กรุณาได้ให้คำแนะนำ และตรวจทดลองหาข้อมูลทางวิชาการชิ้นงานตัวอย่างเป็นข้อมูลการทดสอบของการทำวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณะครูอาจารย์ ญาติสนิท เพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจ และผู้ร่วมงานอีกหลายท่าน เช่น คุณวิไลรัตน์ เจริญชัยพรสิน คุณยุพิน บุญลือพันธ์ และคุณจันทนา จันทร์อินทร์ที่ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์นี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ตามความมุ่งหมาย

วิชัย เพ็ชร์ทองคำ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ความมุ่งหมาย..... 1

1.3 วัตถุประสงค์..... 2

1.4 สมมุติฐานของการศึกษา..... 2

1.5 ขอบเขตของการศึกษา..... 3

1.6 ขั้นตอนการศึกษา..... 3

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

1.8 ข้อจำกัดของการศึกษา..... 4

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5

2.1 เส้นใยพอลิเอสเทอร์..... 5

2.2 เส้นด้าย..... 13

2.3 การผลิตผ้า (Fabric Production)..... 16

2.4 หลักการทอผ้า..... 17

2.5 การทอผ้า..... 18

2.6 เครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติ..... 24

2.7 กลไกการทอผ้า (Weaving Motion)..... 25

2.8 การทำให้เกิดลายผ้าและโครงสร้างผ้าทอ..... 32

2.9 การคำนวณเกี่ยวกับผ้าทอ..... 50

2.10 สมบัติทางกายภาพของผ้าผืน..... 64

2.11 การทดสอบสิ่งทอและมาตรฐานการทดสอบ..... 66

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	73
3.1 แผนการดำเนินงาน	73
3.2 วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือและสถานที่ผลิตชิ้นงานตัวอย่าง	74
3.3 การผลิตผ้าทอเป็นชิ้นงานตัวอย่าง	74
3.4 การทดสอบ	78
4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล	90
4.1 ผลการศึกษาสมบัติของเส้นด้ายก่อนทอผ้าตัวอย่าง	90
4.2 ผลการศึกษาสมบัติของเส้นด้ายหลังทอ จากผืนผ้าตัวอย่าง 10 โครงสร้าง	91
4.3 ผลการศึกษาสมบัติของผ้าผืนตัวอย่าง 10 โครงสร้าง	96
4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	113
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	116
5.1 สมบัติของเส้นด้าย	116
5.2 พฤติกรรมของเส้นด้ายที่มีต่อโครงสร้างผ้า	117
5.3 สมบัติผ้า อันเนื่องมาจากโครงสร้างผ้าที่แตกต่างกัน	117
5.4 ข้อเสนอแนะ	118
รายการอ้างอิง	120
ภาคผนวก	122
ภาคผนวก ก โครงสร้างผ้าทอ 10 โครงสร้าง	123
ภาคผนวก ข การผลิตผ้าตัวอย่างด้วยเครื่องจักร	134
ภาคผนวก ค การทดสอบชิ้นงานตัวอย่าง	138
ภาคผนวก ง ผลการทดสอบ	144
ภาคผนวก จ ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่	156
ประวัติผู้เขียน	165

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การเปรียบเทียบเส้นใยพอลิเอสเทอร์ชนิด Pet กับชนิด Pcdt..... 8

2.2 ข้อมูลจากบริษัทดูปองท์แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของการคืนตัวกลับระหว่างเส้นใยพอลิเอสเทอร์และไนลอน..... 11

2.3 น้ำหนักถ่วงเส้นด้าย..... 52

4.1 การทดสอบความแข็งแรงและการยืดตัวก่อนขาด ของเส้นด้ายก่อนทอผ้า..... 90

4.2 การทดสอบความแข็งแรงและการยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายที่เลาะจากผืนผ้า..... 91

4.3 การทดสอบความถี่เส้นด้ายยืนต่อนิ้ว..... 94

4.4 การทดสอบความหนาของผ้า..... 96

4.5 การทดสอบน้ำหนักของผืนผ้า..... 99

4.6 การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง..... 101

4.7 การยืดตัวก่อนขาดของผ้า..... 106

4.8 การทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า..... 108

4.9 การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ..... 111

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 กระบวนการผลิตเส้นใยพอลิเอสเทอร์ชนิด Pet 7
2.2 เส้นด้ายใยสั้น 14
2.3 เส้นด้ายใยยาว 14
2.4 ภาพขยายเส้นด้าย Textured Yarn 15
2.5 ภาพขยายเส้นด้าย Texturized และ Untexturized 16
2.6 การนำเส้นด้ายเข้าสอดประสานเป็นผืนผ้า 17
2.7 การขัดสานกันของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง 17
2.8 ความแตกต่างของผืนผ้าที่มีความหนาแน่นของจำนวนเส้นด้ายต่างกัน 18
2.9 ขั้นตอนการเตรียมทอผ้า 19
2.10 เครื่องเตรียมเส้นด้ายยืน Warping Machine 20
2.11 เส้นด้ายยืนที่อยู่บนเครื่องทอผ้า 20
2.12 การเตรียมเส้นด้ายยืน 21
2.13 การเตรียมเส้นด้ายยืนแบบมีหลายสี 21
2.14 กลไกของกระสวย ส่งด้ายพุ่ง 22
2.15 การส่งเส้นด้ายพุ่งด้วยระบบ Rapier 22
2.16 การเตรียมเส้นด้ายพุ่ง 23
2.17 การส่งเส้นพุ่งเข้าในตะกอขณะยกขึ้นและลง 23
2.18 การจำแนกเครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติตามลักษณะการส่งเส้นด้ายพุ่ง 24
2.19 การจำแนกเครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติตามลักษณะการเปิดของตะกอ 25
2.20 การแยกเส้นด้ายยืนด้วยตะกอ 25
2.21 การยกตะกอด้วยลูกเบี้ยว 26
2.22 การยกตะกอด้วยกลไก Dobby 26
2.23 การยกตะกอด้วยกลไก Jacquard 27
2.24 กระสวยและหลอดด้ายพุ่ง 27
2.25 การส่งกระสวยเส้นด้ายพุ่ง 28
2.26 การส่งเส้นด้ายพุ่งด้วยกระสวยเล็ก 28
2.27 กลไกการส่งและรับเส้นพุ่งด้วยระบบ Rapier 29
2.28 การส่งเส้นด้ายพุ่งด้วยก้านส่ง 29

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.29 การส่งเส้นพุ่งด้วยการพ่นลม..... 30
2.30 การส่งเส้นพุ่งด้วยการพ่นน้ำ..... 31
2.31 กลไกควบคุมความตึงของเส้นยืน..... 31
2.32 กลไกอิเลคทรอนิกส์ควบคุมการดึงและม้วนผ้า..... 32
2.33 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของเส้นใย เส้นด้าย และผ้า..... 33
2.34 เส้นยืนและเส้นด้ายพุ่งในกระดาษกราฟ..... 34
2.35 สัญลักษณ์ข้าม-ลอดของเส้นด้าย..... 35
2.36 ตัวอย่างโครงสร้างผ้าทอลายขัด (Plain Weave)..... 36
2.37 โครงสร้างผ้าทอลายขัด..... 37
2.38 โครงสร้างผ้าทอลายขัดดัดแปลง Warp Rib..... 37
2.39 โครงสร้างผ้าทอลายขัดดัดแปลง Filling Rib..... 38
2.40 โครงสร้างผ้าทอลายขัดดัดแปลง Basket..... 38
2.41 ตัวอย่างโครงสร้างผ้าทอลายทแยง (Twill Weave)..... 39
2.42 ลักษณะลายทแยงขวา..... 39
2.43 ลักษณะลายทแยงซ้าย..... 40
2.44 ลายทแยงรูปแบบต่างๆ..... 40
2.45 ลักษณะลายทแยง Broken Twill..... 41
2.46 ลักษณะลายทแยง Pointed Twill..... 41
2.47 ลักษณะลายทแยง Double Twills..... 42
2.48 ตัวอย่างโครงสร้างผ้าทอลายต่วน (Satin Weave)..... 42
2.49 ลักษณะการขัดกันระหว่างเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งของผ้าลายต่วน ด้ายพุ่ง 8 ตะกอ..... 43
2.50 การเขียนผ้าลายต่วน..... 43
2.51 การใช้ Counter เลข 5 สำหรับลายต่วน 8 ตะกอ..... 44
2.52 การใช้ Counter เลข 3 สำหรับลายต่วน 5 ตะกอ..... 44
2.53 การร้อยตะกอ..... 45
2.54 แผนผังร้อยตะกอ..... 46
2.55 การร้อยเส้นด้ายยืนเข้าตะกอ..... 46
2.56 ลายทอและแผนผังร้อยตะกอแบบร้อยเรียง..... 47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.57 ลายทอแบบ 11 ตะกอ และแผนผังร้อยตะกอแบบเรียง..... 47
2.58 วิธีร้อยแบบซิกแซ็ก..... 48
2.59 วิธีร้อยตะกอแบบสลับ..... 49
2.60 ลายทอ แผนผังร้อยตะกอและฟันหวี..... 50
2.61 การงอตัวของเส้นด้ายในผ้า..... 51
2.62 การคิดค่า Crimp..... 51
2.63 ภาพตัดกลางเส้นด้ายพุ่งของผืนผ้า..... 55
2.64 ลักษณะเรขาคณิตของผ้าทอพื้นผ้าและภาพตัด..... 55
2.65 ระยะห่างของเส้นด้ายที่แตกต่างกันในโครงสร้างผ้า..... 57
3.1 การเตรียม Beam เส้นด้ายยืน..... 74
3.2 การร้อยฟันหวีจากเส้นด้ายยืน..... 75
3.3 การกำหนดลายผ้าและโครงสร้าง..... 75
3.4 การทอผ้าผืนตัวอย่าง..... 76
3.5 โครงสร้างผ้า 10 โครงสร้าง..... 77
3.6 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้าย..... 78
3.7 เครื่องมือทดสอบการนับจำนวนเส้นด้าย..... 78
3.8 เครื่องมือทดสอบความหนาของผ้า..... 79
3.9 เครื่องมือทดสอบน้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่..... 79
3.10 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า..... 80
3.11 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง..... 80
3.12 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ..... 81
3.13 เครื่องมือทดสอบจำนวนเส้นด้ายต่อหน่วยความยาวผ้า..... 81
3.14 เครื่องมือทดสอบความหนาบางของผ้า..... 83
3.15 เครื่องมือทดสอบน้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่..... 84
3.16 เครื่องมือทดสอบน้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่..... 85
3.17 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงและการยืดตัวก่อนขาดของผ้า..... 87
3.18 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ..... 88

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.1 ความสัมพันธ์ของความแข็งแรงของเส้นด้าย..... 92

4.2 ความสัมพันธ์ของการยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายยืนและยืนเส้นพุ่ง..... 93

4.3 ความสัมพันธ์ของจำนวนเส้นด้ายจากผืนผ้า..... 95

4.4 การศึกษาความหนาจากผืนผ้า..... 97

4.5 การศึกษาน้ำหนักของผ้า..... 100

4.6 การศึกษาสมบัติความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง..... 102

4.7 การยืดตัวก่อนขาดของผ้า..... 107

4.8 การศึกษาคุณสมบัติความแข็งแรงต่อการฉีกขาด..... 109

4.9 ผลการศึกษาสมบัติความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ..... 112

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

%	ค่าร้อยละ
^{o}C	องศาเซลเซียส
^{o}F	องศาฟาเรนไฮต์
g/m^2	กรัมต่อตารางเมตร
kPa	กิโลปาสคาล
Lbf	หน่วยของแรงเป็นปอนด์
m/min	เมตรต่อนาที
mm	มิลลิเมตร
N	นิวตัน
w	วัตต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สิ่งทอ (Textile) [1] หมายถึง วัสดุที่มีการยืดหยุ่น ปรับเปลี่ยนได้ง่าย (Flexible) เกิดจากการผสานรวมตัวด้วยโครงสร้างของเส้นใยทางธรรมชาติหรือเส้นใยประดิษฐ์ที่เรียกกันว่าเส้นด้าย อาจผลิตจากขนสัตว์ ฝ้าย หรือวัสดุอื่นๆ ทั้งทางธรรมชาติและสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถนำมาเข้ากระบวนการปั่น (Spinning) เป็นเส้นด้าย

ผ้า (Fabric) หมายถึง วัสดุที่เกิดจากการขัดตัวของเส้นด้ายหรือกลุ่มเส้นด้ายด้วยกรรมวิธีต่างๆ เช่น การทอ (Weaving) การถัก (Knitting, Crocheting) การมัดประสาน (Knotting) การอัดประสาน (Bonding, Pressing)

ผ้าทอ (Woven Fabric) [2] เป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอชนิดหนึ่ง เกิดจากการทอขัดกันของกลุ่มเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง ด้วยรูปแบบที่แน่นอนที่เรียกว่า โครงสร้างผ้าทอแบบต่างๆ (Fabric Structure) ผ้าทอจะมีเนื้อผ้าแน่นมาก หรือเนื้อผ้าแน่นน้อย และความคงทนแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำเส้นด้ายขนาดของเส้นด้าย ความหนาแน่นของจำนวนเส้นด้ายพุ่งเส้นด้ายยืนต่อหน่วยความยาว และโครงสร้างของผ้า

โครงสร้างผ้าทอจะมีสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งแรงของผ้าแตกต่างกัน ดังนั้นการผลิตและใช้งานของผ้าทอจึงต้องศึกษาสมบัติทางกายภาพของผ้าทอแต่ละโครงสร้างจะมีความเหมาะสมกับการใช้งานตามสมบัติของโครงสร้างผ้านั้นๆ

โครงสร้างของผ้าทอจึงมีความสำคัญที่เห็นว่าควรจะได้รับการศึกษาให้เห็นสมบัติต่างๆ ทางกายภาพของโครงสร้างผ้าทอที่แตกต่างกันและเห็นถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ของสมบัติทางกายภาพเหล่านั้น เพื่อประโยชน์ในการนำโครงสร้างผ้าที่เหมาะสมไปใช้กับงานแต่ละประเภทอย่างเหมาะสม

1.2 ความมุ่งหมาย

งานวิจัยนี้ประสงค์ที่จะศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างผ้าทอที่มีโครงสร้างแตกต่างกันจะมีผลต่อสมบัติทางกายภาพ เพื่อเป็นแนวทางนำไปเป็นองค์ความรู้และประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ในการศึกษานี้ผลิตผ้าทอเพื่อเป็นตัวอย่างไปทดสอบโดยเลือกใช้โครงสร้างผ้าหลัก 3 โครงสร้าง คือ ลายขัด ลายทแยงและลายต่วน เนื่องจากเป็นโครงสร้างผ้าที่เป็นพื้นฐานของผ้าทอที่มีใช้อยู่ทั่วไป แล้วนำมาทดสอบหาสมบัติทางกายภาพของผ้า

ผ้าทอที่นำมาทดสอบถึงแม้จะมีโครงสร้างผ้าแตกต่างกัน แต่ใช้ชนิดเส้นด้ายและเบอร์ด้ายเดียวกัน ใช้เครื่องจักรทอผ้าเครื่องเดียวกัน อุปกรณ์ประกอบการทอผ้าชุดเดียวกัน ความหนาแน่นของเส้นด้ายยืนต่อหน่วยความยาวเท่ากัน ความหนาแน่นของเส้นด้ายพุ่งต่อหน่วยความยาวเท่ากันในทุกๆ โครงสร้างของผ้า เพื่อหลีกเลี่ยงตัวแปรที่จะเกิดขึ้นจากการผลิตผ้าตัวอย่าง

เนื่องจากต้องการผลการทดสอบที่ยอมรับตามมาตรฐานการทดสอบ จึงส่งตัวอย่างผ้าทุกผืนทุกโครงสร้าง ทดสอบหาสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของผืนผ้าที่สถาบันทดสอบสิ่งทอที่มีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับ

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพ ของเส้นด้ายหลังจากการทอผ้าทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งจากผ้าตัวอย่างทุกโครงสร้างผ้า

1.3.2 เพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพของผืนผ้าทอ 10 โครงสร้าง คือ โครงสร้างผ้าลายขัด 1X1, ลายขัด 2X2 (Basket, Oxford), ลายทแยง (S-Twill 1/3), ลายทแยง (S-Twill 1/2), ลายทแยงดัดแปลง (S-Twill 2/2), ลายทแยงดัดแปลง (หนังไก่), ลายทแยงดัดแปลง (หน้ากระจัง), ลายต่วน 5 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 4), ลายต่วน 8 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 7), ลายต่วน 10 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 9)

1.3.3 เพื่อหาผลกระทบของโครงสร้างผ้าที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของผ้าทอทั้ง 10 โครงสร้าง สรุปเป็นองค์ความรู้นำไปใช้ในการเลือกใช้โครงสร้างผ้าให้เหมาะสมกับภารกิจต่อไป

1.4 สมมติฐานของการศึกษา

ผ้าทอมีสมบัติสำคัญ [1-2] คือ โครงสร้างผ้าอันมีคุณลักษณะของการวางตัวของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งตามรูปแบบโครงสร้างผ้าแบบต่างๆ ผ้าทอแต่ละโครงสร้างจึงมีช่องว่างระหว่างเส้นด้าย และการขัดตัวของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งแตกต่างกัน

จากการที่พบว่าโครงสร้างผ้าส่งผลกระทบต่อสมบัติทางกายภาพของผ้าทอ วิทยานิพนธ์นี้จึงวางแผนการศึกษา โดยมีสมมติฐานว่า การนำเส้นด้ายที่กำหนดมาทอด้วยโครงสร้างที่ต่างกัน มีผลทำให้ความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขาด ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุเปลี่ยนไป

เพื่อจะศึกษาให้เห็นสมบัติและความสัมพันธ์ของโครงสร้างผ้าทอ 10 โครงสร้าง ซึ่งเป็นโครงสร้างผ้าหลักและโครงสร้างผ้าดัดแปลง โดยกำหนดให้

1.4.1 เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง เป็นเส้นใยชนิดเดียวกันและมีขนาดเดียวกัน

1.4.2 จำนวนเส้นด้ายยืนต่อหน่วยความยาวมีค่าเท่ากันทุกโครงสร้าง

1.4.3 จำนวนเส้นด้ายพุ่งต่อหน่วยความยาวมีค่าเท่ากันทุกโครงสร้าง

1.4.4 ใช้เครื่องจักรทอผ้าและอุปกรณ์ประกอบการทอผ้าเครื่องเดียวกันทุกโครงสร้าง

ทั้งนี้เพื่อศึกษาทดสอบหาสมบัติทางกายภาพของผ้าทอที่มีตัวแปรคือโครงสร้างผ้าเท่านั้น โดยไม่ให้มีตัวแปรของเส้นด้าย จำนวนเส้นด้ายและวิธีการผลิตเข้ามาเกี่ยวข้อง

1.5 ขอบเขตของการศึกษา

1.5.1 ใช้เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งโพลีเอสเตอร์เพื่อผิวสัมผัส (Polyestertextured Yarn) ขนาด 150 ดีเนียร์ ผลิตผ้าตัวอย่าง

1.5.2 ทดสอบสมบัติของเส้นด้ายหลังการทอ ทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง

1.5.3 ทดสอบสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของผืนผ้าตัวอย่าง

1.5.4 ศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของสมบัติทางกายภาพของผ้าทอทั้ง 10 โครงสร้าง

1.5.5 ห้องทดลองที่ใช้ทำการทดสอบ

1) ภาควิชาสิ่งทอคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อหาผลทดสอบสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นตามมาตรฐานการทดสอบ

2) บริษัท อินเตอร์เทค เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัดเพื่อผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของผ้าที่ถูกต้องตามมาตรฐาน

1.6 ขั้นตอนการศึกษา

1.6.1 เลือกขนาดและชนิดเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง ที่จะใช้ในการทอผ้าตัวอย่าง

1.6.2 เลือกโครงสร้างผ้าที่จะทอเพื่อนำมาทดสอบ ประกอบด้วย

1) โครงสร้างผ้าทอลายขัด จำนวน 2 โครงสร้าง

2) โครงสร้างผ้าทอลายทแยงและลายทแยงดัดแปลง จำนวน 5 โครงสร้าง

3) โครงสร้างผ้าทอลายต่วน จำนวน 3 โครงสร้าง

1.6.3 ทอผ้าทั้ง 10 โครงสร้าง เป็นชิ้นงานทดสอบ ด้วยเครื่องทอผ้าอัตโนมัติ ระบบ Rigid Rapier

1.6.4 ทดสอบสมบัติเส้นด้ายหลังจากการทอทั้ง 10 โครงสร้าง

1.6.5 ทดสอบสมบัติทางกายภาพของผ้าทอทั้ง 10 โครงสร้าง

1.6.6 วิเคราะห์และสรุปความสัมพันธ์ของสมบัติทางกายภาพของโครงสร้างผ้าทั้ง 10 โครงสร้าง

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

อุตสาหกรรมสิ่งทอจะมีการผลิตผ้าด้วยกันหลายวิธีทั้งผ้าถัก ผ้าทอและผ้าที่ไม่ใช่การถักและทอแล้วแต่การนำไปใช้งาน เช่น ผ้าถักผ้าทอจะใช้ทางผ้าบุเฟอร์นิเจอร์ ผ้าม่าน เสื้อผ้าสำเร็จรูป เป็นต้น ส่วนผ้าไม่ถักไม่ทอมักจะใช้ในการแพทย์ และยังมีการใช้สิ่งทอในอุตสาหกรรมอื่นๆรวมถึงการพัฒนาสิ่งทอที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอเฉพาะด้าน

ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นไปประยุกต์ใช้ผลิตผ้าทอในอุตสาหกรรมสิ่งทอให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น นำไปพัฒนาเพื่อผลิตผ้ากันกระสุนหรือผลิตชิ้นส่วนเพื่อลดการกระแทกหรือป้องกันชิ้นส่วนสำคัญในอากาศยานหรือยานพาหนะ หรือเป็นวัสดุเสริมเพื่อลดน้ำหนักในวัสดุก่อสร้าง เป็นต้น

นอกจากนี้ยังเป็นองค์ความรู้พื้นฐานที่จะนำไปวิเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตผ้าทอเพื่อภารกิจที่เหมาะสมอื่นๆ อีกด้วย

1.8 ข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษานี้ผลิตผ้าทอเพื่อเป็นชิ้นงานทดสอบโดยใช้เส้นด้ายโพลีเอสเตอร์เพื่อผิวสัมผัส (Polyestertextured Yarn) ขนาด 150 ดีเนียร์ ผลิตจากเส้นใย Polyester ซึ่งเป็นเส้นด้ายมาตรฐานของตลาดอุตสาหกรรมสิ่งทอ การเลือกใช้เส้นด้ายชนิดนี้ เพราะมีโรงงานผลิตเส้นด้ายนี้จำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีผ้าที่ผลิตจากเส้นด้ายชนิดอื่นอีกเป็นจำนวนมาก แต่ในการศึกษานี้ไม่ได้กล่าวถึงผ้าทอที่ผลิต จากเส้นด้ายชนิดอื่น

วิธีการผลิตผ้าทอ ที่ใช้ในการศึกษานี้ใช้วิธีการทอผ้า (Weaving) เท่านั้น ไม่ได้ใช้การผลิตผ้าด้วยวิธีอื่น ในเรื่องโครงสร้างผ้า ถึงแม้โครงสร้างผ้าจะมีการดัดแปลงได้หลายรูปแบบในการศึกษานี้กำหนดให้ใช้เฉพาะโครงสร้างผ้าทอจำนวน 10 โครงสร้างนี้เท่านั้น โดยกำหนดให้มีตัวแปรคือโครงสร้างผ้าเท่านั้นที่เปลี่ยนไป ส่วนตัวแปรอื่นๆ ให้คงที่ไว้ เช่น ชนิดของเส้นด้ายจำนวนเส้นด้ายยืนด้ายพุ่ง เครื่องจักรทอผ้า เครื่องมือทดสอบและวิธีทดสอบ

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ได้สืบค้นข้อมูลบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อในการทำวิจัยจากข้อมูลงานวิจัย ฐานข้อมูลผลงานตีพิมพ์ สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยต่างๆ ศูนย์สารสนเทศ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (Http://Www.Trf.Or.Th/Research) ศูนย์กลางความรู้แห่งชาติ (Http://Www.Tkc.Go.Th) ข้อมูลงานวิจัย สวทช. (Http://Www.Thairsearch.In.Th) ฐานข้อมูลสิทธิบัตรไทย ฐานข้อมูลสิทธิบัตรต่างประเทศ ไม่พบงานวิจัยใดที่ซ้ำหรือตรงกับหัวข้อในการทำวิจัยนี้

2.1 เส้นใยพอลิเอสเทอร์ [3]

พื้นฐานของการพัฒนาพอลิเมอร์เอสเทอร์เริ่มจากโครงการวิจัยพอลิเมอร์ของ Dr.W.H. Carothers ในช่วงต้นปี พ.ศ. 2473 (ค.ศ. 1930) แต่เนื่องจากระยะเวลาเดียวกันนี้เองงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาไนลอนกำลังเป็นที่สนใจอย่างยิ่งทำให้เกิดการชะลอลงในขณะที่นักวิทยาศาสตร์ในอังกฤษได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าต่อไป จนในช่วงของปี พ.ศ. 2482 – 2489 (ค.ศ. 1939 – ค.ศ. 1946) ก็ได้พัฒนาพอลิเอสเทอร์ขึ้นโดยใช้ชื่อเรียกว่า Terylene ปี พ.ศ. 2489 (ค.ศ. 1946) บริษัทดูปองท์ของสหรัฐอเมริกาก็ได้ซื้อลิขสิทธิ์ของการผลิตพอลิเอสเทอร์เข้าไปในสหรัฐอเมริกาและสามารถผลิตออกสู่ตลาดในชื่อทางการค้าว่า Dacron นับเป็นเส้นใยที่รู้จักและใช้กันกว้างขวางมากที่สุดในบรรดาเส้นใยสังเคราะห์ทั้งหมดอีกทั้งเมื่อเป็นเส้นใยสั้นพอลิเอสเทอร์สามารถผสมกับเส้นใยชนิดอื่นๆ ได้แทบทุกชนิดโดยไม่ทำให้สมบัติที่ดีเด่นของเส้นใยที่ผสมนั้นเปลี่ยนแปลงไป จึงมีผู้เรียกพอลิเอสเทอร์ว่าเป็นผู้ยิ่งใหญ่ในการผสม (Big Mixer) นอกจากนั้นแล้วด้านการวิจัยและพัฒนาของเส้นใยพอลิเอสเทอร์ก็มีการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องมาตลอด โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่าพอลิเอสเทอร์ที่ผลิตในปัจจุบันมีเพียงสองชนิดใหญ่ๆ เท่านั้น คือ ที่เรียกว่า Pet [Poly (Ethylene Terephthalate)] และ Pcdt [Poly (1, 4 Cyclohexylene-Dimethylene Terephthalate)] แต่ส่วนมากที่ผลิตมักเป็นชนิด Pet โดยมีสมบัติคล้ายกันดังนี้

1) สมบัติของการคืนตัวดี ทั้งในขณะเปียกและแห้ง เมื่อใช้ทำเป็นเครื่องนุ่งห่ม แล้วดูแลรักษาได้ง่ายเหมาะต่อการใช้ประโยชน์ด้านทำการตกแต่งบ้าน

2) เป็นผลิตภัณฑ์ที่รักษารูปทรงได้ดี สามารถซักด้วยเครื่องได้

3) ทนทานต่อแสงแดด เหมาะกับการทำเป็นผ้าม่าน

4) มีความคงทนต่อการขัดถูกดี สามารถใช้งานเชิงอุตสาหกรรมได้ และอาจใช้ทำเป็นด้ายเย็บจักร ตลอดจนเสื้อผ้า

5) ความสวยงามเหนือกว่าไนลอน สามารถผสมกับเส้นใยอื่นทั้งใยธรรมชาติและใยประดิษฐ์ มีลักษณะเหมือนไหม

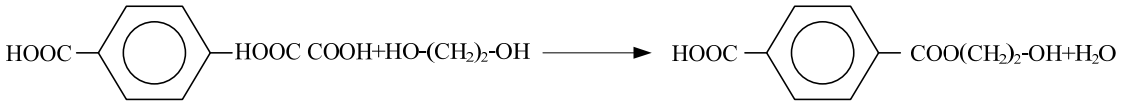
อุตสาหกรรมเส้นใยพอลิเอสเทอร์ในประเทศไทยนับเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่ใช้เงินลงทุนสูง และเป็นลักษณะของการร่วมทุนจากต่างประเทศ ดังนั้นเทคโนโลยีที่ใช้จะมาพร้อมการลงทุนของบริษัทที่ร่วมทุนด้วย ปัจจุบันจำนวนโรงงานที่ผลิตพอลิเอสเทอร์มีอยู่รวม 10 แห่ง ส่วนใหญ่ผลิตชนิดเส้นใยสั้น เส้นใยชนิด Poy และเส้นด้ายใยยาวโดยข้อมูลในเอกสารสถิติสิ่งทอไทย 2540 ได้แสดงตัวเลขของกำลังการผลิตในปี พ.ศ. 2539 รวมทั้งสิ้น 366,700 ตัน แบ่งเป็นชนิดเส้นใยสั้น 174,700 ตัน เส้นใย Poy 139,100 ตัน และเส้นด้ายใยยาว 52,900 ตัน ทั้งนี้มีการนำเข้าวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตคือ เอทิลีน ไกลคอล กรดเทเรฟทาลิกและไดเมทิลเทเรฟทาเลตจากต่างประเทศ แต่ก็มีวัตถุดิบจำนวนหนึ่งซึ่งสามารถผลิตได้แล้วภายในประเทศ

2.1.1 กระบวนการผลิต

โดยนิยามในการให้คำจำกัดความของเส้นใยพอลิเอสเทอร์ไว้ว่า “เส้นใยพอลิเอสเทอร์ผลิตจากเส้นใยซึ่งวัสดุของเนื้อเส้นใยนั้นเป็นพอลิเมอร์ลูกโซ่โมเลกุลยาวประกอบด้วยอย่างน้อย 85% โดยน้ำหนักของเอสเทอร์ที่ได้จากไดไฮดริกแอลกอฮอล์และกรดเทเรฟทาลิก (P Hooc – C_6h_4 – Cooh)”

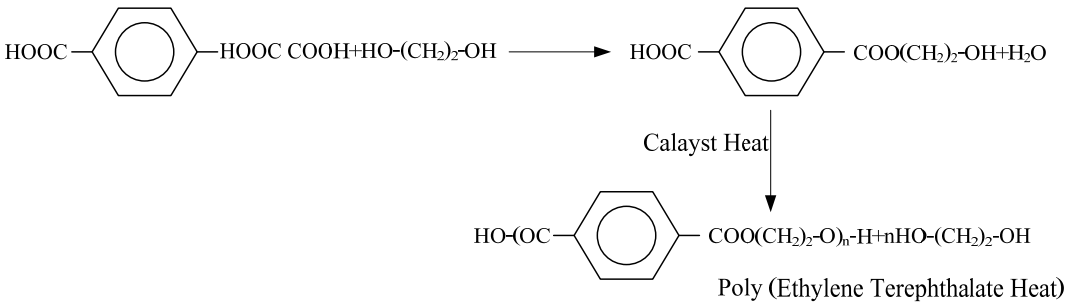
พอลิเอสเทอร์ที่ผลิตออกขายในตลาดปัจจุบันได้จากพอลิเมอร์ของเทเรฟทาเลตสองชนิด ชนิดแรกที่ใช้ผลิต Terylene และ Dacron จะเป็น Poly (Ethylene Terephthalate) ใช้ตัวย่อว่า Pet และชนิดที่สองในปี พ.ศ. 2501 (ค.ศ. 1958) โดยบริษัท Eastman Chemical Products Inc. ได้ผลิตพอลิเอสเทอร์ชนิดใหม่ใช้ชื่อทางการค้าว่า Kodel ซึ่งก็คือ Poly (1, 4–Cyclohexylene-Dimethylene Terephthalate) ใช้ตัวย่อว่า Pcdt

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการใช้กรดเทเรฟทาลิกกับเอทิลีนไกลคอลในการการผลิต Pet ขั้นที่ 1

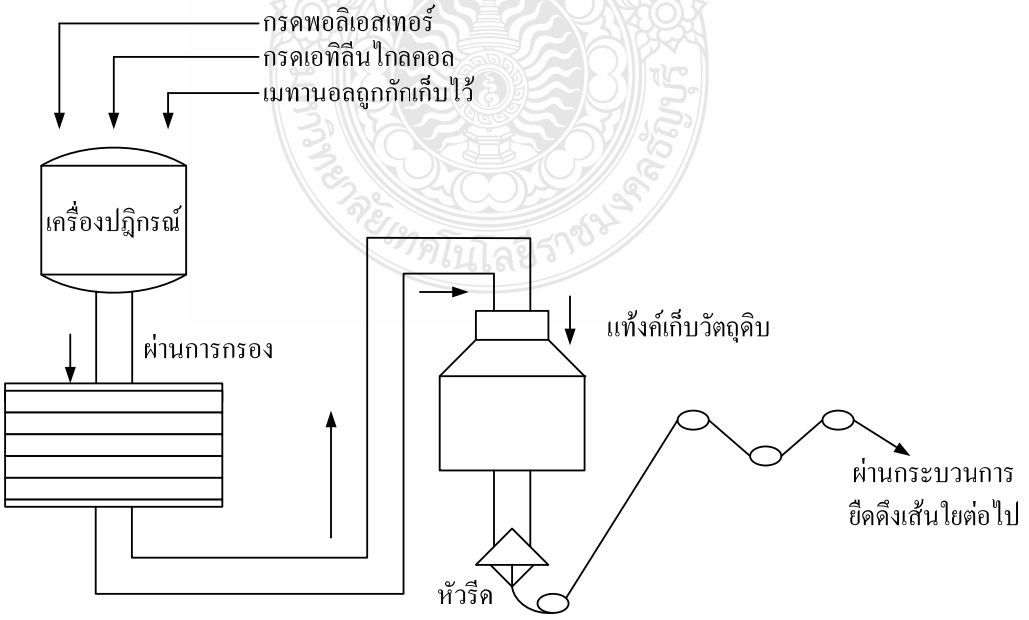


Terephthalic Acid Ethylene Glycol Hydroxyethyl Terephthalate

ขั้นที่ 2



ในกระบวนการผลิต Pet รูปแบบคล้ายกับการผลิตไนลอน เพียงแต่ต่างกันที่สารเคมีเริ่มต้นที่ใช้ โดยวัตถุดิบนี้เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม เริ่มจากการนำเอทิลีนมาทำการออกซิไดส์ให้เป็นไกลคอลในลักษณะไดไฮดริกแอลกอฮอล์ จากนั้นนำไปทำปฏิกิริยากับกรดเทเรฟทาลิกบริสุทธิ์ในหม้ออบความดันสูงภายใต้สุญญากาศ โดยการเพิ่มตัวเร่งปฏิกิริยาลงไป กระบวนการเกิดพอลิเมอร์จะเกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาของสารเคมีสองตัวที่กล่าวมาแล้ว พอลิเมอร์ที่เกิดมีลักษณะเป็นของเหลวที่หลอมตัวอยู่ ไม่มีสีและใส จากนั้นทำให้แข็งตัวเป็นเส้นและตัดเป็นชิ้นเป็นเม็ดที่เรียกว่า Chip อบให้แห้งเพื่อขจัดความชื้น แล้วทำการผสมเพื่อให้มีความสม่ำเสมอในการเตรียมทำเป็นเส้นใยต่อไปกระบวนการทั้งหมดแสดงขั้นตอนหลักไว้ในภาพที่ 2.1

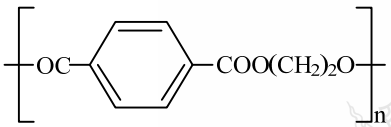
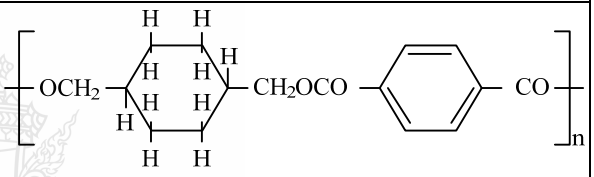


ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตเส้นใยพอลิเอสเทอร์ชนิด Pet

การผลิตพอลิเอสเทอร์ชนิด Pet นี้ แต่เดิมโรงงานใช้วัตถุดิบตั้งต้น คือ ไดเมทิลเทเรฟทาเลต (Di-Methyl Teraphthalate) หรือตัวย่อว่า Dmt ทำปฏิกิริยากับเอทิลีนไกลคอล (Ethylen Glycol) หรือ Eg ข้อดีของการใช้สารตั้งต้น Dmt คือราคาค่อนข้างถูก แต่เมทานอลที่เป็นผลจากปฏิกิริยาจะไวต่อไฟและมีความเป็นพิษ การแก้ปัญหาดังกล่าวทำได้โดยใช้กรดเทเรฟทาลิก หรือ Tpa แทน Dmt แต่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นบ้าง

กระบวนการผลิตพอลิเอสเทอร์ชนิด Pcdt ได้จากการทำปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ ชนิดควบแน่นระหว่างกรดเทเรฟทาลิกกับ 1,4 – Cyclohexane-Dimethanol ทำให้ได้ Pcdt การเปรียบเทียบเส้นใยพอลิเอสเทอร์ทั้งสองชนิดได้สรุปไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบเส้นใยพอลิเอสเทอร์ชนิด Pet กับชนิด Pcdt

Pet	**Pcdt**
 PET Polyester	 PCDT Polyester
ชื่อทางการค้าเช่น Avlin, Dacron, Fortrel, Trevira	Kodel Ll
เส้นใยยาวผ่านการยืดดึงร้อน	ยืดดึงที่อุณหภูมิสูงกว่า
มีทั้งเส้นใยยาวและเส้นใยสั้น เส้นด้ายเทกซ์เจอร์	เส้นใยสั้น ปัญหาการเกิดน้อยกว่า
ความแข็งแรงสูงกว่า และทนต่อการขัดถูดีกว่า	การยืดตัวดีกว่า มีความฟูมากกว่า และการคืนตัวดีกว่า
ความถ่วงจำเพาะสูงกว่า (1.38)	ความถ่วงจำเพาะต่ำกว่า 1.22
จุดหลอมเหลวต่ำ 480^0f (249^0c)	จุดหลอมเหลวสูง 540^0f (282^0c)

พอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ขึ้นมาผ่านการหลอมให้เหลวเพื่อเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นของการปั่นเส้นใยโดยกระบวนการผลิตแบบหลอมเหลว อัดผ่านหัวรีดที่กำหนดรูปแบบของรูให้ได้ตามต้องการ โดยมีลักษณะแตกต่างกันไปทั้งชนิดทรงกลม สามเหลี่ยมมุมมน ห้ากลีบ หกกลีบ หรือแปดกลีบ เป็นต้น เส้นใยที่ได้ออกมาจะเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงสมบัติให้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มความ

แข็งแรงด้วยการยืดดึงที่ต้องทำในขณะร้อนหรือที่เรียกว่าการยืดดึงร้อน (Hot Drawing) ขณะเดียวกันเส้นใยอาจถูกทำเทกซ์เจอร์ไปในเวลาเดียวกัน คือ การทำ Draw – Texturing ซึ่งลดขั้นตอนการทำงาน ประหยัดเวลา ลดต้นทุนการผลิต อีกทั้งสามารถทำการควบคุมคุณภาพได้อย่างดีด้วย

ในประเทศไทย โรงงานผลิตพอลิเอสเทอร์ส่วนใหญ่ใช้สารตั้งต้น Tpa ทำปฏิกิริยากับ Eg โดยมีกระบวนการผลิตแสดงไว้ในภาพที่ 2.1 ภาพส่วนบนเป็นลักษณะของการผลิตแยกส่วนระหว่างกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ให้ได้ออกมาเป็นเม็ดของพอลิเอสเทอร์ ซึ่งอาจนำไปขายเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นเม็ดพอลิเอสเทอร์นั้น หรืออาจนำไปเป็นวัตถุดิบเพื่อเข้าสู่โรงงานผลิตเส้นใยทั้งการผลิตเส้นใยยาวและเส้นใยสั้น ซึ่งเรียกระบบแยกส่วนแบบนี้ว่า Batch – Wise Polymerisation Process ในขณะที่บางโรงงานจะดำเนินการรวมส่วนของกระบวนการเกิดพอลิเมอร์เข้ากับกระบวนผลิตเส้นใย เป็นกระบวนการต่อเนื่องตลอดกันไปดังกล่าวภาพส่วนล่าง เรียกกระบวนการนี้ว่าเป็น Continuous Polymerisation Process

2.1.2 การใช้งานและชนิดของเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์

นับได้ว่าไม่มีเส้นใยประดิษฐ์ชนิดไหนสามารถแข่งขันเพื่อการใช้งานกับพอลิเอสเทอร์ได้ด้วยสมบัติที่โดดเด่นทั้งในขณะแห้งและเปียก ขณะเปียกจะมีความสามารถในการคืนตัวได้สูง ไม่ยับไม่หด ดูแลรักษาง่าย อีกทั้งสามารถใช้ผสมกับเส้นใยชนิดอื่นได้มากมาย ที่ประสบความสำเร็จสูงสุดคือการผสมกับผ้าฝ้ายในสัดส่วนพอลิเอสเทอร์:ฝ้าย ที่ 65:35 หรือที่เรียกกันว่าผ้า T/C และอีกชนิดหนึ่งคือการผสมกับเส้นใยเรยอนเป็นผ้า T/R เป็นต้น สามารถนำพอลิเอสเทอร์ใช้งานต่างๆ ได้มากมาย นับจากเสื้อผ้าสวมใส่เพื่อความสวยงาม เสื้อผ้าทำงาน เสื้อสูท กระโปรง ผ้าม่าน ผ้าตกแต่งเฟอร์นิเจอร์ เนคไทไปจนถึงพรม นับเป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงสูง สามารถทำจีบถาวรด้วยความร้อน ทำเส้นด้ายเทกซ์เจอร์ ซักได้ด้วยเครื่องซัก และไม่ต้องรีดภายหลังการซัก

พอลิเอสเทอร์ใช้ทำเป็นผ้าถักและผ้าทอ ให้ความสวยงานตามธรรมชาติเหมือนกับเส้นใยที่ผสมด้วย โดยเฉพาะความงามที่ดูคล้ายไหม และให้การสัมผัสที่ดีสมบัติต่างๆ เหล่านี้ได้ถูกถ่ายทอดไปสู่การพัฒนาพอลิเอสเทอร์ทั้งรูปทรงของพื้นที่หน้าตัดลักษณะสามเหลี่ยมมุมมน ความละเอียดของเส้นใย ตลอดจนการควบคุมปริมาณการหยิกงอ เป็นต้น นอกจากนั้นพัฒนาการของพอลิเอสเทอร์ยังครอบคลุมไปถึงการดัดแปลงให้มีสมบัติที่ดีขึ้นภายหลังกระบวนการผลิตเส้นใยแล้ว ก่อให้เกิดการใช้งานตามมาอีกมากมายเกิดเป็นเส้นด้ายหลากหลายชนิดดังต่อไปนี้

เส้นด้ายใยยาว หรือเส้นด้ายฟิลาเมนท์ มีการผลิตทั้งชนิดเส้นใยเดี่ยวและเส้นด้ายควบ โดยปริมาณและทิศทางของการตีเกลียวขึ้นมากับการใช้งาน ทำให้สามารถกำหนดคุณลักษณะที่ต้องการได้ล่วงหน้า ชนิดที่นิยมมากคือ ชนิดสว่างมัน สามารถทนต่อแสงได้ดี ป้องกันการยืดตัว เหมาะต่อการ

ใช้งานเป็นผ้าที่มีน้ำหนักเบา ทำเป็นผ้าม่านสำหรับชนิดที่ทึบแสงปานกลางก็เป็นอีกชนิดหนึ่งที่นิยมทำเป็นเสื้อเชิ้ตและกระโปรง พอลิเอสเทอร์ทนต่อสารเคมี น้ำทะเล จุลินทรีย์ สามารถทำให้มีความแข็งแรงเป็นพิเศษเพื่อใช้งานด้านอุตสาหกรรม เช่น สายพาน เชือก ตลอดไปจนถึงผ้าใบสำหรับยางรถยนต์

เส้นด้ายชนิดเทกซ์เจอร์ผลิตจากเส้นด้ายใยยาวที่ควบกันหลายเส้น โดยเริ่มจากเส้นด้ายชนิด Poy มาผ่านกระบวนการที่ทำให้โครงสร้างของเส้นด้ายมีความฟูตัวเส้นใยไม่เรียงเกาะกันแน่นจนเกินไป โครงสร้างของเส้นด้ายดูคล้ายเส้นด้ายชนิดที่ทำจากเส้นใยสั้น ก่อให้เกิดสมบัติที่ดีขึ้น มีผิวสัมผัสที่ดี นุ่มนวล ระบายอากาศได้ดีและดูดซึมความชื้นได้เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังแลดูสวยงามขึ้นด้วย ทั้งนี้กระบวนการปรับปรุงให้ได้เส้นด้ายชนิดเทกซ์เจอร์จะเรียกกันว่าการทำเทกซ์เจอร์ไรเซชัน (Texturization) บางตำราเรียกเส้นด้ายนี้ว่า Textured Filament Yam ในภาษาไทยอาจพบคำเรียกเส้นด้ายประเภทนี้ว่าเส้นด้ายใยเทียมยืด

เส้นด้ายชนิดที่ทำจากเส้นใยสั้นเรียกว่า เส้นด้ายปั่น เป็นเส้นด้ายที่เกิดจากการนำเส้นใยสั้นที่ผ่านกระบวนการทำให้เกิดการหยิกงอในโครงสร้างมาปั่นเป็นเส้นด้ายที่มีขนาดความละเอียดแตกต่างกันไปตามความต้องการของผู้ใช้ ทั้งนี้มักนิยมใช้หน่วยในการบอกความละเอียดของเส้นด้ายชนิดนี้เป็นเบอร์ด้ายฝ้ายหรืออาจเรียกกันเพียงแค่เบอร์ด้ายเท่านั้น เส้นใยพอลิเอสเทอร์ที่ใช้งานลักษณะนี้อาจมีการผสมกับเส้นใยสั้นชนิดอื่นด้วยก็ได้ เช่น ผสมกับฝ้าย หรือผสมกับเรยอน เป็นต้น

2.1.3 สมบัติทางกายภาพ

ลักษณะภายนอก เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์เป็นเส้นใยผิวเรียบ พื้นที่หน้าตัดมีหลายแบบส่วนมากเป็นวงกลม ดังนั้นจึงดูเป็นแท่งยาวโดยมีความยาวแตกต่างกันไปตามความต้องการของการใช้งาน โดยทั่วไปมีสีเป็นสีขาวและมีความมันหลายระดับตั้งแต่โปร่งแสง กึ่งทึบ และทึบ

ความแข็งแรง จัดได้ว่าเป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรง และทนทานต่อการขัดถูดีไม่ว่าอยู่ในสภาพแห้งหรือสภาพเปียกก็ตาม พอลิเอสเทอร์ชนิด Pet โดยทั่วไปมีความแข็งแรงดีกว่าชนิด Pcdt การยืดดึงร้อนทำให้การเรียงตัวของโครงสร้างภายในที่เป็นผลึก มีความเป็นระเบียบมากขึ้น อันเป็นผลโดยตรงต่อการเพิ่มความแข็งแรงของเส้นใยให้สูงขึ้น ความทนแรงดึง ณ จุดขาดมีค่าอยู่ในช่วง 4.0 – 5.5 Gpd สำหรับเส้นใยยาวชนิดทั่วไป แต่สูงขึ้นไปอยู่ในช่วง 6.3 – 9.5 Gpd ในเส้นใยยาวชนิดความแข็งแรงสูง ในกรณีของเส้นในสั้นมีค่า 2.5 – 5.5 Gpd เส้นใยยาวชนิดความแข็งแรงสูงมักใช้ในงานพิเศษเฉพาะด้าน เช่น ทำเป็นผ้าใบยางรถยนต์ และผ้าใบในงานอุตสาหกรรม

ด้วยสมบัติที่มีความแข็งแรงสูง ประกอบกับการที่ไม่มีการยืดหดตัวเมื่อถูกความชื้นและยังไม่มีผลจากสารเคมีที่ใช้ทำการตกแต่งสำเร็จ ทำให้การใช้พอลิเอสเทอร์ในการผลิตเส้นด้ายเย็บจักร

ประสบความสำเร็จ และแก้ปัญหาจากการใช้ฝ้ายได้เป็นอย่างดีด้ายเย็บจักร หรือในตำราภาษาอังกฤษจะเขียนเป็น Sewing Thread ที่ใช้อาจแบ่งเป็นสองลักษณะใหญ่ๆ คือ ชนิดผสมระหว่างพอลิเอสเทอร์และฝ้ายจะทำเป็นเส้นด้ายที่มีพอลิเอสเทอร์เป็นแกนและหุ้มห่อโดยรอบด้วยฝ้ายที่มีคุณภาพดี ทำให้เส้นด้ายที่ได้มีสมบัติเด่นของเส้นใยทั้งสองชนิดอยู่ด้วยกันคือเปลือกรอบนอกของเส้นด้ายที่เป็นฝ้ายช่วยให้การใช้งานเย็บสะดวกและง่ายขึ้น ส่วนแกนที่เป็นพอลิเอสเทอร์ทำให้เกิดความแข็งแรงและการทนทานต่อการขัดถูดี ด้วยเย็บจักรอีกชนิดคือชนิดที่เป็นพอลิเอสเทอร์ทั้งเส้นทำจากเส้นใยสั้น ให้ความแข็งแรงดีกว่าฝ้ายและทนทานต่อสารเคมีที่ใช้ตามบ้านเหมาะกับงานเย็บใช้งานทั่วไป

สภาพยืดหยุ่น อยู่ในระดับปานกลางไปจนถึงดี โดยทั่วไปพอลิเอสเทอร์เป็นเส้นใยที่ไม่มีสภาพยืดหยุ่นหรือการยืดตัวดีนักโดยเฉพาะที่เปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงจะคืนกลับสภาพไม่ดี ในขณะที่ถ้ามีการยืดตัวเล็กน้อยจะสามารถคืนกลับตัวได้ดีกว่า เมื่อเทียบกับไนลอน ดังข้อมูลของบริษัทดูปองท์เดือนกันยายน พ.ศ.2504 ในวารสาร Technical Bulletin X-142 เปรียบเทียบการคืนตัวจากแรงยืดที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆ กันระหว่างพอลิเอสเทอร์กับไนลอนดังในตารางที่ 2.2 เห็นได้ชัดเจนว่าที่การทดลองยืดเส้นใยออก 1% พอลิเอสเทอร์จะสามารถคืนตัวกลับได้ถึง 91% ในขณะที่ไนลอนทำได้เพียง 81% แต่ถ้าการทดลองเพิ่มขึ้นเป็นการยืดดังออก 15% พอลิเอสเทอร์จะคืนตัวกลับแค่ 40% เท่านั้นในขณะที่ไนลอนได้ถึง 77% ซึ่งนับเป็นการสอดคล้องกับสมบัติที่เด่นของพอลิเอสเทอร์ในการสามารถรักษารูปทรงได้ดีจึงเหมาะต่อการทำเป็นผลิตภัณฑ์ผ้าถัก ซึ่งจะไม่ถูกยืดดึงให้เสียรูปทรงง่าย

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลจากบริษัทดูปองท์แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของการคืนตัวกลับระหว่างเส้นใยพอลิเอสเทอร์และไนลอน

เปอร์เซ็นต์การยืดดึงออกของเส้นใย	**เปอร์เซ็นต์ของการคืนตัวกลับ**	
	พอลิเอสเทอร์ 56	**ไนลอน 200**
1	91	81
3	76	88
5	63	86
15	40	77

การคืนตัวจากแรงอัด อยู่ในระดับถึงดีมากทนทานต่อการยับทั้งในสภาพแห้งและเปียกนับเป็นสมบัติเด่นที่เหมาะกับการนำเส้นใยพอลิเอสเทอร์ไปใช้บรรจุภายในผลิตภัณฑ์หมอนและผ้า

ห่มที่ต้องการรับน้ำหนักโดยไม่เสียรูปทรง หรือสามารถคืนตัวกลับอยู่ในสภาพเดิมได้ดีภายหลังการใช้งาน

ความสามารถในการดูดซึมความชื้น ค่อนข้างต่ำมาก โดยมีความสามารถในการดูดซึมความชื้นอยู่ระหว่าง 0.4 – 0.8% เท่านั้นเอง ส่งผลในเชิงบวกต่อผลิตภัณฑ์ในลักษณะที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่แห้งเร็ว เหมาะสมกับการใช้งานที่ไม่ต้องการให้น้ำเกาะซึมได้มากและจับคราบต่างๆ ได้ยาก โดยเฉพาะคราบที่มากับน้ำสามารถกำจัดออกได้ง่ายเพียงเช็ดออกเท่านั้นเอง แต่ก็มีผลในเชิงลบเช่นเดียวกันคือทำให้การนำมาใช้งานทำเป็นเสื้อผ้าแล้ว มีความรู้สึกไม่สบายตัว อึดอัด เนื่องจากความชื้นจากเหงื่อ มีปัญหาการสะสมประจุไฟฟ้าและมีการจับเกาะของคราบที่มากับน้ำมันได้ง่าย ปัญหาของจุดอ่อนนี้มักแก้ด้วยการผสมกับเส้นใยชนิดอื่น เช่น ฝ้าย เป็นต้น

ผลจากความร้อน ขึ้นกับชนิดของพอลิเอสเทอร์ ซึ่งเริ่มเกิดการเหนียว หรืออ่อนตัวลงที่อุณหภูมิ 440 – 468 ^{o}F (227 – 242 ^{o}C) ดังนั้นหากต้องการรีดต้องใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่าระดับนี้เสมอ ที่อุณหภูมิสูงขึ้นในช่วง 480 – 554 ^{o}F (249 – 290 ^{o}C) พอลิเอสเทอร์จะหลอมตัวและติดไฟ แต่ดับได้ด้วยตัวมันเอง ด้วยความที่พอลิเอสเทอร์เป็นวัสดุประเภทเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่ง ดังนั้น จึงสามารถหลอมตัวด้วยความร้อนได้ทำจีบถาวรในเสื้อผ้าได้รูปทรงที่สวยงามและทนทาน

การติดไฟ เมื่อพอลิเอสเทอร์ถูกเปลวไฟจะคล้ายไนลอน คือเกิดการหดหนีเปลวไฟเล็กน้อย แต่ไม่มีเปลวไฟติด จากนั้นเกิดการหลอมตัวและจับตัวเป็นหยด เมื่อเย็นตัวลงก็จะแข็งเป็นเม็ดดำ ข้อแตกต่างจากไนลอนก็คือกลิ่นคล้ายน้ำมันเบนซิน และมีเขม่าดำเป็นผงเกิดขึ้นด้วย

ความถ่วงจำเพาะ แล้วแต่ชนิดของพอลิเอสเทอร์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.22 – 1.38 (เช่น Kodel มีค่า 1.22 และ Dacron มีค่า 1.38) เป็นเส้นใยที่หนักกว่าไนลอน และอะคริลิก แต่ใกล้เคียงกับแอซีเทต

2.1.4 สมบัติทางเคมี

กรดและด่าง โดยทั่วไปทนต่อสารเคมีทั้งกรดและด่างได้ แต่ในภาวะที่อุณหภูมิสูงขึ้นความทนทานจะลดลง เช่น กับกรดกำมะถันที่อุณหภูมิสูงเส้นใยเสื่อมสภาพลงได้เหงื่อไม่มีผลต่อเส้นใย นอกจากนั้นแล้วพอลิเอสเทอร์ยังสามารถซักแห้งได้เช่นกัน

สารซักฟอก สามารถใช้สารซักฟอกทั้งชนิดออกซิไดส์และชนิดรีดิวส์ที่มีจำหน่ายในตลาดได้ทุกชนิด โดยไม่มีผลเสียแต่อย่างไร

ราและแมลง พอลิเอสเทอร์ทนทานต่อราและแมลงได้อย่างดี หากมีปัญหาบ้างก็เนื่องมาจากสารที่ใช้ทำการตกแต่งสำเร็จมากกว่าตัวเส้นใยเอง

แสงแดด ภายใต้ภาวะปกติพอลิเอสเทอร์ทนต่อแสงแดดได้ดี แต่ถ้าหากถูกแสงโดยตรงเป็นเวลานานๆ เส้นใยอาจมีสมบัติเสื่อมลงได้ ในกรณีที่รับแสงผ่านกระจก เช่น หน้าต่าง ประตู ความสามารถในการทนต่อแสงจะยืดยาวออกไป ดังนั้นจึงนิยมนำพอลิเอสเทอร์ทำเป็นผ้าม่านภายในบ้าน

การย้อมสี ที่เหมาะสมกับพอลิเอสเทอร์คือ สีประเภทดิสเพอร์สที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง นอกจากนั้นก็มีความพยายามในการดัดแปรเพื่อให้พอลิเอสเทอร์สามารถรับสีประเภทเบสิกได้

2.2 เส้นด้าย

เส้นด้าย [2] หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นเส้นยาวต่อเนื่องมีภาคตัดขวางเล็กประกอบด้วยเส้นใยสั้นหรือเส้นใยยาว อาจจะมีเกลียวหรือไม่มีเกลียว เพื่อใช้ในการผลิตผ้าต่างๆ เช่น ผ้าทอ ผ้าถัก ผ้าลูกไม้ ฯลฯ

เส้นด้ายมีหลายชนิดตามการใช้งานและตามคุณสมบัติต่างๆ ของผ้า เช่น เส้นด้ายใยยาว เส้นด้ายใยสั้น เส้นด้ายควบ เส้นด้ายตกแต่งให้ฟู เส้นด้ายมีแกน เส้นด้ายยืดและเส้นด้ายแฟนซี รวมทั้งเบอร์เส้นด้าย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นด้ายและเกลียวของเส้นด้าย

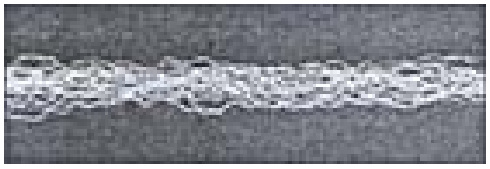
เส้นด้ายเกิดเป็นรูป ได้โดยวิธีต่อไปนี้ [4]

- ใยสั้นจำนวนหนึ่งตีเกลียวหรือไม่ตีเกลียวก็ได้ ต่อกันเป็นเส้นยาว
- ใยยาวจำนวนหนึ่งวางเรียงกันจะตีเกลียวหรือไม่ก็ได้
- ใยยาวเดี่ยวเส้นเดียว ขนาดต่างกัน
- วัสดุสังเคราะห์ตัดเป็นแถบยาว 1 แถบหรือมากกว่า ตีเกลียวหรือไม่ก็ได้

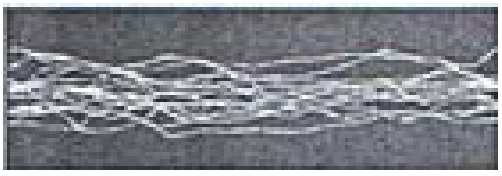
2.2.1 ด้ายใยสั้น (Spun Yarn)

คือ ด้ายที่ทำมาจากใยที่มีความยาวตั้งแต่ 2 ซม. ขึ้นไปและยาวไม่เกิน 26 ซม. ใยธรรมชาติทุกชนิดล้วนเป็นเส้นใยสั้น ยกเว้นไหมและใยประดิษฐ์ทุกชนิดเป็นใยยาว

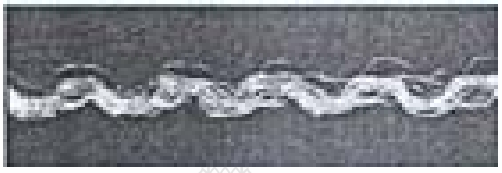
เส้นด้ายใยสั้นปั่นมาจากเส้นใยสั้น ความเหนียวของเส้นด้ายขึ้นอยู่กับการเกาะกันของเส้นใยที่เกิดจากการตีเกลียว เส้นด้ายใยสั้นค่อนข้างมีขน เงามัน และสม่ำเสมอน้อยกว่าเส้นใยยาว [2] (ภาพที่ 2.2 แสดงเส้นด้ายใยสั้นซึ่งมีชื่อต่างๆ ตามเทคนิคการปั่นด้าย)



False-Twist Textured Yarn



Stuffer-Box Textured Yarn



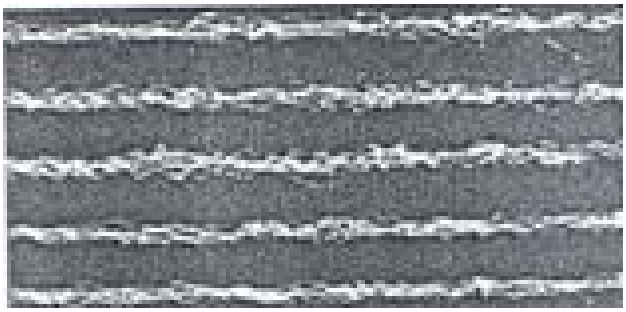
Knit-De-Knit Textured Yarn

ภาพที่ 2.2 เส้นด้ายใยสั้น

2.2.2 ด้ายใยยาว (Filament Yarn)

ด้ายใยยาวทั้งหมดเป็นใยสังเคราะห์ [4] ยกเว้นด้ายไหมเท่านั้นที่เป็นใยธรรมชาติ เส้นด้ายใยยาวเกิดจาก การกดเส้นใยออกมาและทำให้แข็งตัวแล้วจะม้วนใส่กระสวย (Bobbin) มีเกลียวหรือไม่มีเกลียวก็ได้ ถ้าต้องการตกแต่งก็นำไปทำ Crimping, Twisting, Texturing หรือ Finishing

ด้ายใยยาวเป็นเส้นด้ายที่มีเส้นใยยาวต่อเนื่องตลอดความยาว [2] ความเหนียวของเส้นด้ายนี้ไม่ขึ้นอยู่กับเกลียว แม้ว่าจะใส่เกลียวเข้าไป ดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 เส้นด้ายใยยาว

2.2.3 ด้ายใยยาวผิวสัมผัส (Texture Filament Yarn)

มีลักษณะต่างกับด้ายใยยาวปกติโดยสิ้นเชิง มีความสวยงามเหมือนด้ายใยสั้น มีช่องว่างระหว่างเส้นใยในเส้นด้ายทำให้การถ่ายเทอากาศดีขึ้น ความชื้นกระจายไปได้รอบๆ เส้นใย ทำให้สวมใส่สบายมากขึ้น เกิดไฟฟ้าสถิตได้น้อยลง การยืดหยุ่นมีมากขึ้น ระวังรักษาง่าย

ผิว Texture [5] เป็นพัฒนาการของเครื่องจักรสำหรับผลิตเส้นด้ายใยยาวจากเส้นใย พอลิเอมายด์และพอลิเอสเทอร์ ให้เกิดการพองฟูโดยวิธีการทำให้เกิดการหยิกและอบให้แห้งจนอยู่ตัว

Textured Yarn แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังแสดงในภาพที่ 2.4 และ 2.5

1) ด้ายพองเนื้อมาก (Bulk Textured Yarn)

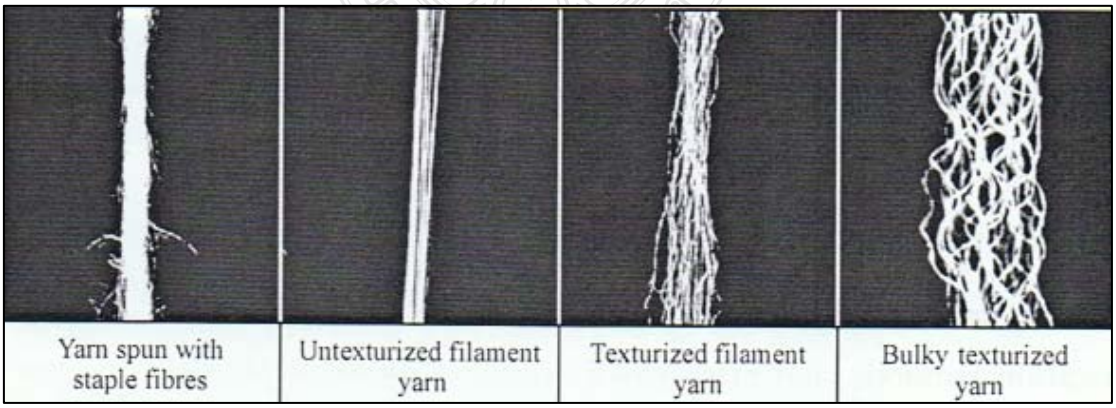
ผลิตจากเส้นใยพองเนื้อมาก เช่น เส้นใยสังเคราะห์ที่ทำให้เป็นโพรงตามแนวยาวในเส้นด้ายหรือระหว่างเส้นใยที่จะทำให้เส้นด้ายอยู่ห่างกัน เนื่องจากรูปร่างหน้าตัดของเส้นใยทำให้เส้นใยเกาะตัวกันไม่ได้

2) ด้ายยืดผิวสัมผัส (Stretch Textured Yarn)

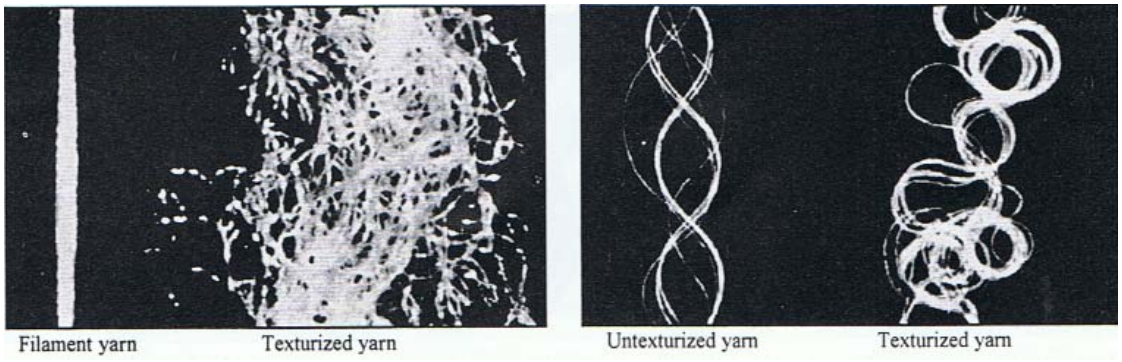
ลักษณะเฉพาะคือ สามารถดึงยืดออกได้ 300-500% คืนตัวได้เร็ว มีเนื้อมากปานกลาง ใช้ทำถุงเท้า ชุดว่ายน้ำ ชุดเล่นสกี เป็นต้น

3) ด้ายผิวสัมผัส (Set Textured Yarn)

นิยมทำด้วยเส้นด้ายพอลิเอสเทอร์ประมาณกว่าครึ่งหนึ่งของเส้นด้ายที่ใช้ผลิตผ้าจะเป็นด้ายผิวสัมผัส (Set Textured) ใช้ทอหรือถักก็ได้ มีสมบัติเป็นผ้าที่ซักแล้วไม่ต้องรีด (Wash And Wear) ที่แท้จริง มีเนื้อมากและจับจีบได้ดีมีความคงตัว มีเนื้อมาก สวมใส่สบาย ผ้าที่ทำจากด้ายชนิดนี้ จะมีสมบัติเด่น คือ คงรูปคงขนาด ตลอดเวลาสวมใส่หรือซัก



ภาพที่ 2.4 ภาพขยายเส้นด้าย Textured Yarn



ภาพที่ 2.5 ภาพขยายเส้นด้าย Texturized และ Untexturized

2.2.4 เส้นด้ายยืน

เส้นด้ายยืน [7] คือ เส้นด้ายชุดหนึ่ง ที่เรียงอยู่ในแนวตั้ง โดยมีเส้นพุ่งคอยขัดสลับให้กลายเป็นผืนผ้า การเตรียมเส้นด้ายยืนก่อนการทอผ้า อาจมีความยาวหลายสิบเมตรถึงหลายพันเมตร

2.2.5 เส้นด้ายพุ่ง

เส้นด้ายพุ่ง [7] คือ เส้นด้ายที่ใช้พุ่งไปมา สลับกับเส้นด้ายยืนเพื่อให้ขัดกันเป็นผืนผ้า เส้นด้ายพุ่งนี้มักพันหรือม้วนอยู่ในหลอดบรรจุในกระสวย เพื่อใช้ในการสอดหรือพุ่งเส้นด้าย

2.3 การผลิตผ้า (Fabric Production) [4]

การผลิตผ้าพัฒนาไปมากและนำเอาผ้าถักเข้ามาใช้แทนที่ผ้าทอมากขึ้นเนื่องจาก ผ้าถักผลิตได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าผ้าทอ การถักตามแนวตั้งทำได้เร็วกว่า ได้เนื้อผ้าแน่น คลุมช่องว่างในเนื้อผ้าได้ดีกว่าผ้าทอ

เครื่องทอผ้าพัฒนาขึ้นมาก เช่น เพิ่มความเร็ว เพิ่มความกว้างของหน้าผ้า ปรับปรุงโครงสร้างและลวดลายของผ้า เพิ่มคุณภาพของเนื้อผ้าทำให้การผลิตผ้าทอมีต้นทุนสูงและยังต้องแข่งขันกับการผลิตผ้าไม่ทอ

การผลิตผ้าไม่ทอ ต่างไปจากระบวนการทอหรือการถัก ผลิตได้โดยตรงจากเส้นใยโดยวิธีอัดใยให้ติดกัน (Bonding) หรือโดยวิธีใช้เข็ม (Stitch Bonding) สามารถทำการผลิตได้ทั้งจากเส้นด้ายและเส้นใยรวมทั้งเทคนิคการดึงแยกแผ่นฟิล์ม (Split Film) ต้นทุนการผลิตต่ำกว่าการทอทำให้มีการใช้งานมากขึ้น

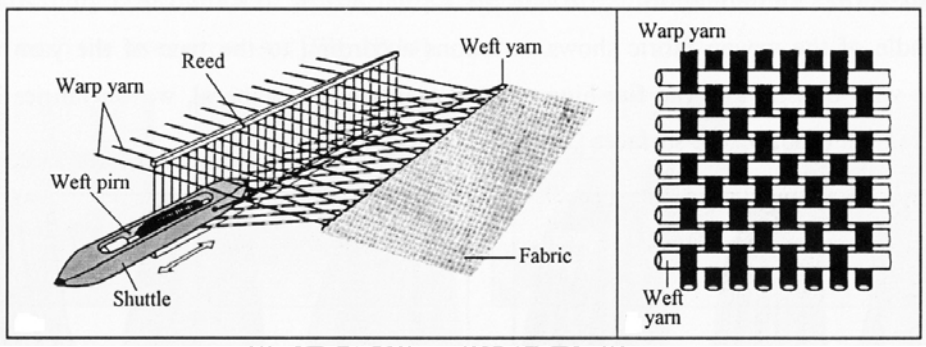
การตกแต่งผ้าเป็นเรื่องสำคัญในกระบวนการผลิตผ้า เช่น การตกแต่งผ้าให้รักษาง่าย ให้สามารถลบรอยเปื้อนออกได้ง่าย ให้รอยยับหายไปในขณะใช้ได้อย่างเร็ว การคงรูปลักษณ์เดิมหลังการ

ซัก การทำให้รอยจับจีบคงรูปถาวร ปัจจุบันพัฒนาเทคนิคการตกแต่งผ้าให้ดีขึ้น เช่น ใช้คอมพิวเตอร์ผสมสีในการย้อมผ้าได้โดยอัตโนมัติ ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมกระบวนการฟอกย้อม เป็นต้น

2.4 หลักการทอผ้า

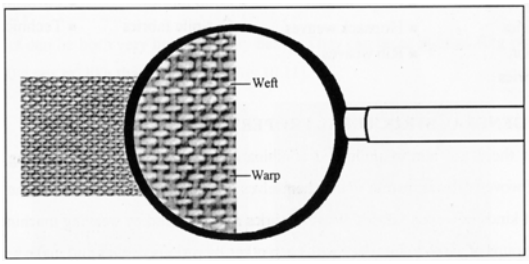
การทอผ้า [7] เป็นศิลปะและงานฝีมือที่มีมาแต่สมัยโบราณ โดยใช้เส้นด้ายพุ่งและเส้นด้ายยืนมาขัดประสานกันจนได้เป็นผืนผ้า โดยมีเครื่องมือทอผ้า แบบดั้งเดิมเรียกว่า กี่ หรือหูก หรือเก

เครื่องมือทอผ้าสมัยใหม่เรียกว่าเครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติที่สามารถนำเส้นด้ายพุ่งและเส้นด้ายยืนมาขัดสานกันเป็นผืนผ้าที่สามารถทำรูปแบบลายผ้าและความหนาบางของผ้าได้อย่างสะดวก อีกทั้งยังมีความรวดเร็ว



ภาพที่ 2.6 การนำเส้นด้ายเข้าสอดประสานเป็นผืนผ้า

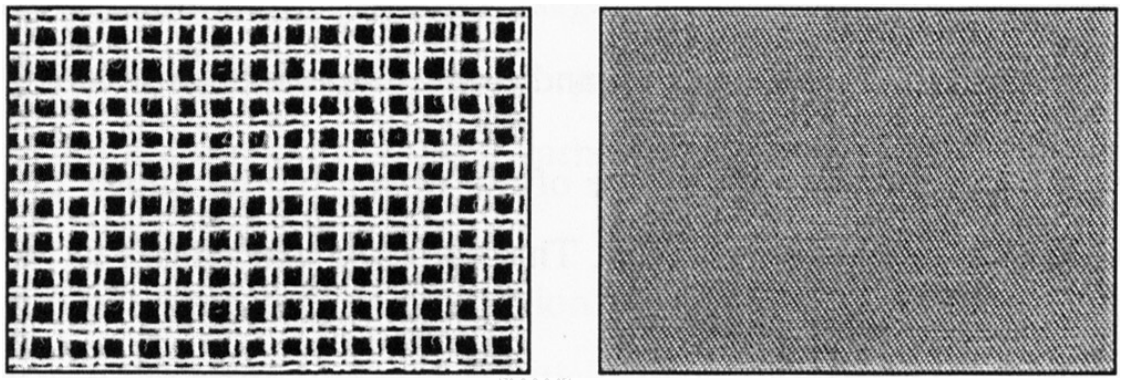
ผ้าทอ [4] คือ ผ้าที่ผลิตจากเส้นด้าย 2 ชุด หรือมากกว่ามาขัดสานกันเป็นมุมฉากมีเส้นด้ายขนานตามความยาวของผืนผ้า เรียกว่าด้ายยืน (Warp Yarn) และเส้นด้ายที่ขนานตามความกว้างของผืนผ้า เรียกว่า ด้ายพุ่ง (Weft Yarn)



ภาพที่ 2.7 การขัดสานกันของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง

ลวดลายของผ้าสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยโครงสร้างลายทอผ้า พื้นฐานซึ่งมีอยู่ 3 แบบ คือ ผ้าทอลายขัด (Plain Weave) ผ้าทอลายทแยง (Twill Weave) ผ้าทอลายต่วน (Satin Weave) ลายทอพื้นฐานสามารถดัดแปลงเป็นลายทอดัดแปลงได้อีกหลายลายขึ้นอยู่กับสมบัติของเครื่องจักรทอผ้า

นอกจากนี้โครงสร้างผ้าทอที่ทำให้เกิดการขัดกันของเส้นด้ายทั้ง 2 ชุด จำนวนเส้นด้ายและขนาดของเส้นด้ายทำให้ความหนาแน่นของผืนผ้าแตกต่างกันทำให้ผ้ามีความหนาบาง

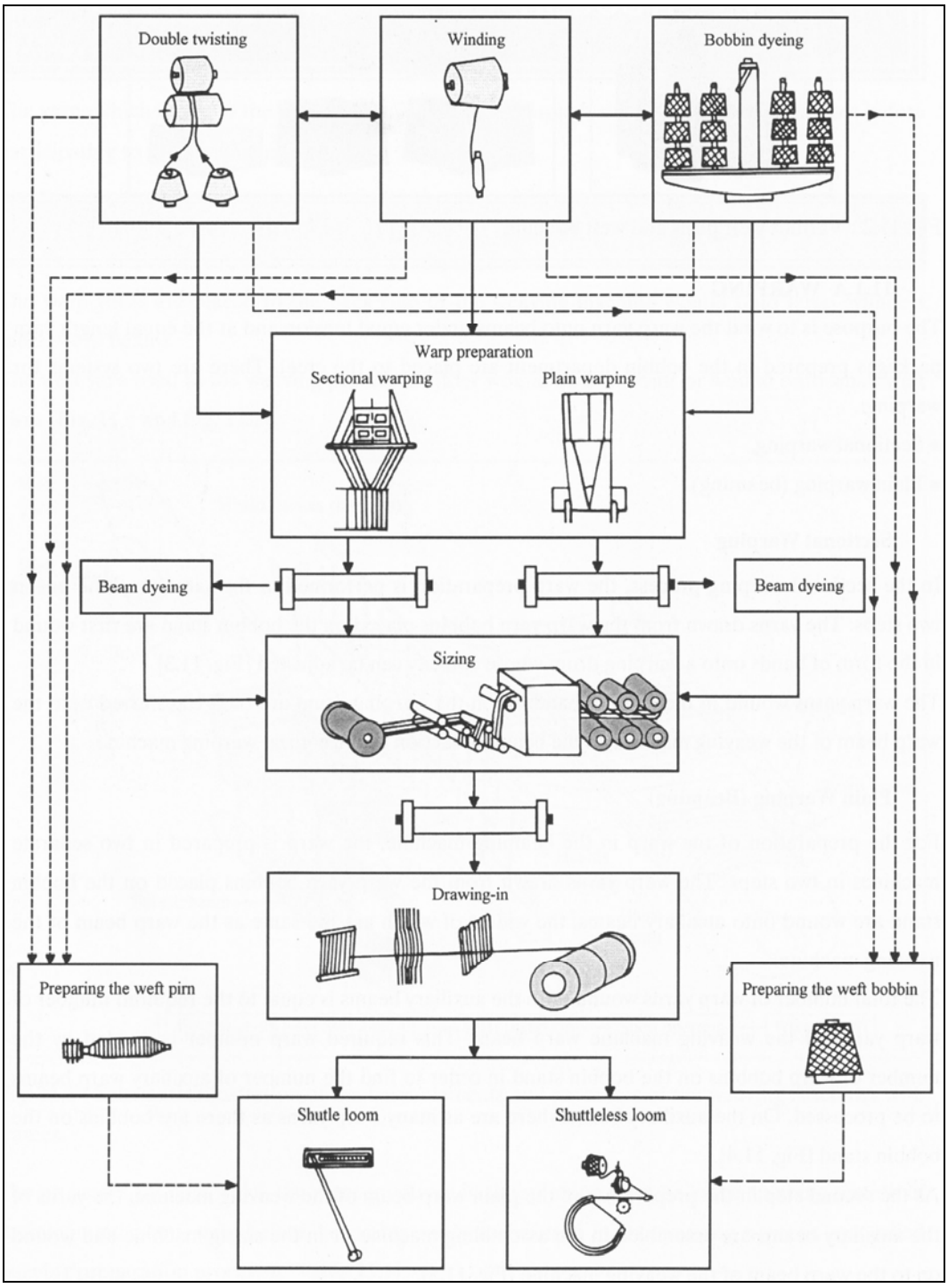


ภาพที่ 2.8 ความแตกต่างของผืนผ้าที่มีความหนาแน่นของจำนวนเส้นด้ายต่างกัน

2.5 การทอผ้า

การทอผ้า [6] มีขั้นตอนสำคัญ คือ

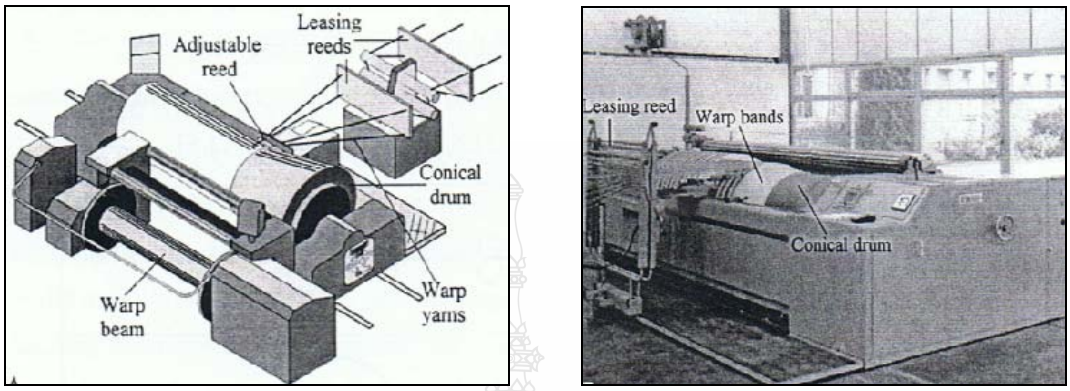
1) การเตรียมเส้นด้ายทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง
2) การออกแบบโครงสร้างและลายของผ้า
3) การเตรียมระบบเครื่องจักรที่ใช้ในการทอผ้า ดังแสดงในภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 ขั้นตอนการเตรียมทอผ้า

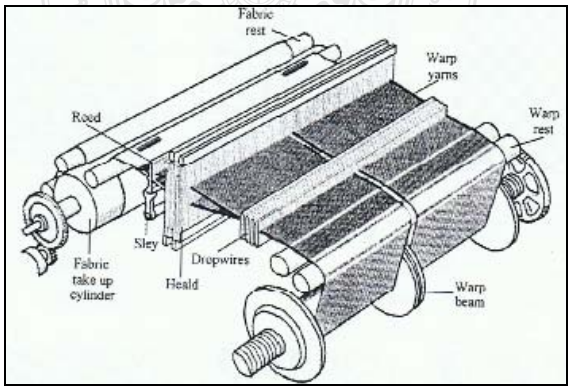
2.5.1 การเตรียมเส้นด้ายยืน (Warp Sizing)

การเตรียมเส้นด้ายยืน [7] อาจมีความยาวเส้นด้ายยาว ถึงหลายพันเมตร เป็นเรื่องที่ยุ่งยาก และใช้เวลามากในอุตสาหกรรมทอผ้าใช้เครื่องเรียงเส้นด้ายยืนที่เรียกว่า Warping Machine ดังแสดงในภาพที่ 2.10



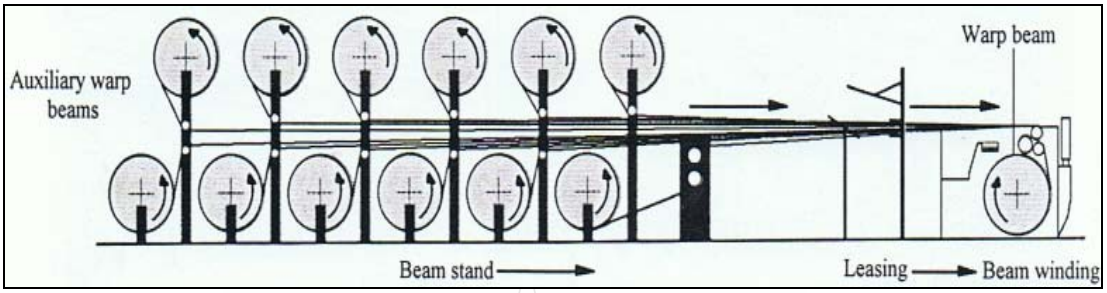
ภาพที่ 2.10 เครื่องเตรียมเส้นด้ายยืน Warping Machine

เส้นด้ายยืน เมื่อเตรียมแล้ว จะไม่สามารถเปลี่ยนเส้นด้ายยืน จนกว่าจะทอไปตลอดผืนจนเส้นด้ายยืนหมดบีม (Beam) ดังแสดงในภาพที่ 2.11 เส้นด้ายยืนโดยทั่วไปจะมีขนาดเล็กกว่าเส้นด้ายพุ่ง มักจะใช้ด้ายที่มีคุณภาพสูง มีความทนทาน และเรียบ ไม่ขรุขระ



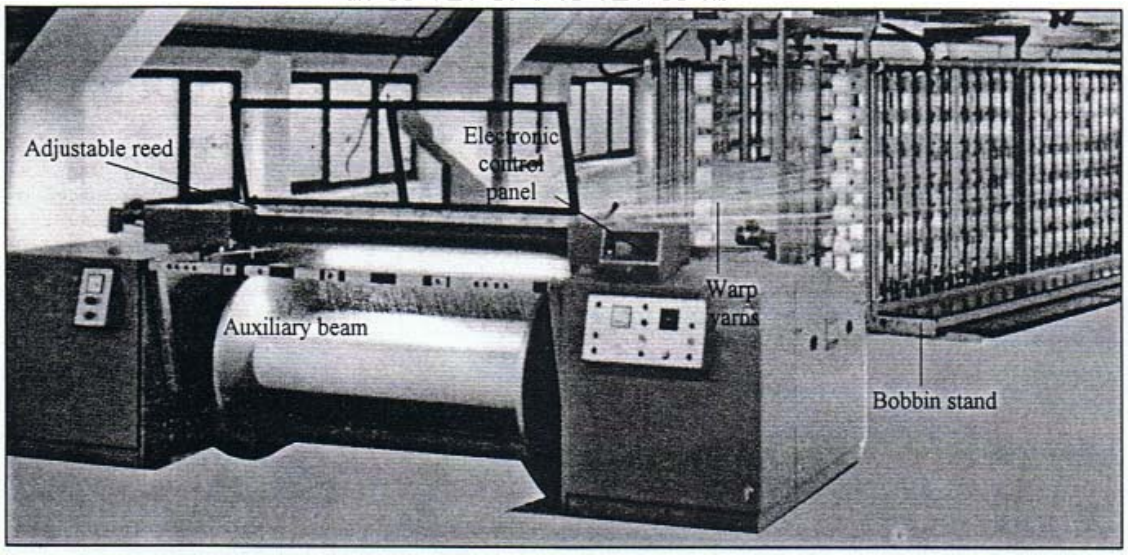
ภาพที่ 2.11 เส้นด้ายยืนที่อยู่บนเครื่องทอผ้า

ถ้าผ้าที่ต้องการทอเป็นผ้าสีเดียวกัน [2] การเตรียมเส้นด้ายยืนจะนำเส้นด้ายเข้าม้วนด้ายยืนย่อย (Section Beam) จากนั้นย้ายเส้นด้ายจากหลายม้วนเส้นด้ายยืนย่อยไปยังม้วนเส้นด้ายยืนสำหรับทอ (Weaver Beam) เรียกเทคนิคนี้ว่า Direct Warping ดังแสดงในภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 การเตรียมเส้นด้ายยืน

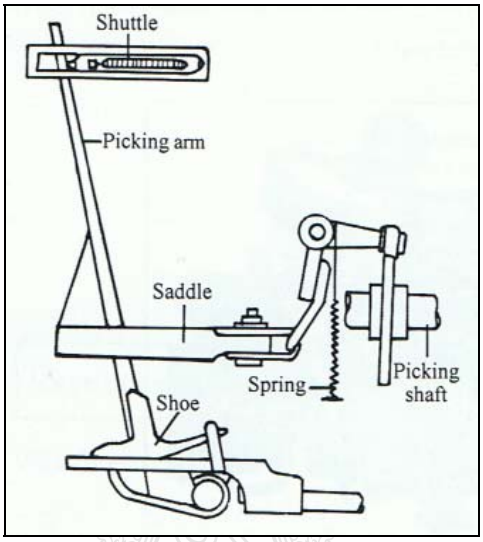
ถ้าผ้าที่ต้องการทอเป็นผ้าแบบมีหลายสีสลับกัน [2] การเตรียมเส้นด้ายยืนก็จะทำโดยการสืบด้ายเป็นแถวๆ จนครบ จากนั้นย้ายเส้นด้ายไปยังม้วนด้ายยืน (Warp Beam) สำหรับเครื่องทอผ้าต่อไปดังแสดงในภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 การเตรียมเส้นด้ายยืนแบบมีหลายสี

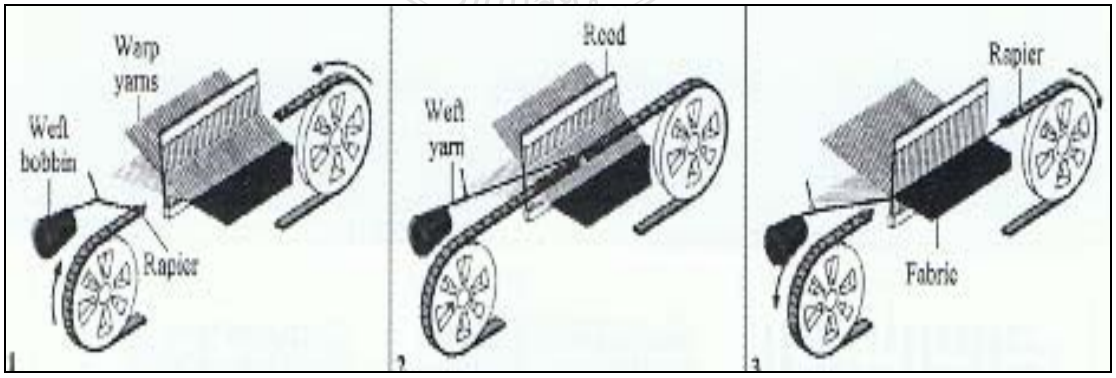
2.5.2 การเตรียมเส้นด้ายพุ่ง (Weft Preparation)

เส้นด้ายพุ่ง [6] จะม้วนอยู่ในหลอดบรรจุในกระสวย เพื่อสะดวกในการพุ่งเส้นด้ายด้วยความเร็วเพื่อให้กระสวยผ่านพ้นหน้ากว้างของผ้า หากสอดด้วยแรงน้อยๆ กระสวยจะไม่ผ่านไปสุดขอบแต่ละด้าน การส่งเส้นด้ายพุ่งจึงต้องใช้เทคนิคเพื่อเพิ่มความเร็วและความแน่นอนโดยใช้กลไก ดังแสดงในภาพที่ 2.14



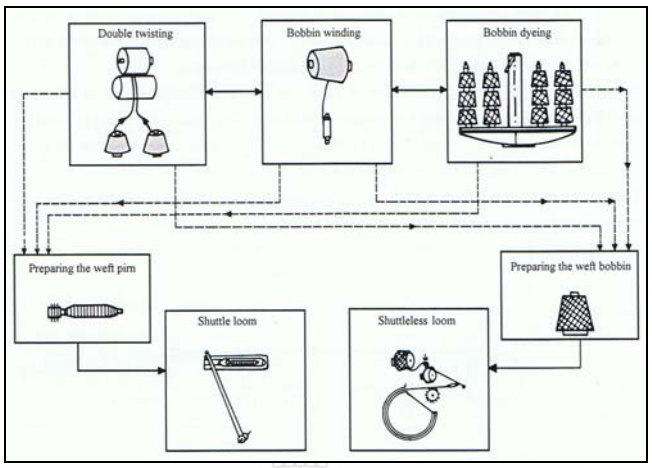
ภาพที่ 2.14 กลไกของกระสวย ส่งด้ายพุ่ง

เส้นด้ายพุ่งจะพุ่งไปมาในแนวขนานกับหน้าผ้า สลับซ้ายขวาของผู้ทอ โดยใช้อุปกรณ์ส่งด้ายพุ่ง ในกรณีใช้เครื่องทอผ้าอัตโนมัติ ซึ่งมีหลายวิธี เช่น ระบบเรเปีย ดังแสดงในภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 การส่งเส้นด้ายพุ่งด้วยระบบ Rapier

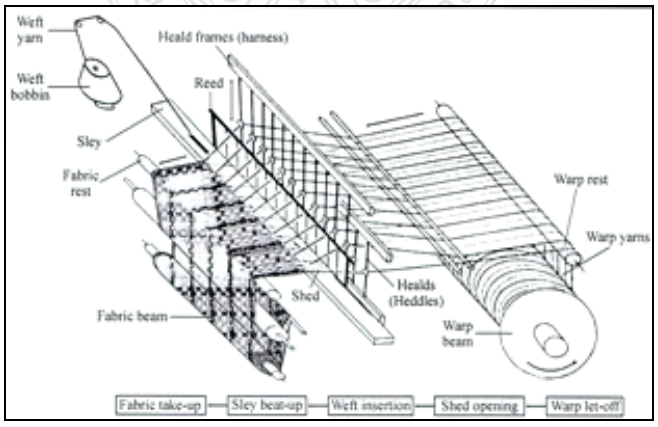
การเตรียมเส้นด้ายเพื่อให้อุปกรณ์ทำการส่งเส้นด้ายพุ่งเข้าไปในระบบของเครื่องจักรทอผ้านั้น ต้องเตรียมให้เหมาะสำหรับเครื่องจักรทอผ้าโดยดูว่าเป็นระบบกระสวยหรือระบบที่ไม่ใช้กระสวย ดังแสดงในภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 การเตรียมเส้นด้ายพุ่ง

2.5.3 การยกตะกอเพื่อแยกเส้นด้ายยืน

ในการทอผ้า [6] เส้นด้ายยืนจะถูกเปิดออกให้เป็นช่องตะกอ (Shedding) โดยการยกขึ้นลงของตับตะกอ (Held Frame) จังหวะนี้เส้นด้ายพุ่งจะสอดใส่เข้าไปโดยมีอุปกรณ์ส่งเส้นพุ่งเป็นตัวพา และใช้ฟันหวีทำการกระทบเส้นพุ่ง (Beat-Up) ณ ตำแหน่งที่ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 การส่งเส้นพุ่งเข้าในตะกอขณะยกขึ้นและลง

จำนวนตะกอที่ใช้ขึ้นอยู่กับลวดลายผ้าที่ต้องการ เช่น ผ้าลายขัดอย่างน้อยต้องใช้ 2 ตะกอ ในขณะที่ลายทแยงและลายต่วนต้องใช้มากกว่า 2 ตะกอขึ้นไป [6]

ดังนั้นลายผ้าจึงขึ้นอยู่กับลำดับการร้อยตะกอเข้าไปในแต่ละโครงตะกอ ร่วมกับลำดับการยกตะกอขึ้นหรือกดลง ก่อนที่จะมีการส่งเส้นด้ายพุ่งแต่ละครั้ง

2.6 เครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติ

ในอดีตใช้เครื่องทอผ้าด้วยมือมีตัวเครื่องเป็นไม้ จากนั้นพัฒนาโดยใช้พลังงานไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติในปัจจุบัน แต่กลไกหลักที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมากที่สุดคือ กลไกการส่งเส้นด้ายพุ่ง เป็นเครื่องทอผ้าไร้กระสวย

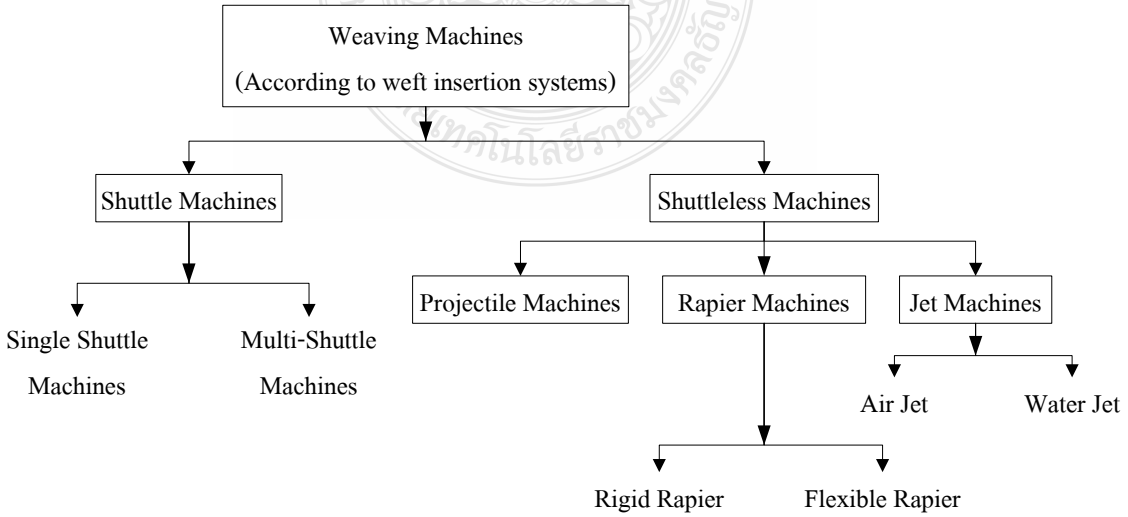
อุตสาหกรรมการทอผ้าด้วยเครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติขยายตัวอย่างมาก ปรับรูปแบบให้ได้ผ้าตามรสนิยม และความต้องการของตลาดโลก แต่ก็ยังอาศัยพื้นฐานของเครื่องทอผ้าดั้งเดิม

เครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติจำแนกได้ตามลักษณะของการใช้งาน คือ ลักษณะของการส่งเส้นด้ายพุ่งและลักษณะการเปิดตะกอ

2.6.1 เครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติตามลักษณะของการส่งเส้นด้ายพุ่ง

เป็นแบบใช้กระสวยและไม่ใช้กระสวย ตามแผนภูมิในภาพที่ 2.14 และ 2.15

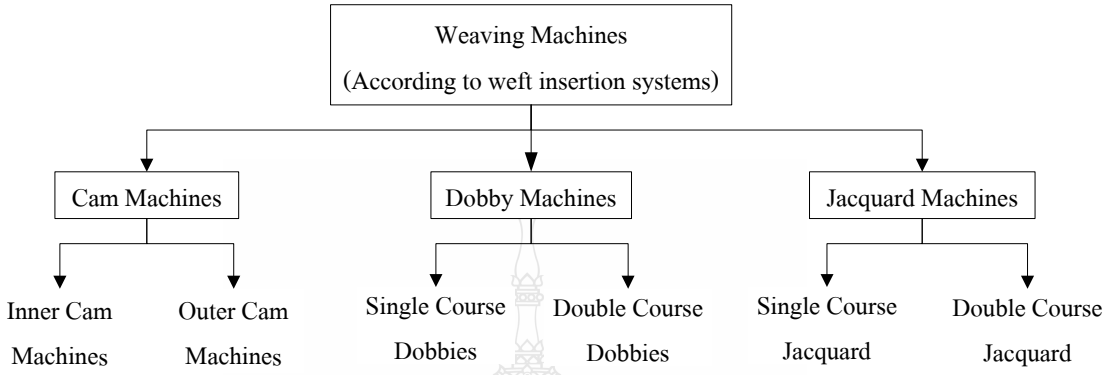
การจำแนกลักษณะเครื่องทอผ้าโดยพิจารณาจากรูปแบบของกระสวย แสดงเป็นแผนภาพในภาพที่ 2.18



ภาพที่ 2.18 การจำแนกเครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติตามลักษณะการส่งเส้นด้ายพุ่ง

2.6.2 เครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติตามลักษณะการเปิดของตะกอ (Shed Opening System)

ดังแสดงในภาพที่ 2.19 แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ Cam Machines, Dobby Machines และ Jacquard Machines เครื่องจักรที่ใช้ในการทอผ้าตัวอย่างเพื่อทดสอบในงานวิจัยนี้ใช้ระบบ Dobby Machines



ภาพที่ 2.19 การจำแนกเครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติตามลักษณะการเปิดของตะกอ

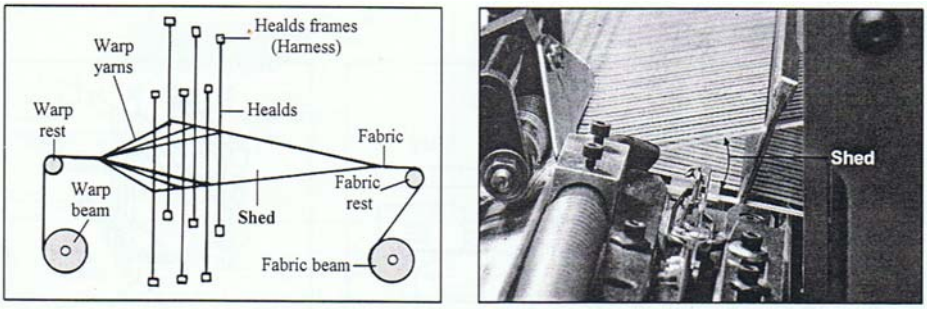
2.7 กลไกการทอผ้า (Weaving Motion)

จะกล่าวถึงเฉพาะเครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติที่เป็นระบบไม่ใช้กระสวยเท่านั้น เนื่องจากใช้เป็นเครื่องทอผ้าเพื่อผลิตผ้าตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองนี้

2.7.1 กลไกหลัก (Primary Motions) ประกอบด้วย [6]

1) กลไกการเปิดช่องตะกอ (Shedding Motion)

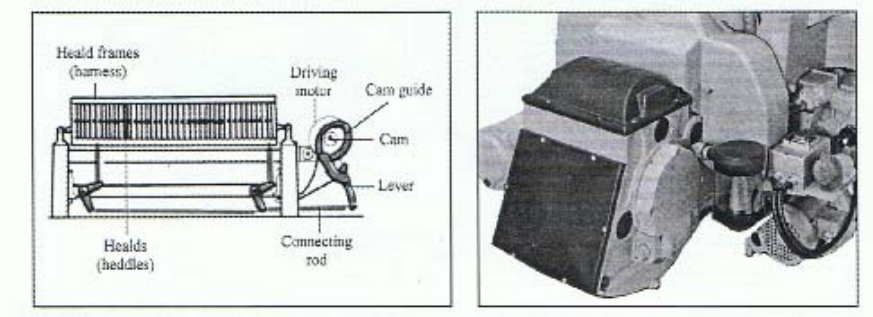
ตะกอเป็นตัวควบคุมด้ายยืน การเปิดช่องตะกอก็คือ การยกตะกอชุดหนึ่งแล้วดึงตะกออีกชุดหนึ่งลงเพื่อทำให้ด้ายยืนแยกออก เพื่อทำให้สอดใส่เส้นด้ายพุ่งได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.20



ภาพที่ 2.20 การแยกเส้นด้ายยืนด้วยตะกอ

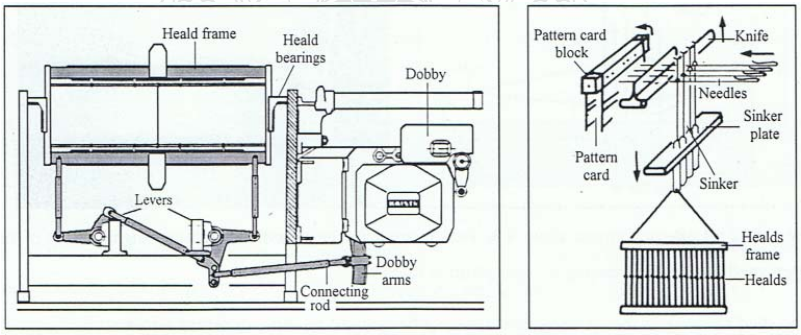
การควบคุมการเปิดตะกอ มีอยู่ 3 แบบ คือ

1.1) แบบลูกเบี้ยว (Cam หรือ Tappet) เป็นแบบที่ง่ายที่สุด ลูกเบี้ยวจะยึดแน่นอยู่กับเพลา นิยมใช้กับการทอผ้าลายขัด (Plain Weave) ลาย 2/2 และ 1/2 ใช้ 2-4 ตับตะกอ ดังแสดงในภาพที่ 2.21



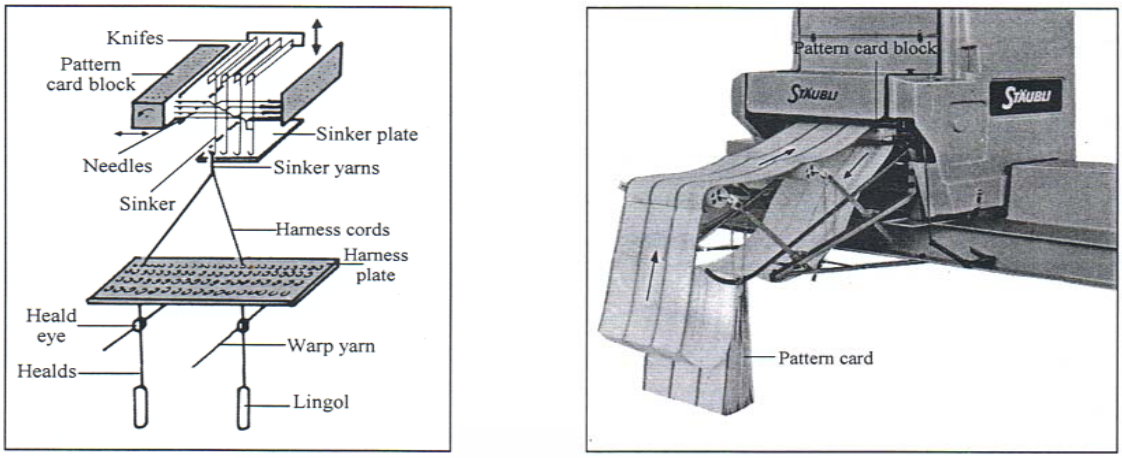
ภาพที่ 2.21 การยกตะกอด้วยลูกเบี้ยว

1.2) แบบด็อบบี้ (Dobby) คือ ใช้แผ่นการ์ดเจาะรู (Carton Strip) บังคับด้วยสายโซ่หรืออิเลคทรอนิก เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวของตับตะกอตามลายผ้า ซึ่งอาจจะยกตะกอได้มากถึง 32 ตะกอ เหมาะสำหรับโครงสร้างผ้าที่ต้องใช้ตะกอจำนวนมากๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.22



ภาพที่ 2.22 การยกตะกอด้วยกลไก Dobby

1.3) แบบแจ๊คการ์ด (Jacquard) แตกต่างจากระบบที่ยกตะกอด้วย Dobby ตรงที่เส้นด้ายแต่ละเส้นในหนึ่งลายซ้ำจะถูกยกอย่างอิสระเพื่อสร้างช่องด้ายยืนจึงทำให้สามารถทอผ้ามีลวดลายซับซ้อนมากๆได้ มีพื้นที่ของลวดลายบนหน้าผ้าได้กว้างกว่าและละเอียดกว่าการทอระบบ Dobby ดังแสดงในภาพที่ 2.23

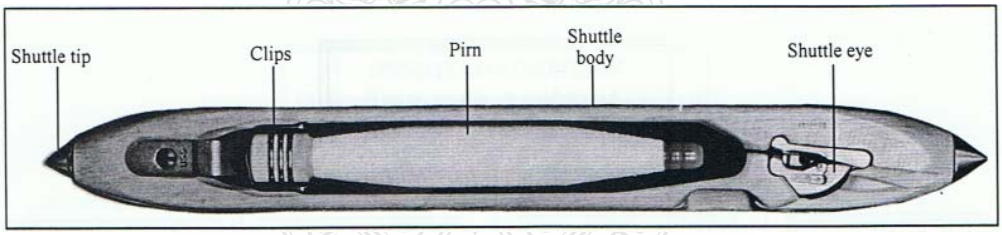


ภาพที่ 2.23 การยกตะกอด้วยกลไก Jacquard

2) กลไกการสอดเส้นพุ่ง (Weft Insertion Motion) [2]

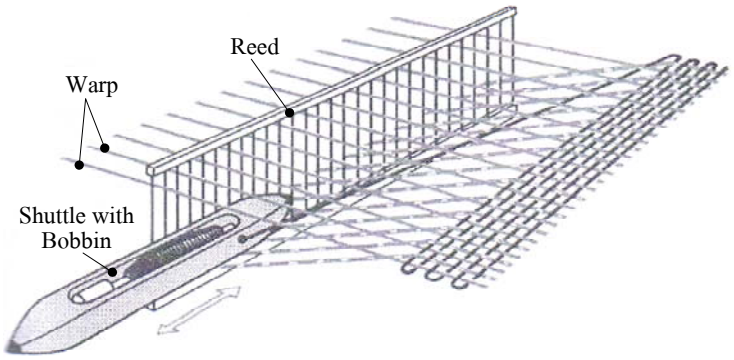
การนำเส้นพุ่งสอดเข้าไประหว่างช่องเส้นยืนทำได้ 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 โดยใช้กระสวย (Shuttle) เป็นตัวส่งเส้นพุ่ง หลอดเส้นด้ายพุ่งจะบรรจุอยู่ในกระสวย ดังแสดงในภาพที่ 2.24



ภาพที่ 2.24 กระสวยและหลอดด้ายพุ่ง

ซึ่งถูกส่งเข้าไปในช่องเส้นด้ายยืน แล้วให้ฟันหวีกระทบหน้าผ้าก่อนที่จะมีการส่งเส้นด้ายพุ่งเส้นต่อไปจะมีการสลับเส้นด้ายยืน ดังแสดงในภาพที่ 2.25

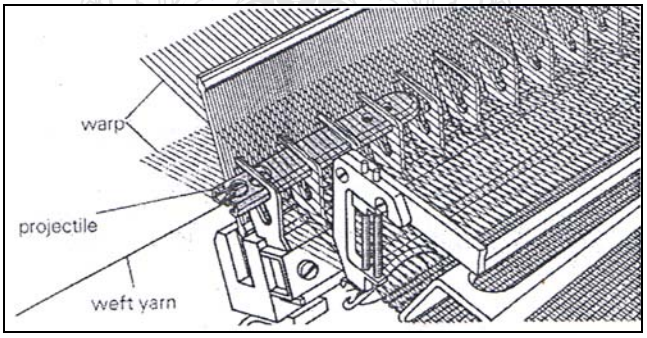


ภาพที่ 2.25 การส่งกระสวยเส้นด้ายพุ่ง

วิธีที่ 2 โดยไม่ใช้กระสวย (Shuttleless) ส่งเส้นพุ่ง การส่งเส้นพุ่งด้วยวิธีนี้จะใช้อุปกรณ์ส่งเส้นพุ่งต่างๆ แยกได้เป็น 4 ชนิด ดังนี้

- การส่งเส้นพุ่งด้วยกระสวยเล็ก (Gripper-Projectile)

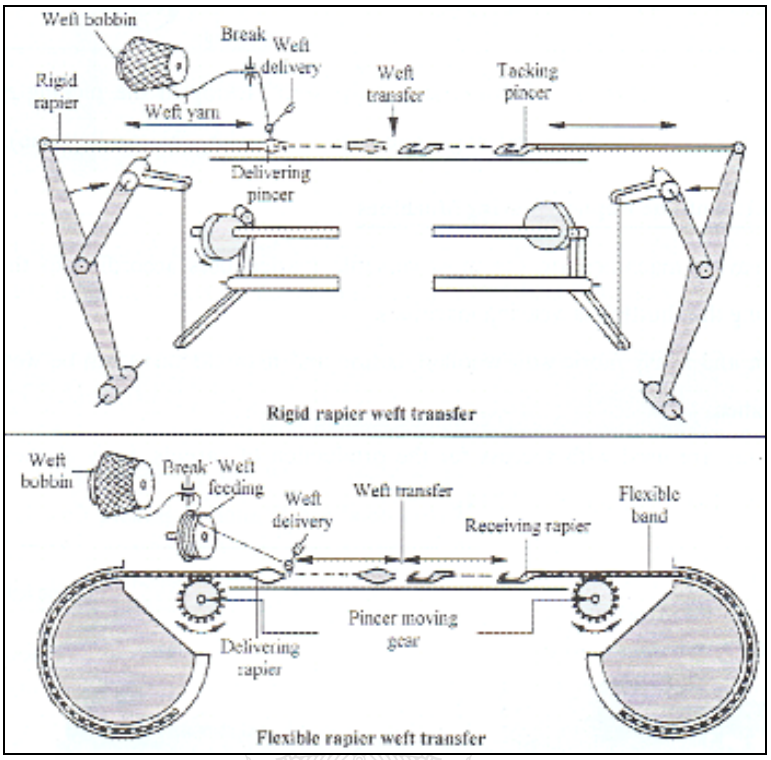
เส้นด้ายพุ่งจะถูกหนีบด้วยกระสวยเล็กแล้วพุ่งผ่านช่องเส้นด้านยืนไปในทิศทางเดียวกันเสมอและจะถูกตัดออกจากหลอด ปลายเส้นด้ายพุ่งทั้ง 2 ข้างจะถูกเก็บและเย็บด้วยด้ายเย็บริมผ้าดังแสดงในภาพที่ 2.26



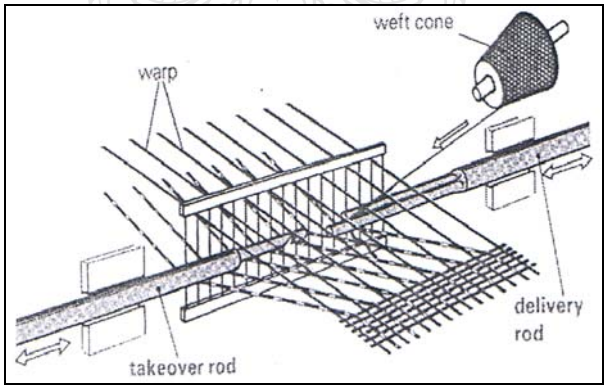
ภาพที่ 2.26 การส่งเส้นด้ายพุ่งด้วยกระสวยเล็ก

- การส่งเส้นพุ่งด้วยก้านส่ง (Rapier)

ก้านส่งจะพาเส้นด้ายพุ่ง โดยมีตัวจับด้ายพุ่งที่ปลายก้านส่งขณะเดียวกันจะมีก้านส่งอีกตัวมารับเส้นด้ายพุ่งที่ตรงกลางของช่องด้ายยืนเพื่อพาเส้นพุ่งไปอีกด้านหนึ่งจากนั้นจะถูกตัดออกจากหลอดด้ายยืนปลายเส้นด้ายพุ่งทั้ง 2 ข้างจะถูกเก็บด้วยด้ายเย็บริมผ้า ดังแสดงในภาพที่ 2.27 และ 2.28



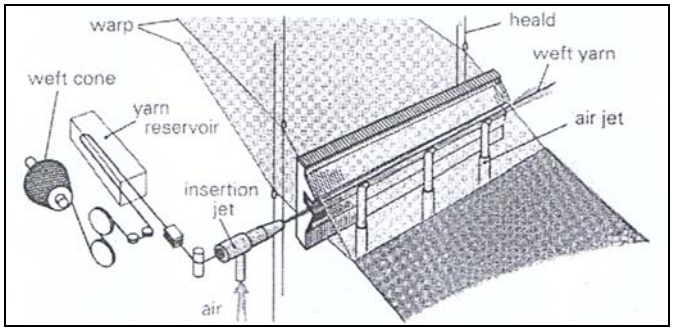
ภาพที่ 2.27 กลไกการส่งและรับเส้นพุ่งด้วยระบบ Rapier



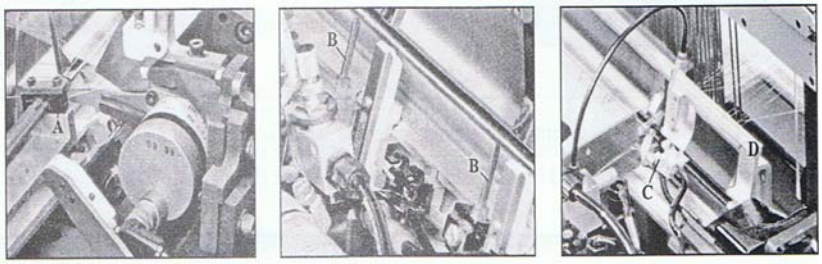
ภาพที่ 2.28 การส่งเส้นด้ายพุ่งด้วยก้านส่ง

- การส่งเส้นพุ่งด้วยการพ่นลม (Air Jet)

เส้นด้ายพุ่งถูกเก็บในอุปกรณ์สำรอง (Yarn Reservoir) และถูกส่งผ่านช่องเส้นด้ายยืนโดยลมเพื่อนำเส้นด้ายพุ่งไปอีกด้านหนึ่งของผ้าจากนั้น ปลายเส้นด้ายพุ่งทั้ง 2 ข้างจะถูกตัดออก และเก็บด้วยด้ายเย็บริมผ้า ดังแสดงใน ภาพที่ 2.29 (ก) และ 2.29 (ข)



(ก) การส่งเส้นด้ายพุ่งด้วยการพ่น Air Jet

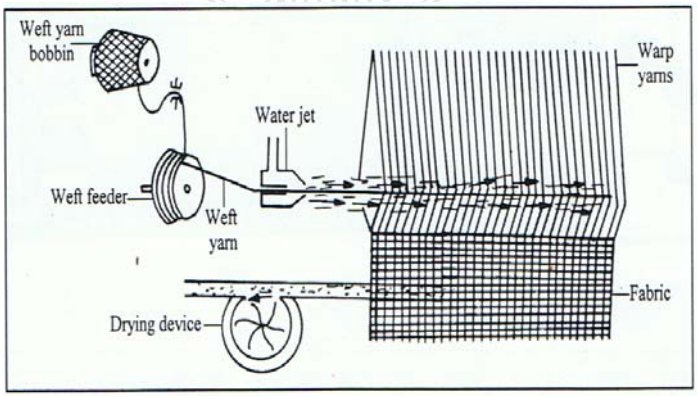


(ข) เครื่องจักรทอผ้าระบบ Air Jet

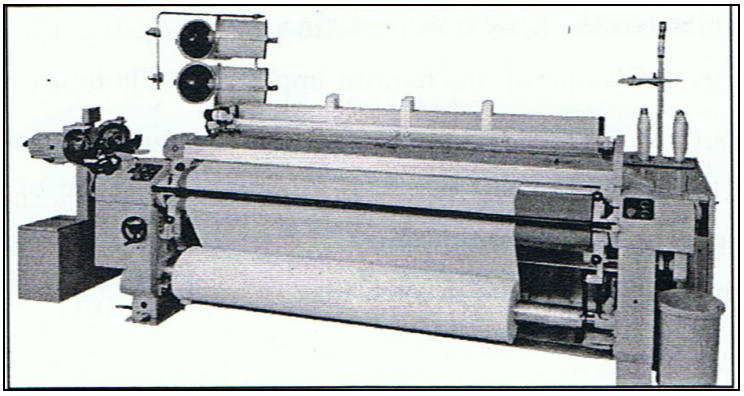
ภาพที่ 2.29 การส่งเส้นพุ่งด้วยการพ่นลม

- การส่งเส้นพุ่งด้วยการพ่นน้ำ (Water Jet)

เส้นด้ายพุ่ง จะถูกเก็บในอุปกรณ์สำรอง (Yarn Reservoir) และถูส่งผ่านช่องเส้นด้ายยืนโดยน้ำที่พ่นออกไปเพื่อนำเส้นด้ายพุ่งไปอีกด้านหนึ่งของผ้าปลายเส้นด้ายพุ่งทั้ง 2 ข้างถูกเก็บด้วยด้ายเย็บริมผ้า ดังแสดงในภาพที่ 2.30 (ก) และ 2.30 (ข)



(ก) การส่งเส้นด้ายพุ่งด้วยการพ่น Water Jet



(ข) เครื่องจักรทอผ้าระบบ Water Jet

ภาพที่ 2.30 การส่งเส้นพุ่งด้วยการพ่นน้ำ

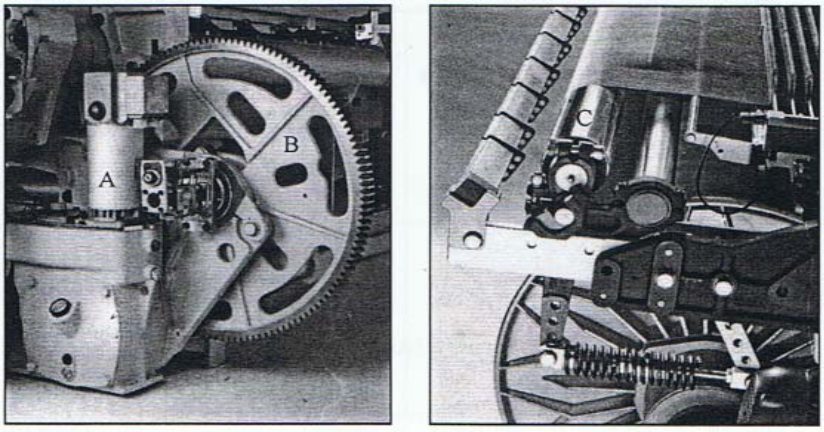
3) การกระทบเส้นพุ่ง (Beat Up Motion)

เมื่อนำเส้นพุ่งสอดเข้าไประหว่างช่องด้ายยืน ฟันหวี จะเป็นตัวนำเส้นพุ่งไปประชิดด้านหน้าของผืนผ้า ทำให้เกิดผืนผ้า

4) กลไกรอง (Secondary Motion) ประกอบด้วย [6]

4.1) การคลายเส้นยืน (Warp Left-Off Motion)

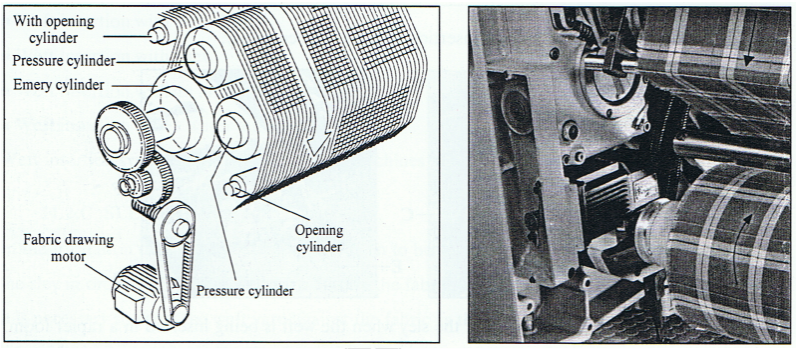
เส้นยืนซึ่งถูกม้วนเก็บไว้ใน Beam จะถูกคลายออกตามจังหวะการทอ โดยมีกลไกควบคุมความตึงของเส้นยืนตลอดเวลา ดังแสดงในภาพที่ 2.31



ภาพที่ 2.31 กลไกควบคุมความตึงของเส้นยืน

4.2) การดึงและม้วนผ้า (Fabric Take-Up Motion)

ม้วนผ้าที่ได้จากการทอมาจากการคลายเส้นยืนต้องมีการดึงและม้วนผ้าเก็บเข้าใน Beam ของผ้าที่ทอแล้ว ซึ่งจังหวะทั้ง 3 ขั้นตอน ต้องมีสัมพันธ์กันเพื่อรักษาหรือควบคุมความตึงเส้นยืนใน Beam ของเส้นด้ายยืน ดังแสดงในภาพที่ 2.32



ภาพที่ 2.32 กลไกอิเลคทรอนิกส์ควบคุมการดึงและม้วนผ้า

5) กลไกช่วย (Auxiliary Motion) ประกอบด้วย [6]

5.1) การหยุดเมื่อเส้นยืนขาด (Warp Stop Motion) ควบคุมให้เครื่องทอหยุดการทำงานเมื่อเส้นพุ่งขาดหรือหย่อนมากเกินไป

5.2) การหยุดเมื่อเส้นพุ่งขาด (Weft Stop Motion) ควบคุมให้เครื่องทอหยุดการทำงานเมื่อเส้นพุ่งขาดหรือหมด

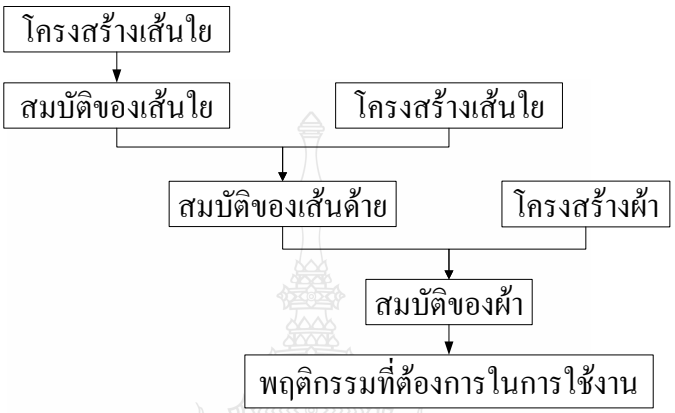
5.3) การเปลี่ยนหลอดเส้นพุ่ง (Weft Changing Motion) ทำหน้าที่เปลี่ยนหลอดใหม่เข้าไปแทนที่ เมื่อเส้นพุ่งในหลอดด้ายพุ่งหมด

2.8 การทำให้เกิดลายผ้าและโครงสร้างผ้าทอ

โครงสร้างผ้าทอ [8] คือการนำเส้นด้าย 2 ชุด หรือมากกว่ามาขัดสานกัน เส้นด้ายขนานไปตามความยาวของผืนผ้าเรียกว่าด้ายยืน และเส้นด้ายที่ขนานไปตามความกว้างของผืนผ้า เรียกว่าด้ายพุ่ง ขัดสานกันเป็นมุมฉากซึ่งกันและกัน มีโครงสร้างผ้าอีกชนิดหนึ่งเรียกว่าผ้าทอ 3 แกน (Triaxial Fabric) ใช้เส้นด้าย 3 ชุด เป็นเส้นด้ายยืน 2 ชุด และเส้นด้ายพุ่ง 1 ชุด ขัดสานทำมุม 60 องศา ซึ่งกันและกัน ทำให้ผ้ามีความแข็งแรงในทุกทิศทาง

2.8.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างผ้า กับสมบัติของเส้นใย เส้นด้ายและผ้า [9-10]

การผลิตหรือการใช้งานสิ่งทอ ให้มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของเส้นใย เส้นด้ายและผ้า เพราะทุกส่วนมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ถึงกัน สมบัติของเส้นใยกับโครงสร้างเส้นด้าย ก็จะส่งผลถึงสมบัติของเส้นด้ายรวมกับโครงสร้างผ้าที่จะนำไปใช้งาน ซึ่งสามารถแสดงเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ ดังแสดงในภาพที่ 2.33



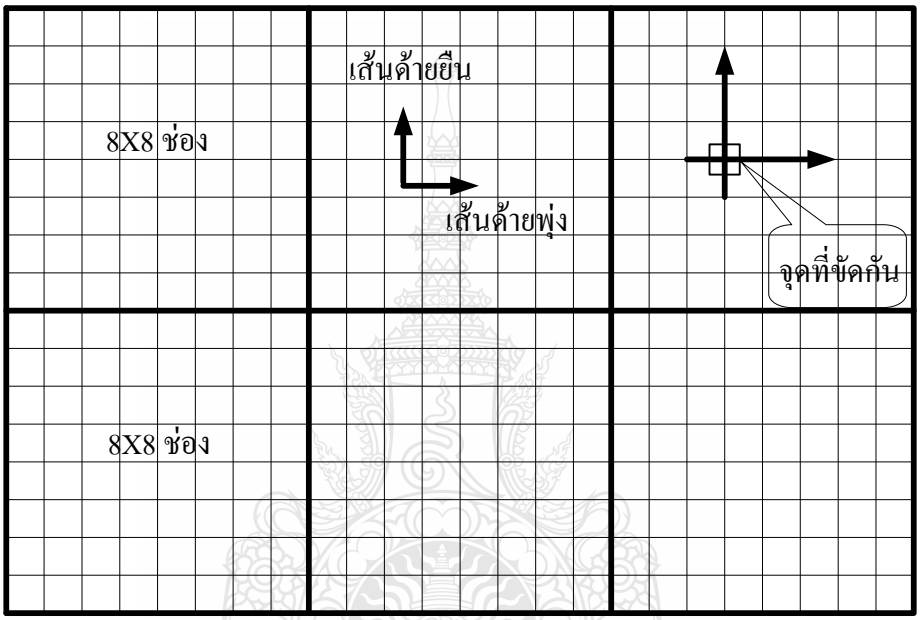
ภาพที่ 2.33 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของเส้นใย เส้นด้าย และผ้า

ในทางตรงกันข้ามหากต้องการสมบัติของผ้าที่เหมาะกับการใช้งานอย่างไรให้วิเคราะห์จากแผนผังในภาพที่ 2.33 ขึ้นสู่ด้านบนได้เช่นเดียวกัน โดยอาศัยสมบัติของโครงสร้างผ้า สมบัติของโครงสร้างเส้นด้าย และสมบัติเส้นใยเป็นตัวอ้างอิงและยังใช้วิเคราะห์หาสาเหตุของผลเสียต่างๆ ในกระบวนการผลิตได้ด้วย

เมื่อทราบว่าความสัมพันธ์ดังกล่าว ก็จะสามารถเลือก เส้นใย เส้นด้าย โครงสร้างเส้นด้าย และโครงสร้างผ้า เพื่อใช้ในงานที่ต้องการได้ เช่น ผ้าที่จะใช้ทำเสื้อเกราะกันกระสุนต้องเลือกเส้นใย ที่มีความแข็งแรงสูงอันดับแรก ต่อมาเลือกดูโครงสร้างเส้นด้ายที่จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้เส้นด้ายมากขึ้น และเลือกโครงสร้างผ้าที่เหมาะสม ให้สามารถทนแรงที่ลูกกระสุนทะลุทะลวงผ้าได้ดี และรับแรงกระแทกต่อผืนผ้าได้ดี มีการยุบตัวของผ้าต่ำ ในทางตรงข้ามกัน หากเลือกเส้นใยถูกต้อง ที่มีความแข็งแรงสูง แต่ถ้าโครงสร้างเส้นด้าย และผ้า ไม่เหมาะสม ก็จะทำให้ผ้าชนิดนั้นมีคุณสมบัติด้อยลงจากเดิมได้

2.8.2 การจำแนกการทอ (Classification of Weaves)

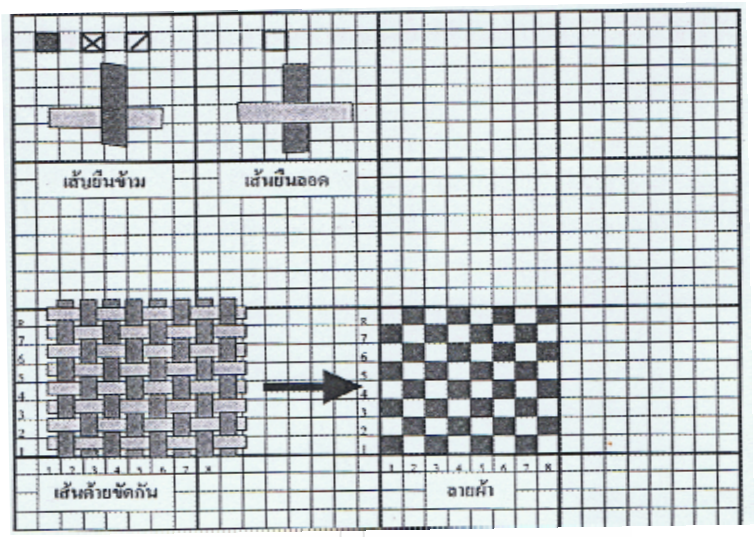
ลายผ้า (Weave) [2] คือสัญลักษณ์แทนการขัดกันของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง การแสดงลายผ้าเพื่อบอกการขัดกันของเส้นด้าย นิยมทำบนกระดาษกราฟมาตรฐานแบบ 8X8 ช่อง ซึ่งถูกแบ่งโดยเส้นทึบ ดังแสดงในภาพที่ 2.34 ช่องสี่เหลี่ยมในแนวตั้งแต่ละแถวแทนเส้นด้ายยืนแต่ละเส้น และช่องสี่เหลี่ยมในแนวนอนแต่ละแถวแทนเส้นด้ายพุ่งแต่ละเส้น ช่องสี่เหลี่ยมแต่ละช่องเป็นจุดที่เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งแต่ละเส้นขัดกัน



ภาพที่ 2.34 เส้นยืนและเส้นด้ายพุ่งในกระดาษกราฟ

การกำหนดเครื่องหมายในแต่ละช่องสี่เหลี่ยมเป็นการบอกการขัดของเส้นด้ายที่ปรากฏบนหน้าผ้า เครื่องหมายที่ใช้คือ ช่องสี่เหลี่ยมทึบหรือกากบาท หมายถึง เส้นด้ายยืนข้ามเส้นด้ายพุ่ง และช่องสี่เหลี่ยมว่างหมายถึง เส้นด้ายพุ่งข้ามเส้นด้ายยืน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.35

แบบการสอดขัดของเส้นด้ายและเส้นพุ่ง [4] มีแบบที่สำคัญหลายแบบ สมควรที่จะรู้ ใช้ทำผ้าที่ใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น Foulard, Gabardine, Poplin, Satin, และ Taffeta การทอไม่เพียงมีอิทธิพลแต่เฉพาะในลักษณะปรากฏของผ้าเท่านั้น แต่ยังมีต่อผิวสัมผัส (Handle) หรือเนื้อผ้าและพฤติกรรม (Behavior) ของผ้าด้วย

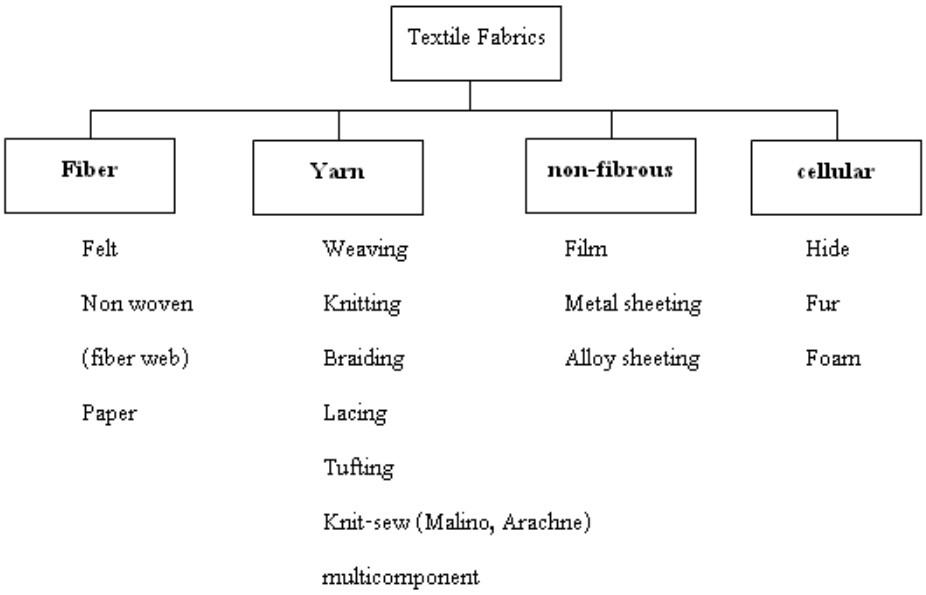


ภาพที่ 2.35 สัญลักษณ์ข้าม-ลอดของเส้นด้าย

การพิจารณาดูลักษณะการทอผ้าเพื่อจำแนกเป็นชนิดต่างๆ นั้น ควรใช้แว่นขยายดูทางด้านถูก (หน้า) ของผ้า บางครั้งการอธิบายกลวิธีทอนั้นทำได้ยาก จึงสมควรสาธิตลักษณะการขัดกันของเส้นด้ายโดยกระดาษกราฟ ตามภาพที่ 2.34 พื้นที่ระหว่างเส้นที่ขีดตามแนวตั้งให้เป็นเส้นยืน และพื้นที่ระหว่างเส้นตามแนวนอนเป็นเส้นพุ่ง ดังนั้น แต่ละพื้นที่ในช่องสี่เหลี่ยม ซึ่งเกิดขึ้นได้โดยรวมเอาเส้นด้ายตามแนวตั้งและแนวนอนเข้าไว้ด้วยกันจะเป็นการชี้แนะให้เห็นการสอดขัดกันของด้ายยืนและด้ายพุ่ง เมื่อเส้นยืนปรากฏบนผ้าด้านบนช่อง □ จะเป็นสีดำ และถ้าด้ายพุ่งปรากฏบนผ้าด้านบนช่อง □ จะเป็นสีขาว เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผ้าที่วางเคียงข้างกันตามภาพที่ 2.35 เส้นยืนจะผ่านด้ายพุ่งขึ้นลงครั้งละ 1 เส้น ซ้ำๆ กันตลอดไป ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า การทอลายขัด (Plain Weave) ทำซ้ำกัน (Repeat) ชุดละ 2 เส้น

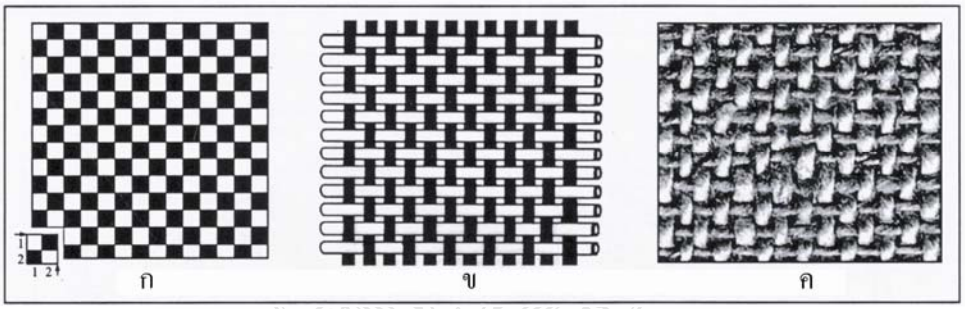
2.8.3 โครงสร้างผ้าแบ่งตามวัสดุผลิต [4]

โครงสร้างผ้าแบ่งตามวัสดุผลิต มี 4 ชนิด ตามแสดงในแผนผังต่อไปนี้



2.8.4 โครงสร้างผ้าทอพื้นฐานมีอยู่ 3 แบบ [8] คือ

1) โครงสร้างผ้าทอลายขัด (Plain Weave) [8]



ภาพที่ 2.36 ตัวอย่างโครงสร้างผ้าทอลายขัด (Plain Weave)

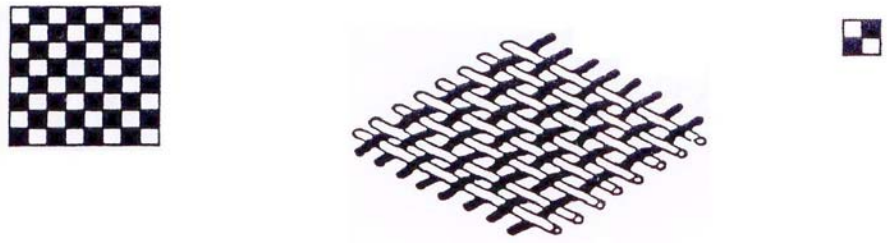
ก. แสดงลายผ้าบนกระดาษ

ข. แสดงโครงสร้างการทอผ้า

ค. แสดงรูปขยายผืนผ้า

ด้ายยืนเส้นแรกจะข้ามด้ายพุ่งเส้นแรกและลอดใต้เส้นที่สอง ในขณะเดียวกันด้ายยืนเส้นที่สองจะลอดใต้ด้ายพุ่งเส้นแรกและข้ามด้ายพุ่งเส้นที่สอง ลักษณะการข้ามและลอดของด้ายยืนและด้าย

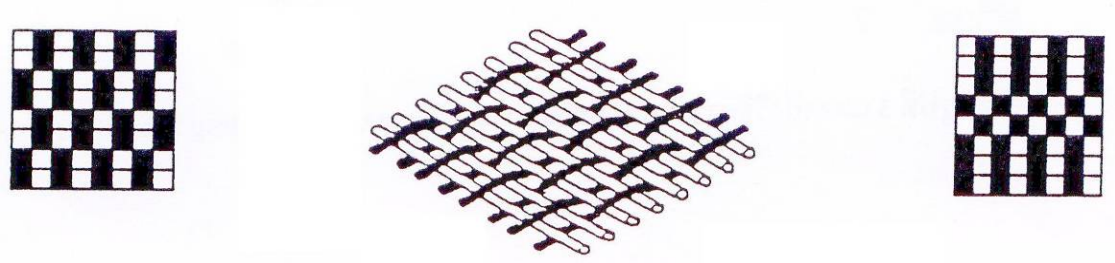
พุ่งจะสลับกันไปตลอด ใน 1 ลายซ้ำ (Repeat) ผ้าลายขัดนี้จะมีจุดขัดกันของด้ายยืนและด้ายพุ่งมากกว่าลายผ้าชนิดอื่นๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.37



ภาพที่ 2.37 โครงสร้างผ้าทอลายขัด

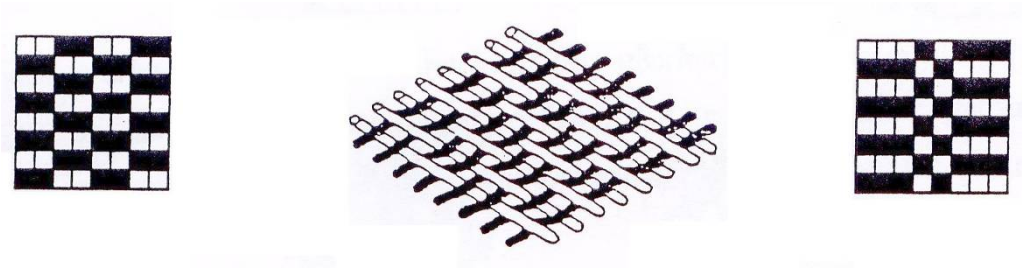
ผ้าทอลายขัดดัดแปลง (Derivatives Of Plain Weave) มี 3 แบบดังนี้

- ลายขัดดัดแปลง Warp Rib เพื่อให้เกิดสันนูนบนหน้าผ้า สันนูนที่เกิดขึ้นจะขนานไปกับแนวเส้นพุ่ง โดยการที่ให้เส้นด้ายยืนลอยข้ามด้ายพุ่ง 2 เส้นหรือมากกว่าในบางกรณีจะใช้ด้ายพุ่งที่มีขนาดใหญ่กว่าด้ายยืนดังแสดงในภาพที่ 2.38



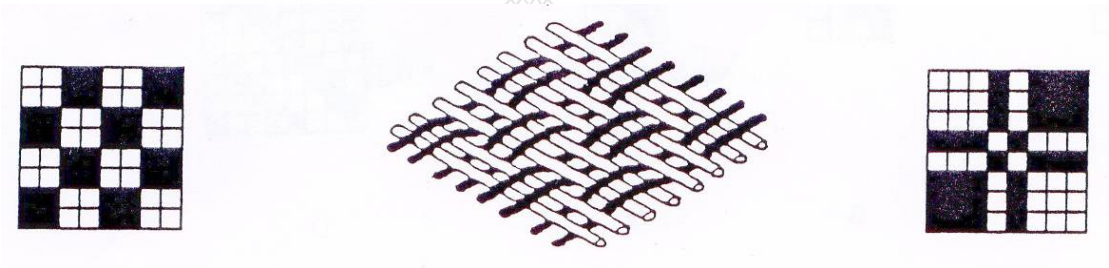
ภาพที่ 2.38 โครงสร้างผ้าทอลายขัดดัดแปลง Warp Rib

- ลายขัดดัดแปลง Filling Rib เพื่อให้เกิดสันนูนบนหน้าผ้าเช่นกัน แต่สันนูนที่เกิดขึ้นจะขนานไปกับแนวเส้นยืน โดยการที่ใช้ด้ายยืน 2 เส้น หรือมากกว่าข้ามด้ายพุ่งเพียงเส้นเดียว หรือในบางครั้งใช้ด้ายพุ่งที่มีขนาดเล็กกว่าด้ายยืน ดังแสดงในภาพที่ 2.39



ภาพที่ 2.39 โครงสร้างผ้าทอลายขัดดัดแปลง Filling Rib

- ลายขัดดัดแปลง Basket มีลักษณะเหมือนลายขัดแต่เพิ่มจำนวนด้ายยืนและด้ายพุ่ง ดังภาพที่ 2.41 (ก) และ (ข) เป็นลาย Basket แบบขึ้น 2 ลง 2 นอกจากนี้อาจจะเป็นแบบ ขึ้น 4 ลง 4 หรือเป็นลาย Basket ดัดแปลงแบบ 3-1-1-3 ดังแสดงในภาพที่ 2.40 (ค)

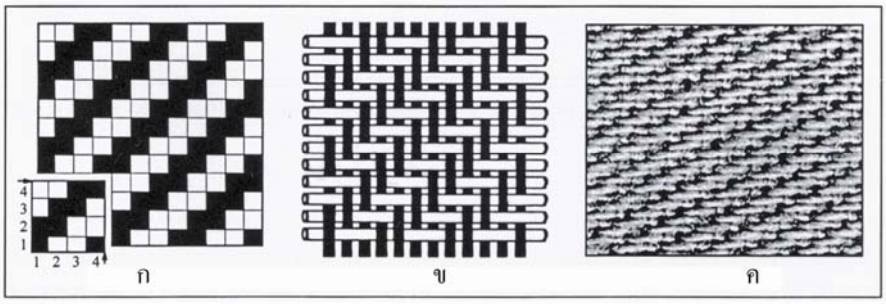


(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 2.40 โครงสร้างผ้าทอลายขัดดัดแปลง Basket

2) โครงสร้างผ้าทอลายทแยง (Twill Weave)

มีลักษณะทแยงโดยการลอยข้ามเหลื่อมกันขึ้นไปของด้ายยืนหรือด้ายพุ่งอย่างต่อเนื่องแนวทแยงจะมีทิศทางไปทางซ้ายหรือขวาก็ได้ ถ้าเป็นแนวทแยงซ้ายเรียกว่า S Twill ถ้าเป็นแนวทแยงขวาเรียกว่า Z Twill



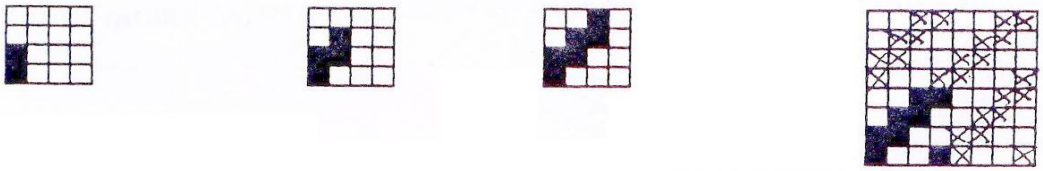
ภาพที่ 2.41 ตัวอย่างโครงสร้างผ้าทอลายทแยง (Twill Weave)

ก. แสดงลายผ้าบนกระดาษ

ข. แสดงโครงสร้างการทอผ้า

ค. แสดงรูปขยายผืนผ้า

จากภาพที่ 2.42 ใน 1 Repeat ประกอบด้วยด้ายยืน 4 เส้น และด้ายพุ่ง 4 เส้น ลักษณะการลอยข้ามของด้ายยืนเส้นที่ 1 ภาพที่ 2.42 (ก) จะข้ามด้ายพุ่ง 2 เส้น ลอด 2 เส้น ภาพที่ 2.42 (ข) และ (ค) แสดงถึงการทแยงของด้ายยืน ส่วนภาพที่ 2.42 (ง) แสดงถึง 1 Repeat ของลายทแยงสมดุลแบบขึ้น 2 ลง 2 ทแยงขวา ซึ่งเราสามารถเขียนแทนได้ด้วย 2 Z Twill



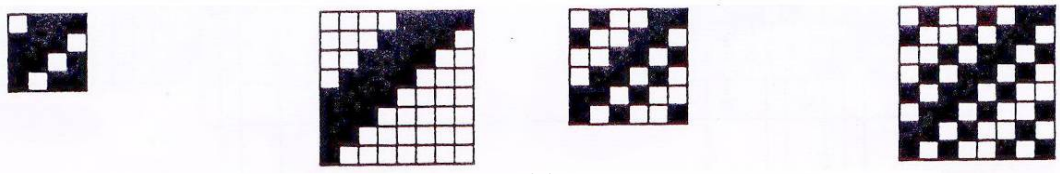
(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 2.42 ลักษณะลายทแยงขวา

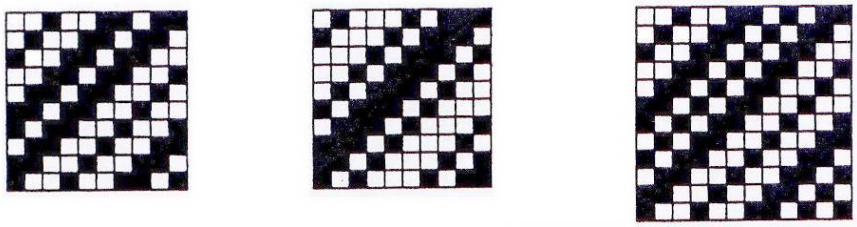
ส่วนการเขียนลายทอทแยงซ้าย (S Twill) มีหลักการเช่นเดียวกับการทแยงขวา เพียงแต่ทิศทางการทแยงต่างกันเท่านั้น ดังภาพที่ 2.42 (ก) ถึง (ง) เป็นลายทแยงสมดุลแบบ 2 S Twill ดังแสดงในภาพที่ 2.43 และ 2.44

ก ข ค ง

ภาพที่ 2.43 ลักษณะลายทแยงซ้าย



ก ข ค ง

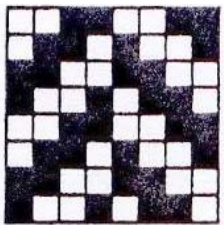


จ ฉ ช

ภาพที่ 2.44 ลายทแยงรูปแบบต่างๆ

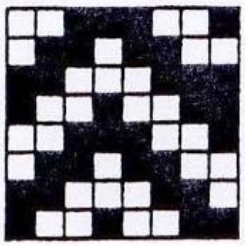
ลายทแยงดัดแปลง (Derivatives of Twill Weave) สามารถดัดแปลงออกเป็นรูปแบบต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง เช่น Broken Twill, Pointed Twill, Double Twill

- Broken Twill เป็นลายทแยงขวาและลายทแยงซ้ายมาบรรจบ ลักษณะเหลื่อมกัน จำนวนเส้นทแยงไม่จำกัดว่าเป็นเท่าใด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของลายและความหนาแน่นเส้นด้ายในผืนผ้า บางครั้งเรียกลายนี้ว่า Herringbone Twill Weave หรือลายก้างปลา เนื่องจากลักษณะการทแยงซ้ายและขวาคล้ายกับก้างปลา จากรูปเป็นลาย Broken Twill แบบขึ้น 2 ลง 2 ทแยงขวา 4 เส้น ทแยงซ้าย 4 เส้น ดังแสดงในภาพที่ 2.45



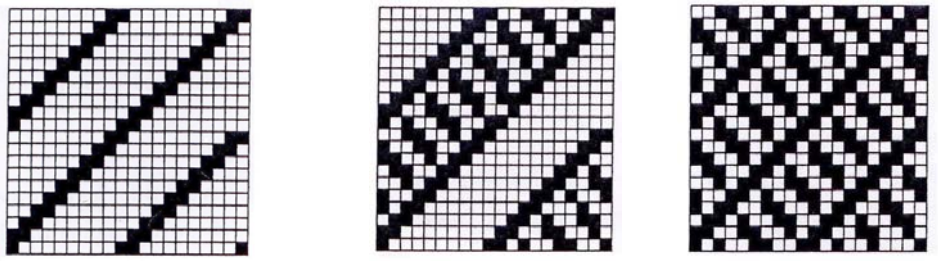
ภาพที่ 2.45 ลักษณะลายทแยง Broken Twill

- Pointed Twill มีลักษณะคล้ายกับลาย Broken Twill แต่ต่างกันที่แนวทแยงซ้ายและทแยงขวามาบรรจบกันของลาย Pointed Twill จะเป็นยอดแหลมไม่เหลื่อมกัน จากรูปเป็นลายแบบขึ้น 2 ลง 2 ทแยงขวา 4 เส้น ทแยงซ้าย 4 เส้น ดังแสดงในภาพที่ 2.46



ภาพที่ 2.46 ลักษณะลายทแยง Pointed Twill

- Double Twills เป็นลายทแยงที่มีแนวทแยงซ้ายและขวาในลายเดียวกัน การเขียนลาย จะเริ่มต้นเขียนแนวทแยงด้านใดด้านหนึ่งก่อน เพื่อเป็นฐาน โดยที่แนวทแยงจะต้องให้มีช่วงด้ายพุ่งลอยข้ามมาก ภาพที่ 2.47 (ก) เป็นลายขึ้น 2 ลง 8 ทแยง 45 องศา จำนวน 2 รีพีท ในช่วงที่ด้ายพุ่งลอย 8 เส้น นั้นจะเขียนลายทแยงซ้ายลงไป ซึ่งเป็นลายแบบขึ้น 2 ลง 2 ทแยงซ้าย 45 องศา โดยที่มุมของลายทแยงซ้ายจะมีจุดต่อกับมุมของลายทแยงขวา ภาพที่ 2.47 (ข) จากนั้นช่องว่างที่เหลือก็จะเติมลายทแยง ซ้ายลงไป โดยมีทิศทางเดียวกันจนครบ ภาพที่ 2.47 (ค)

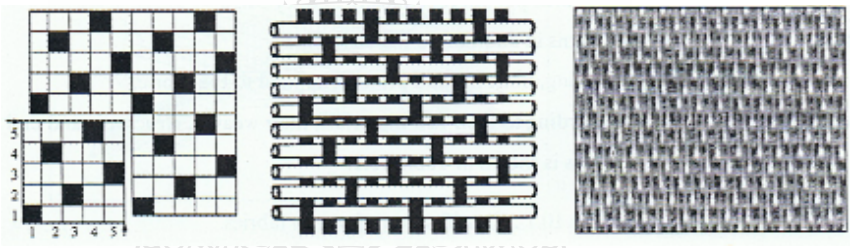


(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 2.47 ลักษณะลายทแยง Double Twills

3) โครงสร้างผ้าทอลายต่วน (Satin Weave)

เป็นลายที่มีการลอยข้ามของเส้นด้ายยืนหรือด้ายพุ่งมากกว่าลายขัดและลายทแยงในภาพที่ 2.48 จุดขัดกันของเส้นด้ายจึงมีน้อยทำให้เส้นด้ายสามารถเรียงติดกันได้มาก ผ้าทอลายต่วนจึงมีความมันเงา



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 2.48 ตัวอย่างโครงสร้างผ้าทอลายต่วน (Satin Weave)

ก. แสดงลายผ้าบนกระดาษ

ข. แสดงโครงสร้างการทอผ้า

ค. แสดงรูปขยายผืนผ้า

ผ้าลายต่วนที่ทอจากเส้นใยสังเคราะห์ เรียกว่า Satin คำว่า Sateen ใช้เรียกผ้าต่วนที่ทอจากเส้นด้ายฝ้ายลายต่วนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการลอยข้ามของเส้นด้าย คือ

- ต่วนด้ายยืน (Warp Flush) เป็นลายต่วนที่มีด้ายยืนลอยข้ามปรากฏบนหน้าผ้ามากกว่าด้ายพุ่ง

- ต่วนด้ายพุ่ง (Filling Flush) เป็นลายต่วนที่มีด้ายพุ่งลอยข้ามปรากฏบนหน้าผ้ามากกว่าด้ายยืน

สำหรับการเรียกชื่อลายต่วนทั้งด้ายยืนและด้ายพุ่ง ตามลักษณะการทอนั้นจะเรียกชื่อจำนวนตะกอที่ใช้ เช่น ต่วน 5 ตะกอ หมายถึง ใน 1 ลายซ้ำจะมีด้ายยืน 5 เส้น และด้ายพุ่ง 5 เส้น และใช้ 5 ตะกอในการทอ เป็นต้น

(ก) (ข)

ภาพที่ 2.49 ลักษณะการขัดกันระหว่างเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งของผ้าลายต่วน ด้ายพุ่ง 8 ตะกอ

การเขียนลายต่วนด้ายยืนจะตรงกันข้ามกับต่วนด้ายพุ่ง กล่าวคือ ตำแหน่งใดที่ด้ายยืนขึ้นก็จะเปลี่ยนเป็นด้ายพุ่งขึ้น ตำแหน่งใดที่ด้ายพุ่งขึ้นก็จะเปลี่ยนเป็นด้ายยืนขึ้น ดังภาพที่ 2.50 (ก) เป็นลายต่วนด้ายยืน 8 ตะกอ ใช้ตัวนับเลข 3 ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าลายมีลักษณะตรงข้ามกับต่วนด้ายพุ่ง ส่วนในภาพ 2.50 (ข) แสดงถึงการขัดกันระหว่างด้ายยืนและด้ายพุ่ง

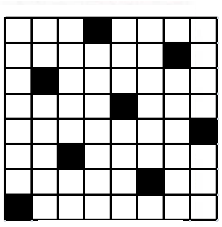
(ก) (ข)

ภาพที่ 2.50 การเขียนผ้าลายต่วน

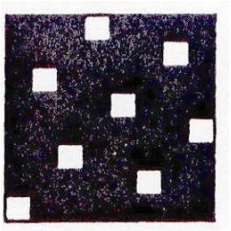
(ก) ลักษณะการขัดกันของผ้าลายต่วน ด้ายยืน 8 ตะกอ ใช้เลขนับ 3

(ข) แสดงการขัดกันระหว่างด้ายยืนและด้ายพุ่ง

ในกรณีที่ใช้ Counter เลข 5 สำหรับลายต่วน 8 ตะกอก็ได้เช่นกัน ลักษณะดังภาพที่ 2.51 (ก) เป็นลายต่วนด้ายพุ่ง 8 ตะกอ ใช้ตัวเลข 5 เป็นตัวนับ การลงลายมีหลักการเช่นเดียวกับใช้ตัวนับเลข 3 ส่วนในภาพที่ 2.51 (ข) เป็นลายต่วนด้ายยืน 8 ตะกอใช้ตัวเลข 5 เป็นตัวนับ



ก

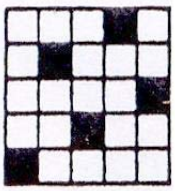


ข

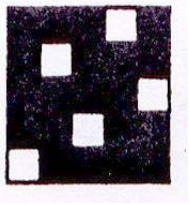
ภาพที่ 2.51 การใช้ Counter เลข 5 สำหรับลายต่วน 8 ตะกอ

(ก) ลักษณะการขัดกันของผ้าลายต่วน ด้ายพุ่ง 8 ตะกอ ใช้เลขนับ 5

(ข) ลักษณะการขัดกันของผ้าลายต่วน ด้ายยืน 8 ตะกอ ใช้เลขนับ 5



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.52 การใช้ Counter เลข 3 สำหรับลายต่วน 5 ตะกอ

(ก) ลักษณะลายต่วนด้ายพุ่ง 5 ตะกอ โดยใช้เลขนับ 3

(ข) เป็นลายต่วนด้ายยืน 5 ตะกอ โดยใช้เลขนับ 3

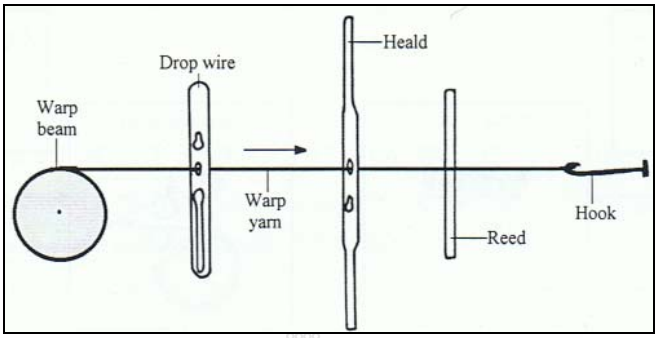
สำหรับจำนวนตะกอที่ต้องใช้ในการทอลายต่วนจะเท่ากับจำนวนเส้นยืนต่อรีพีท เช่น

ต่วน 8 เส้นต่อรีพีท ใช้จำนวนตะกอ 8 ตะกอ

ต่วน 5 เส้นต่อรีพีท ใช้จำนวนตะกอ 5 ตะกอ

2.8.5 การออกแบบลายทอและการร้อยเส้นด้ายยืนเข้าตะกอ (Drawing-In หรือ Draft)

เส้นด้ายยืนแต่ละเส้นต้องร้อยผ่านรูลวดตะกอ (Heald) อย่างถูกต้องตามแผน และต้องพิจารณาถึงจำนวนของโครงตะกอ ซึ่งจะมีผลกับความสลับซับซ้อนของลายผ้า เมื่อทอเป็นผ้าผืน ดังภาพที่ 2.53



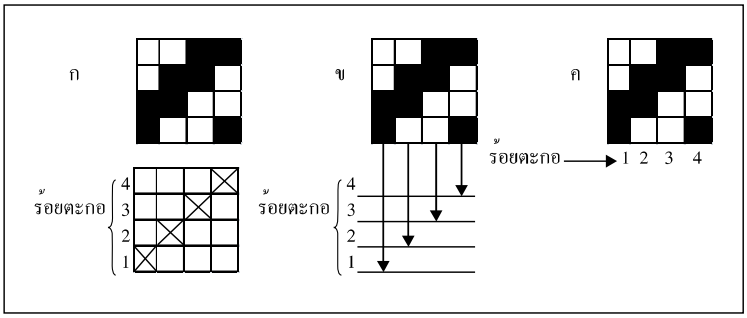
ภาพที่ 2.53 การร้อยตะกอ

การออกแบบลายทอควรทราบว่าเครื่องทอ ทอผ้าได้กี่ตะกอ เพื่อที่จะเลือกใช้แผนร้อยตะกอแบบใดที่เหมาะสม ที่สำคัญแผนร้อยตะกอนั้นผู้ออกแบบ ผู้ร้อยตะกอและ คนทอจำเป็นต้องเข้าใจด้วย เพราะถ้าเส้นยืนขาดในขณะทอจะได้ต่อได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นในลายทอที่มีขนาดใหญ่หรือซับซ้อน แผนผังร้อยตะกอจึงจำเป็นต้องเขียนไว้ แบบของแผนผังร้อยตะกอ มี 3 แบบ

- แบบใช้ช่องตารางหรือกราฟ ช่องตามแนวตั้งแทนเส้นยืน ช่องตามแนวนอนแทนโครงตะกอ จากด้านหน้าไปด้านหลังคือ โครงตะกอที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ กากบาทเป็นเครื่องหมายแสดงว่าเส้นยืนจะต้องร้อยเข้าตะกอนั้นๆ เช่น ด้ายยืนเส้นแรกจะร้อยเข้าตะกอของโครงตะกอที่ 1 ด้ายยืนเส้นที่ 2 ร้อยเข้าตะกอของโครงสร้างตะกอที่ 2 ด้ายยืนเส้นที่ 3 ร้อยเข้าตะกอของโครงสร้างตะกอที่ 3 และด้ายยืนเส้นที่ 4 ร้อยเข้าตะกอของโครงตะกอที่ 4 ดังภาพที่ 2.54 (ก)

- แบบการใช้เส้น เส้นที่ลากลงมาตามแนวตั้งใช้แทนเส้นยืน เส้นตามแนวนอนแทนจำนวนโครงตะกอ จำนวนโครงตะกอจะนับจากเส้นด้านหน้าไป ด้านหลังคือ โครงตะกอที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับปลายศรของเส้นที่ลากลงมาเป็นตัวชี้ว่า ด้ายยืนแต่ละเส้นจะต้องร้อยเข้าตะกอใดบ้าง เช่น ด้ายยืนเส้นแรกจะร้อยเข้าตะกอของโครงตะกอที่ 3 และด้ายยืนเส้นที่ 4 ร้อยเข้าตะกอของโครงตะกอที่ 2 ด้ายยืนเส้นที่ 3 จะร้อยเข้าตะกอของโครงตะกอที่ 3 และด้ายยืนเส้นที่ 4 ร้อยเข้าตะกอของโครงสร้างตะกอที่ 4 ดังภาพที่ 2.54 (ข)

- แบบใช้ตัวเลข ใช้ตัวเลขแสดงแทนจำนวนโครงตะกออยู่ที่ด้านใต้ของลายทอ คือ โครงตะกอที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ดังภาพที่ 2.54 (ค)

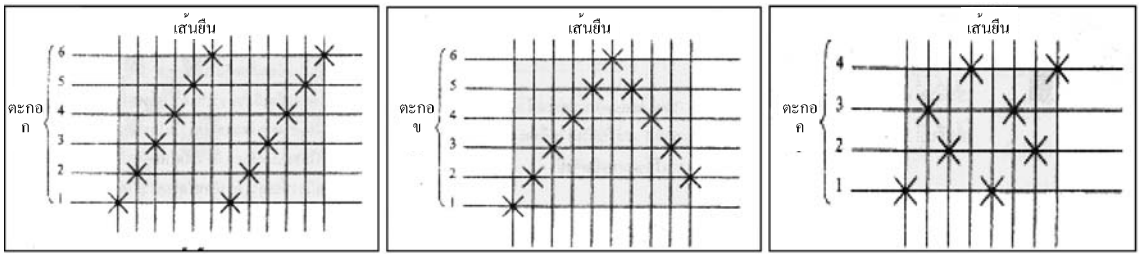


ภาพที่ 2.54 แผนผังร้อยตะกอ

1) การเขียนแผนผังร้อยตะกอมีวัตถุประสงค์และหลักของการเขียนแผนผังร้อยตะกอมีดังนี้

- แผนผังร้อยตะกอควรเป็นแบบที่ง่าย เพื่อให้เกิดความสะดวกแก่คนร้อยตะกอ
- จำนวนโครงตะกอควรมีจำนวนน้อยเท่าที่จะกระทำได้แต่ต้องเหมาะสมกับโครงสร้างผ้า
- จำนวนโครงตะกอมีเส้นด้ายยืนเฉลี่ยไว้อย่างเหมาะสม
- การเขียนแผนอย่างมีระเบียบ ทำให้การเปิดปิดตะกอสะดวก เส้นยืนไม่เบียดกันเวลาทอ
- การเขียนแผนร้อยตะกอมีส่วนช่วยลดความตึงของเส้นยืน เช่น เส้นยืนที่มีการขัดกันน้อยกว่าควรจัดร้อยไว้ในโครงตะกอด้านหลัง
- เส้นยืนที่มีความเหนียวน้อยกว่า ควรจัดหรือร้อยไว้ที่โครงตะกอด้านหน้า
- ควรจัดโครงตะกอที่ร้อยเส้นยืนซึ่งใช้ความตึงมากกว่าให้อยู่ด้านหน้าโครงตะกออื่นๆ
- โครงตะกอที่ร้อยเส้นยืนหนาแน่นกว่าควรอยู่ด้านหน้าโครงตะกออื่นๆ

2) การร้อยเส้นด้ายยืนเข้าตะกอ มีวิธีการร้อยเส้นด้ายยืนได้หลายวิธี ที่นิยมใช้มี 3 วิธี ดังภาพที่ 2.55

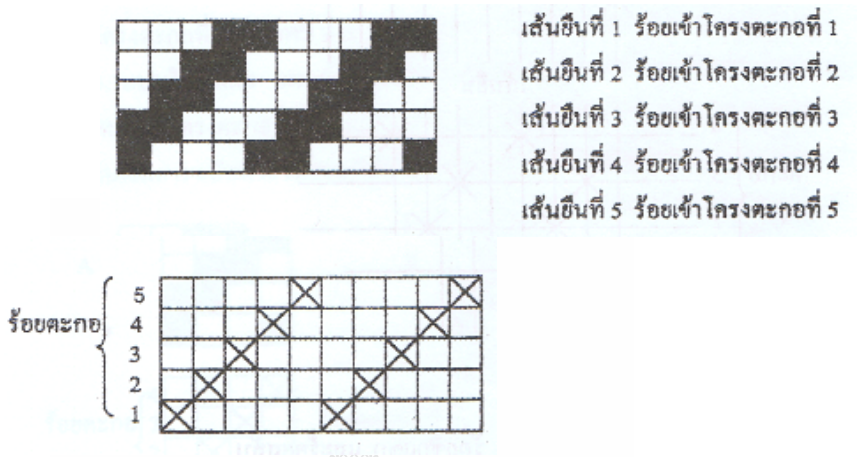


(ก) วิธีร้อยเรียง (ข) ร้อยซิกแซก (ค) ร้อยสลับ

ภาพที่ 2.55 การร้อยเส้นด้ายยืนเข้าตะกอ

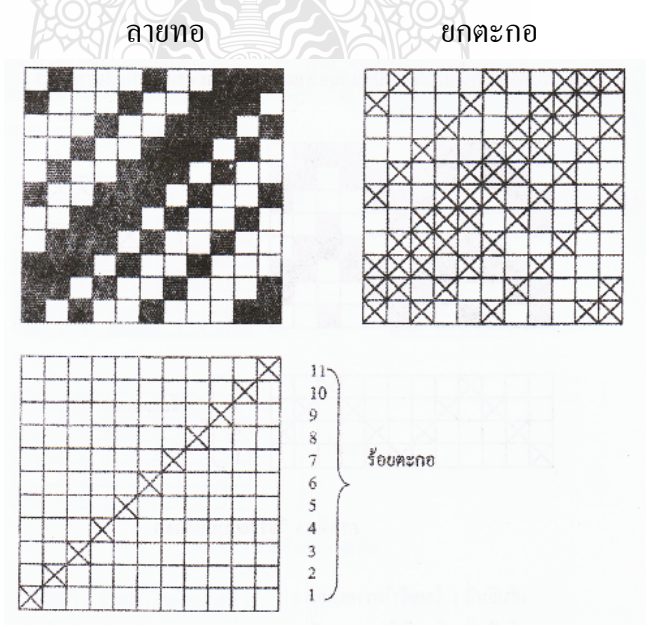
วิธีที่ 1 ร้อยตะกอแบบร้อยเรียง (Straight Draw)

จากตะกอด้านหน้าไปด้านหลัง เริ่มจากด้ายยืนเส้นแรกร้อยเข้าโครงตะกอที่ 1 และร้อยเรียงถึงตะกอสุดท้ายตามลำดับ เช่น การร้อยด้ายยืนของผ้าลายสองแบบ 5 ตะกอ เป็นดังนี้



ภาพที่ 2.56 ลายทอและแผนผังร้อยตะกอแบบร้อยเรียง

ตัวอย่างลายสองแบบ 11 ตะกอ ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ดังภาพที่ 2.57 ซึ่งใช้วิธีร้อยเรียง ดังนี้



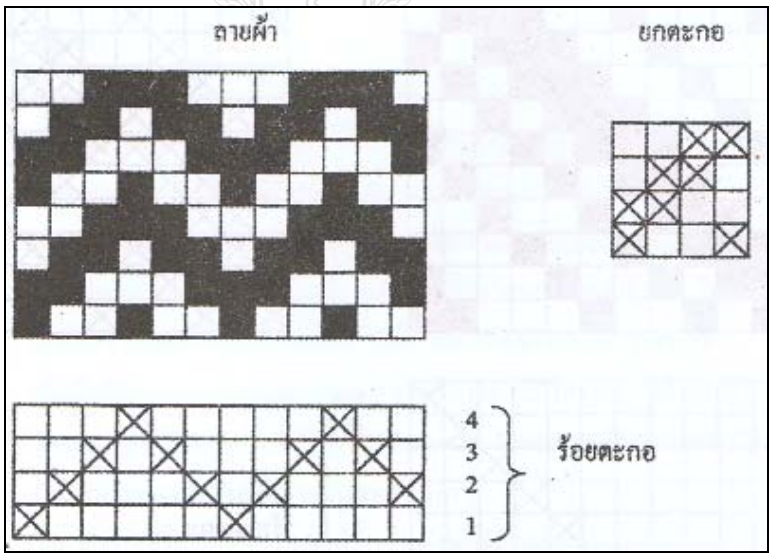
ภาพที่ 2.57 ลายทอแบบ 11 ตะกอ และแผนผังร้อยตะกอแบบเรียง

เส้นยืนที่ 1 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 1 เส้นยืนที่ 2 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 2
เส้นยืนที่ 3 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 3 เส้นยืนที่ 4 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 4
เส้นยืนที่ 5 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 5 เส้นยืนที่ 6 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 6
เส้นยืนที่ 7 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 7 เส้นยืนที่ 8 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 8
เส้นยืนที่ 9 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 9 เส้นยืนที่ 10 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 10
เส้นยืนที่ 11 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 11

วิธีร้อยแบบนี้นิยมใช้มากเพราะง่ายและสะดวก เส้นด้ายไม่เบียดในขณะทอโดยเฉพาะด้วยเครื่องแบบด๊อบบี้จะได้ลายทอที่หลากหลาย แต่อาจต้องใช้ตะกอมากขึ้นหากเป็นลายทอที่มีขนาดใหญ่

วิธีที่ 2 ร้อยตะกอแบบซิกแซก (Zig-Zag, Point Or Fancy Draw)

การร้อยจะเรียงตามลำดับคล้าย วิธีแรกแต่มีสองทิศทางคือเมื่อถึงโครงตะกอลำดับท้ายๆ จะต้องร้อยย้อนกลับมาที่โครงตะกอลำดับแรกๆ อีกวิธีนี้เหมาะกับลายทอที่มีเส้นยืนจำนวนมากในลายซ้ำ แต่มีเส้นยืนที่ต้องยกขึ้นและลงเหมือนกันหลายเส้นอยู่ในลายทอเดียวกัน ดังภาพที่ 2.58

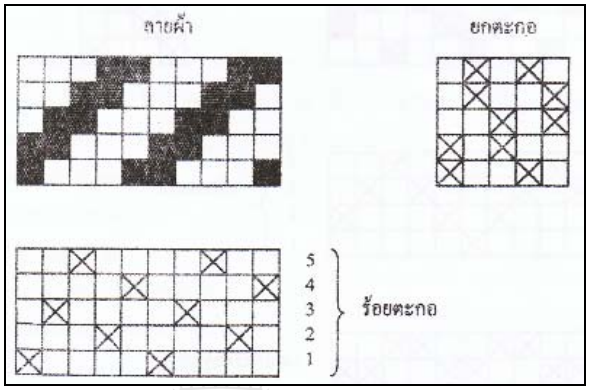


ภาพที่ 2.58 วิธีร้อยแบบซิกแซ็ก

เส้นยืนที่ 1 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 1 เส้นยืนที่ 2 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 2
เส้นยืนที่ 3 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 3 เส้นยืนที่ 4 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 4
เส้นยืนที่ 5 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 3 เส้นยืนที่ 6 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 2

วิธีที่ 3 ร้อยตะกอแบบสลับ (Skip Draw)

วิธีร้อยคล้ายกับแบบซาติน (Satin Draw) ใช้เพื่อลดการเสียดสีของตะกอกับเส้นยืน และเส้นยืนด้วยกันเองขณะทอผ้าที่มีเส้นยืน/นิ้วสูง การร้อยวิธีนี้เริ่มต้นร้อยเส้นด้ายยืนเข้าโครงตะกอที่เป็นเลขคี่ก่อน แล้วจึงร้อยเข้าโครงตะกอที่เป็นเลขคู่ภายหลัง สลับกันไปจนครบหน้าผ้า ดังเช่น การร้อยแบบสลับของลายสองแบบ 2/3 ในภาพที่ 14 ซึ่งมี 5 เส้น ยืนใน 1 ลายซ้ำ ใช้ 5 โครงตะกอดังนี้

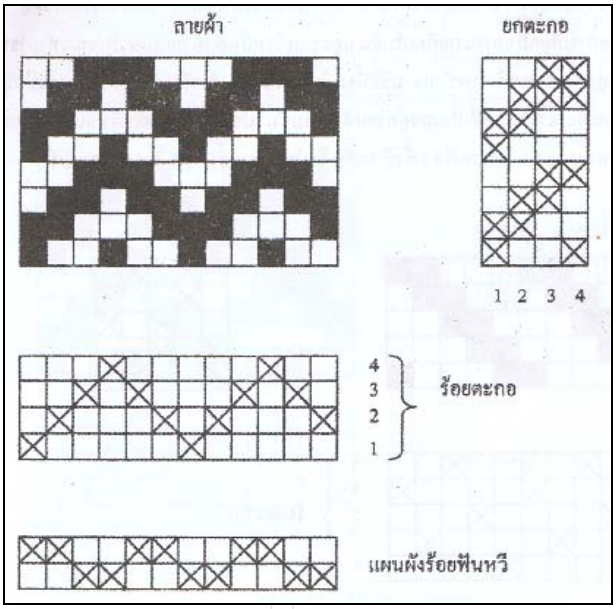


ภาพที่ 2.59 วิธีร้อยตะกอแบบสลับ

เส้นยืนที่ 1 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 1 เส้นยืนที่ 2 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 3
เส้นยืนที่ 3 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 5 เส้นยืนที่ 4 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 2
เส้นยืนที่ 5 ร้อยเข้าโครงตะกอที่ 4 และเส้นที่ 6-10 ร้อยเช่นเดียวกันกับเส้นที่ 1-5

3) การร้อยเส้นด้ายยืนเข้าฟันหวี (Denting)

คือการร้อยกลุ่มเส้นด้ายยืนซึ่งถูกร้อยผ่านรูลวดตะกอแล้ว ผ่านเข้าไปในช่องว่างระหว่างลวดฟันหวี ช่องว่างและจำนวนของฟันหวีมีความสำคัญที่เป็นตัวกำหนดสมบัติของผ้าด้วยแผนผังร้อยฟันหวี (Reed Drawing Plan) เป็นตัวชี้ถึงจำนวนเส้นยืนที่ต้องการร้อยเข้าในแต่ละช่วงฟันหวี ในทางปฏิบัติจะร้อย 2 เส้น/ช่องสำหรับการทอผ้าทั่วไป ส่วนริมผ้าจะร้อยช่องละ 4 เส้นหรือความเหมาะสม ผ้าบางชนิดที่มีเส้นยืนถี่มากๆ ผ้าที่มีโครงสร้างพิเศษก็อาจร้อยเข้าฟันหวีช่องละ 2 เส้น 3 เส้น 4 เส้นสลับกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบลายทอว่าจะสลับอย่างไร อาจมีจำนวนสม่ำเสมอเท่ากันตลอดหน้าผ้าหรือไม่ก็ได้ แผนผังร้อยฟันหวีจะอยู่ที่ด้านล่างของลายทอและควรแสดงพร้อมกับแผนผังร้อยตะกอดังภาพที่ 2.60 ซึ่งมีเส้นสั้นๆ อยู่ด้านล่างสุดจากด้านหน้าไปด้านหลังจะใช้แทนซี่ฟันหวี (Reed Wires) จะเห็นว่าเส้นยืนร้อยผ่านเข้าฟันหวีช่องละ 2 เส้น



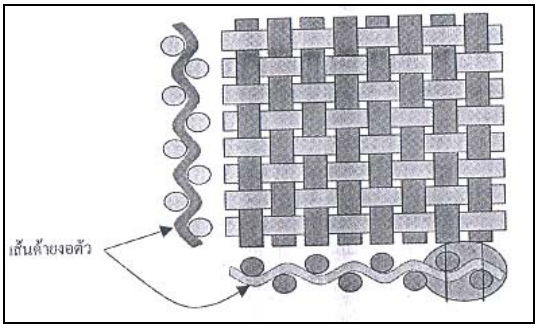
ภาพที่ 2.60 ลายทอ แผนผังร้อยตะกอและฟันหวี

เพื่อความสมบูรณ์ของการออกแบบลายทอต้องแจ้งความถี่ของฟันหวีว่ามีกี่ช่องต่อนิ้วและใช้ฟันหวีระบบอะไรเนื่องจากมีด้วยกันหลายระบบ ระบบที่ใช้กันโดยทั่วไปมากที่สุด เป็นฟันหวีระบบสต๊อกปอร์ต (Stockport) คือ เบอร์ฟันหวี = จำนวนช่องฟันหวี/2 นิ้ว ดังนั้นเบอร์ฟันหวีเท่ากับจำนวนเส้นยืน/นิ้ว สำหรับการร้อยเส้นยืน 2 เส้น/ช่อง ของการทอผ้าธรรมดาทั่วไป ตัวอย่างเช่นลายผ้าที่จะทำการทอดังภาพที่ 2.60 จะใช้ฟันหวีสำหรับร้อยเส้นยืน 60 เส้น/นิ้ว ดังนั้นการร้อยด้ายยืนครั้งนี้จะใช้วิธีร้อยเรียงแบบ 4 ตะกอ จากหน้าไปหลัง ใช้ฟันหวีระบบ สต๊อกปอร์ต เบอร์ 60 และร้อยด้ายยืนเข้าฟันหวี 2 เส้น/ช่อง

2.9 การคำนวณเกี่ยวกับผ้าทอ [2]

2.9.1 การงอตัวของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง (Warp and Weft Crimp)

การขัดกันของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งทำให้เส้นด้ายเหล่านี้งอตัวมีลักษณะเป็นคลื่น ระนาบของคลื่นจะตั้งฉากกับระนาบของผืนผ้า การงอตัวของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งแสดงในภาพที่ 2.61



ภาพที่ 2.61 การงอตัวของเส้นด้ายในผ้า

การงอตัวนี้เรียกว่า “Crimp” และถูกแสดงเป็นปริมาณในรูปของเศษส่วน (Fraction, C) หรือเป็นเปอร์เซ็นต์ (Crimp Percentage) ภาพที่ 2.62 แทนลักษณะการขัดกันของเส้นด้ายเพื่อใช้คิดค่า Crimp ซึ่งขยายจากวงรีในภาพที่ 2.61

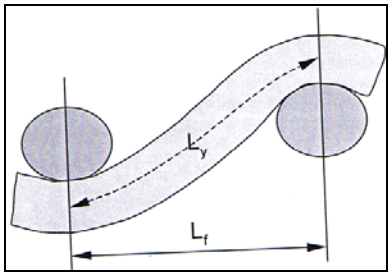
ค่าของ Crimp อาจจะแทนในเชิงปริมาณเป็นเศษส่วนหรือเปอร์เซ็นต์

$$\text{Crimp} = \frac{L_y - L_f}{L_F} \tag{2.1}$$

$$\%\ \text{Crimp(C Per Cent)} = \frac{L_y - L_f}{L_F} \times 100 \tag{2.2}$$

โดย C_1 Per Cent หมายถึง เปอร์เซ็นต์การงอตัวของด้ายยืน

โดย C_2 Per Cent หมายถึง เปอร์เซ็นต์การงอตัวของด้ายพุ่ง



ภาพที่ 2.62 การคิดค่า Crimp

เมื่อ L_f คือ ความยาวของผ้า อันนี้หาค่าได้ไม่ยาก

L_y คือ ความยาวของเส้นด้ายที่ไม่มีคลื่นหรือยืดตรง

สำหรับมาตรฐานการหาค่า L_y กระทำได้โดยวัดความยาวของเส้นด้ายซึ่งถ่วงด้วยน้ำหนัก ซึ่งน้ำหนักขึ้นอยู่กับชนิดและเบอร์ของเส้นด้าย เช่น เส้นด้ายขนาดเล็กอาจจะใช้น้ำหนักขนาด 0.7 กรัมต่อเท็กซ์ หรือเส้นด้ายใยยาวประดิษฐ์อาจจะใช้ เท็กซ์/2 กรัม หรือดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 น้ำหนักถ่วงเส้นด้าย

เส้นด้าย (Yarn)	**เบอร์ด้าย (Count)**	**น้ำหนักเป็นกรัม (Tension, G)**
ด้ายฝ้าย (Cotton)	ต่ำกว่าเบอร์ 7 Tex	0.75 X Tex = ……. G.
	สูงกว่าเบอร์ 7 Tex	(0.20 X Tex) + 4 = ……. G.
ด้ายเวิร์สเต็ดและวูลเล็น	เบอร์ 15-60 Tex	(0.20 X Tex) + 4 = ……. G.
(Worsted And Woollen)	เบอร์ 60-300 Tex	(0.07 X Tex) + 12 = ……G.
เส้นด้ายสังเคราะห์ใยยาว	ทุกเบอร์	Tex / 2 = ……. G.

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> จงคำนวณความยาวของเส้นด้ายยืนเพื่อใช้ทอผ้ามีความยาว 145 เมตร โดยที่เปอร์เซ็นต์การงอตัวของเส้นด้ายยืน (% Warp Crimp) เท่ากับ 12

L_y = ? L_f = 145 เมตร % Warp Crimp = 12

แทนค่าในสมการที่ 2.2

$$12 = \frac{L_y - 145}{145} \times 100$$

$$L_y = 145 + \frac{12 \times 145}{100}$$

$$= 162.4 \text{ เมตร}$$

ดังนั้นต้องใช้ความยาวเส้นด้ายยืน 162.4 เมตรเพื่อทอผ้ายาว 145 เมตร

ตัวอย่างที่ 2 เส้นด้ายยืนยาว 800 เมตร ผลิตผ้าได้ 740 เมตร จงคำนวณหา % Warp Crimp

L_y = 800 เมตร L_f = 740 เมตร % Warp Crimp = ?

แทนค่าในสมการที่ 2.2

$$\%\text{Warp Crimp} = \frac{800\text{-}740}{740} \times 100$$

$$= \frac{60}{740} \times 100$$

ดังนั้น % Warp Crimp เท่ากับ 8.1

นั่นหมายความว่าเส้นด้ายยืนงอตัว 8.1%

เมื่อมีการส่งเส้นด้ายพุ่งเข้าไปใสช่องด้ายยืน เส้นด้ายพุ่งยังไม่งอตัวหรือเป็นคลื่น และสมมุติให้แต่ละเส้นพุ่งยาวเท่ากับ L_y ซึ่งเท่ากับความกว้างของเส้นยืนที่อยู่ในช่องฟันหวี ดังนั้นจึงเรียกความกว้างนี้ว่า “Reed Width หรือ Width Of Warp In Reed” เมื่อเส้นด้ายพุ่งถูกกระทบเข้าไปที่หน้าผ้า (Cloth Fell) โดยฟันหวีและเส้นพุ่งก็จะกลายเป็นผ้าที่หน้าผ้า ที่ตรงนี้เส้นด้ายพุ่งพยายามที่จะงอตัวภายใต้แรงกดของเส้นด้ายยืน แต่ ณ จุดนี้การงอตัวถูกปกป้องโดยหนาม (ซึ่งทำหน้าที่ยึดผ้าอยู่ใกล้หน้าผ้าเพื่อทำให้ผ้ากว้างเท่ากับความกว้างเส้นด้ายยืนในฟันหวี) ทั้งนี้เพื่อทำหน้าที่ป้องกันการขัดถูของเส้นด้ายยืนที่มีอยู่มาก ซึ่งอยู่ใกล้ริมผ้าแต่ละข้างของฟันหวี เมื่อผ้าเคลื่อนที่ไปทาง Breast Beam ผ้าก็จะเคลื่อนพ้นหนาม และเส้นด้ายพุ่งก็มีความอิสระที่จะหดเท่ากับความกว้างผ้า L_f ซึ่งเรียกว่า “Loomstate Width” ในตอนนี้เส้นด้ายพุ่งก็จะงอตัว

ดังนั้นจึงมีตัวแปร 3 ตัว คือ 1) Reed Width 2) Loomstate Width (L_f) และ Weft Crimp In The Loomstate Cloth ถ้าทราบค่าเหล่านี้สองค่า อีกค่าหนึ่งก็สามารถหาได้ ดังแสดงในตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 3 จงคำนวณความกว้างฟันหวี (Reed Width) ที่ต้องการเพื่อให้ได้ผ้าที่ Loomstate Width เท่ากับ 38 นิ้ว ถ้า Weft Crimp In The Loom State Cloth เท่ากับ 6%

L_y = 38”, C_2 Per Cent = 6, ดังนั้น C_2 = 0.06

$L_f = L_y/(1+ C_2)$=60/1.09=55.05”

เพราะฉะนั้นความกว้างฟันหวีที่ต้องใช้เท่ากับ 40.28 นิ้ว

ตัวอย่างที่ 4 จงคำนวณความกว้างผ้าที่ Loomstate ถ้าความกว้างฟันหวีที่ใช้คือ 60 นิ้วและ Weft Crimp ประมาณ 9%

$L_y = 60$", C_2 Per Cent = 9, ดังนั้น $C_2 = 0.09$

$L_f = L_y/(1+ C_2)=60/1.09=55.05$"

เพราะฉะนั้นความกว้างผ้าที่ Loom State คือ 55.05 นิ้ว

ตัวอย่างที่ 5 จงคำนวณ Weft Crimp ของผ้าที่อยู่ใน Loom State ถ้า Reed Width เท่ากับ 44 นิ้ว และ Loom State Width เท่ากับ 40 นิ้ว

$L_y = 40$", $L_f = 40$"

$(1+C_2)=L_y / L_f =44/40=1.10$ ดังนั้น $C_2=0.10$ และ C_2 Per Cent =10

เพราะฉะนั้นการงอตัวของด้ายพุ่งคือ 10 เปอร์เซ็นต์

จากตัวอย่างข้างบนเราสามารถแทนความกว้างของ Loom State Cloth ด้วยความกว้างของ Finished Cloth ถ้าหากว่าเราแทน Weft Crimp ของ Loom State Cloth ด้วย Weft Crimp ของ Finished Cloth

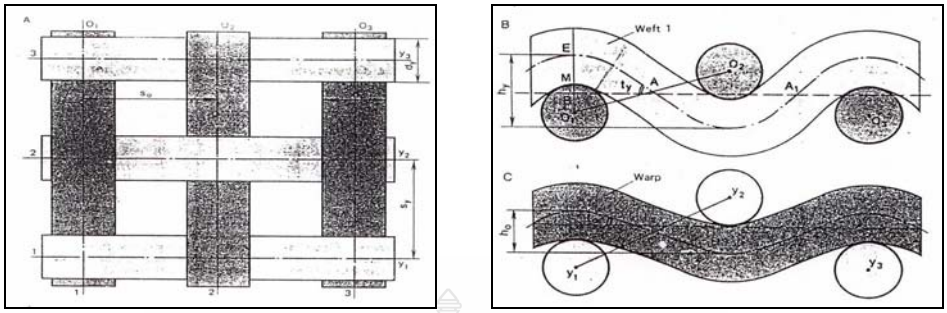
2.9.2 การขัดกันของเส้นด้ายในโครงสร้างผ้า [11]

การศึกษาถึงค่าตัวแปรต่างๆ ของการสานขัดกันของเส้นด้ายภายในโครงสร้างผ้า จะเห็นว่าผ้าก็คือการขัดตัวของเส้นด้ายทรงกลมยาวและมีความยืดหยุ่นได้ ในเรขาคณิตของผ้าความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นด้าย ช่องว่างระหว่างเส้นด้าย และการโค้งงอตัวของเส้นด้ายนั้นสำคัญมาก จากการศึกษาความสัมพันธ์ต่างๆ ในเรขาคณิตของผ้านี้จะเป็นประโยชน์อย่างมาก สามารถทราบถึงค่าของช่องว่าง (Spacing) ที่น้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ของผ้าชิ้นนั้นๆ หรือ ค่าการปกคลุม (Fabric Cover) ที่มากสุดเท่าที่เป็นไปได้ของผ้าชิ้นนั้นๆ ความงอตัวขึ้นลง (Crimps) ของเส้นด้ายและความหนาของผ้า

ข้อมูลเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญไม่เฉพาะรู้การประมาณค่าจำนวนเส้นด้ายสูงสุดต่อเซนติเมตรเท่านั้น ต้องรู้ทั้งสัดส่วนของความหนาแน่นของเส้นด้ายยืนและเส้นพุ่งด้วย การงอตัวขึ้นลง (Crimps) ของเส้นด้าย ผลกระทบและค่าตัวแปรต่างๆ ในโครงสร้างที่จะบอกถึงสมบัติของผ้าได้

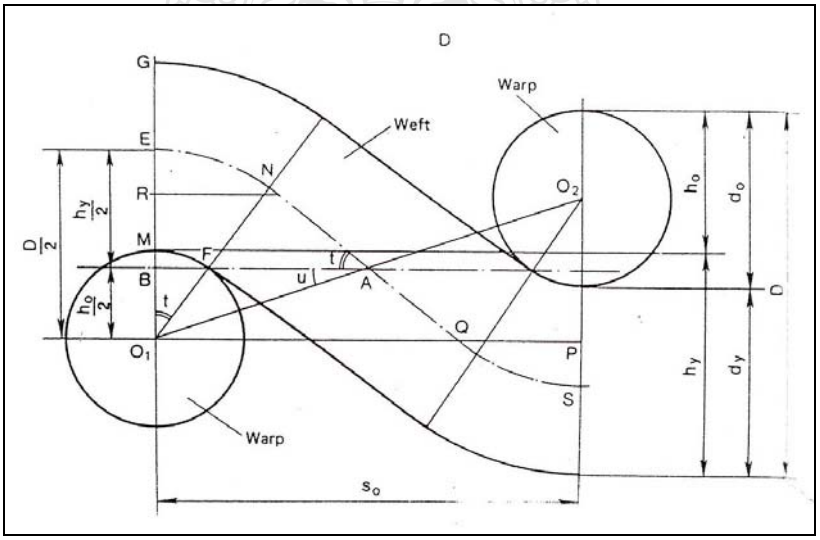
การงอตัวขึ้นลง (Crimps) ของเส้นด้ายบอกถึงการยืดตัวและความแข็งแรง ค่าการปกคลุม (Fabric Cover) จะเป็นผลกระทบโดยตรงกับการยอมให้อากาศผ่าน ความคงทนต่อการสวมใส่ การนูนขึ้นมาของเส้นด้ายในเนื้อผ้า ความสามารถในการกรอง นอกจากนั้นยังช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดกับผ้าได้ การทอผ้าที่มีความหนาแน่นน้อยที่สุดและหนาที่สุด การศึกษาลักษณะของผ้าให้

ได้ผลดีนั้นจะต้องเรียนถึงสภาพการจัดวางตัวของเส้นด้าย ช่องว่างในโครงสร้างของผ้า ค่าต่างๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถศึกษาได้จากภาพตัดของผ้าตามภาพที่ 2.63



ภาพที่ 2.63 ภาพตัดกลางเส้นด้ายพุ่งของผืนผ้า

จากภาพที่ 2.63 แสดงภาพตัดที่กลางเส้นพุ่งเส้นที่ 1 เส้นด้ายยืนเป็นรูปกลม Do และมีจุดศูนย์ที่ O_1 O_2 และ O_3 เส้นศูนย์กลางของผ้าตัดผ่านเส้นศูนย์กลางของเส้นด้ายพุ่งที่ A และ A1 เส้นศูนย์กลางของเส้นด้ายยืนเส้นที่ 1 ตัดเส้นศูนย์กลางของเส้นด้ายพุ่ง ที่ E ตัดเส้นศูนย์กลางของผ้าที่ B ผ่านจุดที่เส้นยืนและเส้นพุ่งสัมผัสกันที่ M และ Ty คือ มุมระหว่างเส้นศูนย์กลางของผ้ากับเส้นศูนย์กลางของเส้นด้ายพุ่งที่จุด A ระยะ Hy คือ ความสูงของส่วนโค้งเส้นศูนย์กลางของเส้นด้ายพุ่ง



ภาพที่ 2.64 ลักษณะเรขาคณิตของผ้าทอพื้นผ้าและภาพตัด

1, 2 และ 3 ในภาพที่ 2.63 = ตำแหน่งเส้นด้ายยืน

O1, O2 และ O3 ในภาพที่ 2.63 = จุดศูนย์กลางด้ายยืน

Y1, Y2 และ Y3 ในภาพที่ 2.63 = เส้นพุ่ง 3 เส้น มีเส้นศูนย์กลาง

Do = เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นด้ายยืน

Dy = เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นด้ายพุ่ง

So = ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของเส้นด้ายยืน

Sy = ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของเส้นด้ายพุ่ง

A และ A1 = จุดที่เส้นศูนย์กลางของผ้าตัดผ่านศูนย์กลางของเส้นด้ายพุ่ง

Ty = มุมระหว่างเส้นศูนย์กลางของผ้ากับเส้นศูนย์กลางของเส้นด้ายพุ่งที่จุด A

Hy = ความสูงของส่วนโค้งเส้นศูนย์กลางของเส้นด้ายพุ่ง

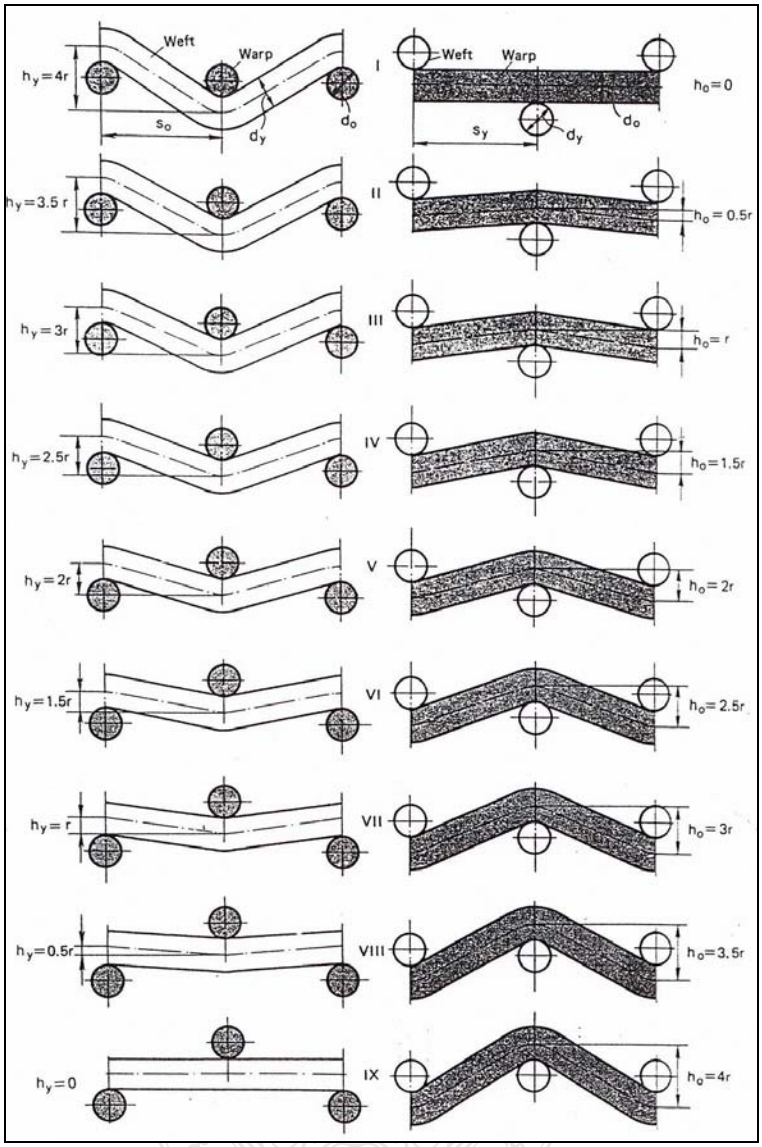
Ho = ความสูงของส่วนโค้งเส้นศูนย์กลางของเส้นด้ายยืน

To = มุมระหว่างเส้นศูนย์กลางของผ้ากับเส้นศูนย์กลางของเส้นด้ายยืน

จากภาพที่ 2.64 ภาพตัดผ่าเส้นด้ายพุ่งตัดเฉพาะที่เส้นศูนย์กลางด้ายยืน O1 และ O2 ระหว่างเส้นศูนย์กลางของผ้าทำมุมกับเส้นศูนย์กลางของเส้นด้ายยืนที่ To และ Ho คือ ความสูงของส่วนโค้งเส้นศูนย์กลางของเส้นด้ายยืน

จากภาพเราสามารถหาค่าความหนาแน่นสุดของด้ายยืนในโครงสร้างนี้โดยใช้สูตร

$$Po\,Max = 1 \Big/ S\,O\,Min = 1 \sqrt{(DO + DY) - H_o^2}$$



ภาพที่ 2.65 ระยะห่างของเส้นด้ายที่แตกต่างกันในโครงสร้างผ้า

จากภาพที่ 2.65 Hy = ความสูงของส่วนโค้งเส้นศูนย์กลางของเส้นด้ายพุ่ง หรือ ความสูงคลื่นเส้นพุ่งและ Ho = ความสูงของส่วนโค้งเส้นศูนย์กลางของเส้นด้ายยืนทั้งสองค่าจะสัมพันธ์กันข้างหนึ่งเพิ่มอีกข้างหนึ่งจะลดจากสูตร Ho + Hy = Do + Dy , Do + Dy = D Or Ho = D – Hy

Ho = D - Hy
Hy = D - Ho

ตำแหน่งที่เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งขัดตัวกันอยู่สามารถกำหนดเป็นค่าสัดส่วนดังนี้

$$F = Ho / D \text{ หรือ } F = 1 - (Hy / D)$$

Professor N. C. Novikov ศึกษาการขัดตัวขึ้นลงของเส้นด้ายในโครงสร้างผ้า และแบ่งระยะการขัดตัวของเส้นด้ายเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมออกเป็น 8 แบบตามภาพที่ 2.65 โดยเริ่มจากแบบที่ 1 เส้นด้ายยืนยืดออกตรง ค่าความโค้งของเส้นด้ายยืนมีค่าเป็น 0 (Ho = 0) และ F = Ho/D = 0 และใช้สูตรการคำนวณดังนี้

ถ้าค่าความโค้งของเส้นด้ายยืนเป็น 0 (Ho = 0) จะทำให้ค่าความโค้งของเส้นด้ายพุ่ง (Hy = 4r)

$$Hy(Max) = D - Ho = D$$

ค่าสัดส่วนที่เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งขัดตัวกันอยู่

$$F = 1 - H/D = 1 - D/D = 0$$

มื่อค่าความโค้งของเส้นด้ายยืนเป็น 4R(Ho = 4r) จะทำให้ ค่าความโค้งของเส้นด้ายพุ่ง (Hy = 0)

$$Ho(Max) = D - Hy = D$$

ค่าสัดส่วนที่เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งขัดตัวกันอยู่

$$F = Ho/D = D/D = 1 \quad \text{หรือ}$$

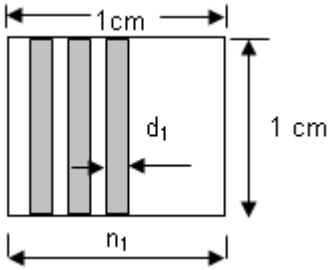
$$F = 1 - Hy/D = 1 - 0/D = 1$$

ถ้า Ho = Hy ดังนั้น F = 0.5

2.9.3 ส่วนปกคลุมของเส้นด้าย [2]

1) ส่วนปกคลุมของเส้นด้ายยืน (Warp Fractional Cover)

พิจารณาผ้าชิ้นหนึ่งที่มีขนาด 1 Cm X 1 Cm



N_1 = จำนวนเส้นยืนต่อหน่วยความยาว

D_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นยืน

พื้นที่ของเส้นยืนที่เห็นในแนวระนาบ $= (1 \text{ X } D_1)$ $N_1 = N_1 D_1$

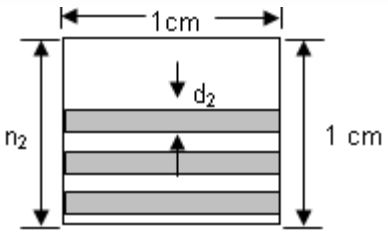
พื้นที่ของผ้า $= 1 \text{ X } 1 = 1 \text{ Cm}^2$

$$\therefore \text{ส่วนปกคลุมของเส้นยืน} = K1 = \frac{\text{พื้นที่ของเส้นยืน}}{\text{พื้นที่ของผ้า}}$$

$$= \frac{N_1 D_1}{1}$$

$$K1 = N_1 D_1$$

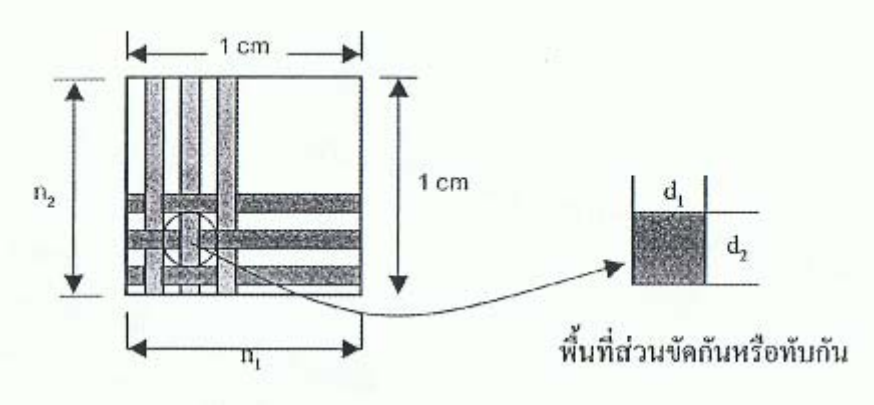
2) ส่วนปกคลุมของเส้นด้ายพุ่ง (Weft Fractional Cover)



ในทำนองเดียวกัน

$\therefore$ ส่วนปกคลุมของเส้นพุ่ง $= K_2 = N_2 D_2$

3) ส่วนปกคลุมของผ้า (Fabric Fractional Cover)



พื้นที่ปกคลุมโดยเส้นด้ายยืนและพุ่งด้วยด้วยกันคือ

$= (N_1 D_1) + (N_2 D_2)$ - พื้นที่ส่วนที่ขัดกัน

$= (N_1 D_1) + (N_2 D_2) - (N_1 X N_2) X (D_1 X D_2)$

$= N_1 D_1 + N_2 D_2 - (N_1 D_1) (N_2 d_2)$

$= K_1 + K_2 - K_1 k_2$

$$\text{ส่วนปกคลุมของผ้า } (K_f) = \frac{\text{พื้นที่ปกคลุมโดยเส้นยืนและเส้นพุ่ง}}{\text{พื้นที่ของผ้า}}$$

$$K_f = \frac{K_1+K_2-K_1K_2}{1}$$

$$= K_1+K_2-K_1K_2$$

เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นด้ายโดยประมาณกำหนดโดย

$$D(\text{Cm}) = \frac{4\sqrt{\text{TEX}}}{1000}$$

ตัวอย่างที่ 1 ผ้าทอมี 15 เส้นยืน/ ซม. และ 17 เส้นพุ่ง/ซม. เส้นยืนเบอร์ 50 Tex และเส้นด้ายพุ่งเบอร์ 40 Tex หาค่า K_1, K_2 และ K_f

$$K_1 = N_1 d_1 = N_1 \times \frac{4\sqrt{T1}}{1000} = \frac{(4\times 15)\sqrt{50}}{1000} = 0.424$$

$$K_1 = N_2 d_2 = \frac{4N_2\sqrt{T2}}{1000} = \frac{(4\times 17)\sqrt{40}}{1000} = 0.430$$

$$K_f = K_1 + K_2 - K_1 K_2 = 0.424 + 0.430 - (0.424\times 0.430) = 0.672$$

$\therefore$ ส่วนถูกปกคลุมโดยเส้นด้ายโดยประมาณ 67% และมีช่องว่างประมาณ 33% (ช่องว่างมีการยอมให้อากาศไหล)

4) ผ้าสแควร์ (Spuare Fabric) [2]

ผ้าสแควร์หมายถึง ผ้าที่มีจำนวนเส้นยืนและเส้นพุ่งต่อความยาวเท่ากันและมีเบอร์ด้ายยืนเท่ากับด้ายพุ่ง เป็นผ้าที่รายละเอียดเหมือนกันทั้งทิศทางของเส้นยืนและพุ่ง นั่นคือ

$$D_1 = D_2 = D, \qquad T_1 = T_2 = T$$

$$N_1 = N_2 = N, \qquad K_1 = K_2 = K$$

$$K_f = 2K - K^2$$

ตัวอย่างที่ 2 ต้องการผลิตผ้า Square ด้วย 80% ปกคลุมด้วยเส้นด้ายขนาด 36 Tex จำนวนเส้นด้ายยืนและพุ่งต่อ Cm ที่ต้องการควรจะเป็นเท่าไร

ต้องการ $K_F = 0.80$

สำหรับ Square Fabric, $K_F = 2k - k^2$

$$2k - k^2 = 0.80$$

$$K^2 - 2k + 0.80 = 0 \quad (A=1, B=-2, C=0.8)$$

$$Ax^2+Bx+C=0$$

$$X=\frac{-B\pm\sqrt{B2-4ac}}{2a}$$

$$K=\frac{(-2)\pm\sqrt{(-2)^2-(4\times1\times0.8)}}{2\times1}$$

$$=\frac{(-2)\pm\sqrt{4-3.2}}{2}=\frac{2\pm\sqrt{0.8}}{2}=\frac{2\pm0.894}{2}$$

$$+\text{Sing},K=\frac{2+0.894}{2}=\frac{2.894}{2}=1.447\ (\text{Impossible})$$

$$-\text{Sing},K=\frac{2-0.894}{2}=\frac{1.106}{2}=0.553$$

ค่า $K = Nd = \frac{4n\sqrt{T}}{1000}$

$$0.553=\frac{(4\times n)\sqrt{36}}{1000}=\frac{4\times N\times6}{100}=\frac{24\times N}{1000}$$

$$N=\frac{1000\times0.553}{24}=23$$

ดังนั้นเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งต่อเซนติเมตรเท่ากับ 23

5) Porosity ในสิ่งทอ

สิ่งทอเป็นวัสดุประเภทมีสองเนื้อ (Heterogeneous Material) คือ ส่วนของแข็ง (Solid) และส่วนที่เป็นช่องว่าง (Void) ซึ่งมีจุดเด่นคือ ออกแบบให้ช่องว่างกระจายไปอยู่ในผืนผ้าได้ 3 บริเวณ

1) ช่องว่างระหว่างเส้นด้ายในผืนผ้า (Inter-Yarns)

2) ช่องว่างระหว่างเส้นใยในเส้นด้าย (Inter-Fibers)

3) ช่องว่างภายในเส้นใย (Inside Fibers) หมายถึง เส้นใย Hollow Fiber

การบอกสัดส่วน (ไม่มีหน่วย) ของส่วนที่เป็นของแข็งเรียกว่า Packing Density ส่วนที่เป็นอากาศเรียกว่า Porosity ดังนั้น Packing Density บวก Porosity จะเท่ากับ 1 เสมอ ในการคำนวณจึงมักจะคำนวณ Packing Density ก่อน แล้วเอามา ลบ ออกจาก 1 จะได้ค่า Porosity

$$\text{Packing Density} = \frac{\text{Fabric Density}\left(g/cm^3\right)}{\text{Fibre Density}\left(g/cm^3\right)}$$

โดยที่ Fiber Density สามารถหาได้จากหนังสือ ทางสิ่งทอทั่วๆ ไป

เช่น Fiber Density ของ Polyester = 1.38 G/Cm^3

Fiber Density ของ Nylon = 1.14 G/Cm^3

Fiber Density ของ Acrylic = 1.19 G/Cm^3

Fiber Density ของ Pp = 0.91 G/Cm^3

Fabric Density สามารถเปลี่ยนตามโครงสร้างผ้าเช่น ลายทอ ความหนาแน่นของเส้นด้าย เบอร์ด้ายเป็นต้น Fabric Density หาได้จาก น้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่ หาร ด้วย ความหนาผ้า

$$\text{Fabric Density}\left(g/cm^3\right) = \frac{\text{Fabric Weight}}{\text{Fabric Thickness}}$$

สิ่งที่ต้องระวังคือ ความหนาผ้าต้องอยู่ในหน่วย เมตร จากนั้น แปลง Fabric Density จาก G/M^3 ให้อยู่ในหน่วย G/Cm^3 คือ คูณด้วย 10^6 เมื่อได้ Fabric Density ที่อยู่ในหน่วย G/Cm^3 แล้วก็นำไปหารด้วยFiber Density ก็จะได้ Packing Density แล้วก็ไปลบออกจาก 1 จะได้ Porosity ค่า Packing Density และ Porosity จะใช้มากในเรื่องของผ้าไม่ทอ Nonwovens

ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้โครงสร้างผ้าจำนวน 10 โครงสร้างผ้าที่แตกต่างกัน แม้ว่าจะผลิตจากเส้นด้ายเบอร์เดียวกัน แต่จากทฤษฎีข้างต้นจะเห็นว่ามี Fabric Density แตกต่างกันและส่งผลให้มีค่า Porosity ต่างกันด้วย

ดังนั้นสมบัติผ้าจากค่า Fabric Density และ Porosity ของโครงสร้างผ้าทั้ง 10 โครงสร้าง จะทำให้เห็นความแตกต่างของโครงสร้างผ้ามากกว่าค่าที่แสดงจากน้ำหนักผ้าหรือความหนาของผ้า

2.10 สมบัติทางกายภาพของผ้าผืน [4]

2.10.1 สมบัติความหนาบางของผ้า [4]

ผ้าเนื้อหนาจะใช้ได้นานกว่าผ้าเนื้อบาง แต่ผ้าหนามิได้มีความสะดวกสบายเสมอไป เพราะความหนา บางทีอาจแข็งกระด้าง นิยมใช้ทำผ้าเคลือบเพื่อให้เกิดฉนวนไฟฟ้า ความหนาของผ้าวัดได้ง่าย แต่การวัดนั้นต้องรู้ระดับความดันที่ใช้ เพราะผ้ามีสมบัติพร้อมที่จะอัดให้แน่นได้

ความหนาของผ้าขึ้นอยู่กับน้ำหนักต่อหน่วยพื้นที่ ชนิดเส้นด้ายที่ใช้ การทอและการตกแต่ง ด้ายเข้าเกลียวแน่น

การทอลายขัดให้ผ้าบางพอสมควร สำหรับด้ายเข้าเกลียวน้อยและด้ายพอง ทอห่างหรือหลวมจะให้ผ้าเนื้อหนากว่า

ถ้าต้องการผ้าเนื้อหนาพิเศษอาจใช้โครงสร้าง เช่น Cellular, Leno, Honeycomb หรือกำมะหยี่ การตกแต่งที่ให้น้ำหนักกดต่อผ้า เช่น Calendering จะลดความหนาของผ้า การปัดขน (Raising) และการทำให้พองเพิ่มความหนาของผ้า นอกเหนือไปจากที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อสัมผัสของผ้าแล้ว ความหนาเป็นปัจจัยที่สำคัญมากสำหรับผ้าที่ใช้ป้องกันสภาวะแวดล้อม เช่น อากาศหนาว การสั่นสะเทือน

2.10.2 สมบัติน้ำหนักผ้า [4]

ผ้ามักจะขายโดยมีป้ายชี้แจงคุณลักษณะซึ่งได้รวมทั้งน้ำหนักของผ้าไว้ด้วย น้ำหนักที่ระบุอาจจะระบุต่อความยาวเป็นหลา แต่อาจทำให้ไขว้เขวเพราะผ้าอาจมีความกว้างไม่เท่ากัน

ปัจจุบันได้เปลี่ยนเป็นการระบุน้ำหนักต่อตารางหลา มาตรฐานไทยได้กำหนดให้ระบุน้ำหนักเป็นกรัมต่อตารางเมตร

การพิจารณาน้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่ อีกวิธีหนึ่งคือการปูผ้าบนพื้นเรียบ วัดความยาวหนึ่งเมตร คำนวณหาพื้นที่ชั่งน้ำหนัก จะได้น้ำหนักต่อหน่วยพื้นที่ เพื่อให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนตัวอย่างทดสอบควรต้องเก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 จนกระทั่งความชื้นสมดุลจึงนำออกมาชั่ง

ถ้าทำแบบโลหะ (Die) ขนาดพอเหมาะสำหรับตัดชิ้นทดสอบจะทำงานได้ง่ายขึ้น วางชิ้นตัวอย่างผ้าลงบนแผ่นไม้ก๊อก หรือกระดาษแข็ง วางแบบโลหะลงบนผ้าตามแนวเฉลียง ตัดด้วยใบมีดโกนคมๆ จะทำให้ริมผ้าไม่ลุ่ย กว้างยาวด้านละ 10 เซนติเมตร จะเป็นขนาดพอเหมาะสำหรับทำน้ำหนักแบบโลหะที่มีขนาด 6.75 ตารางนิ้ว น้ำหนักของชิ้นทดสอบเป็นกรัมจะเท่ากับน้ำหนักผ้าเป็นออนซ์ ต่อตารางหลา การเปลี่ยนออนซ์ต่อตารางหลาเป็นกรัมต่อตารางเมตรให้คูณด้วย 33.9 เพื่อความแน่นอนควรใช้ชิ้นทดสอบ 3 ชิ้น ต่อผ้าหนึ่งตัวอย่าง

2.10.3 สมบัติความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า [4]

จะเห็นว่าในเวลาฉีก แรงจะมากระทำต่อเส้นพุ่งทีละเส้นตามลำดับ ความต้านแรงฉีกจึงมีน้อยกว่าความต้านแรงดึงมาก ซึ่งด้ายหลายเส้นต้องขาดออกพร้อมกัน ในการฉีกถ้าเส้นด้ายลื่นหลุดจะต้องจับรวมเข้าไปเพียงพอที่จะสนับสนุนซึ่งกันและกันดังนั้นด้ายที่ลื่นหลุดง่ายจะมีความต้านแรงดึงสูง

ในการทอผ้าลายขัดมีเส้นด้ายสอดสลับทุกเส้นด้าย การลื่นหลุดไม่ค่อยมี ในการทอลายสอง ต่วนด้ายยืนและด้ายพุ่ง ลักษณะเฉพาะของผ้า คือ มีเส้นลอยยาว เส้นลอยเป็นตัวทำให้เส้นด้ายลื่นหลุดได้ง่าย ผ้าที่ทอแน่นมากจะระงับการเคลื่อนตัวแบบนี้ เมื่อเป็นเช่นนี้ผ้าทอลายขัดเนื้อแน่นจะมีการต้านแรงฉีกขาดต่ำ ในขณะที่ผ้าทอลายสองและผ้าทอลายหลวมๆ โดยเฉพาะผ้าทอที่มีเส้นลอยยาวมักมีความต้านแรงฉีกขาดสูงกว่า

ถ้าการตกแต่ง เช่นใช้เรซิ่นสังเคราะห์และแป้งลง (Applied) ผ้ามักจะไปเพิ่มความเสียดทาน Friction ระหว่างเส้นด้าย ความเป็นอิสระในการเคลื่อนตัวลดลง ทำให้ความต้านแรงฉีกขาดลดลง ถ้าในสารตกแต่งมีสารหล่อลื่น Lubrication รวมอยู่ด้วยความต้านแรงฉีกขาดจะเพิ่มขึ้น ถ้าต้องการผ้าที่มีความต้านแรงฉีกขาดสูงมากเกินกว่าที่เสื้อผ้าตามปกติต้องการ จำเป็นต้องเพิ่มเส้นใยที่เหนียวมากในผ้า เพราะความต้านแรงฉีกขาดนั้นขึ้นอยู่กับส่วนผสมที่มีอยู่ในผ้าทั้งหมดโครงสร้างเสื้อ เช่น การติดกระเป๋าในที่ๆ ถูกต้องและตะเข็บถูกต้อง ช่วยป้องกันการตั้งต้นฉีกได้ แต่ผ้าที่ฉีกขาดง่ายถ้าได้ตั้งต้นฉีกแล้วจะฉีกต่อไปง่าย

2.10.4 สมบัติความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง [4]

ความเหนียว/ความต้านแรงดึงวัดได้โดยนำแถบ (Strip) ผ้ากว้าง 5 เซนติเมตร ตัดขนานกันตามเส้นด้ายแล้วหาแรงที่จะทำให้ผ้าขาด ความเหนียวของแถบผ้าส่วนมากกำหนดได้อย่างแน่ชัดโดยความเหนียวของด้ายแต่ละเส้นและจำนวนเส้นด้ายต่อนิ้ว อย่างไรก็ตามการคำนวณอย่างง่ายตามปริมาณเส้นด้ายอาจมีข้อผิดพลาดและอาจมากถึง 20% เนื่องจากความกด/การเบียด (Pressure) กันระหว่างเส้นด้ายพุ่งและเส้นด้ายยืนจะเพิ่มให้เส้นใยโค้งงอได้มากขึ้นและความเหนียวของเส้นด้ายเพิ่มขึ้นและยังมีผลกระทบอย่างอื่นที่สำคัญเช่นกัน การสนับสนุนจุดอ่อนของเส้นด้ายใกล้เคียง ทำให้ผ้าที่ทำจากด้ายใยสั้นแข็งแรงมากกว่าที่คาดว่าจะได้จากความเหนียวของเส้นด้ายนั้น

เกือบทุกลักษณะโครงสร้างและการตกแต่งจะกระทบต่อความเหนียวของผ้าไม่มากก็น้อย ด้วยเหตุผลนี้จึงได้ใช้กันเป็นปกติในการกำหนดพิกัดของผ้าที่ออกโดยรัฐบาลหรือองค์การขนาดใหญ่ เช่น โรงพยาบาล รถไฟ สายการบิน ธุรกิจที่จำหน่ายสิ่งของทางไปรษณีย์ และร้านจำหน่ายย่อย

ขนาดใหญ่ ซึ่งเน้นในการใช้และจำหน่ายผ้าตัดเสื้อ ผ้าใช้ในบ้านและใช้ในงานอุตสาหกรรมครั้งละมากๆ

นอกจากข้อมูลเรื่องความเหนียวของเส้นด้ายแล้ว ความเหนียวของผ้ายังรับอิทธิพลมาจากการทอ ผ้าทอแน่นเส้นด้ายอยู่ชิดกัน เช่น การทอลายขัดและลายสองอย่างง่ายและลายสาน จะเหนียวมากกว่าผ้าทอลายต่วน

การเสื่อมจากสารเคมีและ Photo-Chemical, มีจุลชีพมาทำลาย (Biological) และเปื่อย (Tender) จากความร้อนเป็นลักษณะการสูญเสียความเหนียวของผ้า

ด้านด้ายยืนของผ้าทอจะแข็งแรงมากกว่าด้านด้ายพุ่ง เป็นเพราะทางด้านด้ายยืนมีเส้นด้ายมากกว่าประกอบกับด้านด้ายยืนมักมีเกลียวมากพอที่จะทำให้เส้นด้ายเหนียวมากกว่าด้ายพุ่ง

2.10.5 สมบัติความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ [4]

ความแข็งแรงของผ้าถ้าจะวัดให้ได้ผลที่ถูกต้องจะใช้ผ้าตัดเป็นแถบแล้วดึงไม่ได้ เพราะผ้าจะบิดเฉมากจนกระทั่งเห็นความแตกต่างได้ง่าย ดังนั้นผ้าที่นำมาทำ (Bursting Test) ต้องทำให้เกิดการบิดเฉโดยใช้ชิ้นตัวอย่างวงกลมยึดตัวขอบโดยรอบด้วย Rubber Diaphragm แล้วค่อยๆ เพิ่มแรงดันอากาศหรือน้ำเข้าที่ชิ้นตัวอย่างวัดแรงดันที่ทำให้ผ้าโป่งทะลุ เรียกว่า Bursting Strength ของผ้า ทั้งนี้มิได้อยู่กับความแข็งแรงของเส้นด้ายโดยเฉพาะเท่านั้น และค่อนข้างจะสลับซับซ้อนมากโดยรวมเอาการยืดได้ของเส้นด้ายและโครงสร้างเข้ามาด้วย

2.11 การทดสอบสิ่งทอและมาตรฐานการทดสอบ (Textile Testing and Standard)

2.11.1 การทดสอบสิ่งทอ

การทดสอบ (Testing) [12] หมายถึง การวัดค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ถ้าต้องการทราบว่าผืนผ้าทำมาจากเส้นใยชนิดใดหรือมีสมบัติทางกายภาพเป็นอย่างไร ต้องทำการทดสอบผืนผ้านั้นด้วยกระบวนการทดสอบทั้งทางกายภาพและทางเคมี

การทดสอบในห้องทดลอง (Laboratory Test) [12] การทดสอบหาระดับความทนต่อการใช้งานของวัสดุสิ่งทอ เป็นการทดสอบในห้องทดลอง (Laboratory Test) เป็นส่วนใหญ่ แต่จะเป็นการทดสอบเฉพาะอย่างแตกต่างกันเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบแบบใดผลทดสอบจะต้องถูกต้องทั้งด้าน Reliability และ Accuracy

Reliability หมายถึง ถ้านำวัสดุชิ้นเดิมมาผ่านการทดสอบวิธีการเดิม ไม่ว่าจะทำการทดสอบซ้ำอีกกี่ครั้ง ใครเป็นผู้ทำการทดสอบ ทดสอบที่ใด ผลที่ได้รับจากการทดสอบจะต้องเหมือนหรือใกล้เคียงกัน

Accuracy หมายถึง ผลที่ได้จากการทดสอบ จะต้องเป็นค่าสมบัติจริงของชิ้นทดสอบนั้น วิธีการทดสอบสมบัติของวัสดุสิ่งทอ [13] ในการทดสอบสมบัติของวัสดุสิ่งทอนั้น มีอยู่ 2 วิธีใหญ่ๆ คือ การทดสอบเชิงฟิสิกส์ (Physical Tests) และการทดสอบเชิงเคมี (Chemical Test)

ยังสามารถแบ่งการทดสอบออกได้ตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ หรือลักษณะการใช้งาน ได้ 3 แบบ ดังนี้

1) การทดสอบเส้นใย (Fiber Testing)

มีความจำเป็นที่ควรจะต้องทดสอบเส้นใยก่อนนำไปผลิตเป็นเส้นด้าย เนื่องจากเส้นใยเป็นวัสดุเริ่มต้นของกระบวนการผลิตสิ่งทอ แต่เนื่องจากเส้นใยมีหลายชนิด การวิเคราะห์เพื่อแยกชนิดของเส้นใยทำได้โดยทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีโดยการเผา โดยการดูรอยเปื้อนและดูโดยกล้องจุลทรรศน์ นอกจากนี้ยังทำการทดสอบเส้นใยเพื่อหาสมบัติต่างๆ เช่น หาความยาว หาความละเอียด หาความแข็งแรง หาความชื้น หารอยหยักงอและหาขนาดของเส้นใย เป็นต้น

2) การทดสอบเส้นด้าย (Yarn Testing)

เมื่อนำเส้นใยหลายๆ เส้นมาเข้ากระบวนการผลิตปั่นออกมาเป็นเส้นด้าย จะต้องตรวจสอบคุณภาพของเส้นด้ายนั้นๆ เพื่อจะได้ใช้เส้นด้ายให้ถูกต้องกับงาน มีการทดสอบสำคัญดังนี้

2.1) การทดสอบทิศทางการเข้าเกลียว

2.2) การทดสอบจำนวนเกลียว

2.3) การทดสอบจำนวนขนเส้นด้าย

2.4) การทดสอบเบอร์เส้นด้าย

2.5) การทดสอบความสม่ำเสมอและเกรดของเส้นด้าย

2.6) การทดสอบแรงดึงและการยืดตัว ออกก่อนขาด (Elongation)

2.7) การทดสอบความทนทานต่อการขัดสี การเกิดปม และการเกิดไฟฟ้าสถิต

3) การทดสอบผ้าผืน (Fabric Testing)

เป็นการทดสอบโครงสร้างผ้า รอยตำหนิในผืนผ้า การทนแรงดึง การทนต่อการลุกไหม้ไฟ การทนต่อการขัดสี การทนต่อแรงดันทะลุ

มาตรฐานการทดสอบเฉพาะที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย

3.1) การทดสอบจำนวนเส้นด้ายต่อหน่วยความยาว Threads Per Unit (Length)

Astm D3775 Standard Test Method for Threads Per Unit (Length)

3.2) การทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้าย (Yarn Strength)

Astm D2256 Standard Test Method for Yarn Strength

3.3) การทดสอบความหนาของผืนผ้า (Thickness)

Iso5084 Standard Test Method for Fabric Thickness

3.4) การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง (Tensile Strength Test)

Astm D5034-09 Standard Test Method for Breaking Strength and Elongation Of Fabrics (Grab Test)

Astm D5035 Standard Test Method For Breaking Force And Elongation of Fabrics (Strip Method)

3.5) การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงฉีกขาด (Tearing Strength Test)

Astm D1424 Standard Test Method for Tearing Strength of Fabrics by Falling-Pendulum (Elmendorf-Type) Apparatus

3.6) การทดสอบน้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่ (Fabric Weight Per Unit Area Test)

Astm D3776 Standard Test Method for Mass Per Unit Area (Weight) of Fabric

3.7) การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ (Bursting Strength Test)

Astm D3786 Standard Test Method for Bursting Strength of Textile Fabrics-Diaphragm Bursting Strength Tester Method

2.11.2 มาตรฐานการทดสอบ Astm [14]

Astm (Astm International ในชื่อเดิมว่า American Society for Testing and Materials) เป็นสมาคมวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่กำหนด และจัดทำมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้และยอมรับทั่วโลก สมาคม Astm จัดตั้งขึ้นในสหรัฐอเมริกา เมื่อ ค.ศ. 1989 ทำหน้าที่ส่งเสริม สนับสนุน ทางด้านวิชาการ เพื่อเป็นการช่วยเหลืออุตสาหกรรม หน่วยงานของรัฐ และสาธารณชนทั่วไปโดย การพัฒนามาตรฐาน ที่เกี่ยวข้องกับ ลักษณะและการทำงานของ วัสดุ ผลิตภัณฑ์ การบริการ ระบบการใช้งาน

การจัดแบ่งมาตรฐาน Astm แบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1) Classification เป็นมาตรฐานของ ระบบการจัดการ และการจัดแบ่ง วัสดุผลิตภัณฑ์ การบริการ ระบบ หรือการใช้งาน ออกเป็นกลุ่มๆ โดยอาศัยคุณลักษณะ ที่เหมือนกัน เช่น แหล่งกำเนิด ส่วนประกอบ คุณสมบัติหรือประโยชน์ใช้สอย

2) Specification เป็นข้อกำหนดที่ระบุแน่นอน ถึงคุณลักษณะ และสมบัติต่างๆ ที่ต้องการของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ ระบบหรือการใช้งาน ข้อกำหนดเหล่านี้ มักจะแสดงค่าเป็นตัวเลข และมีข้อจำกัดกำหนดไว้ พร้อมทั้งวิธีหาค่าเหล่านั้นด้วย

3) Terminology เป็นเอกสารมาตรฐาน ที่กำหนดคำนิยาม คุณลักษณะ คำอธิบายของศัพท์ต่างๆ เครื่องหมาย ตัวย่อ คำย่อที่ใช้ในมาตรฐานต่างๆ

4) Test Method เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับกรรมวิธี ที่กำหนดให้ใช้ในการตรวจสอบ พิสูจน์ วัด และปริมาณคุณภาพ คุณลักษณะ คุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างของวัสดุ ระบบหรือการใช้งาน ซึ่งมีผลการทดสอบ ที่สามารถนำไปใช้ ในการประเมินค่าตามข้อกำหนด

5) Guide เป็นคำแนะนำ หรือทางเลือก ให้ผู้ใช้เลือกใช้เทคนิคต่างๆ ที่มีอยู่ รวมทั้งสิ่ง ที่จะได้จากการประเมิน และการมาตรฐานที่ใช้นั้นๆ ด้วย

6) Practice เป็นวิธีการปฏิบัติเฉพาะ สำหรับงานเฉพาะอย่าง ได้แก่ การเขียนรายงาน การสุ่มตัวอย่าง ความแม่นยำ ความละเอียด การเลือก การเตรียม การประยุกต์ การตรวจสอบ ข้อควรระวังในการใช้ การกำจัดทิ้ง การติดตั้ง การบำรุงรักษา ตลอดจนการใช้เครื่องมือทดสอบ

นอกจากนี้ Astm จัดแบ่งมาตรฐานออกเป็นกลุ่มๆ เฉพาะเรื่อง โดยใช้ตัวอักษร เป็นสัญลักษณ์แทนดังนี้

A: Ferrous Metals

B: Nonferrous Metals

C: Cementations, Ceramic, Concrete, And Masonry Materials

D: Miscellaneous Materials

E: Miscellaneous Subjects

F: Materials for Specific Applications

G: Corrosion, Deterioration, and Degradation Of Materials

เดิม Astm ได้แบ่งประเภทมาตรฐาน ตามลักษณะการกำหนดมาตรฐานแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

1) Standards เป็นมาตรฐานที่จัดทำขึ้น ตามมติเอกฉันท์ของสมาชิก และผ่านการรับรองตามขั้นตอน และกฎของสมาคมฯ เรียบร้อยแล้ว

2) Es. (Emergency Standard) เป็นเอกสารที่จัดพิมพ์ตามความต้องการ เร่งด่วน แต่ยังไม่ผ่านการรับรองของสมาคมฯ เพียงแต่ผ่านการพิจารณา ของคณะอนุกรรมการบริหาร

3) P. (Proposal) เป็นเอกสารมาตรฐานที่พิมพ์เพื่อเผยแพร่ แนะนำ ก่อนที่จะลงมติ ให้ใช้เป็นมาตรฐาน

ในปี ค.ศ. 1995 สมาคม Astm กำหนดให้ใช้ Ps. (Provisional Standards) เป็นเอกสาร ที่จัดพิมพ์ใช้แทน Es. และ P. ในปี ค.ศ. 1983 ปรับปรุงรูปเล่มขึ้นใหม่ รวม 66 เล่ม โดยจัดเรื่องเป็นกลุ่มๆ รวม 16 กลุ่มดังนี้

Section 1 Iron and Steel Products

Section 2 Nonferrous Metal Products

Section 3 Metals Test Methods and Analytical Procedures

Section 4 Construction

Section 5 Petroleum Products, Lubricants and Fossil Fuels

Section 6 Paints, Related Coatings, and Aromatics

Section 7 Textiles

Section 8 Plastics

Section 9 Rubber

Section 10 Electrical Insulation and Electronics

Section 11 Water and Environmental Technology

Section 12 Nuclear, Solar, and Geothermal Energy

Section 13 Medical Devices

Section 14 General Methods and Instrumentation

Section 15 General Products, Chemical Specialties, and End Use Products

Section 00 Index

2.11.3 มาตรฐานการทดสอบ Iso [15]

องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (อังกฤษ: The International Organization For Standardization) หรือเรียกย่อว่า ไอโซ หรือ ไอเอสโอ (Iso) เป็นองค์การระหว่างประเทศที่กำหนดมาตรฐาน

องค์การนี้มักจะถูกเข้าใจผิดว่า Iso เป็นตัวอักษรย่อขององค์กร แต่จริงแล้วชื่อ ไอโซ มาจากภาษากรีกคำว่า Ισος (Isos) ที่หมายถึง "การเท่ากัน" ซึ่งองค์การนี้คำย่อในภาษาอังกฤษคือ Ios และอักษรย่อในภาษาฝรั่งเศสคือ Oin ดังนั้นทางองค์การจึงตัดสินใจใช้ชื่อย่อว่า "Iso"

Iso Standards

Iso has developed over 17500 international standards on a variety of subjectsaand some 1100 new iso standards are published every year. The full range of technical fields can be seen

from the listing international standards. Users can browse that listing to find bibliographic information on each standard and, in many cases, a brief abstract. The online iso standard listing integrates both the iso catalogue of published standards and the iso technical program of standards under development.

01 Generalities Terminology Standardization Documentation

03 Services Company Organization, Management and Quality Administration Transport Sociology

07 Mathematics Natural Sciences

11 Health Care Technology

13 Environment Health Protection Safety

17 Metrology and Measurement Physical Phenomena

19 Testing Analytical Chemistry, See 71.040

21 Mechanical Systems and Components for General Use

23 Fluid Systems and Components for General Use Measurement of Fluid Flow, See 17.120

25 Manufacturing Engineering

27 Energy and Heat Transfer Engineering

29 Electrical Engineering

31 Electronics

33 Telecommunications. Audio and Video Engineering

35 Information Technology Office Machines

37 Image Technology

39 Precision Mechanics Jewellery

43 Road Vehicles Engineering

45 Railway Engineering

47 Shipbuilding and Marine Structures

49 Aircraft and Space Vehicle Engineering

53 Materials Handling Equipment

55 Packaging and Distribution AF Goods

59 Textile and Leather Technology

61 Clothing Industry

65 Agriculture

67 Food Technology

71 Chemical Technology

73 Mining and Minerals

75 Petroleum and Related Technologies

77 Metallurgy

79 Wood Technology

81 Glass and Ceramics Industries

83 Rubber and Plastic Industries

85 Paper Technology

87 Paint and Colour Industries

91 Construction Materials and Building

93 Civil Engineering

95 Military Engineering

97 Domestic and Commercial Equipment. Entertainment Sports

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 แผนการดำเนินงาน

ผ้าทอที่ผลิตด้วยโครงสร้างผ้าที่แตกต่างกัน อันเนื่องมาจากช่องว่างระหว่างเส้นด้าย การขัดตัวของเส้นด้าย ขนาดของเส้นด้าย ชนิดของเส้นด้ายและการหยักของเส้นด้าย จะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผ้าทอมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน (ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.33)

โครงสร้างผ้าอันหมายถึง การนำเส้นด้ายมาสอดประสานกันในรูปแบบต่างๆ มีผลต่อความสามารถในการเคลื่อนตัวของเส้นด้าย ทำให้เกิดสมบัติทางกายภาพของผ้าผืนในสมบัติต่างๆ เช่น ความหนาบางของผ้า น้ำหนักผ้า ความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ (ดังแสดงไว้ในภาพ 2.65)

วิทยานิพนธ์นี้ทำการศึกษาให้เห็นถึงโครงสร้างผ้าทอที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน จะมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของผ้าทอ เมื่อใช้เส้นด้ายชนิดเดียวกัน มีจำนวนเส้นด้ายยืนและด้ายพุ่งต่อหน่วยเท่ากันและใช้กรรมวิธีการผลิตผ้าอย่างเดียวกัน ซึ่งมีขั้นตอนในการศึกษา ดังนี้

1) ศึกษาโครงสร้างผ้าและกำหนดวิธีการผลิตผ้าตัวอย่าง

2) เตรียมวัสดุเส้นด้ายและอุปกรณ์ผลิตผ้าตัวอย่าง

3) ทอผ้าตัวอย่างจำนวน 10 โครงสร้างที่โรงงานทอผ้าที่ได้มาตรฐานการผลิต ประกอบด้วย

- ผ้าทอลายขัด 2 โครงสร้าง
- ผ้าทอลายทแยง 5 โครงสร้าง
- ผ้าทอลายต่วน 3 โครงสร้าง

4) ทำการทดสอบในเรื่อง โครงสร้าง (Structure) ของผ้า ประกอบด้วย

- ความหนาแน่นของเส้นด้ายต่อหน่วยความยาว (Yarn Per Inch)
- ความแข็งแรงของเส้นด้าย (Yarn Strength)
- การยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้าย (Yarn Elongation)
- ความหนาของผ้า (Fabric Thickness)
- น้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่ (Fabric Weight)

5) ทำการทดสอบในเรื่อง ความแข็งแรง (Strength) ของผ้าประกอบด้วย

- ความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขาด (Fabric Tearing Strength)

- ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง (Fabric Tensile Strength)
- ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ (Fabric Bursting Strength)

3.2 วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือและสถานที่ผลิตชิ้นงานตัวอย่าง

3.2.1 เส้นด้าย

การเลือกใช้วัสดุเส้นด้ายทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งที่จะใช้ในการทอผ้าตัวอย่างทั้ง 10 โครงสร้างเป็นเส้นด้ายเบอร์เดียวกัน คือ Polyester Textured Yarn ขนาด 150 ดีเนียร์ เป็นเส้นด้ายตามมาตรฐานการผลิตจากบริษัท จงสถิต จำกัด

การเลือกใช้เส้นด้าย Polyester Textured Yarn ขนาด 150 ดีเนียร์ เนื่องจากเป็นเส้นด้ายที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอโดยทั่วไปอย่างแพร่หลาย

3.2.2 เครื่องจักรทอผ้า

การเลือกใช้เครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติชนิด Rigid Rapier ยี่ห้อ Tsudakoma รุ่น R200

3.2.3 สถานที่ผลิตผ้าตัวอย่าง

ที่โรงงานทอผ้าบริษัท พรีเมียร์ เทกซ์ไทล์ อินดัสทรี้ จำกัด เลขที่ 26/2 หมู่ 1 ต.พานทอง อ.พานทอง จ.ชลบุรี

3.3 การผลิตผ้าทอเป็นชิ้นงานตัวอย่าง

3.3.1 ขั้นตอนการเตรียมเส้นด้ายยืนเข้า Beam

เตรียมเส้นด้ายยืนเป็นเส้นด้าย Polyester ขนาด 150 ดีเนียร์ อยู่ในหลอดด้าย (Bobbin) มีจำนวนหลอดด้ายมากเพียงพอใส่ใน Creel ของเส้นด้ายยืน และส่งเข้าเครื่องเตรียมเส้นด้ายยืน (Warp) จนได้ Beam เส้นด้ายยืน ดังแสดงในภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 การเตรียม Beam เส้นด้ายยืน

3.3.2 ขั้นตอนการร้อยฟันหวี

นำ Beam ที่เตรียมเส้นด้ายยืนไปทำการร้อยฟันหวี 128/4 (ร้อยเส้นด้ายช่องละ 4 เส้น) เพื่อเป็นโครงสร้างเส้นด้ายยืนที่ใช้ในการทอผ้าให้หน้าผ้าทอมีความกว้าง 63 นิ้ว ดังแสดงในภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2 การร้อยฟันหวีจากเส้นด้ายยืน

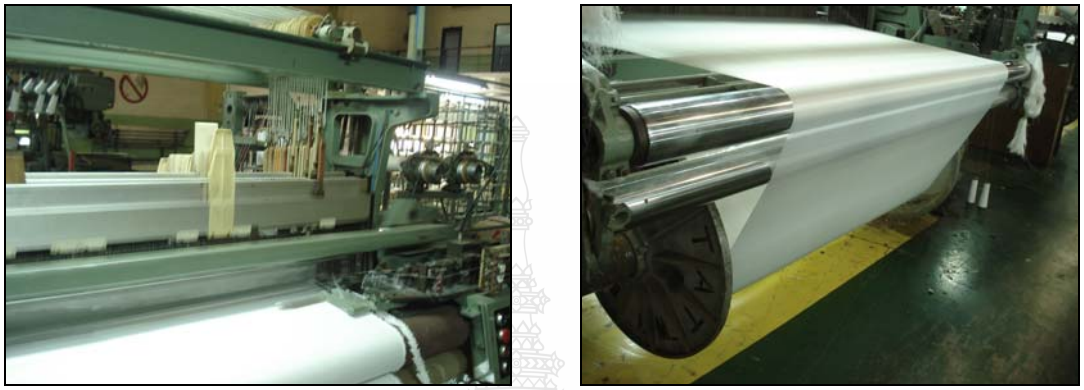
3.3.3 ขั้นตอนกำหนดโครงสร้างผ้าหลักและโครงสร้างดัดแปลง 10 โครงสร้าง

นำ Beam เส้นด้ายยืนไปร้อยตะกอในโครงสร้างผ้า 3 โครงสร้างหลักและโครงสร้างดัดแปลงที่กำหนดใช้การสร้างโครงสร้างผ้าทั้ง 10 โครงสร้าง ด้วยการเจาะแผ่นการ์ดเพื่อให้ระบบ Dobby ทำงานให้ได้โครงสร้างผ้าที่ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3 การกำหนดลายผ้าและโครงสร้าง

3.3.4 ขั้นตอนการทอผ้าผืนตัวอย่าง 10 โครงสร้าง

ใช้เครื่องจักรทอผ้าอัตโนมัติชนิด Rappier Dobby ยี่ห้อ Tsudakoma หมายเลขเครื่อง 76385 ของโรงงานทอผ้าบริษัท พรีเมียร์ เทกซ์ไทล์ อินดัสทรี้ จำกัด เลขที่ 26/2 หมู่ 1 ต.พานทอง อ.พานทอง จ.ชลบุรี ทอผ้าผืนหน้ากว้าง 63 นิ้ว ดังแสดงในภาพที่ 3.4 แล้วนำไปตัดเป็นผืนผ้าตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบตามลักษณะของประเภทการทดสอบชิ้นงานต่อไป



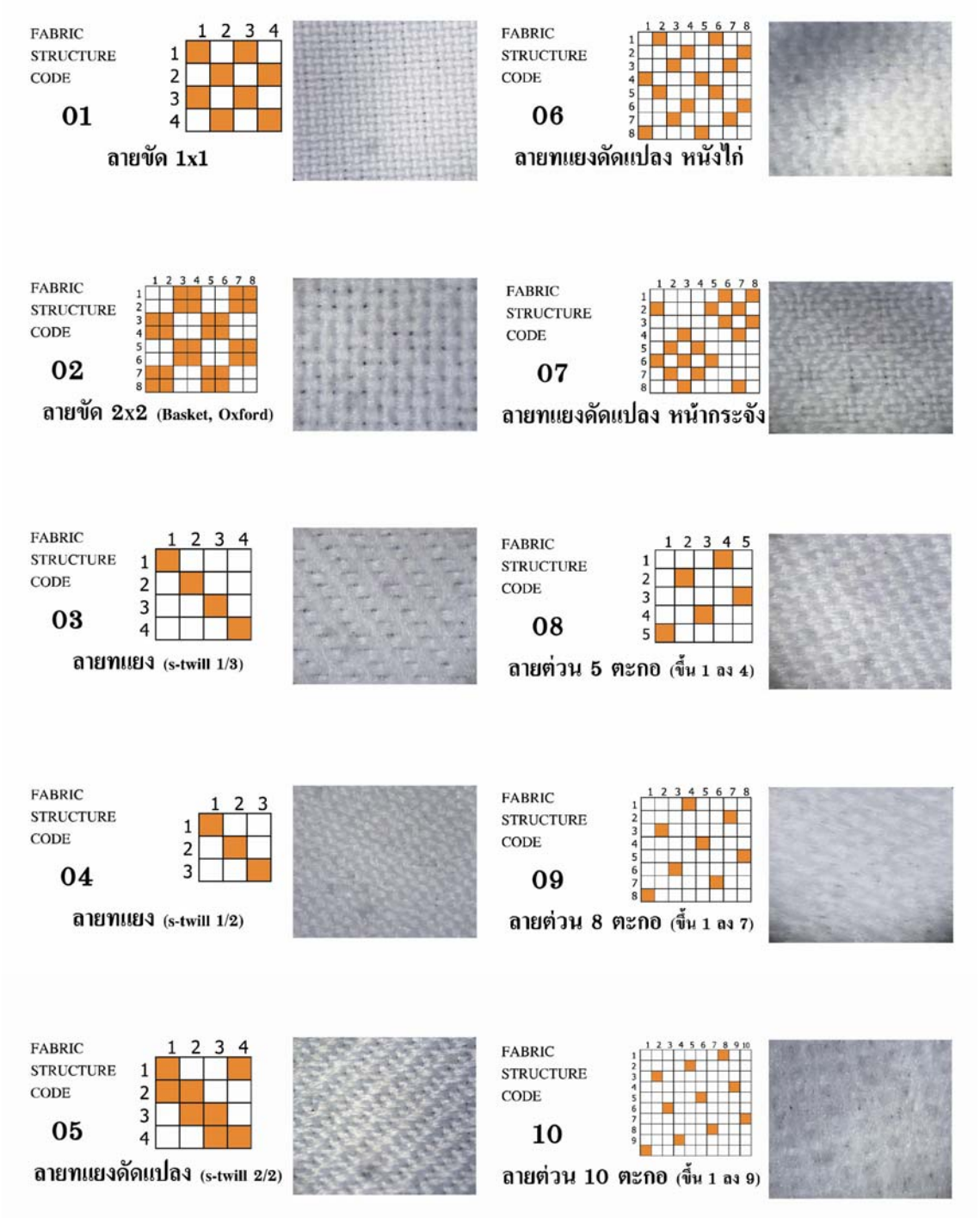
ภาพที่ 3.4 การทอผ้าผืนตัวอย่าง

ในขั้นตอนการทอผ้าเพื่อผลิตผ้าให้ได้ 10 โครงสร้าง เมื่อกำหนดโครงสร้างและร้อยตะกอของแต่ละโครงสร้างที่กำหนดและทำการทอผ้าแล้วเสร็จได้จำนวนผ้าตัวอย่างมีความยาวและโครงสร้างตามต้องการแล้ว

ตัดผ้าในโครงสร้างที่กำหนดไว้ลงจากเครื่องทอผ้าและนำ Beam เส้นยืนเดิมไปร้อยตะกอและเจาะการ์ดกำหนดโครงสร้างใหม่แล้วทำการทอผ้าต่อไปให้ครบทั้ง 10 โครงสร้าง

เมื่อได้ผ้าผืนทั้ง 10 โครงสร้าง มีความยาวตามต้องการแล้วนำผ้ามาตัดเป็นชิ้นงานทดสอบมีขนาดและจำนวนตามประเภทการทดสอบ

ผ้าตัวอย่างที่จะนำมาทดสอบประกอบด้วยโครงสร้างผ้าลายขัดโครงสร้างผ้าลายทแยงโครงสร้างผ้าลายต่วนและโครงสร้างดัดแปลง รวม 10 โครงสร้าง ดังแสดงในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 โครงสร้างผ้า 10 โครงสร้าง

3.4 การทดสอบ

3.4.1 สถานที่ทดสอบชิ้นงานตัวอย่าง

ห้องปฏิบัติการการทดสอบภาควิชาสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ใช้ทดสอบสมบัติกายภาพต่างๆ เพื่อศึกษา เบื้องต้น

บริษัท อินเตอร์เทค เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด เลขที่ 5/1 ซ.เฉลิมสุข เขตจตุจักร กทม.10900 เพื่อทดสอบสมบัติกายภาพต่างๆ ตามมาตรฐาน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลใช้ในการศึกษา

3.4.2 เครื่องมือทดสอบ

1) การทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้าย ใช้เครื่องมือทดสอบ Tensile ยี่ห้อ Tinus Olsen รุ่น H5kt

ภาพที่ 3.6 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้าย

2) การทดสอบการนับจำนวนเส้นด้าย

ภาพที่ 3.7 เครื่องมือทดสอบการนับจำนวนเส้นด้าย

ใช้อุปกรณ์

- แว่นขยายขนาด 1 นิ้ว
- เหล็กปลายแหลมหรือเข็มสำหรับนับเส้นด้าย
- ไม้บรรทัดเหล็กความยาว 30 เซนติเมตร

3) การทดสอบความหนาของผ้า ใช้เครื่อง Thickness Tester ยี่ห้อ Mitutoyo รุ่น Id-S1012

ภาพที่ 3.8 เครื่องมือทดสอบความหนาของผ้า

4) การทดสอบน้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่ ใช้เครื่องชั่งน้ำหนักยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น Ab 104s และใช้เครื่องตัดผ้า (Die Cutter) ยี่ห้อ James H Heals

ภาพที่ 3.9 เครื่องมือทดสอบน้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่

5) การทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า ใช้เครื่องทดสอบ Tensile ยี่ห้อ Tinus Olsen รุ่น H5kt

ภาพที่ 3.10 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า

6) การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง ใช้เครื่องทดสอบ Tensile ยี่ห้อ Tinus Olsen รุ่น H5kt

ภาพที่ 3.11 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง

7) การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ ใช้เครื่องทดสอบ ยี่ห้อ Mullen ModelA

ภาพที่ 3.12 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ

3.4.3 วิธีทดสอบ มาตรฐานและขั้นตอน

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ต้องการผลการทดสอบสมบัติผ้าต่างๆ ที่มีผลของการทดสอบด้วยวิธีการที่ได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับ จึงได้ส่งตัวอย่างผ้าทุกโครงสร้างไปทำการทดสอบเพื่อหาข้อมูลที่ถูกต้องและยอมรับ โดยสถาบันการทดสอบสิ่งทอที่ได้มาตรฐาน คือบริษัท อินเตอร์เทค เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด เลขที่ 5/1 ซ.เฉลิมสุข เขตจตุจักร กทม.10900

ขั้นตอนและวิธีการทดสอบ [11] ต่างๆ ดังอธิบายต่อไปนี้เป็นวิธีการทดสอบที่คัดลอกมาจากเอกสารการสอนการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุสิ่งทอ เพื่อเป็นองค์ความรู้ในเรื่องวิธีการทดสอบสิ่งทอ

1) การทดสอบจำนวนเส้นด้ายต่อหน่วยความยาวผ้า ตามมาตรฐาน Astm D3775 – 08

ภาพที่ 3.13 เครื่องมือทดสอบจำนวนเส้นด้ายต่อหน่วยความยาวผ้า

1.1) หลักการจำนวนเส้นด้ายยืนต่อหน่วยความยาวและจำนวนเส้นด้ายพุ่งต่อหน่วยความยาว ทดสอบโดยใช้เครื่องนับจำนวนเส้นด้ายที่มีกำลังขยายหรือเลาะเส้นด้ายจากผ้า

1.2) เครื่องมือและอุปกรณ์ ใช้อุปกรณ์การนับที่เหมาะสม เช่น แว่นขยาย, ไม้บรรทัด และ เข็มชี้

1.3) ขั้นตอนการทดสอบ นำชิ้นทดสอบปรับสภาวะ Condition ที่อุณหภูมิ 21 ± 1 °C ความชื้น 65 ± 2 % เป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งชิ้นทดสอบอยู่ในสภาวะสมดุล

1.4) ลักษณะทั่วไป

- สำหรับผ้ากว้าง 1000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว) หรือมากกว่า ให้ทดสอบโดยห่างจากริมผ้า 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) หรือห่างจากปลายม้วนผ้าแต่ละด้าน 0.5 เมตร (0.5 หลา) ยกเว้นผ้าที่กว้างน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว)

- สำหรับผ้ากว้างน้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร (40 นิ้ว)และมากกว่า 125 มิลลิเมตร (5 นิ้ว) ให้ทดสอบโดยห่างจากริมผ้า 1/10 ของความกว้างหน้าผ้า

- สำหรับผ้ากว้างน้อยกว่า 125 มิลลิเมตร (5 นิ้ว) ให้นับจำนวนเส้นด้ายทั้งหมดของเส้นด้ายยืนตามความกว้าง รวมริมผ้าด้วย และหารด้วยระยะความกว้างที่ตำแหน่งทดสอบ สำหรับแนวพุ่งให้สุ่มนับตามแนวยาว

- นับจำนวนเส้นด้ายยืนและพุ่ง อย่างละ 5 ค่า โดยสุ่มตามแนวทแยงมุมของความกว้าง

กรณีที่เส้นด้าย 2 เส้นถูกวางประกบกันหรือขนานกัน ให้ทำการนับเส้นด้ายโดยแยกออกจากกันเป็น 1 เส้น โดยไม่ต้องคำนึงว่าเป็นเส้นด้ายเดี่ยวหรือควบ

- สำหรับผ้า Fancy ระยะที่ใช้ในการนับจำนวนเส้นด้ายอย่างน้อยต้องเต็ม Pattern ของลายซ้ำ

- ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของทั้ง 5 ค่า ไม่ควรเกิน 5%

1.5) สำหรับผ้าที่มีจำนวนเส้นด้ายต่อนิ้วน้อยกว่า 25 เส้น ให้นับจำนวนเส้นด้ายยืนและพุ่งตามความกว้างและความยาว มากกว่า 75 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) โดยสุ่ม

1.6) สำหรับผ้าที่มีจำนวนเส้นด้ายต่อนิ้วมากกว่า 25 เส้น ให้นับจำนวนเส้นด้ายยืนและพุ่งตามความกว้างและความยาว มากกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) โดยสุ่ม

1.7) การเลาะนับ สำหรับผ้าที่ไม่สามารถเห็นเส้นด้ายแยกกันอย่างชัดเจนให้ทดสอบโดยวิธีเลาะนับ ซึ่งมี 2 วิธี

วิธีที่ 1 เลาะเส้นด้ายตามแนวขนานที่นับที่ระยะ 25 มิลิเมตร (1 นิ้ว) ยกตัวอย่างเช่น ตัดชิ้นทดสอบออกจากผ้ากว้างประมาณ 35 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) จากนั้นเลาะเส้นด้ายให้เหลือ 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และเลาะนับในแต่ละด้าน

วิธีที่ 2_ ตัดผ้าเป็นเส้นตรงตามแนวที่นับ วางไม้บรรทัดบนผ้าที่ตัด ทำสัญลักษณ์ยาว 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) จากนั้นนับเส้นด้ายที่ยื่นออกมาระหว่างที่ทำสัญลักษณ์ ถ้าเป็นไปได้ให้เลาะนับ

1.8) การคำนวณ

- คำนวณค่าเฉลี่ยของจำนวนเส้นด้ายทั้งแนวยืนและแนวพุ่ง
- คำนวณจำนวนเส้นด้ายต่อพื้นที่ (Thread Count) โดยนำจำนวนเส้นด้ายในแนวยืนและพุ่งบวกกัน

2) การทดสอบความหนาบางของผ้า (Fabric Thickness Test)

ภาพที่ 3.14 เครื่องมือทดสอบความหนาบางของผ้า

2.1) จุดประสงค์ เพื่อทำการทดสอบความหนาของผ้าตามมาตรฐานที่ใช้ Astm D3775-039

2.2) อุปกรณ์ที่ใช้

- เครื่องทดสอบความหนาของผ้า (Thickness Tester) มีความละเอียด 0.01 Mm
- นาฬิกาจับเวลา

2.3) วิธีทดสอบ

- นำชิ้นทดสอบปรับสภาวะ Condition ที่อุณหภูมิ 21 ± 1 °C ความชื้น 65 ± 2 % เป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งชิ้นทดสอบอยู่ในสภาวะสมดุล
- ทำความสะอาดแป้นวัดความหนาตรวจดูว่าเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระหรือไม่

- ทำความสะอาดบนฐานเครื่องทดสอบความหนาของผ้า
- ปรับสเกลการวัดให้อยู่ที่เลขศูนย์
- วางชิ้นผ้าทดสอบบนฐานเครื่องทดสอบโดยต้องให้บริเวณที่จะทำการทดสอบเรียบร้อย มากที่สุด เพราะถ้ามีรอยยับจะทำให้ได้ผลที่ผิดพลาด
- ค่อย ๆ กดแป้นวัดความหนาให้กดทับบนผ้าใช้เวลา 30 วินาที ใช้แรงกด 1 Kpa
- บันทึกค่าความหนาที่วัดได้ มีความละเอียด 0.01 Mm
- ทำการวัดความหนาของผ้าทั้งหมด 10 จุด โดยไม่ให้ซ้ำที่เดิม
- นำค่าทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย

3) การทดสอบน้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่ (Fabric Weight Per Unit Area Test) ตามมาตรฐาน Astm D 3776-07 Option C

ภาพที่ 3.15 เครื่องมือทดสอบน้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่

3.1) หลักการ

น้ำหนักของผ้าคำนวณจากน้ำหนักของชิ้นทดสอบที่ทราบความกว้างและความยาวจากการวัด

3.2) เครื่องมือและอุปกรณ์

- เครื่องชั่งน้ำหนัก มีความสามารถในการชั่งชิ้นทดสอบ (Sensitivity) ± 1 % ของน้ำหนักของชิ้นทดสอบ
- อุปกรณ์ตัดผ้า ตัดเป็นวงกลมหรือสี่เหลี่ยม โดยมีพื้นที่อย่างน้อย 130 Cm^2 หรือ 20 In^2

3.3) ขั้นตอนการทดสอบ

- นำชิ้นทดสอบ Condition ที่อุณหภูมิ 21 ± 1 °C ความชื้น 65 ± 2 % เป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งชิ้นทดสอบอยู่ในสภาวะสมดุล

- ตัดชิ้นทดสอบจากผ้าขนาดพื้นที่อย่างน้อย 130 Cm^2 หรือ 20 $In.^2$ หรือ ใช้อุปกรณ์ตัดชิ้นทดสอบที่มีขนาดเล็กกว่าแต่ให้มีพื้นที่โดยรวมอย่างน้อย130 Cm^2 หรือ 20 $In.^2$

- ตัดชิ้นทดสอบห่างจากริมผ้า 1/10 ของความกว้างหน้าผ้า

- นำชิ้นทดสอบ ชั่งที่เครื่องชั่งน้ำหนัก ที่มีความสามารถในการชั่งชิ้นทดสอบ (Sensitivity) ± 1 % ของน้ำหนักของชิ้นทดสอบ บันทึกผล

3.4) การคำนวณน้ำหนักต่อพื้นที่จากสูตร

$$G/M = 10^3 Gw/L_s W_s$$

โดยที่ G คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นกรัม

W คือ ความกว้างของผ้า หน่วยเป็นมิลลิเมตร

L_s คือ ความยาวของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

W_s คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นมิลลิเมตร

4) การทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า (Tearing Strength Test) ตามมาตรฐาน (Astm D 2261-20020)

ภาพที่ 3.16 เครื่องมือทดสอบน้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่

4.1) อุปกรณ์ที่ใช้

- เครื่องทดสอบ Tearing Strength Tester

- ที่จับยึด (Clamps) ที่มีผิวส่วนที่เป็นปากจับ (Jaws) แบบราบขนานกัน และสามารถ ยึดชิ้นทดสอบได้แน่นไม่เลื่อนหลุดขณะทดสอบ และมีขนาด 25 mm X75 cm จำนวน 2 คู่

- แบบตัด 75 X 200 mm

- กรรไกร

4.2) วิธีทดสอบ

- นำชิ้นทดสอบปรับสภาวะ Condition ที่อุณหภูมิ 21 ± 1 °C ความชื้น 65 ± 2 % เป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งชิ้นทดสอบอยู่ในสภาวะสมดุล

- นำแบบตัดขาด 75 X 200 mm วางบนผ้าแล้วใช้ปากกาขีดตามรอยขอบของแบบตัดทั้งด้านด้ายยืนและด้ายพุ่งด้านละ 5 ชิ้นพร้อมทำเครื่องหมายลูกศรตามแนวเส้นด้ายยืน

- ตัดกึ่งกลางด้านสั้นด้านหนึ่งของชิ้นทดสอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทำให้อยู่ในรูปทรงคล้ายขากางเกง

- ตั้งระยะห่างระหว่าง Jaws ตัวบนและตัวล่าง (Guage Length) ห่างกัน 75 mm

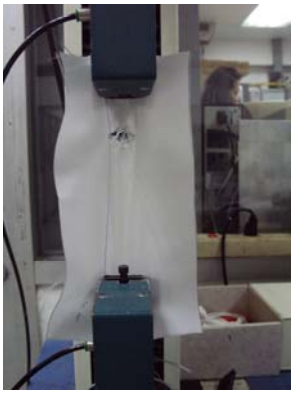
- ใช้ที่ตัวหนีบยึดของเครื่องทดสอบแรงดึง จับที่ปลายทั้งสองของชิ้นทดสอบที่ตัดแล้วให้อยู่ในแนวตรง

- ดึงชิ้นทดสอบให้ฉีกขาดตามแนวที่ตัด ด้วยอัตราเร็วคงที่ 50 mm/min

- บันทึกค่าแรงฉีกขาดที่ทำให้ชิ้นทดสอบขาดต่อจากรอยตัดตั้งต้นเป็นระยะทางที่กำหนด คำนวณค่าแรงฉีกขาดจากพีคจากค่าเฉลี่ยของแรงฉีกขาดสูงสุด 5 ค่า (5 High Peaks)

- ทำการทดสอบตามข้อ 6-8 จนครบทุกชิ้นทดสอบ ทั้งด้านด้ายยืนและด้านด้ายพุ่งแล้วบันทึกผลที่ได้

5) การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงและการยืดตัวก่อนขาดของผ้า (Tensile Strength and Elongation at Break Test) ตามมาตรฐาน Astm D5034-2008



ภาพที่ 3.17 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงและการยืดตัวก่อนขาดของผ้า

5.1) แกรบ (Grab) หมายถึง การทดสอบความต้านทานแรงดึงของผ้าตามสภาพการใช้งานของผ้าซึ่งในที่นี้หมายถึง แรงต้านทานของเส้นด้ายในความกว้างที่กำหนดรวมถึงแรงต้านทานเสริมจากเส้นด้ายข้างเคียงทั้งนี้ชิ้นผ้าจะถูกยึดไว้กับ ปากจับ (Jaw) ทั้งด้านบนและด้านล่าง เมื่อมีแรงดึงผ้าจะถูกยืดตัวออกจนขาด แรงที่ใช้ดึงให้ชิ้นทดสอบขาด เรียกว่า แรงดึงขาด (Breaking Load) และความยาวที่เพิ่มขึ้นขณะที่ชิ้นทดสอบขาด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของความยาวเดิม เรียกว่า การยืดตัวขณะขาด (Breaking Extension Or Elongation At Break)

5.2) อุปกรณ์ที่ใช้

- เครื่องทดสอบแรงดึงชนิดอัตราการยืดตัวคงที่ (Constant-Rate Of Extension Type, C.R.E.)
- ที่จับยึด (Clamps) ที่มีผิวส่วนที่เป็นปากจับ (Jaws) แบบราบขนานกันและสามารถ ยึดชิ้นทดสอบได้แน่นไม่เลื่อนหลุดขณะทดสอบและมีขนาดด้านหน้า 25 mm X 25 mm และด้านหลัง 25 mm X 75 mm จำนวน 2 คู่

5.3) การเตรียมตัวอย่างทดสอบ

- นำชิ้นทดสอบปรับสภาวะ Condition ที่อุณหภูมิ 21 ± 1 °C ความชื้น 65 ± 2 % เป็นเวลาอย่างน้อย 4 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งชิ้นทดสอบอยู่ในสภาวะสมดุล
- ตัดชิ้นทดสอบขนาด 10 Cm X 20 Cm พร้อมทั้งทำเครื่องหมายลูกศรตามแนวเส้นด้ายยืน
- ตัดชิ้นทดสอบทางด้านด้ายยืน และทางด้ายพุ่งด้านด้านละ 10 ชิ้น

5.4) วิธีทดสอบ

- ทำการวัดความหนาบางของผ้าเป็นมิลลิเมตรเพื่อใช้ในการปรับตั้งในโปรแกรมของเครื่องทดสอบเลือกขนาดของ Load Cell ให้เหมาะสมกับผ้าที่จะทำการทดสอบ

- ตั้งระยะห่างระหว่าง Jaws ตัวบนและตัวล่าง (Gauge Length) ห่างกันเป็นระยะ 75 mm

- ทำการตั้งเครื่องให้ได้ความเร็วในการดึงตัวอย่างทดสอบที่ 300 mm/ min

- ปรับตั้งเครื่องทดสอบแรงดึงให้อยู่ที่ตำแหน่งศูนย์ พร้อมที่จะทำการทดสอบ

- ยึดชิ้นทดสอบด้วยปากจับและต้องใช้ชิ้นทดสอบอยู่ในแนวกึ่งกลางระหว่างขอบด้านในของปากจับทั้งสองด้าน ทำการยึดชิ้นทดสอบให้แน่น โดยชิ้นทดสอบจะต้องมีความตึงสม่ำเสมอตลอดแนว (ในการใส่ชิ้นทดสอบจะต้องไม่มีแรงดึงมาเกี่ยวข้อง)

- เปิดเครื่องทดสอบแรงดึงทำการดึงชิ้นทดสอบ เครื่องจะทำการดึงชิ้นทดสอบไปเรื่อย ๆ จนชิ้นทดสอบขาด บันทึกค่าแรงดึงที่ทำให้ผ้าขาดและค่าการยืดตัวก่อนขาดลงในตารางบันทึกผลการทดสอบ

- ทำการทดสอบชิ้นทดสอบชิ้นอื่นต่อไปจนครบทั้งหมด ตามข้อ 6 ถึง 8 ตามลำดับ

6) การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ (Fabric Bursting Strength Test) ตามมาตรฐาน Astm D 3786-2006

ภาพที่ 3.18 เครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ

6.1) หลักการ วางชิ้นทดสอบบนเครื่องทดสอบและใช้วงแหวนยึดชิ้นทดสอบให้แน่น แรงดันจะกระทำที่แผ่นไดอะแฟรม โดยเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ทำให้แผ่นไดอะแฟรมและชิ้นทดสอบขยายขึ้นจนชิ้นทดสอบขาด

6.2) เครื่องมือและอุปกรณ์

- เครื่องทดสอบแรงดันโป่งทะลุ (Bursting Strength) ประกอบด้าย
- แผ่นไดอะแฟรม

6.3) การเตรียมตัวอย่าง เตรียมชิ้นทดสอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 125 X 125 ตาราง มิลลิเมตร หรือรูปวงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 125 มิลลิเมตร จำนวน 10 ชิ้น ไม่ซ้ำแนวเส้นด้ายยืนและพุ่ง และห่างจากริมผ้า 1/10 ของความกว้างหน้าผ้า

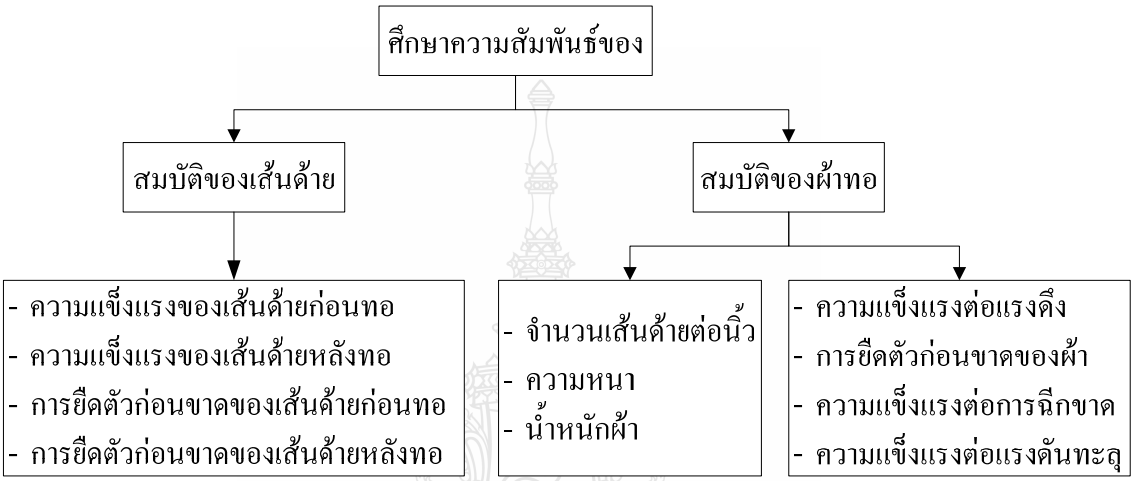
6.4) ขั้นตอนการทดสอบ

- นำผ้าทดสอบ Condition ที่อุณหภูมิ 21 ± 1 °C ความชื้น 65 ± 2 % อย่างน้อย 4 ชั่วโมง
- ปรับสวิตซ์เครื่องทดสอบไปตำแหน่ง On นำชิ้นทดสอบวาง ใน Clamp เหนือแผ่น Diaphragmให้เรียบ ใช้มือซ้ายบังคับคานกดบังคับให้ Clamp กดทับชิ้นทดสอบให้แน่น
- ตั้งเข็มที่หน้าปัดที่ตำแหน่งศูนย์
- ใช้มือขวาเลื่อนแกนบังคับของเครื่องไปที่ตำแหน่ง Start จะสังเกตเห็นว่ามีแรงดันเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ทำให้แผ่น Diaphragm และชิ้นทดสอบ พองตัวสูงขึ้น จนกระทั่งผ้าขาด
- ใช้มือขวาบังคับแกนบังคับของเครื่องมาตำแหน่งตรงกลาง เลื่อนแกนบังคับของเครื่องมายังตำแหน่ง Reverse
- บันทึกความต้านทานแรงดันทั้งหมด และบันทึกความต้านทานแรงดันของแผ่นไดอะแฟรม
- ทำการทดสอบซ้ำกับชิ้นทดสอบ 9 ชิ้นที่เหลือ_คำนวณค่า Bursting Strength

Bursting Strength = ความต้านทานแรงดันทั้งหมด – ความต้านทานแรงดันของแผ่นไดอะแฟรม

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล

จากผลทดสอบที่ได้จากผ้าตัวอย่างทั้ง 10 โครงสร้าง นำมาวิเคราะห์ข้อมูลหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ดังแผนภูมิการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบที่แสดงนี้



4.1 ผลการศึกษาสมบัติของเส้นด้ายก่อนทอผ้าตัวอย่าง

ในงานวิจัยนี้ใช้เส้นด้ายทั้งเส้นยืนและเส้นพุ่งชนิดเดียวกัน เป็นเส้นด้าย Polyester textured yarn 150 denier ผลิตจากโรงงานบริษัท จงสถิต จำกัด

นำเส้นด้ายก่อนทอส่งทดสอบหาข้อมูลเส้นด้ายที่ บริษัท อินเตอร์เทค เทสติ้ง เซอร์วิสเซส (ประเทศไทย) จำกัด มีรายละเอียดข้อมูลของเส้นด้าย แสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ข

4.1.2 ผลการทดสอบความแข็งแรงและการยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายก่อนทอผ้าตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 การทดสอบความแข็งแรงและการยืดตัวก่อนขาด ของเส้นด้ายก่อนทอผ้า

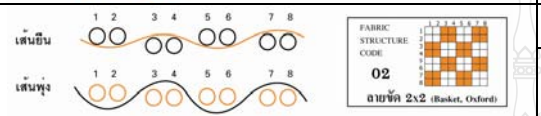
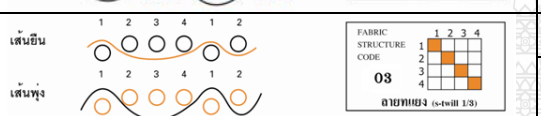
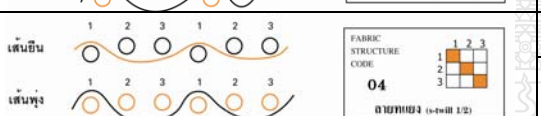
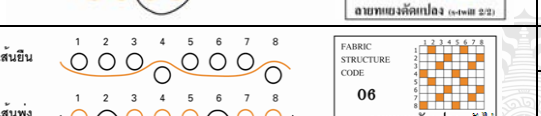
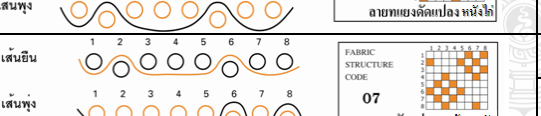
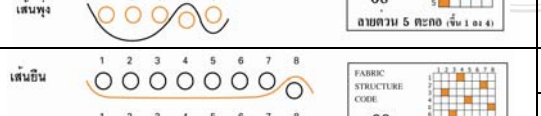
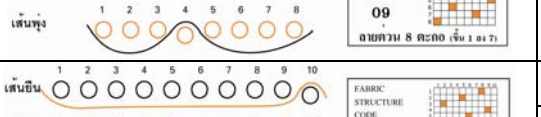
เส้นด้ายทดสอบ	Yarn strength			Elongation at Break		
	Average N	S.D.	C.V. %	Average %	S.D.	C.V.%
Polyester textured yarn 150 denier	6.4793	0.104122	1.60699	19.91	0.695	3.881

4.2 ผลการศึกษาสมบัติของเส้นด้ายหลังทอ จากผืนผ้าตัวอย่าง 10 โครงสร้าง

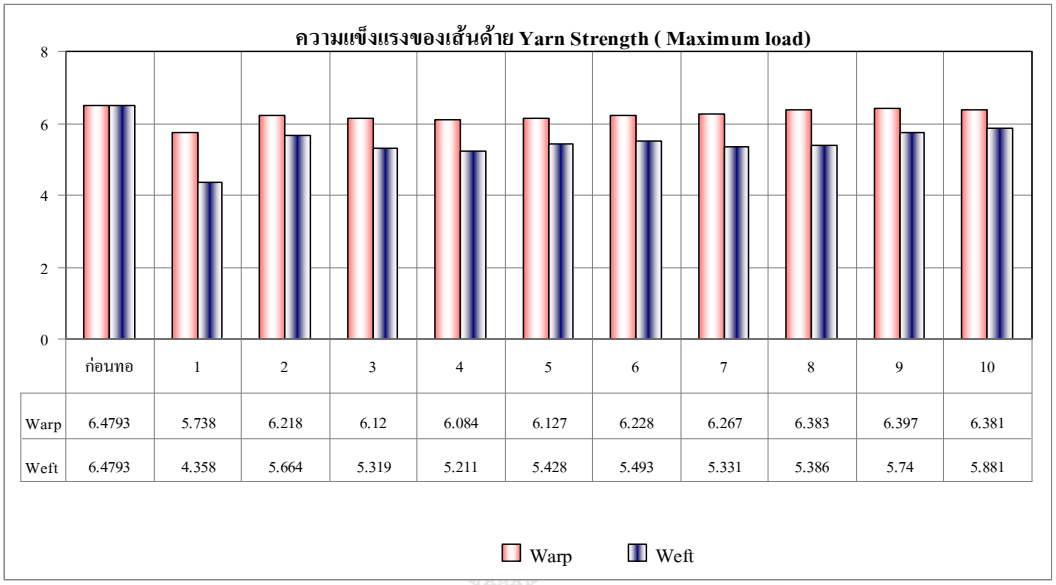
4.2.1 การทดสอบความแข็งแรงและการยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้าย (Yarn Strength Test)

การศึกษาความแข็งแรงของเส้นด้ายหลังทอ จากผืนผ้าตัวอย่าง 10 โครงสร้าง สรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.2 การทดสอบความแข็งแรงและการยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายที่เลาะจากผืนผ้า

โครงสร้างผ้า		Breaking Strength (N)			Elongation at Break (%)		
		Average (N)	S.D.	C.V. (%)	Average (%)	S.D.	C.V. (%)
	Warp	5.738	0.1327	2.3132	18.144	0.6148	3.3886
	Weft	4.358	0.1391	3.1938	14.631	0.4472	3.0566
	Warp	6.218	0.0658	1.0581	23.811	0.8651	3.6334
	Weft	5.664	0.1754	3.0976	16.091	0.5515	3.4275
	Warp	6.120	0.1319	2.1554	22.896	0.6475	2.8284
	Weft	5.319	0.1399	2.6312	17.794	0.8354	4.6951
	Warp	6.084	0.1786	2.9364	22.346	0.9039	4.0451
	Weft	5.211	0.1577	3.0280	17.450	0.8425	4.8281
	Warp	6.127	0.1383	2.2577	22.566	0.8073	3.5775
	Weft	5.428	0.1698	3.1298	17.659	0.7657	4.3361
	Warp	6.228	0.0787	1.2638	22.728	1.0211	4.4929
	Weft	5.493	0.2016	3.6712	17.945	0.6721	3.7458
	Warp	6.267	0.1522	2.4282	22.999	1.0752	4.6751
	Weft	5.331	0.1102	2.0689	17.557	0.7547	4.2990
	Warp	6.383	0.1291	2.0228	23.566	1.0089	4.2813
	Weft	5.386	0.1291	2.3972	18.120	0.7062	3.8974
	Warp	6.397	0.0785	1.2266	24.824	0.9383	3.7800
	Weft	5.740	0.2144	3.7365	18.980	0.7797	4.1081
	Warp	6.381	0.1290	2.0211	27.794	0.9475	3.8214
	Weft	5.881	0.1638	2.7864	18.963	0.8561	4.5148

ความสัมพันธ์ของความแข็งแรงของเส้นด้าย ทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งจากผ้าทั้ง 10 โครงสร้าง



	ก่อนทอ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Warp	6.4793	5.738	6.218	6.12	6.084	6.127	6.228	6.267	6.383	6.397	6.381
Weft	6.4793	4.358	5.664	5.319	5.211	5.428	5.493	5.331	5.386	5.74	5.881

ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของความแข็งแรงของเส้นด้าย

ผลการทดสอบพบว่าความแข็งแรงของเส้นด้ายยืนของโครงสร้างผ้าต่างๆ แตกต่างกันเล็กน้อยในขณะที่ผ้าลายขัดมีความแข็งแรงน้อยกว่าผ้าลายอื่น

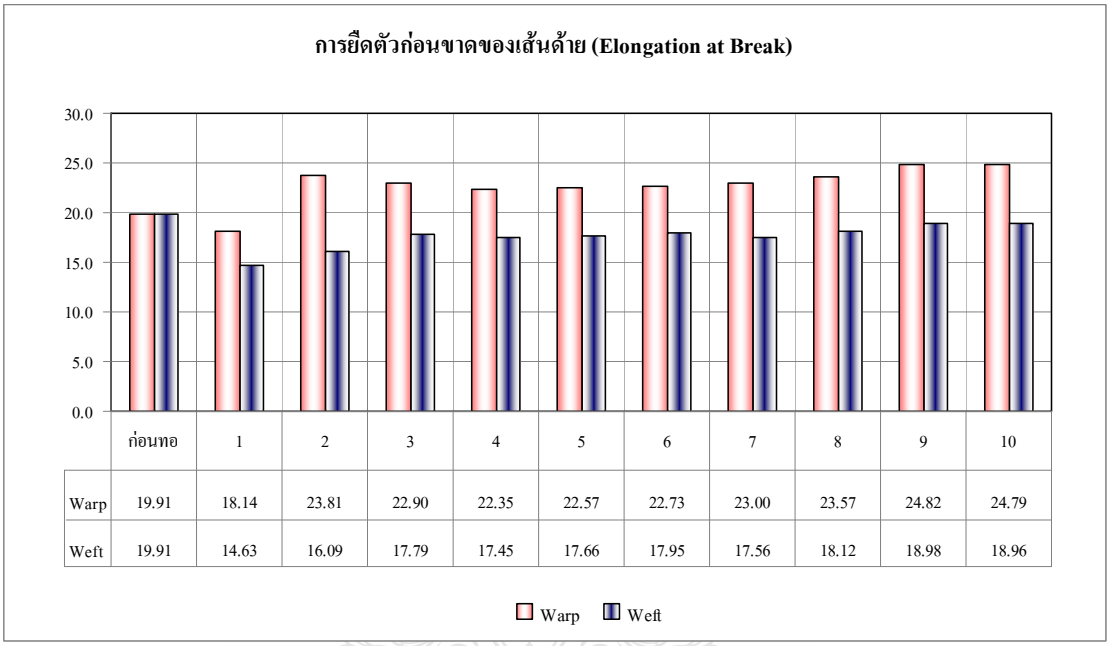
ความแข็งแรงของเส้นด้ายพุ่งผ้าลายขัดมีความแข็งแรงลดลงมากกว่าผ้าลายอื่นๆ ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าเส้นด้ายยืนของผ้าลายขัดถูกขัดสานแน่นกว่าลายอื่นๆ ทำให้มีการงอของเส้นด้าย (Crimp) มากกว่า ความแข็งแรงจึงลดลงมากกว่า ดังได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.2.9 ในขณะที่โครงสร้างอื่นๆ เช่น ผ้าลายต่วนมีการสานที่แน่นน้อยกว่าเส้นด้ายถูกหักงอน้อยกว่า เส้นด้ายยืนของผ้าลายต่วนจึงแข็งแรงกว่า แต่ก็ไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากการทอผ้าตัวอย่างใช้เส้นด้ายยืนในบีมเดียวกัน จึงมีความตึงของเส้นด้ายยืนใกล้เคียงกัน

ในขณะทอผ้าเส้นด้ายยืนมีความตึงมาก ในการสอดเส้นด้ายพุ่งไปในระหว่างเส้นด้ายยืน เส้นด้ายพุ่งถูกกดให้เกิดการหักงอมากกว่าเส้นด้ายพุ่งความแข็งแรงจึงลดลงมากกว่า ซึ่งจะเห็นได้ชัดในผ้าทอลายขัดโครงสร้างที่ 1 ซึ่งขัดสานแน่นกว่าผ้าทอลายอื่นส่งผลให้ความแข็งแรงของเส้นด้ายพุ่งลดลงมากกว่า ส่วนโครงสร้างลายต่วน (9, 10) ซึ่งมีความแน่นของการขัดสานน้อยและเส้นด้ายลอยข้ามหลายเส้นจึงความแข็งแรงลดลงน้อยกว่า

จึงเห็นได้ว่าผ้าทอลายขัด (1) เป็นลายขัดผ้าแน่น การขัดตัวของเส้นด้ายมีมากทำให้ความแข็งแรงของเส้นด้ายลดลง ทั้งพุ่งและยืน เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าลายอื่นๆ สังเกตุเส้นด้ายพุ่งจะแข็งแรง

น้อยกว่าเส้นด้ายยืนในทุกๆ ลายผ้า เช่นเดียวกับการยืดตัวและความเข็งแรงของการยืดตัวก่อนขาดกับความแข็งแรงทั้งหมดจะเกิดขึ้นที่เส้นด้ายพุ่ง ซึ่งมี Crimp สูงกว่า

ความสัมพันธ์ของการยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายยืนและยืนเส้นด้ายพุ่ง จากผ้าทั้ง 10 โครงสร้าง



	ก่อนทอ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Warp	19.91	18.14	23.81	22.90	22.35	22.57	22.73	23.00	23.57	24.82	24.79
Weft	19.91	14.63	16.09	17.79	17.45	17.66	17.95	17.56	18.12	18.98	18.96

ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ของการยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายยืนและยืนเส้นพุ่ง

ผลการทดสอบพบว่าการยืดตัวก่อนขาดแนวด้ายยืนของลายขัด (1) ไม่เปลี่ยนแปลงในขณะที่การยืดตัวก่อนขาดแนวด้ายยืนของลายอื่น 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 จึงเพิ่มขึ้น

การยืดตัวก่อนขาดแนวด้ายพุ่งของลายขัด (1) ลดลง ในขณะที่การยืดตัวก่อนขาดแนวด้ายพุ่งของลายอื่นๆ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 จึงเพิ่มขึ้น

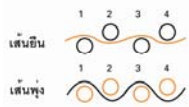
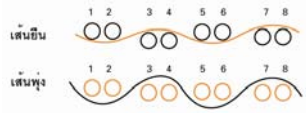
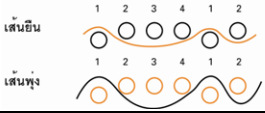
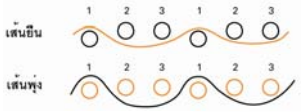
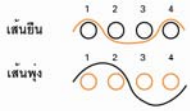
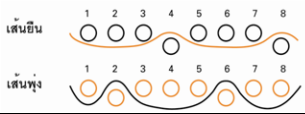
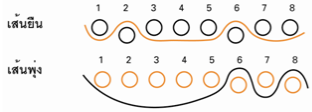
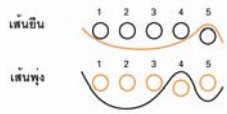
ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าพบว่าเส้นด้ายที่ทอจากผ้าทั้ง 10 โครงสร้างมีผลการยืดตัวที่จุดขาดแตกต่างกัน การยืดตัวของเส้นด้ายยืนจากผ้าทุกโครงสร้างสูงกว่าเส้นด้ายก่อนทอ (17.91 %) อาจเป็นไปได้ว่าการยืดตัวก่อนขาดที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากความโค้งงอของเส้นด้ายเพิ่มขึ้นจากการขัดของเส้นด้ายในผ้า ทำให้การยืดตัวได้มาก และพบว่าเส้นด้ายยืนจากผ้าลายต่วน 8 และ10 ตะกอ (ผ้าตัวอย่างชั้นที่ 9 และ 10) มีผลการยืดตัวที่จุดขาดสูงกว่าโครงสร้างอื่นๆ ในขณะที่ผ้าทอลายขัดมีผลการยืดตัวที่จุดขาดน้อยที่สุด

ส่วนการยืดตัวก่อนขาดในแนวเส้นด้ายพุ่งในเกือบทุกโครงสร้างเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ยกเว้นโครงสร้างลายขัดที่การยืดตัวของเส้นด้ายก่อนขาดลดลง อาจเนื่องมาจากในโครงสร้างลายขัดมีโครงสร้างที่แน่นทำให้เส้นด้ายมีความตึง (ความเครียด) มากกว่าโครงสร้างอื่น และมีความงอ (Crimp) ของเส้นด้ายมากกว่า ทำให้เส้นด้ายยืดตัวไปส่วนหนึ่งแล้วจึงมีความอ่อนแอการยืดตัวที่จุดขาดลดลง

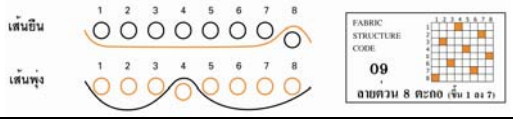
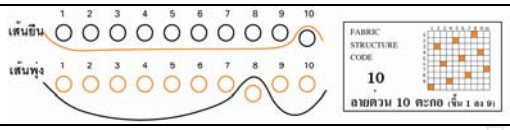
ทั้งนี้จะเห็นว่าเส้นด้ายพุ่งขณะที่พุ่งใส่เข้าไปขัดสานในโครงสร้างจะมีการยืดตัวไปแล้วส่วนหนึ่ง จึงทำให้ยืดตัวได้น้อยกว่าเส้นด้ายยืน ดังนั้นเส้นด้ายของผ้าลายขัดจึงมีการยืดตัวได้น้อยเมื่อเทียบกับผ้าลายต่วน เพราะผ้าลายขัดเส้นด้ายมีการยืดตัวขณะทอมากกว่าเนื่องจากมีความงอ Crimp มาก

4.2.2 การทดสอบจำนวนเส้นด้ายจากผืนผ้าตัวอย่าง

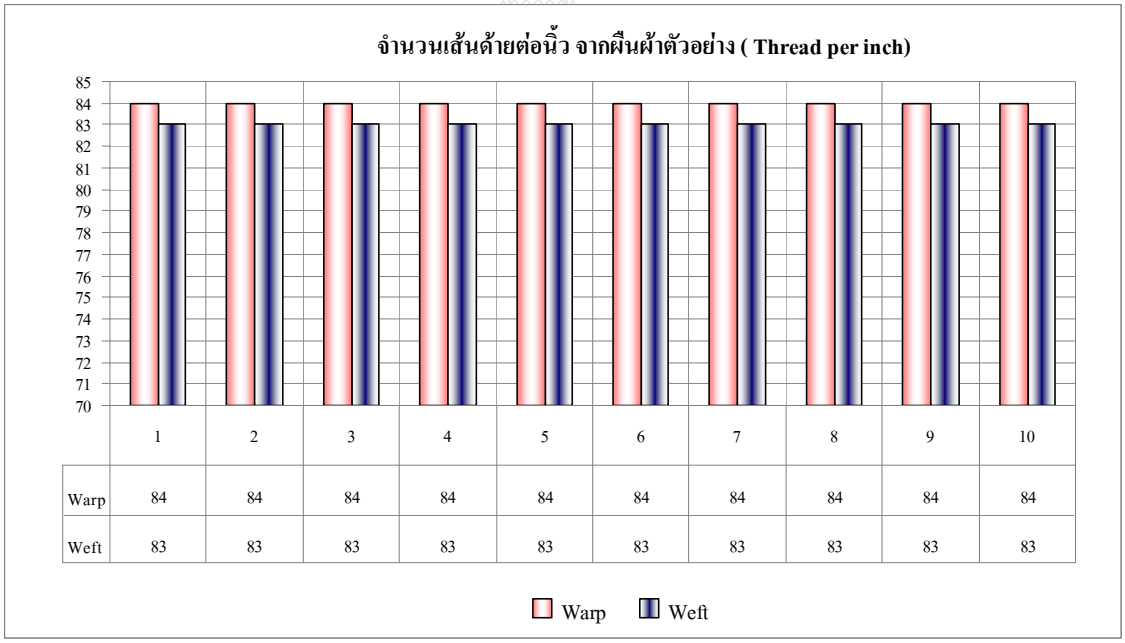
ตารางที่ 4.3 การทดสอบความถี่เส้นด้ายยืนต่อนิ้ว

โครงสร้างผ้าที่		Average Thread / inch	S.D.	C.V. %
	Warp	84	0.8165	0.972
	Weft	83	0.8165	0.9837
	Warp	84	0.8756	1.0411
	Weft	83	0.8756	1.0562
	Warp	84	0.8165	0.972
	Weft	83	0.8756	1.0537
	Warp	84	0.7888	0.9368
	Weft	83	0.8165	0.9837
	Warp	84	0.8756	1.0411
	Weft	83	0.8756	1.0562
	Warp	84	0.8165	0.972
	Weft	83	0.8756	1.0562
	Warp	84	0.8165	0.972
	Weft	83	0.8756	1.0562
	Warp	84	0.7888	0.9368
	Weft	83	0.8165	0.9837

ตารางที่ 4.3 การทดสอบความถี่เส้นด้ายยืนต่อนิ้ว (ต่อ)

โครงสร้างผ้าที่		Average Thread / inch	S.D.	C.V. %
	Warp	84	0.8756	1.0411
	Weft	83	0.8165	0.9837
	Warp	84	0.8756	1.0411
	Weft	83	0.8756	1.0562

ความสัมพันธ์ของจำนวนเส้นด้ายจากผืนผ้าทั้ง 10 โครงสร้าง



ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของจำนวนเส้นด้ายจากผืนผ้า

ผลการทดสอบ พบว่า ทำไมจำนวนเส้นด้ายยืนต่อนิ้วในแต่ละโครงสร้างจึงไม่เปลี่ยนแปลง และทำไมจำนวนเส้นด้ายพุ่งต่อนิ้วในแต่ละโครงสร้างจึงไม่เปลี่ยนแปลง

ซึ่งอาจอธิบายได้ว่า เนื่องจากผ้าตัวอย่างที่นำมาทดสอบได้กำหนดการผลิตผ้าตัวอย่าง ดังนี้

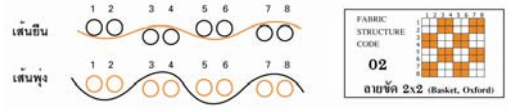
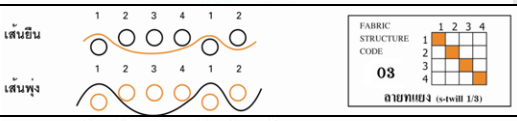
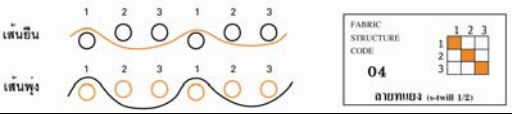
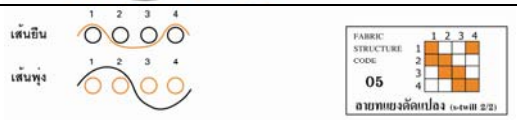
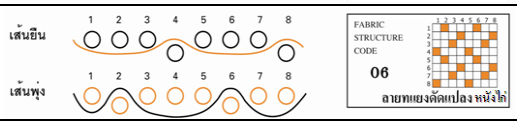
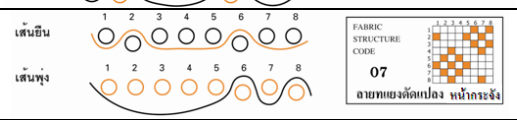
- ใช้เครื่องจักรทอผ้าและอุปกรณ์ด้วยเครื่องเดียวกัน
- ใช้เส้นด้ายชนิดเดียวกันทั้งเส้นยืน เส้นพุ่ง
- ใช้การเตรียมเส้นยืนทุกผืนผ้า ทุกโครงสร้างจาก Beam เดียวกัน
- กำหนดความถี่ในการทอใช้ชุดนำด้ายพุ่งเดียวกัน

จากการทดลองพบว่า จำนวนเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง ของทุกโครงสร้างมีจำนวนเท่ากันที่ เส้นด้ายยืนมีจำนวน 83 เส้นต่อนิ้ว จำนวนเส้นด้ายพุ่ง 84-เส้นต่อนิ้ว ทั้งนี้เพราะผ้าทุกโครงสร้างใช้เส้นด้ายยืนจากบีมเดียวกันส่วนเส้นด้ายพุ่งใช้อุปกรณ์การส่งเส้นด้ายพุ่งและใช้เครื่องจักรทอผ้าชุดเดียวกัน ผลิตผ้าตัวอย่างทั้ง 10 โครงสร้าง จึงไม่เห็นความแตกต่าง

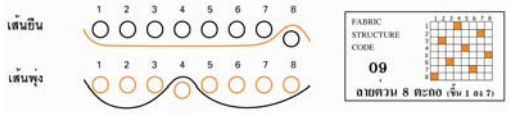
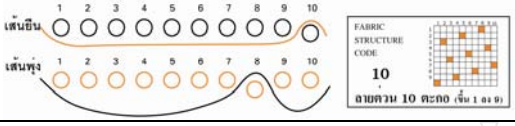
4.3 ผลการศึกษาสมบัติของผ้าผืนตัวอย่าง 10 โครงสร้าง

4.3.1 การทดสอบความหนาของผ้า

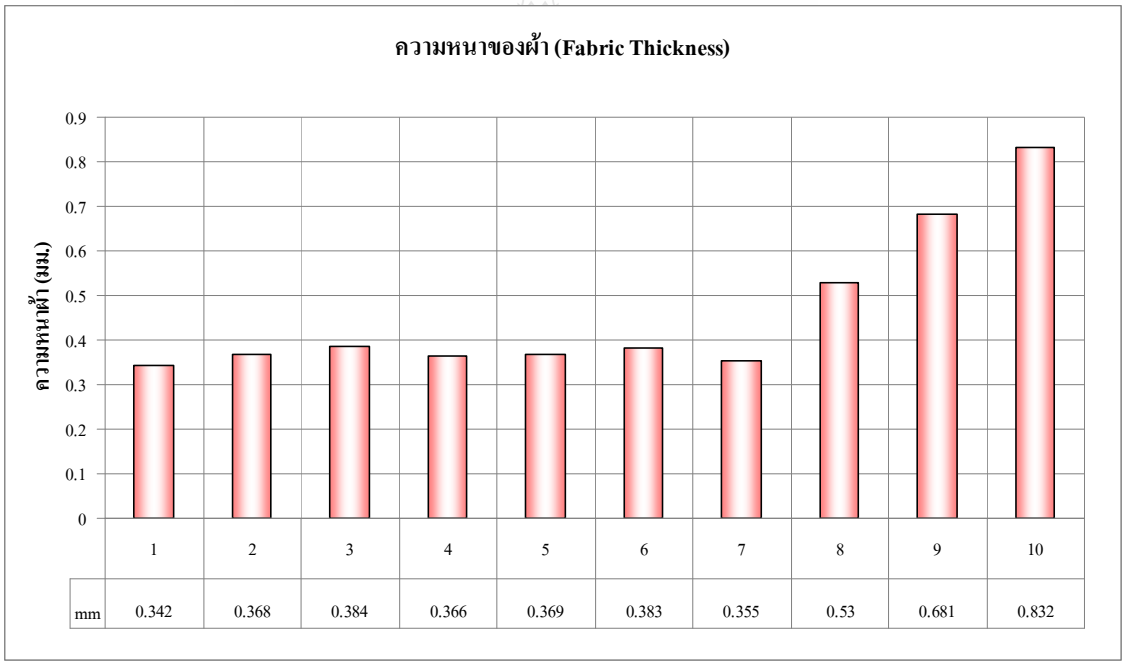
ตารางที่ 4.4 การทดสอบความหนาของผ้า

โครงสร้างผ้า	Average (mm)	S.D.	C.V. %
	0.342	0.0063	1.8493
	0.368	0.0063	1.7186
	0.384	0.007	1.8208
	0.366	0.0052	1.4109
	0.369	0.0074	1.9996
	0.383	0.0048	1.2612
	0.355	0.0053	1.4846

ตารางที่ 4.4 การทดสอบความหนาของผ้า (ต่อ)

โครงสร้างผ้า	Average (mm)	S.D.	C.V. %
	0.530	0.0095	1.7799
	0.681	0.0099	1.4602
	0.832	0.0132	1.5824

ผลการศึกษาความหนาจากผืนผ้าตัวอย่าง 10 โครงสร้าง

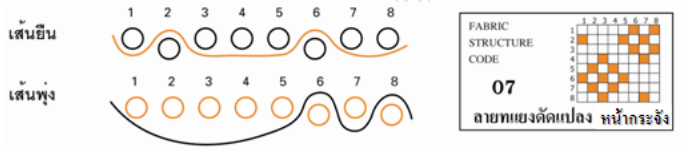


ภาพที่ 4.4 การศึกษาความหนาจากผืนผ้า

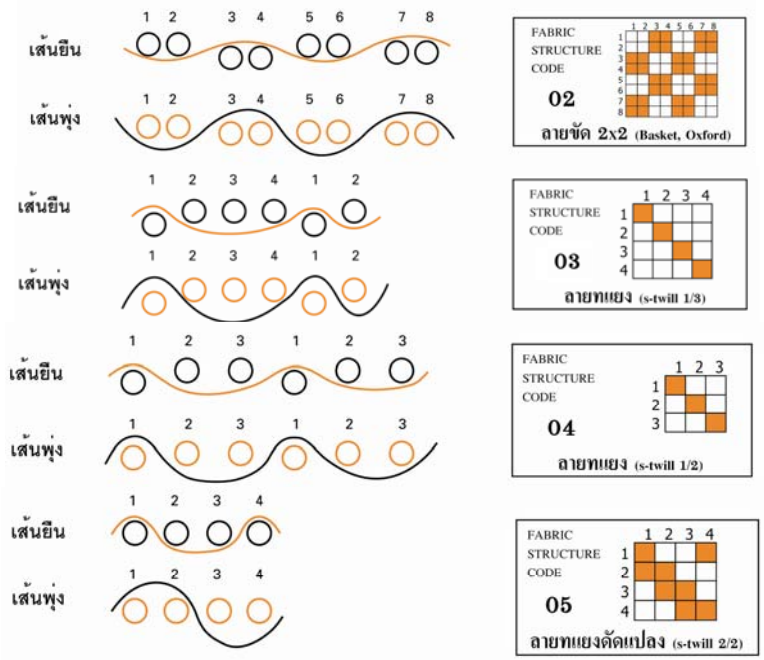
ผลการทดสอบ พบว่า ทำไมความหนาของผ้าลายขัด (1) ผ้าลายทะแยงดัดแปลง (7) จึงน้อยกว่าผ้าลายอื่นๆ ทำไมความหนาของผ้าลาย 2, 3, 4, 5 และ 6 จึงมากกว่าผ้าลายขัด (1) และทำไมความหนาของผ้าลายต่วน (8, 9 และ 10) จึงมากกว่าผ้าลายอื่นๆ มาก

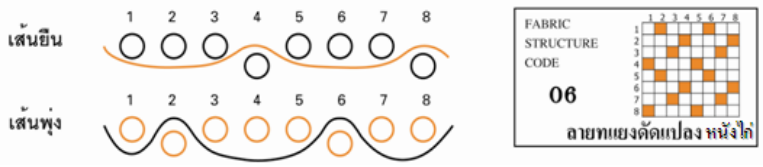
ซึ่งอาจอธิบายได้ว่า ผ้าลาย ขัด 1 X 1 มีโครงสร้างที่แน่น เส้นด้ายลอดและข้ามครั้งละ 1 เส้น เส้นด้ายจึงแนบชิดกันมากในโครงสร้างจึงทำให้แบนราบและมีความหนาน้อย

ส่วนในโครงสร้างผ้าที่ 7 (ลายทะแยงดัดแปลงหน้ากระจัง) มีเส้นด้ายบางส่วนที่แน่นลอดและข้าม 1 เส้น และเส้นด้ายบางช่วงหลวม ลอดและข้าม 3 เส้น โครงสร้างโดยรวมจึงแน่นน้อยกว่าโครงสร้างผ้าลายขัด (1) ทำให้ความหนามากกว่าโครงสร้างผ้าที่ 1 เล็กน้อย

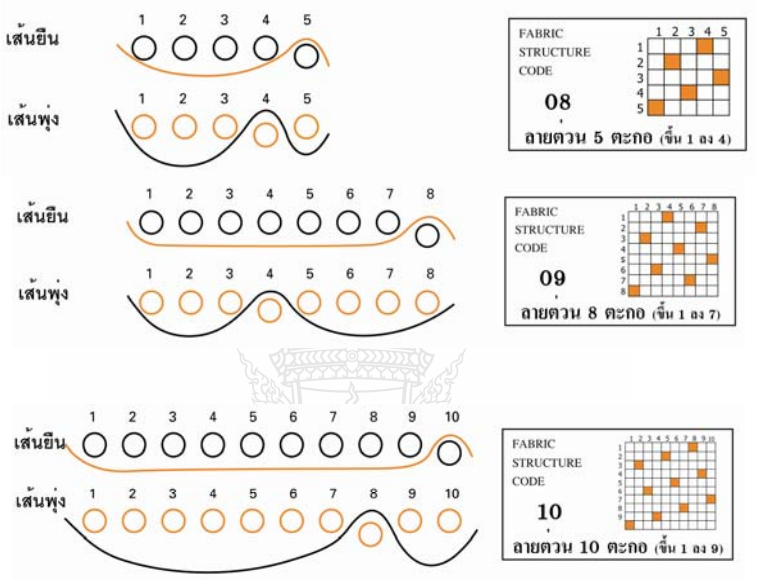


ผ้าลายที่ 2-6 มีการข้ามและลอดของเส้นด้าย 2-3 เส้น ทำให้เส้นด้าย (Texture) ซึ่งมีความฟูอยู่ลอยเด่นขึ้นด้านบนผิวหน้าความฟูของเส้นด้ายมีผลทำให้ความหนาของผ้าเพิ่มขึ้น



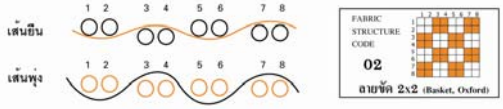
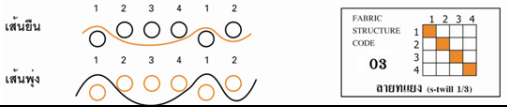


ผ้าลายที่ 8-10 มีการข้ามของเส้นด้ายทั้งแนวยืนและแนวพุ่งจำนวน 4, 7 และ 9 เส้นตามลำดับ ทำให้เส้นด้ายที่ข้ามทับกัน ความฟูโดยรวมเพิ่มขึ้นและความหนาของผ้าจึงเพิ่มขึ้นตาม

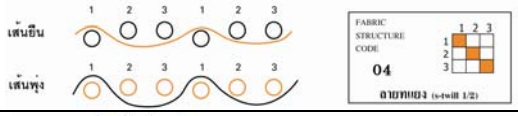
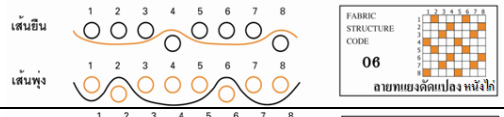
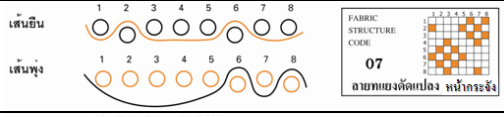
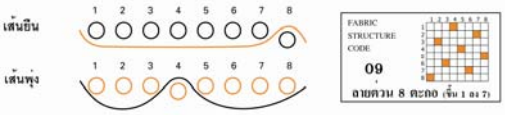
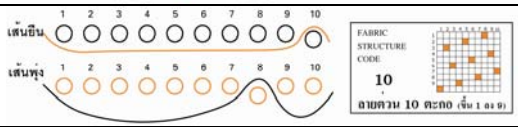


4.3.2 การทดสอบน้ำหนักของผืนผ้า

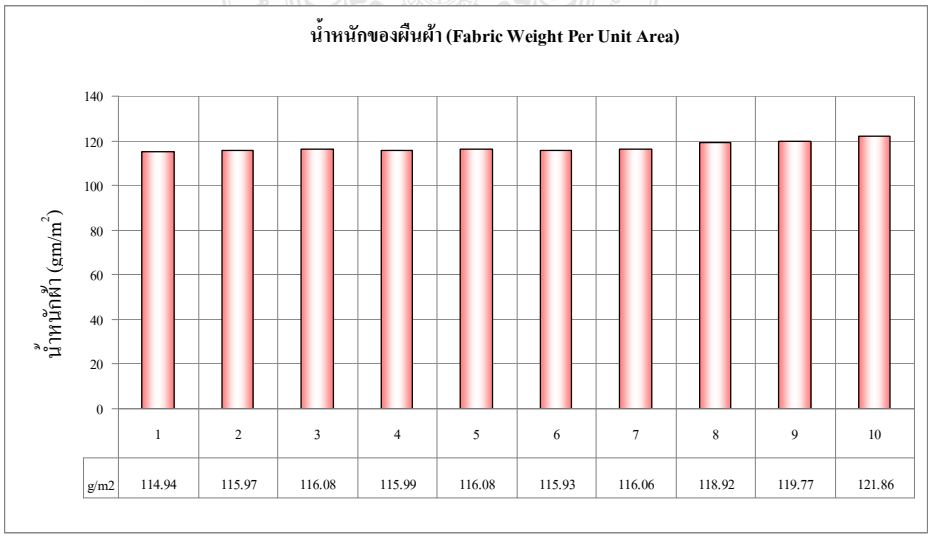
ตารางที่ 4.5 การทดสอบน้ำหนักของผืนผ้า

โครงสร้างผ้า	Average (g/m^2)	S.D.	C.V. %
	114.94	0.6433	0.5596
	115.97	0.5314	0.4582
	116.08	0.5371	0.4627

ตารางที่ 4.5 การทดสอบน้ำหนักของผืนผ้า (ต่อ)

โครงสร้างผ้า	Average (g/m^2)	S.D.	C.V. %
	115.99	0.5507	0.4747
	116.08	0.4803	0.4137
	115.93	0.7072	0.6100
	116.06	0.6883	0.5931
	118.92	0.4158	0.3496
	119.77	0.5314	0.4436
	121.86	0.5275	0.7328

ผลการศึกษาน้ำหนักของผ้า จากผืนผ้าตัวอย่าง 10 โครงสร้าง



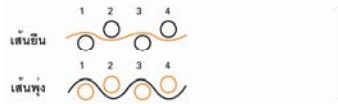
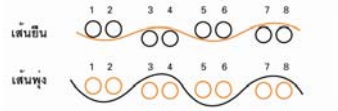
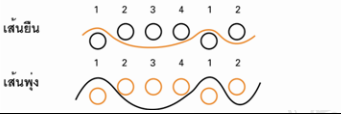
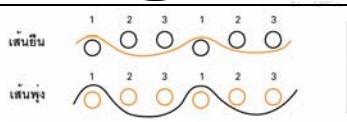
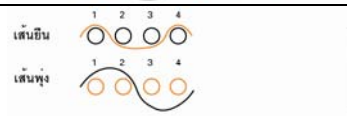
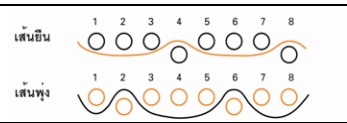
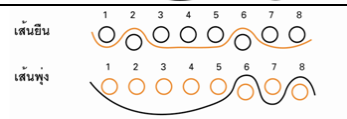
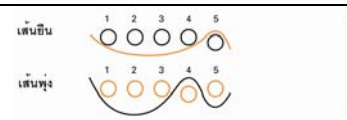
ภาพที่ 4.5 การศึกษาน้ำหนักของผ้า

พบว่าน้ำหนักผืนผ้าทั้ง 10 โครงสร้างใกล้เคียงกันมาก ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งต่อพื้นที่ ซึ่งมีจำนวนเส้นด้ายยืน และเส้นด้ายพุ่งทั้ง 10 โครงสร้างไม่ต่างกันทำให้ปริมาณเส้นใยในโครงสร้างผ้าไม่ต่างกันส่งผลให้ผ้ามีน้ำหนักใกล้เคียงกัน

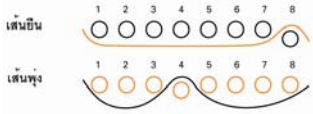
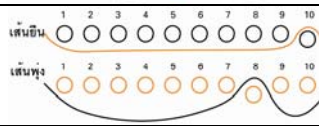
มีข้อสังเกตว่าในผืนผ้าลายขัดมีน้ำหนักน้อยกว่าผ้าทอลายอื่นๆ เล็กน้อย ทั้งๆ ที่ผ้าในโครงสร้างนี้มีความหนาแน่นมากกว่าโครงสร้างผ้าชนิดอื่นๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผ้าลายขัดมี Crimp อันเกิดมาจากการขัดตัวเส้นด้ายมากกว่า ดังนั้นการยืดตัวของเส้นด้ายขณะทอจึงมีมากกว่าผ้าทอลายอื่น จึงเป็นเหตุให้ปริมาณเส้นใยในผ้าน้อยกว่าผ้าทอลายอื่นเล็กน้อย

4.3.3 การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง

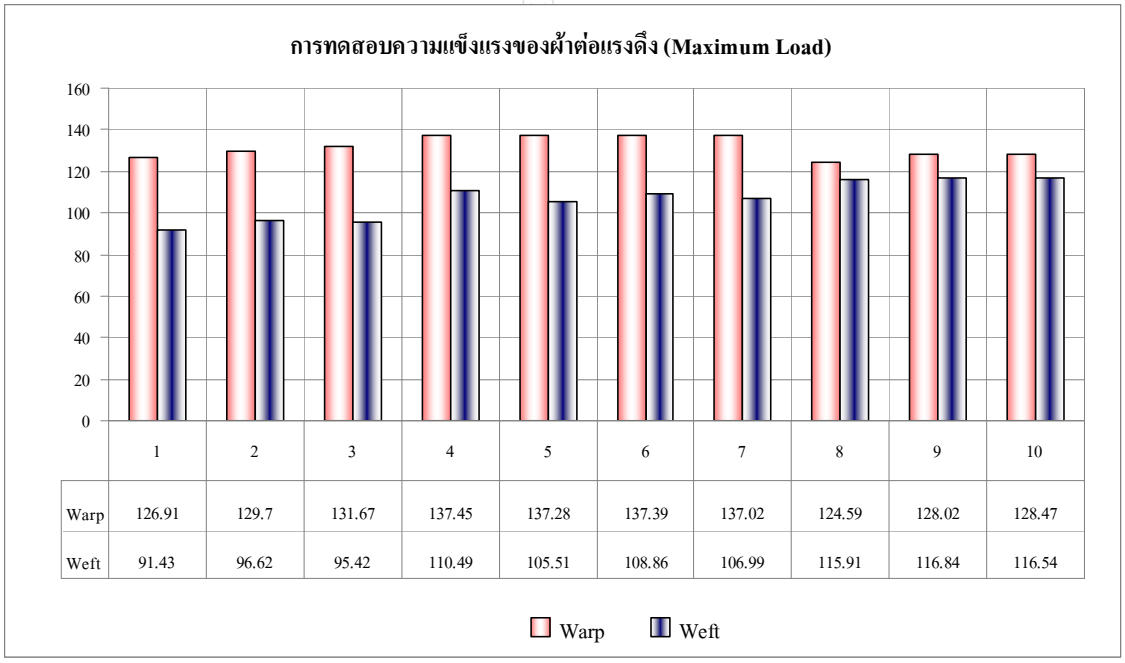
ตารางที่ 4.6 การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง

โครงสร้างผ้าที่		Maximum Load		
		Average (nf)	S.D.	C.V. %
	Warp	126.91	1.5835	1.2477
	Weft	91.43	1.4967	1.6369
	Warp	129.7	1.4922	1.1505
	Weft	96.62	1.0086	1.0439
	Warp	131.67	1.4220	1.0800
	Weft	95.42	1.5039	1.5761
	Warp	137.45	1.5204	1.1061
	Weft	110.49	1.2879	1.1656
	Warp	137.28	2.0922	1.524
	Weft	105.51	1.7741	1.6815
	Warp	137.39	1.8858	1.3726
	Weft	108.86	1.1946	1.0973
	Warp	137.02	1.7681	1.2904
	Weft	106.99	1.4410	1.3468
	Warp	124.59	1.7329	1.3909
	Weft	115.91	1.2547	1.0824

ตารางที่ 4.6 การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง (ต่อ)

โครงสร้างผ้าที่		Maximum Load		
		Average (nf)	S.D.	C.V. %
	Warp	128.02	1.8819	1.4700
	Weft	116.84	1.6070	1.3754
	Warp	128.47	2.3944	1.8638
	Weft	116.54	2.0592	1.7669

ผลการศึกษาสมบัติความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง (Breaking Strength) จากผืนผ้าตัวอย่าง 10 โครงสร้าง

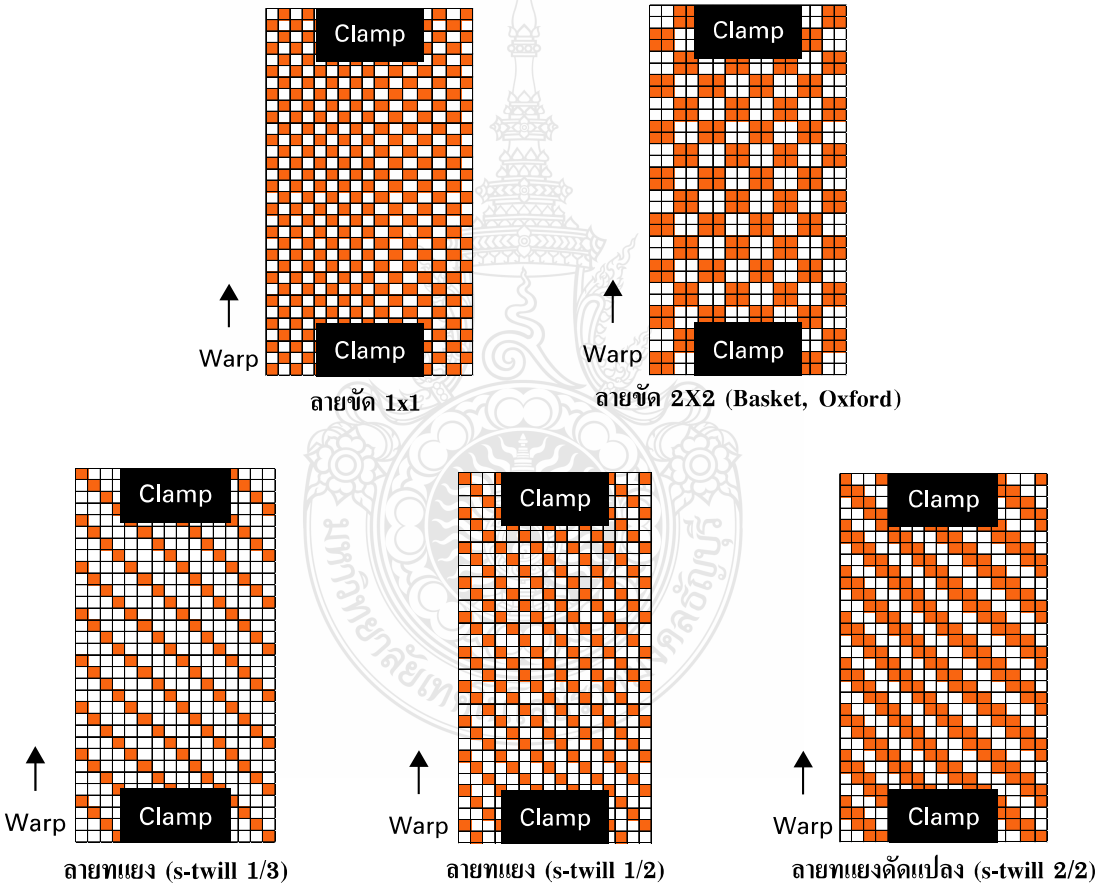


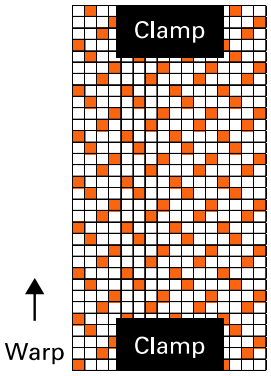
ภาพที่ 4.6 การศึกษาสมบัติความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง

ผลการทดสอบ พบว่า ทำไมความแข็งแรงของผ้าแนวด้ายยืนลายทะแยง (4, 5, 6) จึงสูงกว่าลายอื่นๆ ทำไมความแข็งแรงของผ้าแนวด้ายพุ่งลายขัด (1) น้อยกว่าลายอื่นๆ (2-10) ทำไมความ

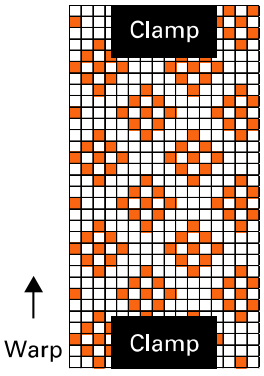
แข็งแรงของผ้าแนวด้ายพุ่งลายทะแยง (4, 5, 6, 7) จึงสูงกว่าลายขัด และทำไมความแข็งแรงของผ้าแนวด้ายพุ่งลายต่วน (8, 9, 10) จึงสูงกว่าลายขัด (1) และลายทะแยง

ซึ่งอาจอธิบายได้ว่า ความแข็งแรงต่อแรงดึงแนวเส้นด้ายยืนของผ้าโครงสร้างที่ (1, 2, 3, 8, 9, 10) มีค่าใกล้เคียงกันในขณะที่ผ้าลายทะแยง (4, 5, 6, 7) มีความแข็งแรงสูงกว่า อาจเนื่องมาจากเมื่อขณะทำการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึง ผืนผ้าถูกจับด้วย Clamp ในแนวด้ายยืนกว้าง 1 นิ้ว (ประมาณ 84 เส้น) ขณะทำการดึงโครงสร้างของผ้าลายทะแยง จะถูกรั้งตามแนวเส้นด้ายยืนทำให้โครงสร้างผ้าบิดตัวในแนวทะแยงทำซึ่งเส้นด้ายพุ่งรัดเส้นด้ายยืนข้างเคียงทำให้เส้นล็อคกันได้ดีขึ้น ความแข็งแรงของผ้าจึงมากขึ้น

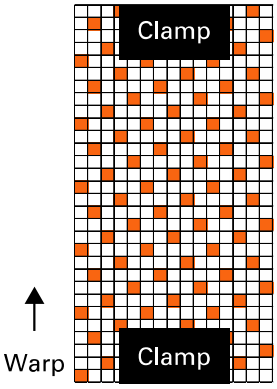




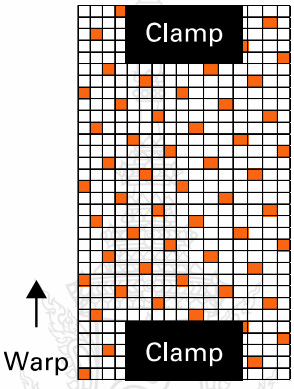
ลายทแยงดัดแปลง หนังไก่



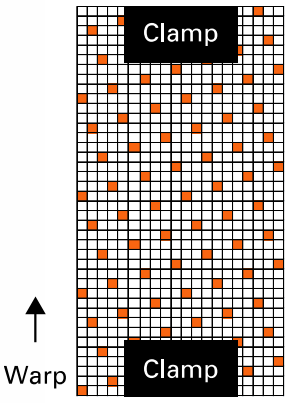
ลายทแยงดัดแปลง หน้ากระจัง



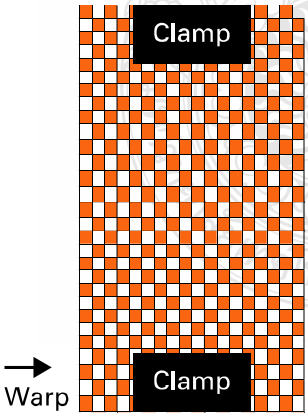
ลายตวน 5 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 4)



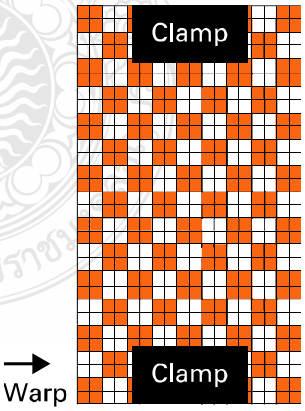
ลายตวน 8 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 7)



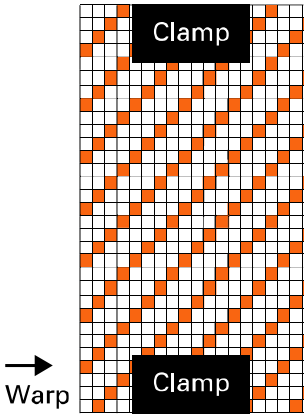
ลายตวน 10 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 9)



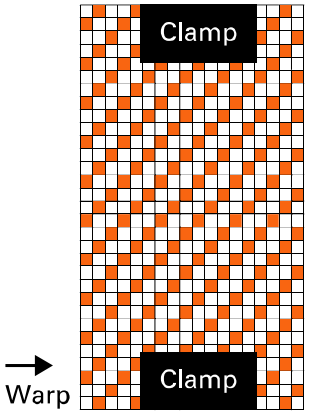
ลายขัด 1x1



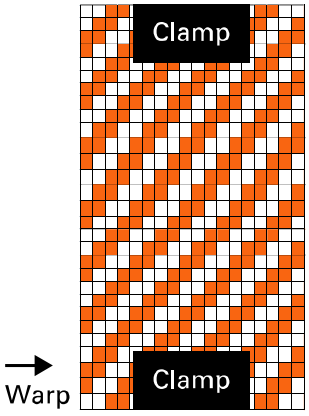
ลายขัด 2X2 (Basket, Oxford)



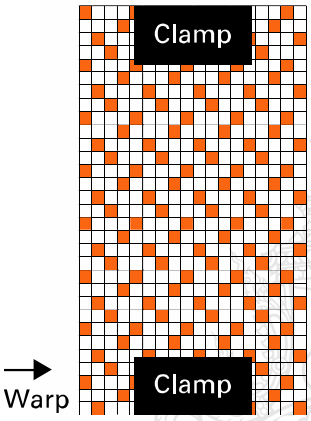
ลายทแยง (s-twill 1/3)



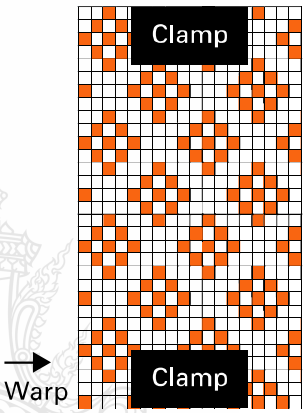
ลายทแยง (s-twill 1/2)



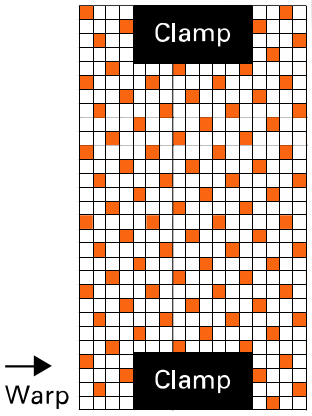
ลายทแยงดัดแปลง (s-twill 2/2)



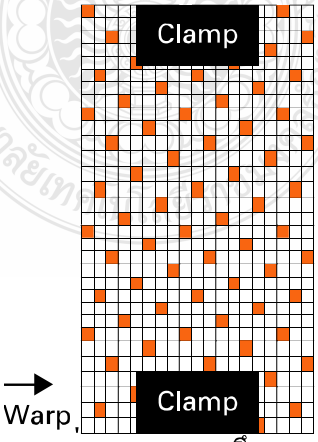
ลายทแยงดัดแปลง หนังไก่



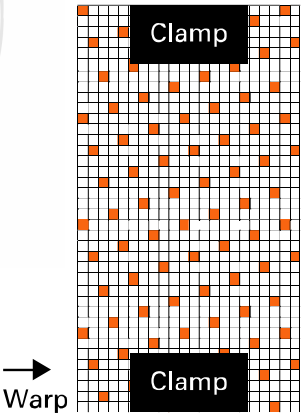
ลายทแยงดัดแปลง หน้ากระจัง



ลายต่วน 5 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 4)



ลายตวน 8 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 7)



ลายต่วน 10 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 9)

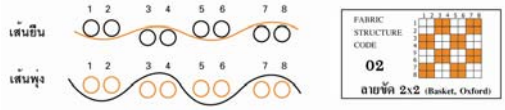
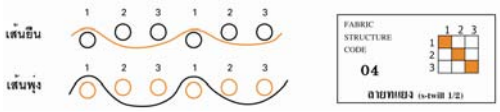
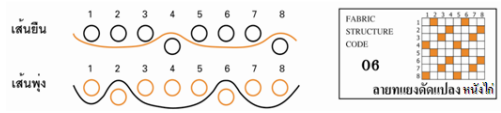
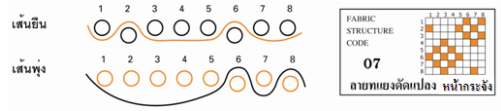
ความแน่นของโครงสร้างเส้นด้ายยืนของผ้ามีผลในเรื่องความแข็งแรง ผ้าลายต่วนมีการขัดกันน้อย เส้นด้ายยืนจึงแข็งแรงน้อย ด้ายพุ่งมีความแข็งแรงลดลงเพราะการขัดงอของเส้นด้าย (Crimp)

ความแข็งแรงแนวด้ายพุ่งของลายขัด (1) น้อยที่สุด ลายที่ (2) และ (3) สูงกว่าลายขัด (1) ลายทะแยงที่ (4-7) สูงกว่าลายที่ (1, 2 และ 3) ในขณะที่ลายต่วน 8-10 สูงที่สุด น่าจะเป็นเหตุผลมาจากการหักงอของเส้นด้ายในโครงสร้างลายขัด (1) สูงกว่า เนื่องจากโครงสร้างแน่นกว่าความตึงของเส้นด้ายยืนที่กดให้เส้นด้ายพุ่งงอมีมากกว่า ในขณะที่ลายที่ (2-7) มีการขัดสานกันน้อยกว่าการกดของเส้นด้ายยืนจึงน้อยกว่า และในโครงสร้างลายต่วน (8-10) มีการขัดสานที่หลวมกว่า

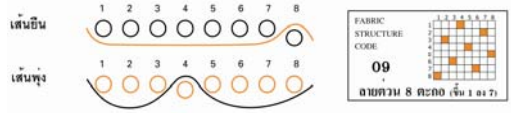
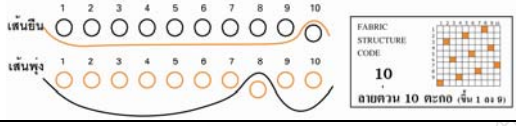
การงอของเส้นด้ายนี้เองทำให้เมื่อทดสอบการดึงจึงมีความแข็งแรงลดลง ดังจะเห็นว่าในผ้าทอลายขัด การขัดตัว (Crimp) ทำให้เส้นด้ายลดความแข็งแรงลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นด้ายพุ่งในผ้าทอลายขัดที่มีการขัดตัวมาก มีความแข็งแรงน้อยกว่า จึงสอดคล้องกับผลทดสอบเส้นด้ายจากผืนผ้า ที่มีความแข็งแรงของเส้นด้ายน้อยสุดที่ผ้าลายขัด

4.3.4 การยืดตัวก่อนขาดของผ้า (Breaking Elongation)

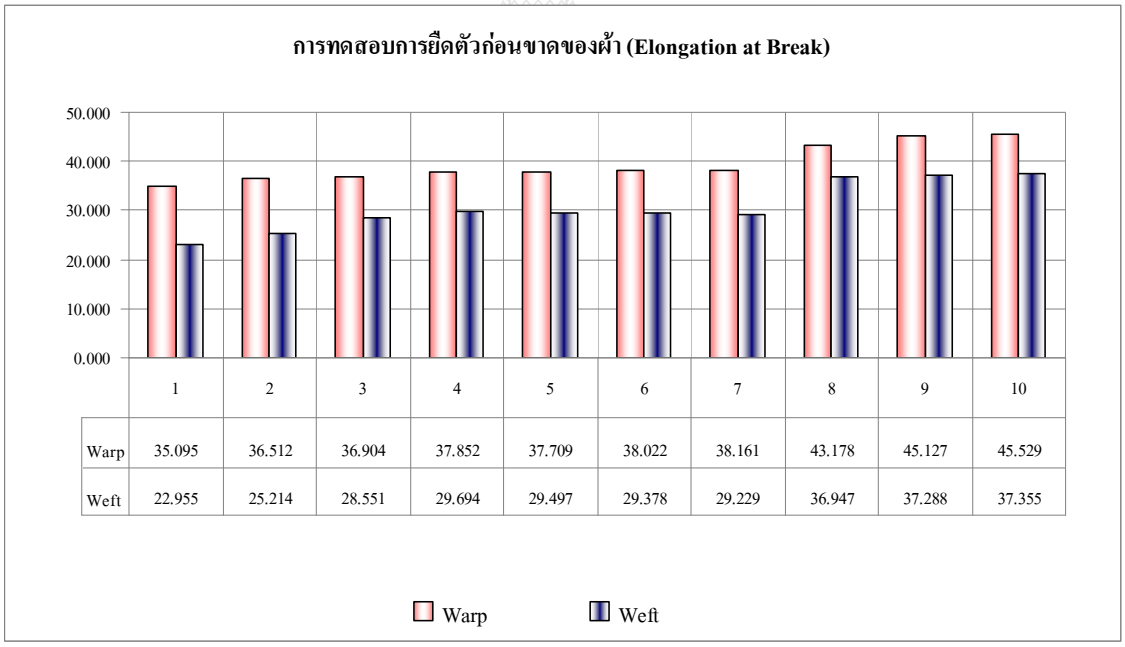
ตารางที่ 4.7 การยืดตัวก่อนขาดของผ้า

โครงสร้างผ้าที่		Elongation at Break		
		Average (lbf)	S.D.	C.V. %
	Warp	35.095	0.5958	1.6979
	Weft	22.955	0.6530	2.8447
	Warp	36.512	1.1957	3.3671
	Weft	25.214	0.8314	3.2975
	Warp	36.904	1.0744	2.9513
	Weft	28.551	0.9631	3.7693
	Warp	37.852	1.3796	3.6449
	Weft	29.694	0.6277	2.1139
	Warp	37.709	1.2322	3.2678
	Weft	29.497	1.1105	3.7650
	Warp	38.022	1.0773	2.8334
	Weft	29.378	1.1167	3.8011
	Warp	38.161	0.9948	2.6070
	Weft	29.229	1.0161	3.4764

ตารางที่ 4.7 การยืดตัวก่อนขาดของผ้า (ต่อ)

โครงสร้างผ้าที่		Elongation at Break		
		Average (lbf)	S.D.	C.V. %
	Warp	43.178	1.3244	3.0673
	Weft	36.947	1.0828	2.9307
	Warp	45.127	1.3296	2.9463
	Weft	37.288	0.9160	2.4566
	Warp	45.529	0.9293	2.0412
	Weft	37.355	1.0479	2.8055

การยืดตัวก่อนขาดของผ้า (Breaking Elongation) จากผ้าทั้ง 10 โครงสร้าง



ภาพที่ 4.7 การยืดตัวก่อนขาดของผ้า

ผลการทดสอบ พบว่า ทำไมการยืดตัวก่อนขาดแนวด้ายยืนของผ้าลายขัด (1) และผ้าลาย Basket (2) จึงน้อยกว่าการยืดตัวก่อนขาดแนวด้ายยืนของลายทะแยง 3, 4, 5, 6, 7 ทำไมการยืดตัวก่อน

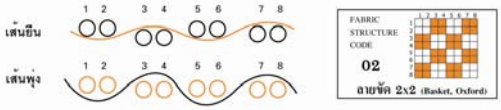
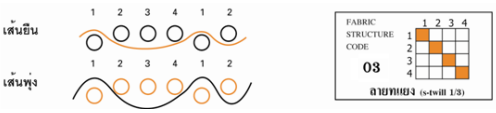
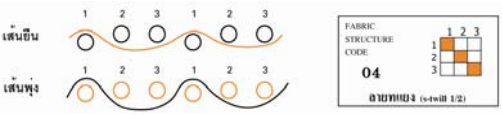
ขาดแนวด้ายยืนของลายต่วน (8, 9, 10) จึงสูงกว่าลายอื่นๆ ทำไมการยืดตัวก่อนขาดแนวด้ายพุ่งของลายขัด (1) จึงน้อยกว่าลายที่2, 3 และทำไมการยืดตัวก่อนขาดแนวด้ายพุ่งของลายต่วน (8, 9, 10) จึงสูงกว่าลายอื่นๆ

ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าเส้นด้ายยืน ในโครงสร้างลายขัด (1) และลาย Basket (2) มีความแน่นและมีความตึงมากกว่าโครงสร้างอื่นๆ อีกทั้งการข้ามของเส้นด้ายยืนในโครงสร้างที่ 3-7 มีการข้ามมากกว่า ผ้าลายขัด (1) และลาย Basket (2) ในขณะที่ลายต่วน (8-10) ก็มีการข้ามของเส้นด้ายมากกว่าจึงทำให้เส้นด้ายมีการยืดตัวสูงตามไปด้วยจึงมีความฟูของเส้นด้ายมากกว่า

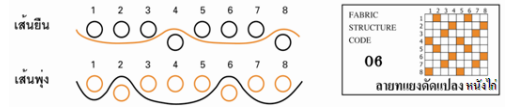
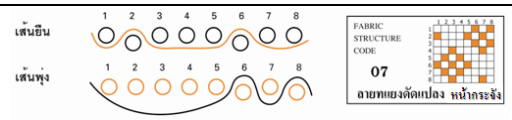
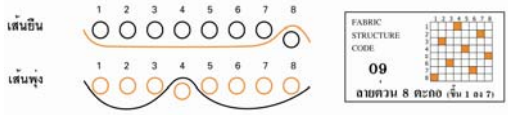
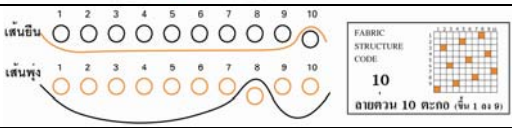
เส้นด้ายพุ่งในผ้าลายขัดถูกเส้นด้ายยืนกดให้งอ (Crimp) ในขณะที่เส้นด้ายยืนค่อนข้างตรง ทำให้เส้นด้ายพุ่งยืดตัวได้ยากกว่าในขณะที่ด้ายยืนสามารถยืดตัวได้ง่ายกว่า จึงทำให้การยืดตัวของเส้นด้ายยืนขณะทดสอบแรงดึงสูงกว่าเส้นด้ายพุ่ง เช่นเดียวกับโครงสร้าง 2-7 ที่เส้นด้ายพุ่งยืดตัวได้น้อยกว่าเส้นด้ายยืนเช่นกัน และพบว่าโครงสร้าง 2-7 มีการยืดตัวได้ดีกว่าลายขัด เนื่องจากโครงสร้างหลวมกว่าการคืนตัวทำได้ดีกว่า ส่วนลายต่วนจะมีการยืดตัวดีที่สุดเนื่องจากโครงสร้างหลวมที่สุด จึงเห็นว่ากลุ่มผ้าทอลายขัด ซึ่งมีการขัดตัวของเส้นด้ายมากจะมีการยืดตัวได้น้อยเนื่องจากเส้นด้ายมีการยืดตัวไปก่อนแล้วขณะทอ ซึ่งจะแตกต่างกับกลุ่มผ้าทอลายต่วน ซึ่งเส้นด้ายขณะทอมีการยืดตัวน้อยกว่า

4.3.5 การทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า

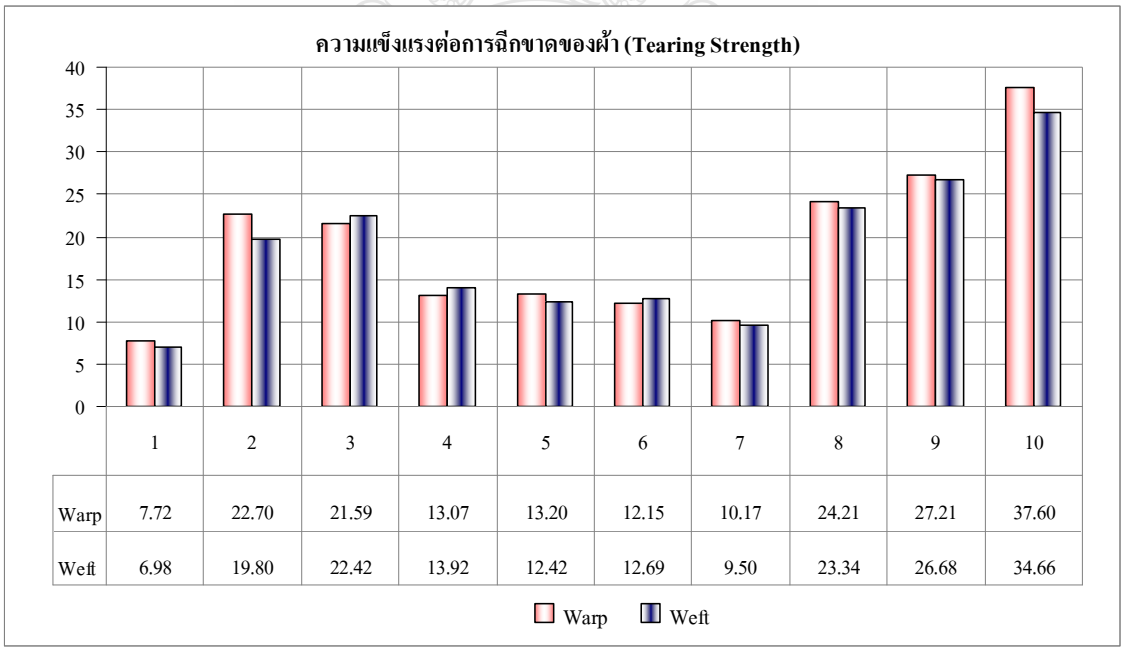
ตารางที่ 4.8 การทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า

โครงสร้างผ้า		Average (Lbf)	S.D.	C.V. %
	Warp	7.69	0.279	3.6326
	Weft	6.98	0.2969	4.2524
	Warp	22.70	0.4155	1.8304
	Weft	19.80	0.4481	2.2635
	Warp	21.59	0.3157	1.4618
	Weft	22.42	0.7292	3.2533
	Warp	13.07	0.3502	2.6785
	Weft	13.92	0.2562	1.8401
	Warp	13.20	0.2658	2.0135
	Weft	12.42	0.4382	3.5260

ตารางที่ 4.8 การทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า (ต่อ)

โครงสร้างผ้า		Average (Lbf)	S.D.	C.V. %
	Warp	12.15	0.3060	2.5180
	Weft	12.69	0.2731	2.1512
	Warp	10.17	0.2558	2.5152
	Weft	9.50	0.4730	4.9810
	Warp	24.21	0.2499	1.0322
	Weft	23.34	0.4782	3.1174
	Warp	27.21	0.5523	2.0301
	Weft	26.68	0.3851	1.4436
	Warp	37.60	0.614	1.6340
	Weft	34.66	0.3747	1.0812

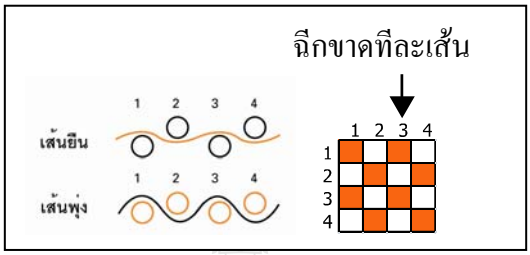
ผลการศึกษาคุณสมบัติความแข็งแรงต่อการฉีกขาด จากผ้าทั้ง 10 โครงสร้าง



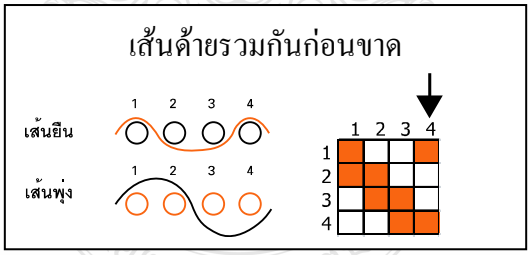
ภาพที่ 4.8 การศึกษาคุณสมบัติความแข็งแรงต่อการฉีกขาด

ผลการทดสอบ พบว่าทำไมความแข็งแรงต่อการฉีกขาดผ้าทอลายขัด (1) จึงน้อยกว่าผ้าทอลายอื่นๆ และทำไมความเข็งแรงต่อการฉีกขาดผ้าทอลายขัดดัดแปลง Basket (2) ลายทแยง 1/3 (3) และลายต่วน 5, 8 และ 10 ตะกอ (8, 9, 10) จึงสูงกว่าโครงสร้างผ้าทอลายอื่นๆ

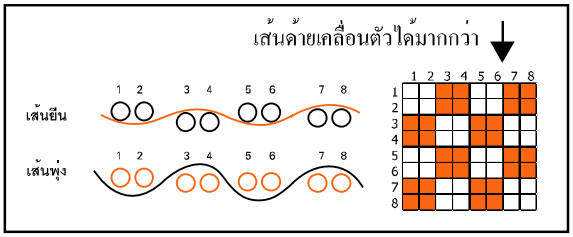
ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าโครงสร้างผ้าลายขัด (1) มีการขัดสานของเส้นด้ายหนาแน่นมากเมื่อถูกแรงฉีก เส้นด้ายเคลื่อนตัวหนีแรงเฉือนไม่ได้มาก เนื่องจากมีจำนวนความหนาแน่นของเส้นด้ายดันไว้ มีผลทำให้ชิ้นทดสอบถูกขึงตึงเส้นด้ายไม่เคลื่อน จึงปะทะแรงทีละเส้นทำให้ขาดง่ายกว่า

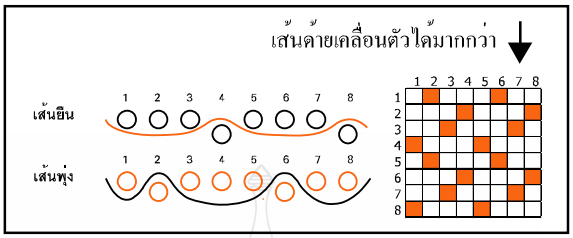


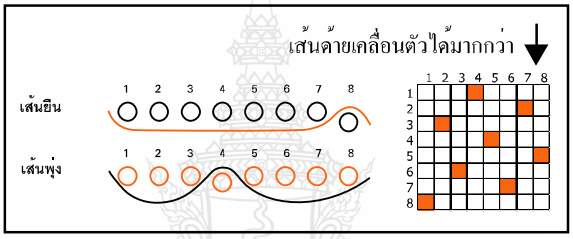
ส่วนในโครงสร้างผ้าลายทะแยง (4, 5, 6, 7) โครงสร้างของผ้ามีเส้นด้ายขัดตัวกันหลวมกว่าผ้าลายขัดเมื่อเส้นด้ายถูกแรงฉีก เส้นด้ายจะมีความสามารถเคลื่อนตัวได้มากและไปกอดรวมกับเส้นด้ายเส้นอื่นการฉีกจึงเกิดขึ้นได้ยากกว่า



ในโครงสร้างผ้าลาย Basket (2) ผ้าลายทะแยง 1/3 (3) และผ้าลายต่วน 5, 8 และ 10 ตะกอ (8, 9 และ 10) มีความคงทนต่อการฉีกขาดสูงมาก เนื่องจากการเรียงตัวของเส้นด้ายในโครงสร้างหลวมกว่าโครงสร้างอื่นๆ มาก เมื่อมีแรงฉีกมาปะทะเส้นด้ายจะเคลื่อนตัวได้มากกว่าสามารถเคลื่อนที่หนีแรงกระทำได้ดีกว่าเมื่อไปกอดรวมกับเส้นด้ายที่เคลื่อนตัวได้มากการฉีกขาดจึงเกิดขึ้นได้ยากกว่าโครงสร้างผ้าอื่น

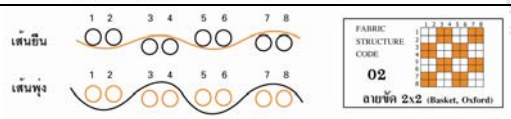
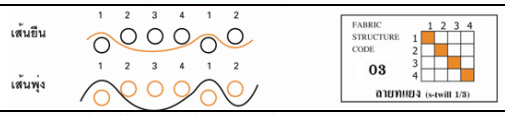
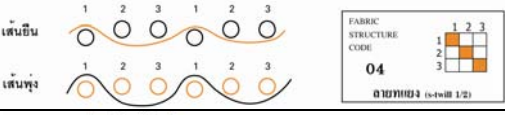




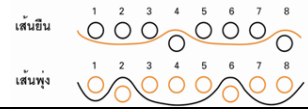
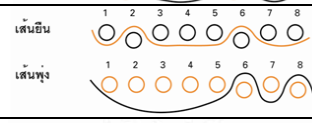
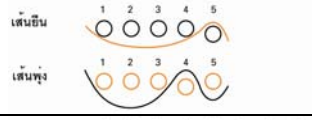
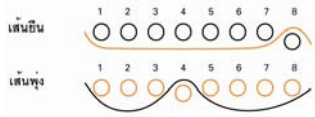
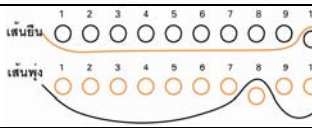


4.3.6 การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ

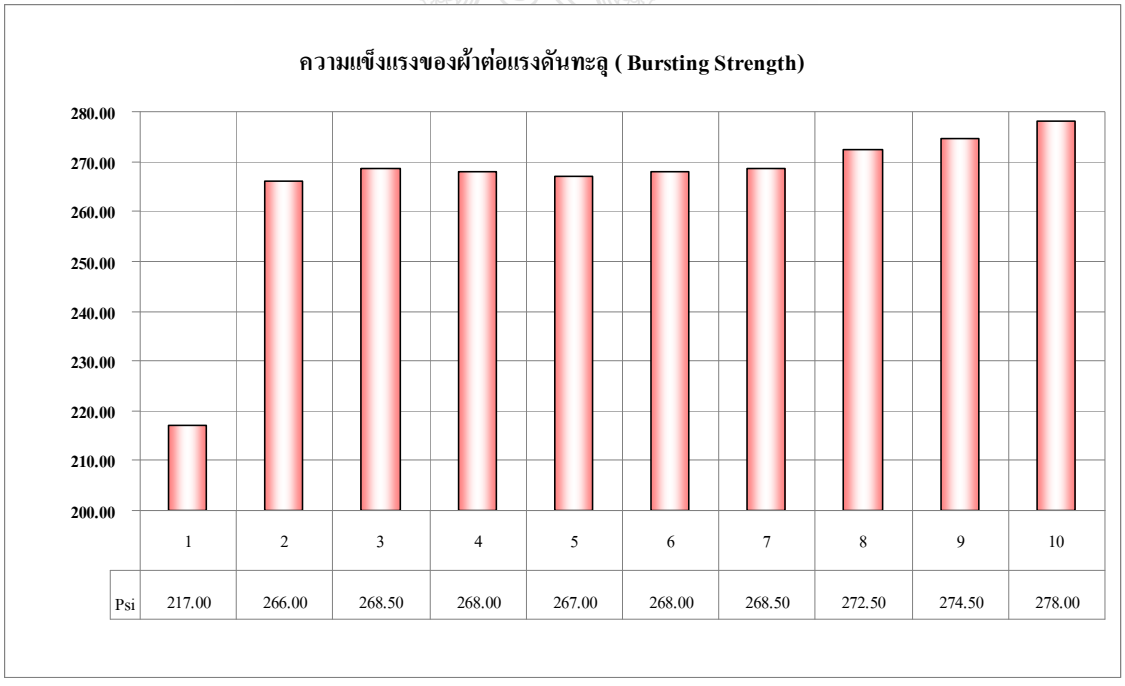
ตารางที่ 4.9 การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ

โครงสร้างผ้า	Average (psi)	S.D.	C.V. %
	217.00	2.5819	1.1898
	266.00	3.9440	1.4827
	268.50	4.7434	1.7666
	268.00	4.2163	1.5732
	267.00	3.4960	1.3093

ตารางที่ 4.9 การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ (ต่อ)

โครงสร้างผ้า	Average (psi)	S.D.	C.V. %
	268.00	4.2163	1.5732
	268.50	4.1163	1.5330
	272.50	2.6352	0.9670
	274.50	3.6893	1.3440
	278.00	2.5819	0.9287

ผลการศึกษาสมบัติความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ จากผืนผ้าตัวอย่าง 10 โครงสร้าง

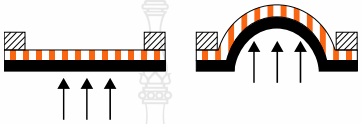


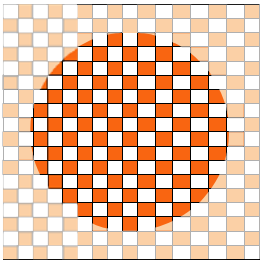
ภาพที่ 4.9 ผลการศึกษาสมบัติความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ

ข้อสังเกต ทำไมความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุผ้าลายขัด (1) จึงน้อยกว่าลายอื่นๆ และทำไมความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุผ้าลายต่วน (10) สูงสุด

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

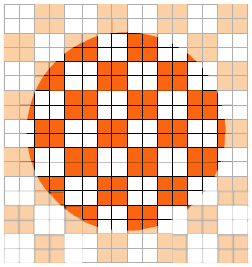
การทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุของผ้าเป็นการใช้แรงดันให้อุปกรณ์ทดสอบกระทบ (ชน, ปะทะ) กับผ้าในลักษณะตั้งฉากกับพื้นผิวหน้าผ้า ในบริเวณพื้นที่ทำการทดสอบที่อยู่ในช่องตัวยึดวงกลม (Clamp) มีพื้นที่ขนาด 10 cm^2

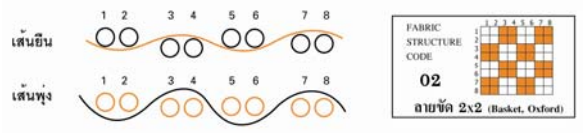


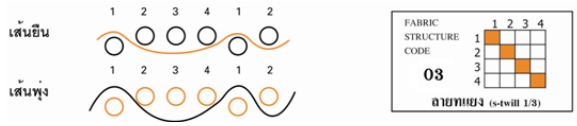


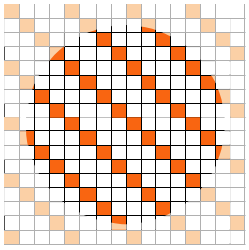
พบว่าในโครงสร้างลายขัด 1 x 1 ที่ขัดสานกันแน่น เมื่อทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุ เมื่อผ้าถูกแรงดันเส้นด้ายเคลื่อนตัวหนีแรงได้ยาก ประกอบกับการยืดตัวของผ้ามีน้อย จึงมีความต้านทานแรงดันทะลุได้น้อยมากเมื่อเทียบกับผ้าในโครงสร้างอื่น

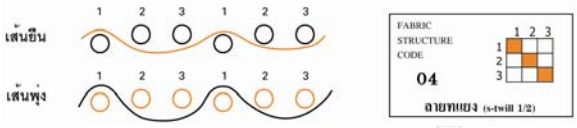
ในขณะที่โครงสร้างผ้าอื่นๆ (2-7) โครงสร้างผ้ามีการสอดและข้ามกันมากกว่า 1 เส้น ทำให้เมื่อถูกแรงดันเส้นด้ายในโครงสร้างผ้าเคลื่อนตัวหนีแรงและไปรวมกับเส้นด้ายข้างเคียง ประกอบกับการยืดตัวของผ้ามากกว่า ทำให้ต้านทานแรงดันทะลุได้สูงขึ้น

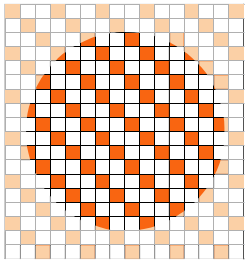




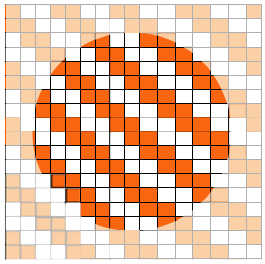

เส้นยืน
เส้นพุ่ง
1 2 3 4 1 2
1 2 3 4 1 2
FABRIC STRUCTURE CODE
03
ลายทแยง (s-twill 1/3)

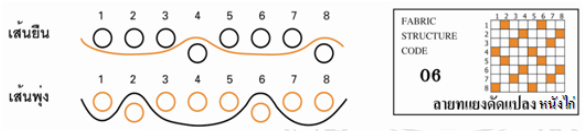


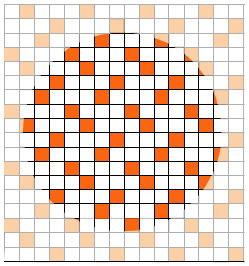

เส้นยืน
เส้นพุ่ง
1 2 3 1 2 3
1 2 3 1 2 3
FABRIC STRUCTURE CODE
04
ลายทแยง (s-twill 1/2)

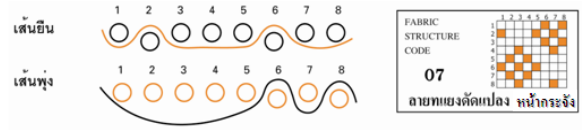


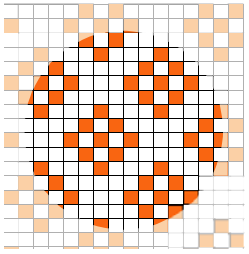
เส้นยืน
เส้นพุ่ง
1 2 3 4
1 2 3 4
FABRIC STRUCTURE CODE
05
ลายทแยงตัดแปลง (s-twill 2/2)



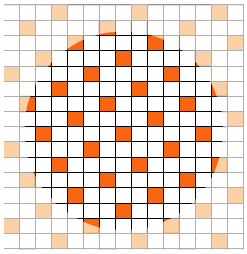

เส้นยืน
เส้นพุ่ง
1 2 3 4 5 6 7 8
1 2 3 4 5 6 7 8
FABRIC STRUCTURE CODE
06
ลายทแยงตัดแปลง หนังไก่

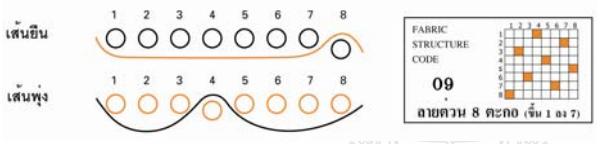


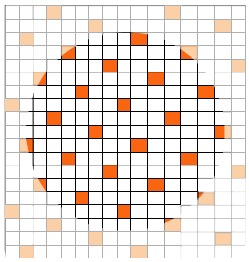

เส้นยืน
เส้นพุ่ง
1 2 3 4 5 6 7 8
1 2 3 4 5 6 7 8
FABRIC STRUCTURE CODE
07
ลายทแยงตัดแปลง หน้ากระจัง

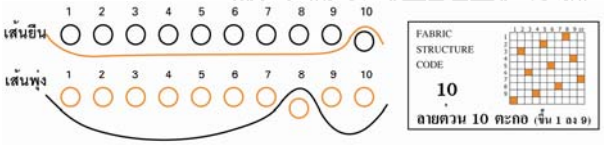


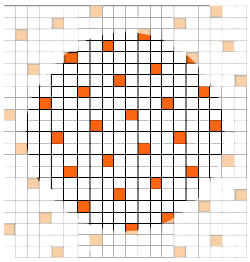
จากเหตุผลข้างต้นเห็นความแตกต่างชัดเจนในโครงสร้างผ้าลายต่วน (8, 9, 10) ซึ่งเส้นด้ายลอยข้ามกันมากกว่าการรวมของเส้นด้ายมากกว่า ประกอบกับการยืดตัวของผ้าสูงกว่าโครงสร้างอื่นๆ ความต้านทานแรงดันทะลุจึงมากกว่าด้วย











บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์นี้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างผ้าทอที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน 10 โครงสร้างประกอบด้วย ผ้าลายขัด 1X1 ผ้าลายขัด 2X2 (Basket, Oxford) ผ้าลายทแยง (S-Twill 1/3) ผ้าลายทแยง (S-Twill 1/2) ผ้าลายทแยงดัดแปลง (S-Twill 2/2) ผ้าลายทแยงดัดแปลง หนังไก่ ผ้าลายทแยงดัดแปลง หน้ากระจัง ผ้าลายต่วน 5 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 4) ผ้าลายต่วน 8 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 7) และผ้าลายต่วน 10 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 9) จะมีผลต่อสมบัติทางกายภาพแตกต่างกันอย่างไร โดยศึกษาให้เห็นถึงความสัมพันธ์ต่อสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

1. สมบัติของเส้นด้าย
   - ความแข็งแรงของเส้นด้าย ก่อนทอ และ หลังทอ
   - การยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้าย ก่อนทอและหลังทอ
2. พฤติกรรมของเส้นด้ายที่มีต่อโครงสร้างผ้า คือ
   - จำนวนเส้นด้ายต่อนิ้ว
   - ความหนา
   - น้ำหนักผ้า
3. สมบัติผ้า อันเนื่องมาจากโครงสร้างผ้าที่แตกต่างกัน คือ
   - ความแข็งแรงต่อแรงดึง
   - การยืดตัวก่อนขาดของผ้า
   - ความแข็งแรงต่อการฉีกขาด
   - ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุ

5.1 สมบัติของเส้นด้าย

รูปแบบของการขัดสานของเส้นด้ายในโครงสร้างแต่ละแบบส่งผลต่อความแข็งแรงและการยืดตัวของเส้นด้าย ซึ่งพบว่าในโครงสร้างที่มีการขัดสานที่แน่น เช่น ลายขัด 1X1 นั้นเส้นด้ายมี Crimp และเกิดการหักงอมากกว่าโครงสร้างผ้าที่หลวมกว่า เช่น ลายทแยง หรือลายต่วน ส่งผลให้ความแข็งแรงและการยืดตัวก่อนขาดของเส้นด้ายน้อยกว่าโครงสร้างผ้าอื่นๆ

5.2 พฤติกรรมของเส้นด้ายที่มีต่อโครงสร้างผ้า

โครงสร้างผ้าที่แตกต่างกันที่ทอจากเส้นด้ายยืนจาก Beam ชุดเดียวกัน และเส้นด้ายพุ่งซึ่งกำหนดความถี่ในการทอและใช้กระสวยเดียวกัน ทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งเป็นเส้นด้ายชนิดเดียวกัน ขนาดเดียวกัน มีผลทำให้จำนวนเส้นด้ายยืนต่อนิ้ว และเส้นด้ายพุ่งต่อนิ้วในผ้าแต่ละโครงสร้างไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้น้ำหนักผ้าของแต่ละโครงสร้างก็ไม่แตกต่างกันอีกด้วย

จะพบข้อแตกต่างกันในเรื่องความหนาของผ้าและรอยหยักงอของเส้นด้าย ซึ่งพบว่าโครงสร้างผ้าที่หลวมและมีการข้ามลอยของเส้นด้ายมากกว่า เช่น ผ้าลายต่วน ผ้าลายทแยง จะมีความหนาของผ้ามากกว่าโครงสร้างผ้าที่แน่นกว่า เช่น ลายขัด 1X1 เนื่องจากความฟู (พอง) ของเส้นด้ายผิวสัมผัส Texture มีมากกว่าและโครงสร้างผ้าที่หลวมจะมีรอยหยักงอของเส้นด้ายจากการทับกันระหว่างเส้นด้ายแต่ละเส้นในแต่ละตำแหน่งที่ขัดสานกันน้อยกว่าโครงสร้างผ้าที่แน่น

พบว่าเส้นด้ายผิวสัมผัส (Texture Yarn) มีผลต่อการยืดตัวการคืนตัวและความหนาของผ้า

พบการงอตัว (Crimp) เนื่องจากจากการขัดกันของเส้นด้ายขณะทอผ้า ทำให้เกิดมีความสัมพันธ์กับการยืดตัวของเส้นด้าย ซึ่งเส้นด้ายยืนจะมีความตึงมากกว่าเส้นด้ายพุ่ง การงอตัวและยืดตัวจะเกิดขึ้นในแนวเส้นด้ายพุ่งมากกว่า

เส้นด้ายในผ้าทอลายทแยงและลายต่วนเส้นด้ายเคลื่อนตัวได้ง่ายและมากกว่าผ้าทอลายขัด ทำให้ขณะผ้าถูกฉีกเส้นด้ายจะเคลื่อนตัวไปกอดรวมกันเป็นกลุ่มทำให้เส้นด้ายแบ่งปันความเค้นทำให้มีแรงต้านทานแรงฉีกขาดได้มากกว่าผ้าลายขัด

5.3 สมบัติผ้า อันเนื่องมาจากโครงสร้างผ้าที่แตกต่างกัน

พบว่าโครงสร้างผ้าที่แตกต่างกันจะมีผลต่อความสามารถในการเคลื่อนตัวของเส้นด้าย

ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงในโครงสร้างผ้าที่ขัดกันแน่นเส้นด้ายมีการงอมากกว่าจากการกอดทับระหว่างเส้นด้ายแต่ละเส้นในแต่ละตำแหน่งที่ขัดสานกัน ทำให้ความแข็งแรงต่อแรงดึงของผ้าต่ำกว่าโครงสร้างผ้าที่หลวมซึ่งมีการงอของเส้นด้ายต่ำกว่าเนื่องจากความถี่ในการขัดสานต่ำกว่า

นอกจากนี้พบว่ารูปแบบในการขัดสานของเส้นด้ายหรือโครงสร้างผ้าคือผลของความแข็งแรงของผ้า เช่น โครงสร้างลายทแยง ผ้าในแนวด้ายยืนมีความแข็งแรงสูงกว่าโครงสร้างผ้าอื่นๆ เนื่องจากการช่วยขับแรงของเส้นด้ายข้างเคียงช่วยให้ผ้ามีความแข็งแรงมากขึ้น

การยืดตัวก่อนขาดของผ้า ในโครงสร้างผ้าที่หลวมจะมีการยืดตัวก่อนขาดของผ้าสูงกว่าโครงสร้างผ้าที่แน่น จุดขัดของเส้นด้ายมากเนื่องจากเส้นด้ายในโครงสร้างผ้าที่แน่นนั้นมีการยืดตัวของเส้นด้ายอยู่ก่อนแล้วจากการกดทับและงอในโครงสร้างผ้า จึงทำให้ยืดตัวได้น้อยลง

ความแข็งแรงต่อการฉีกขาด ในโครงสร้างผ้าที่แน่น เช่น ผ้าทอลายขัด 1x1 นั้นจะน้อยกว่าผ้าทอลายอื่น เป็นเพราะเส้นด้ายในผ้าทอลายขัดไม่สามารถเคลื่อนไปรวมตัวกันได้และเคลื่อนตัวได้ยาก จึงทำให้เส้นด้ายขาดทีละเส้น จึงมีความแข็งแรงต่อการฉีกขาดต่ำกว่าโครงสร้างผ้าที่หลวมเมื่อมีแรงฉีกมากระทำเส้นด้ายจะเคลื่อนตัวได้ง่ายกว่าทำให้ขณะผ้าถูกฉีก เส้นด้ายเคลื่อนตัวไปกอดรวมกับเส้นด้ายข้างเคียงทำให้ต้านทานแรงฉีกขาดได้สูงขึ้น ดังจะเห็นได้จากผ้าในโครงสร้างลายทแยงมีความแข็งแรงของผ้าในแนวด้ายยืนแข็งแรงสูงกว่าโครงสร้างอื่นๆ เนื่องจากการช่วยขับแรงของเส้นด้ายข้างเคียงช่วยให้มีความแข็งแรงมากขึ้น

ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุ พบว่าโครงสร้างผ้าที่แน่น เช่น ผ้าลายขัดเส้นด้ายเคลื่อนตัวได้ยากและยืดตัวได้ต่ำ ทำให้ปะทะรับแรงกระทำโดยตรงจึงมีความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุต่ำกว่าโครงสร้างผ้าที่หลวม ซึ่งเส้นด้ายเคลื่อนตัวและยืดตัวได้ดีเมื่อปะทะแรงกระทำจึงทำให้มีความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุได้สูงกว่ามาก

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์โดยการตั้งข้อสังเกตุนั้น เป็นข้อสังเกตุของผู้วิจัย อาจมีผู้สนใจตั้งข้อสังเกตุที่แตกต่างจากนี้ได้อีกตามแนวคิดของแต่ละผู้ศึกษาก็จะสามารถนำสรุปผลข้อมูลการศึกษานี้ไปวิเคราะห์ถึงเหตุผล และหากจะได้นำทฤษฎีการคำนวณเกี่ยวกับผ้าทอหัวข้อ 2.9 ไปใช้อธิบายเพิ่มเติมก็จะสามารถอธิบายสมบัติและความสัมพันธ์ได้เห็นความแตกต่างและเป็นประโยชน์ได้อย่างละเอียดมากขึ้น

จากงานวิจัยนี้ทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของโครงสร้างผ้ามีผลทำให้สมบัติทางกายภาพของผ้าผืนเปลี่ยนไป จึงสามารถนำข้อมูลและแนวทางในการวิจัยนี้ไปใช้ในการพัฒนาผ้าทอในภารกิจต่างๆ ต่อไปได้ เช่น จากผลงานวิจัย [16] เรื่องการศึกษาการผลิตเสื้อเกราะกันกระสุนจากผ้าใย ผลิตเพื่อนำไปใช้ผลิตในเชิงพานิชย์ระยะที่ 1 โดยคณะผู้วิจัยได้นำเส้นใยไนลอน 66 และเส้นใยโพลีเอสเตอร์มาผลิตผ้าทอโดยใช้โครงสร้างผ้าทอลาย Basket 2X2 และอีกตัวอย่างหนึ่งของผลงานวิจัย คือ [17] เรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยไหมมาใช้ในการผลิตเสื้อเกราะกันกระสุน ซึ่งคณะผู้วิจัยได้นำเส้นใยไหมมาผลิตผ้าทอ โดยใช้โครงสร้างผ้าทอลาย Basket 2X2 เช่นกัน จะเห็นได้ว่า จากผลงานวิจัยทั้ง 2 ผลงาน เป็นผลการวิจัยแสดงการเปลี่ยนแปลงขนาดและชนิดเส้นใย

โดยใช้โครงสร้างเดียวกัน ซึ่งอาจใช้ข้อมูลจากงานวิจัยนี้ซึ่งเน้นเรื่องการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างไปเสริมต่อการวิจัยเรื่องผ้าเพื่อใช้ในการทำเสื้อเกราะกันกระสุน

จึงเห็นว่าหากได้นำข้อมูลจากงานวิจัยนี้ไปวิจัยต่อยอด เช่น ทำการทดลองหาความเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของผ้าผืนแต่ละโครงสร้างเมื่อมีการกดทับหรือบีบอัดผืนผ้า ซึ่งจะทำให้ความหนาแน่นของเส้นด้ายเปลี่ยนแปลง ส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลง Porosity และนำผ้าผืนในโครงสร้างเดียวกันมาซ้อนทับกันหลายๆ ชั้น หรือหลายโครงสร้างรวมกันผนึกหรือประสานด้วยการเย็บในรูปแบบต่างๆ หรือใช้กาวจากสารเคมีเป็นตัวประสานและบีบอัด และนำไปทดสอบสมบัติทางด้านความคงทนต่อแรงดันทะลุ ก็จะทำให้เห็นถึงสมบัติของโครงสร้างผ้าทอ แต่ละโครงสร้างได้อีกมาก ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

รายการอ้างอิง

[1] Wikipedia, Textile (Online), 2001. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Textile (20 June 2010).

[2] ดร.สมนึก สังข์หนู, **เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาโครงสร้างและสมบัติผ้า (04-510-210),** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2548.

[3] วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา **วิทยาศาสตร์เส้นใย** โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2543 ISBN: 974-346-774-2 หน้า 189-203.

[4] ศ.(พิเศษ)อัจฉราพร ไศละสูต), **คู่มือการศึกษาสมรรถนะผ้า** ภาควิชาสิ่งทอคณะวิศวกรรมศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 2.

[5] W.E.Morton and J.W.S. Hearle**. Physical Properties of Textile Fibres,** The Textile Institute, William Heinemann Ltd, London.

[6] Mehmet YAKARTEPE Textile Engineer M. Sc. Zerrin YAKARTEPE Textile Engineer B.Sc., **Practical Textile Engineering Training Volume 1**, T.K.A.M. Textile @ Clothing Research Center

[7] http://th.wikipedia.org/wiki

[8] สาธิต พุทธชัยยงค์ ,**การออกแบบและวิเคราะห์ผ้าทอ**, โครงการพัฒนาบุคลากรด้านแฟชั่นและสิ่งทอ ,สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

[9] สมประสงค์ ภาษาประเทศ, **เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาระบบการผลิตเส้นด้ายและผ้าขั้นสูง,** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2550.

[10] J. W. S. Hearle., P. Grosberg., S. Backer., **Structural Mechanics of Fibers, Yarns, and Fabrics Volume 1**, Wiley-Interscience A Division of John Wiley & Sons, New York – London – Sydney – Toronto p.62-64.

[11] Blinov, I., Belay, S., **Design of Woven Fabrics,** MIR Publishers, Moscow, USSR, (1998) p.93-105.

[12] ศ.(พิเศษ)อัจฉราพร ไศละสูต, **เทคโนโลยีอุตสาหกรรมสิ่งทอ เล่ม 2.**

[13] อ.พรรณราย รักษ์งาร, **เอกสารการสอน การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุสิ่งทอ** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 21 ธ.ค.2545.

[14] กิพีเดีย สารานุกรมเสรี, “ASTM,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://th.wikipedia.org/wiki/ASTM, [สืบค้นเมื่อวันที่ 30 มิถุนายน 2554]

[15] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, “องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน”, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://th.wikipedia.org/wiki/ISO, [สืบค้นเมื่อวันที่ 30 มิถุนายน 2554]

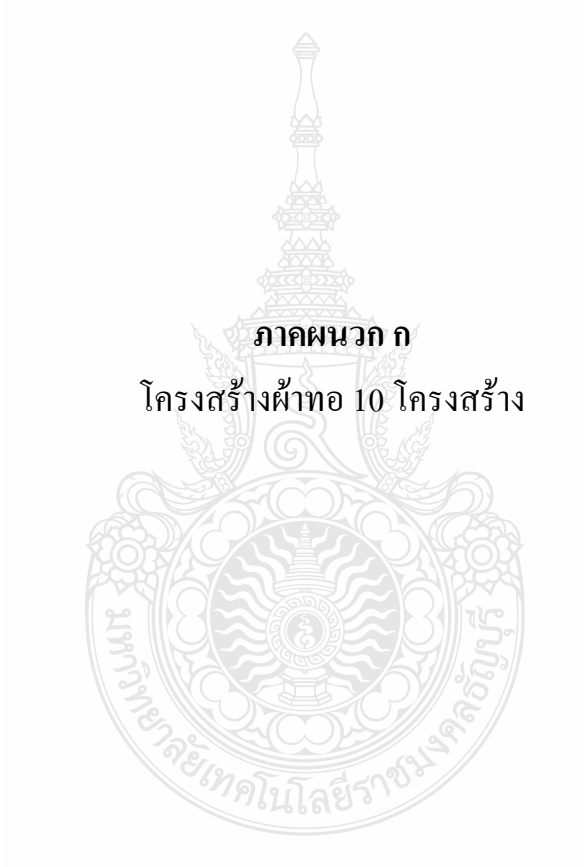
[16] สมประสงค์ ภาษาประเทศ, ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย, อภิชาติ สนธิสมบัติ, บิณฑสันต์ ขวัญข้าว, ชูพงศ์ ไชยหลาก, งานวิจัย**เรื่องการศึกษาการผลิตเสื้อเกราะกันกระสุนจากผ้าใยประดิษฐ์เพื่อนำไปใช้ผลิตในเชิงพาณิชย์ ระยะที่ 1**, สาขาวิศวกรรมสิ่งทอ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี, 2550. ภาคผนวก ก.

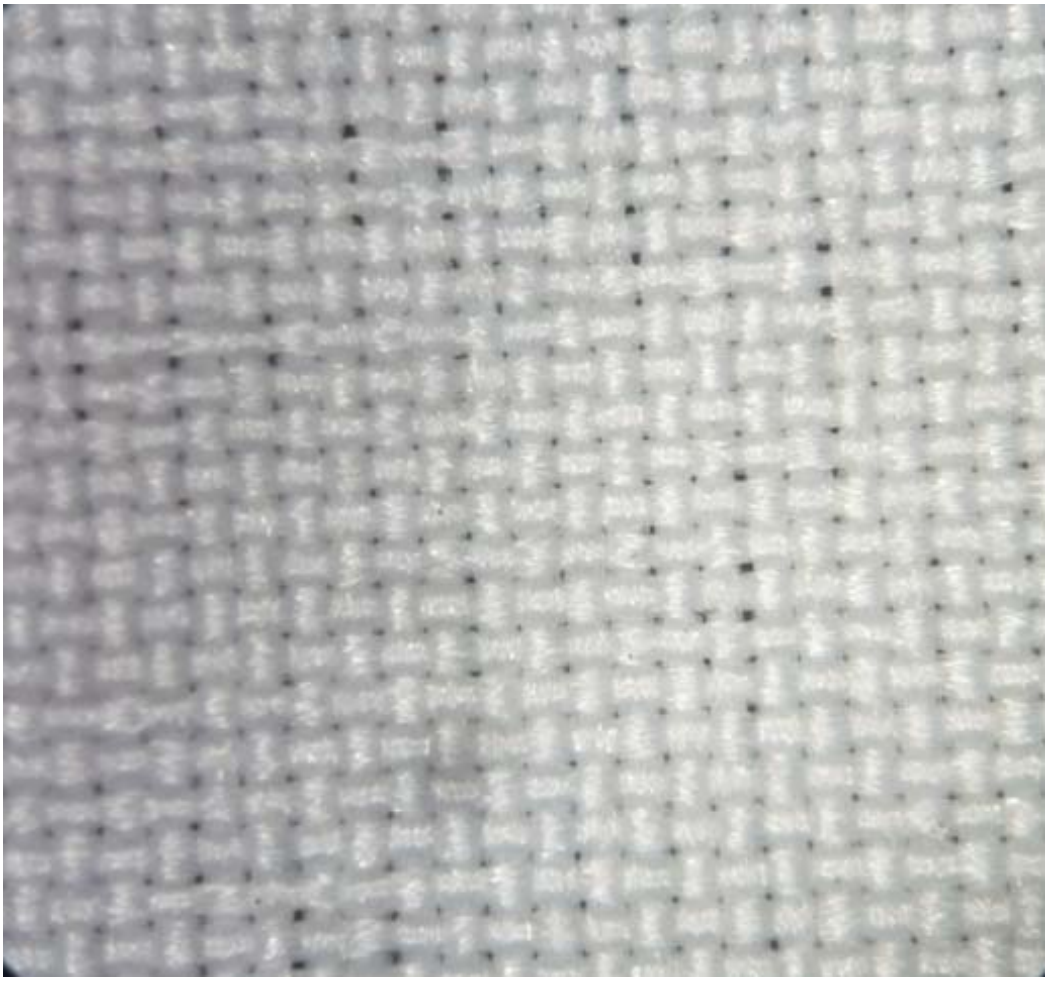
[17] สุจิระ ขอจิตต์เมตต์, สมประสงค์ ภาษาประเทศ และ อภิชาต สนธิสมบัติ, รายงานโครงการวิจัยและพัฒนาเส้นใยไหมมาใช้ในการผลิตเสื้อเกราะ **เรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเส้นใยไหมมาใช้ใน การผลิตเสื้อเกราะกันกระสุน** สำนักงานวิจัยและพัฒนาการทหารกลาโหม สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม 1 เมษายน 2542 - 31 ธันวาคม 2544.

ภาคผนวก

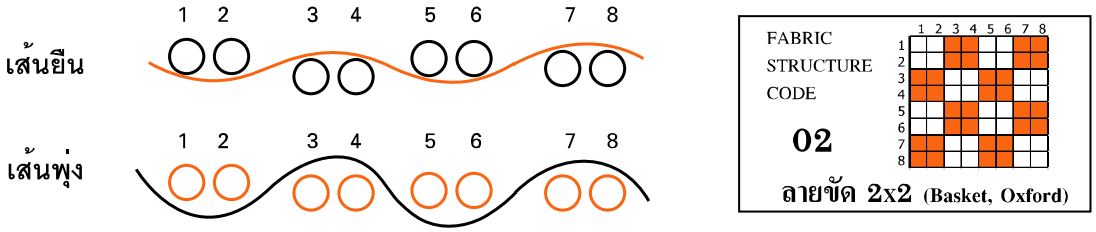
ภาคผนวก ก

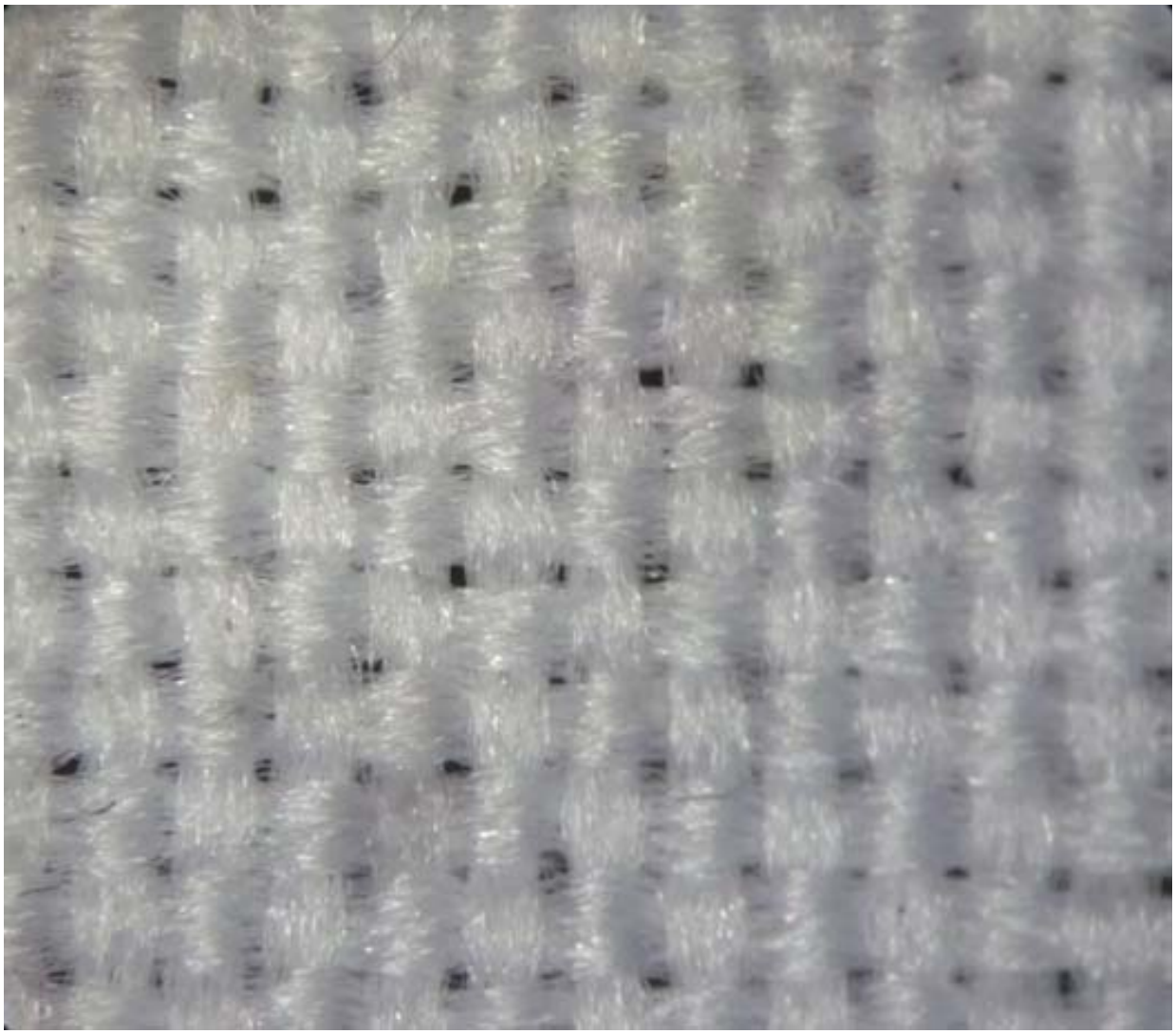
โครงสร้างผ้าทอ 10 โครงสร้าง



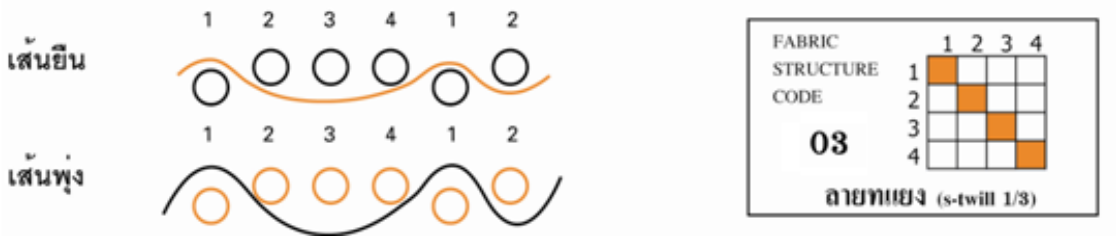


ภาพที่ ก.1 โครงสร้างผ้าทอแบบที่ 1 ลายขัด 1x1

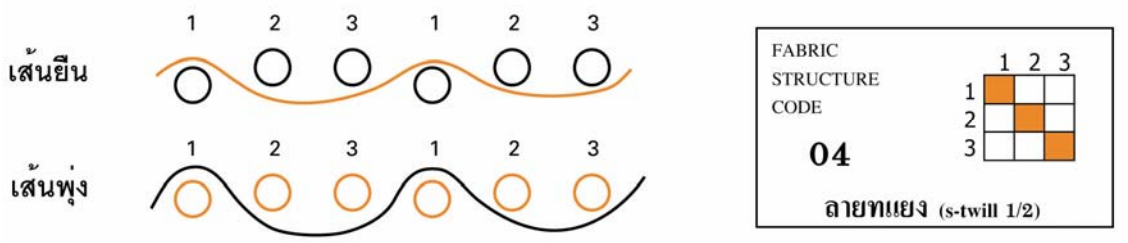


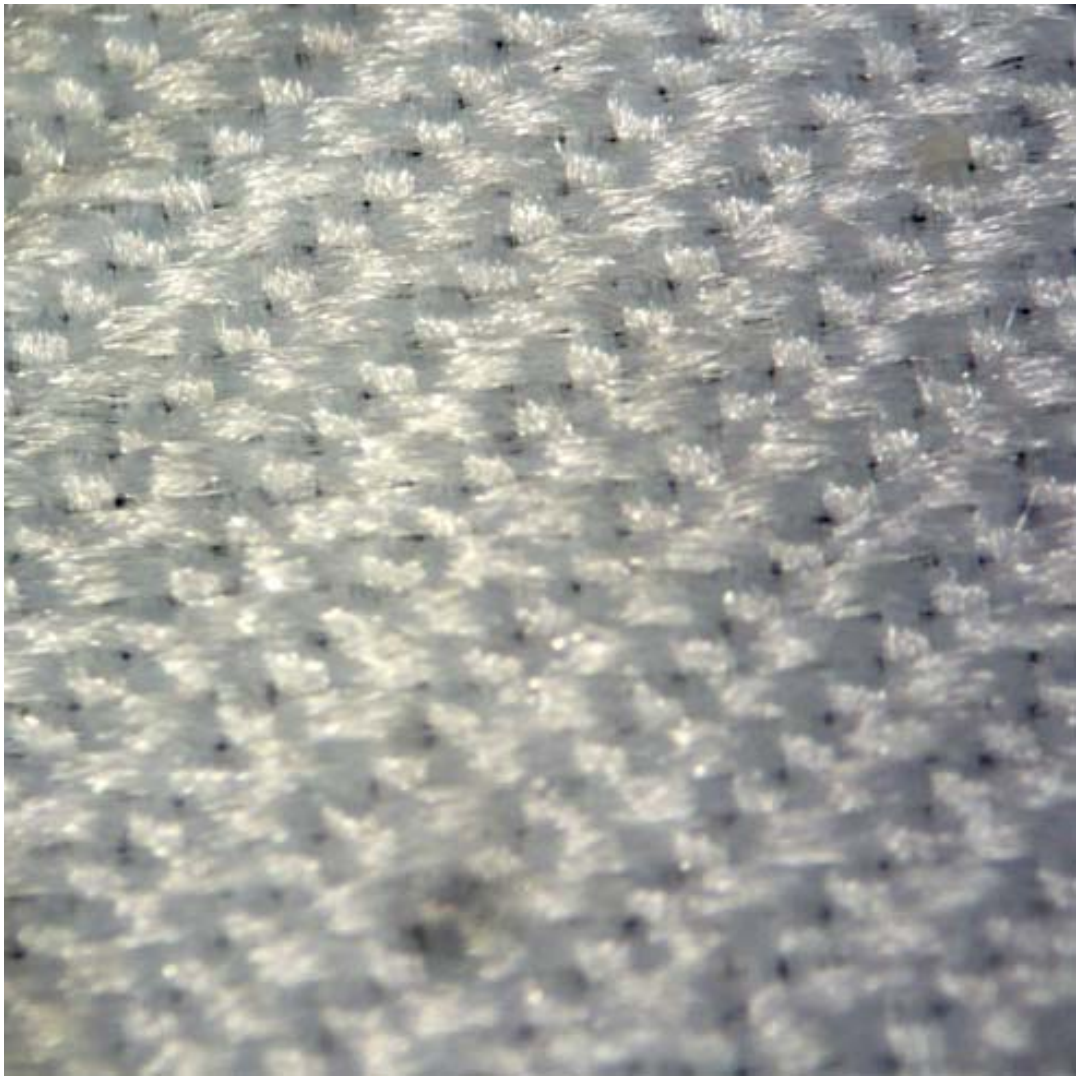


ภาพที่ ก.2 โครงสร้างผ้าทอแบบที่ 2 ลายขัด 2x2 (Basket, Oxford)

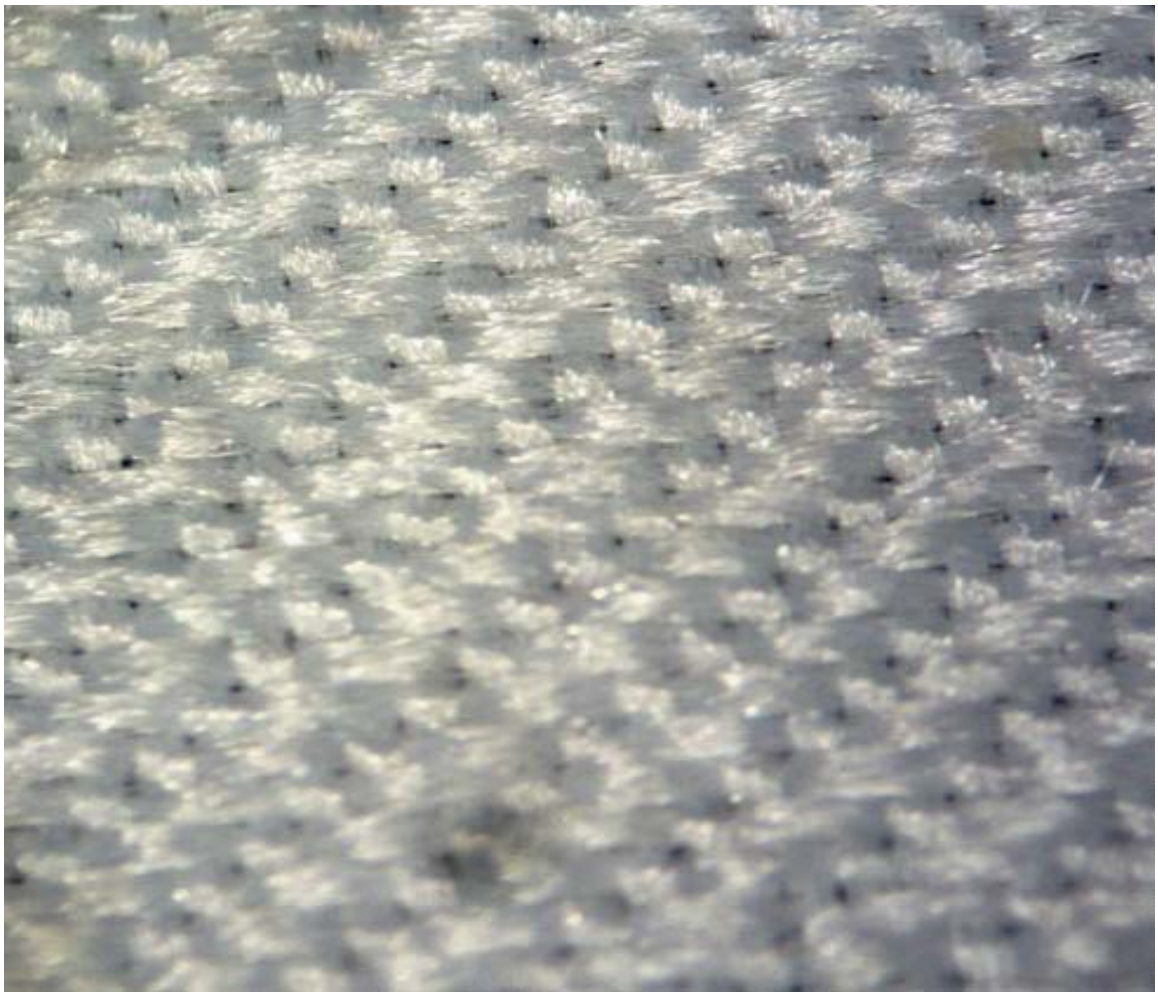


ภาพที่ ก.3 โครงสร้างผ้าทอแบบที่ 3 ลายทแยง (s-twill 1/3)

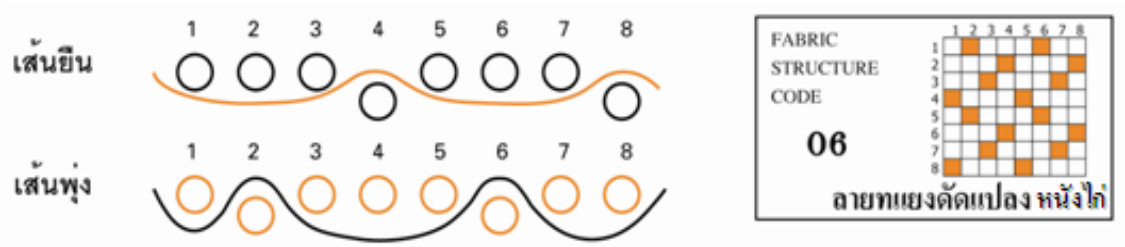


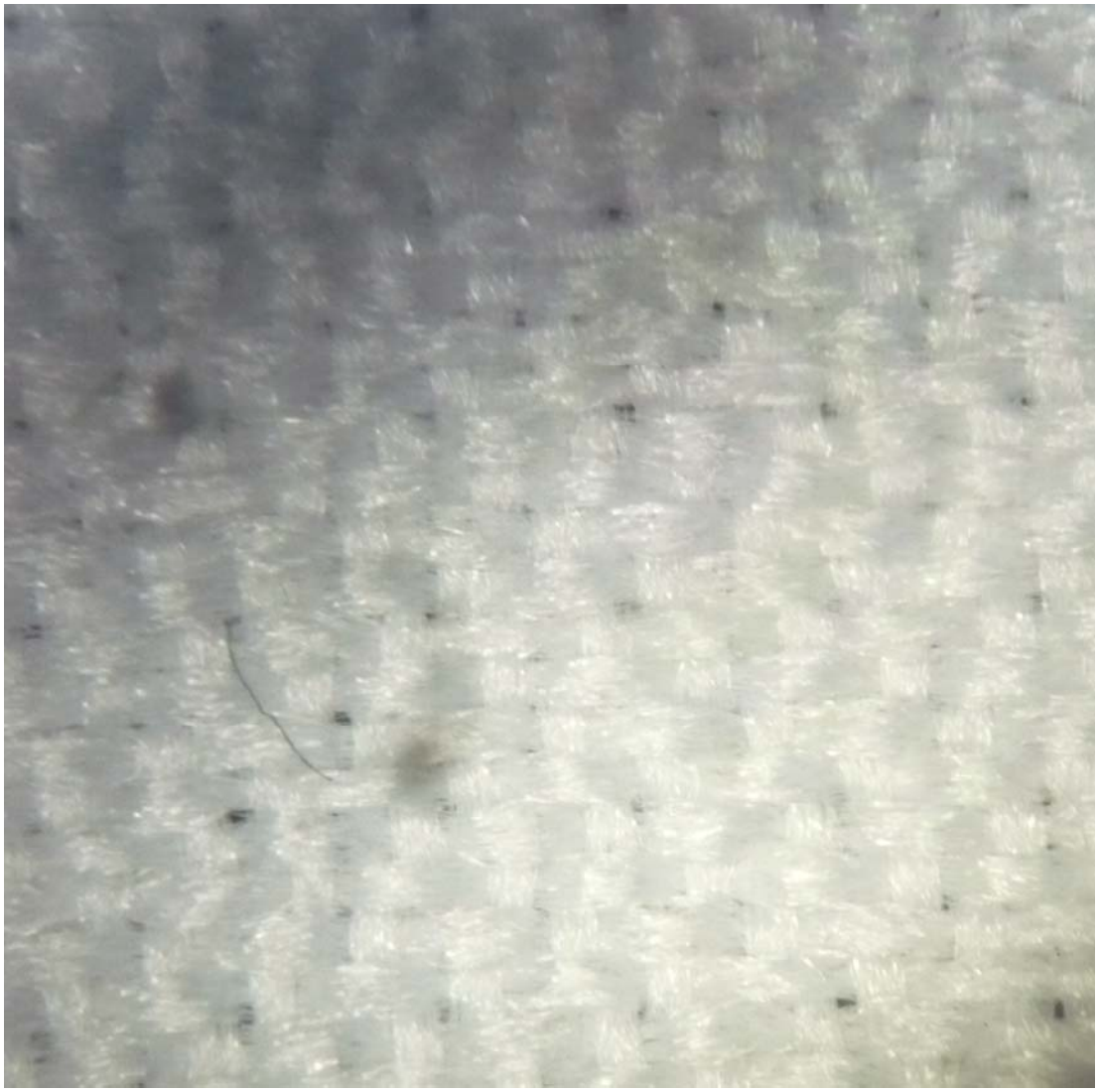


ภาพที่ ก.4 โครงสร้างผ้าทอแบบที่ 4 ลายทแยง (s-twill 1/2)

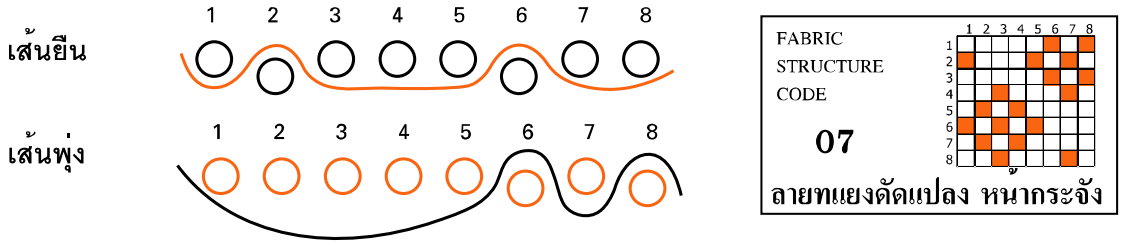


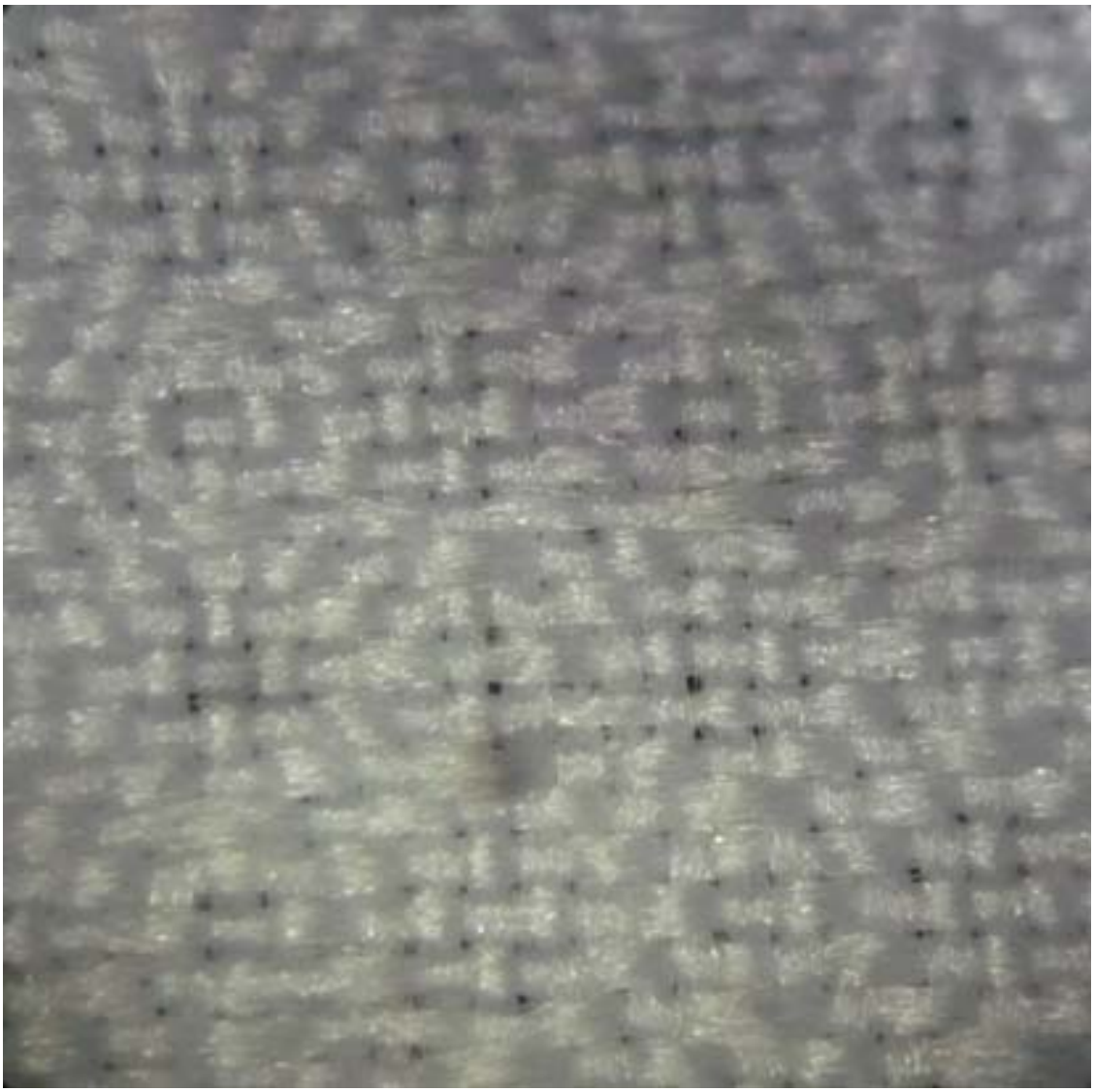
ภาพที่ ก.5 โครงสร้างผ้าทอแบบที่ 5 ลายทแยงดัดแปลง (s-twill 2/2)



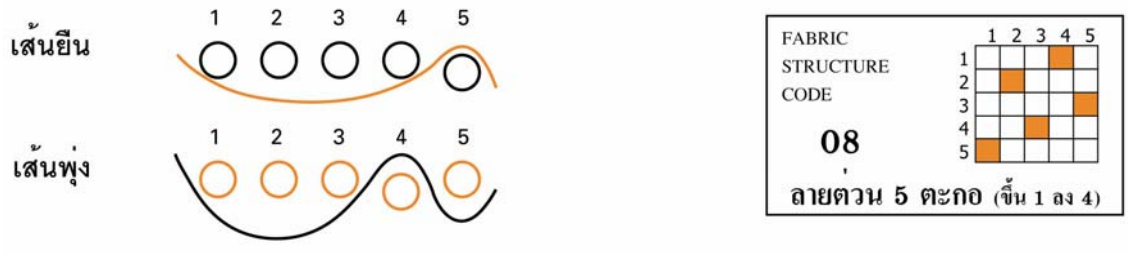


ภาพที่ ก.6 โครงสร้างผ้าทอแบบที่ 6 ลายทแยง (s-twill 1/3)

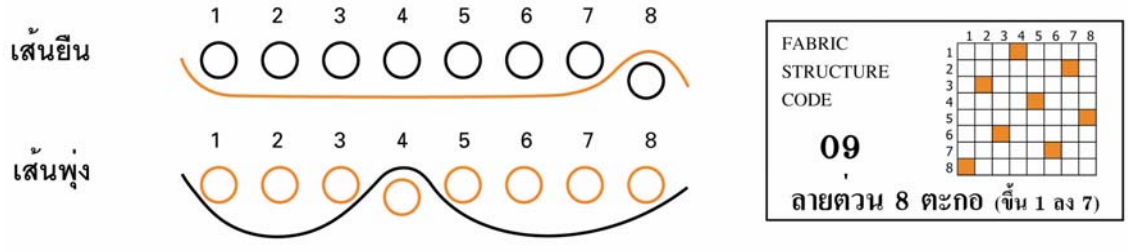




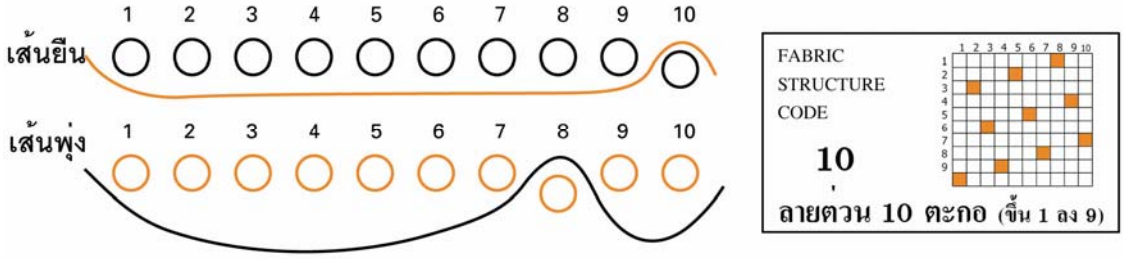
ภาพที่ ก.7 โครงสร้างผ้าทอแบบที่ 7 ลายทแยงดัดแปลง หน้ากระจัง



ภาพที่ ก.8 โครงสร้างผ้าทอแบบที่ 8 ลายต่วน 5 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 4)



ภาพที่ ก.9 โครงสร้างผ้าทอแบบที่ 9 ลายต่วน 8 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 7)

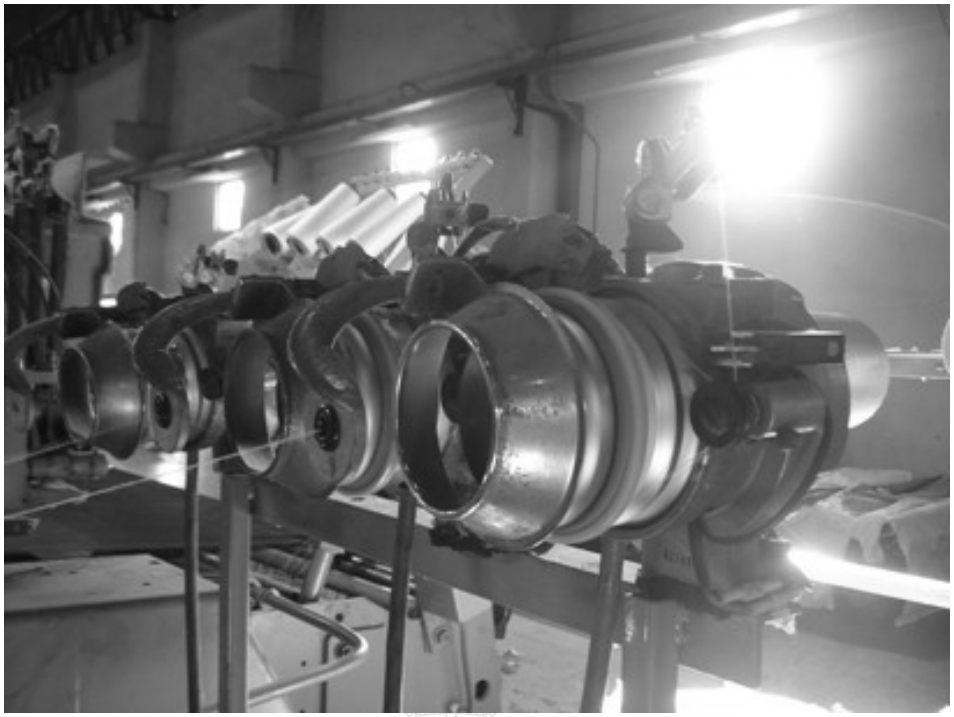


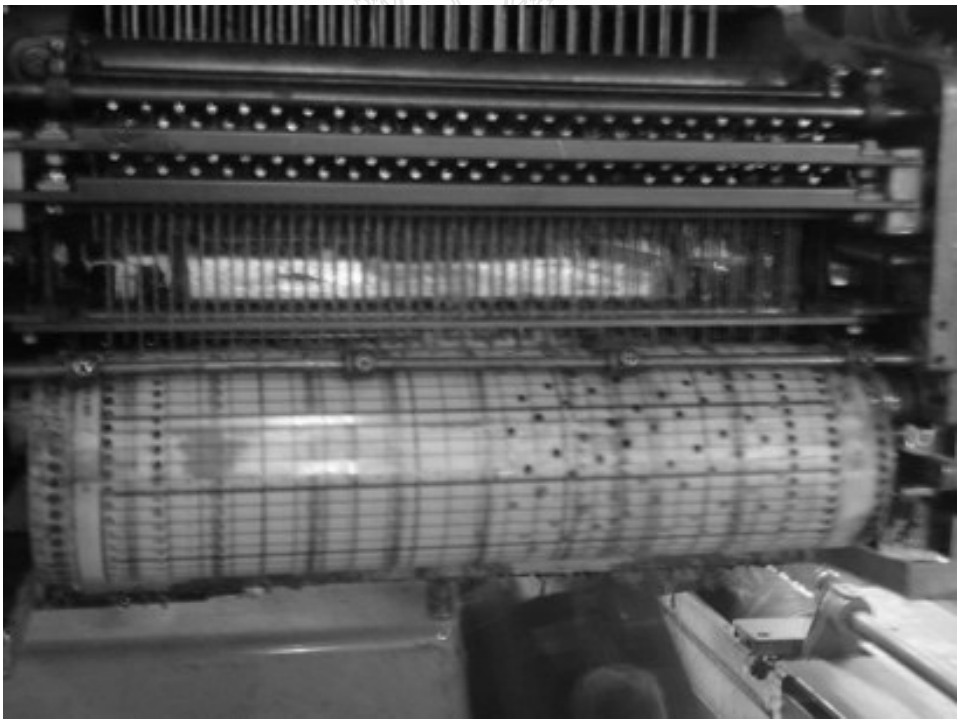
ภาพที่ ก.10 โครงสร้างผ้าทอแบบที่ 10 ลายต่วน 10 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 9)

ภาคผนวก ข

การผลิตผ้าตัวอย่างด้วยเครื่องจักร

ภาพที่ ข.1 การเตรียมเส้นด้ายยืน



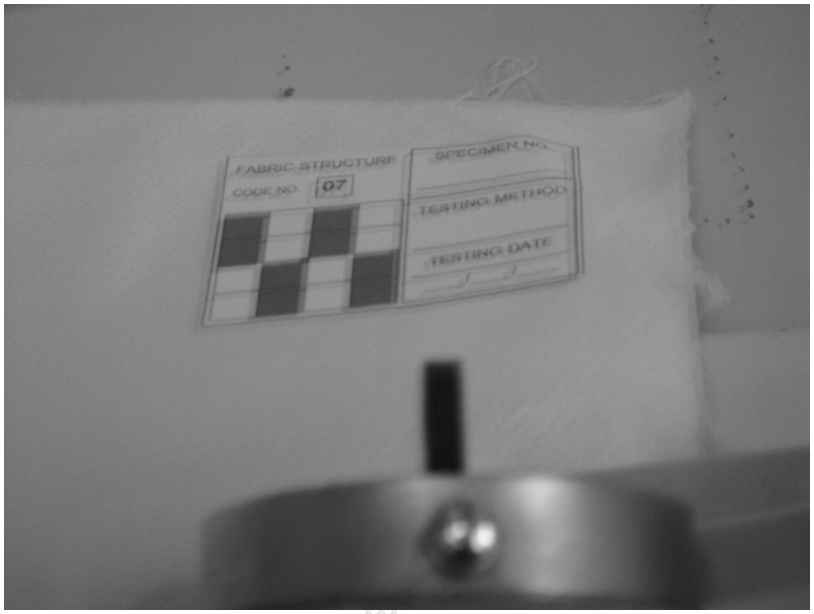


ภาพที่ ข.2 การเปลี่ยนลายผ้า

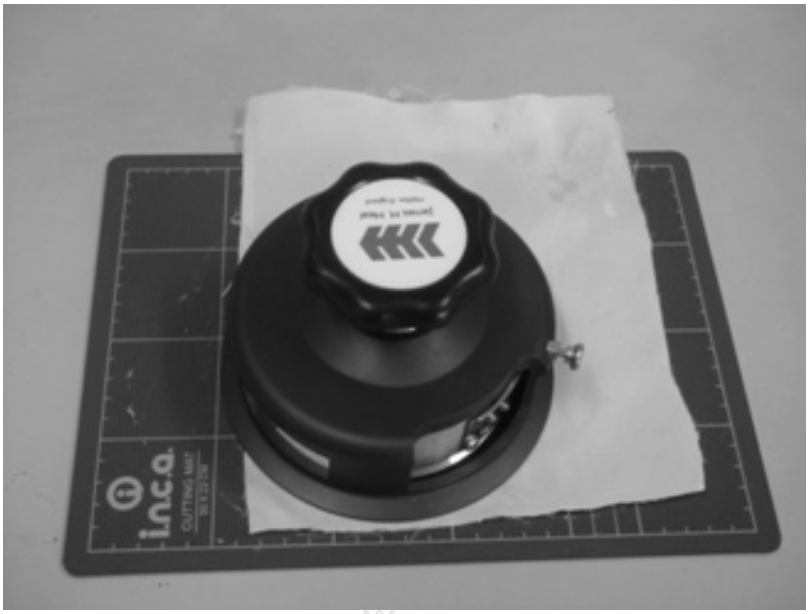
ภาพที่ ข.3 การทอผ้าด้วยเครื่องทอผ้าอัตโนมัติ

ภาคผนวก ค

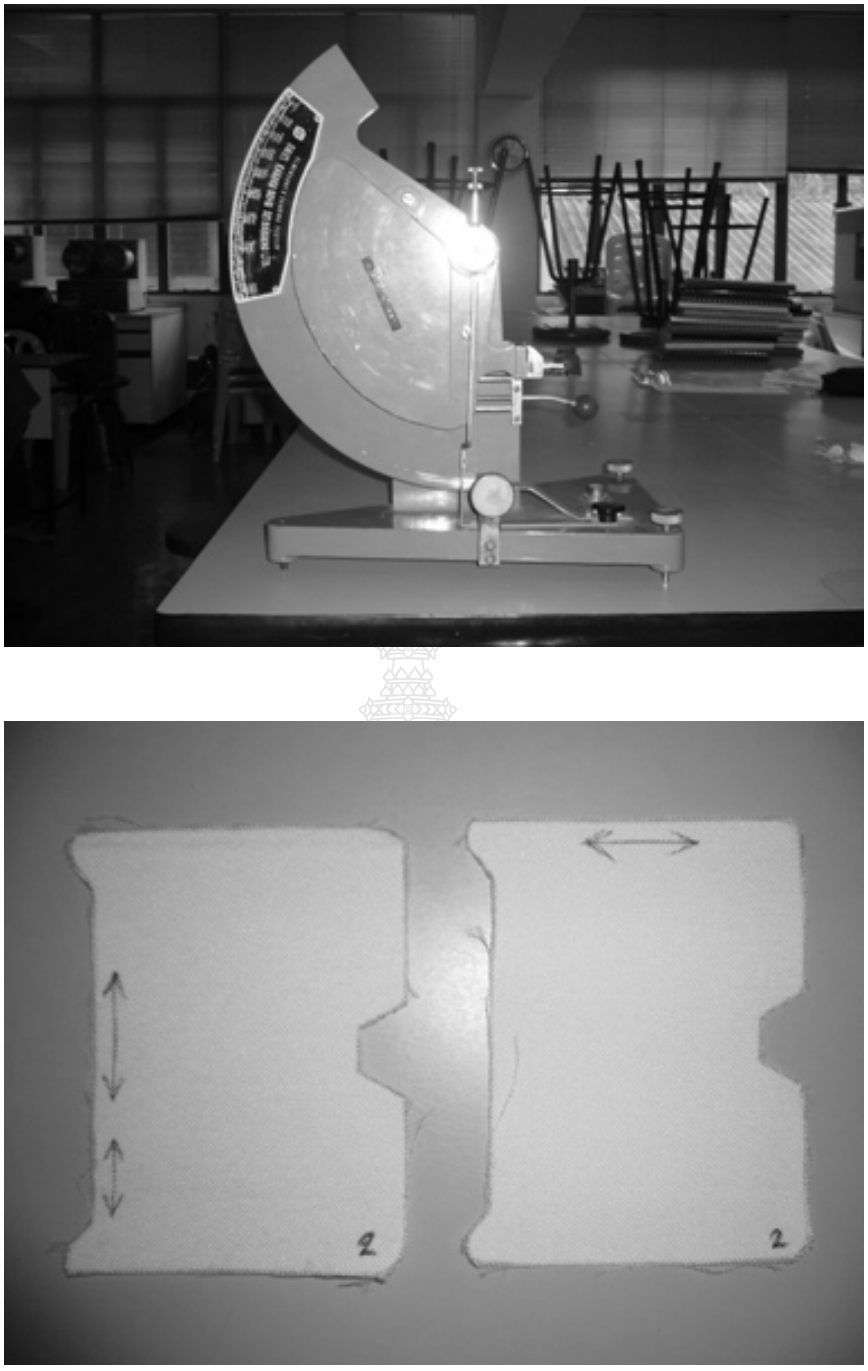
การทดสอบชิ้นงานตัวอย่าง



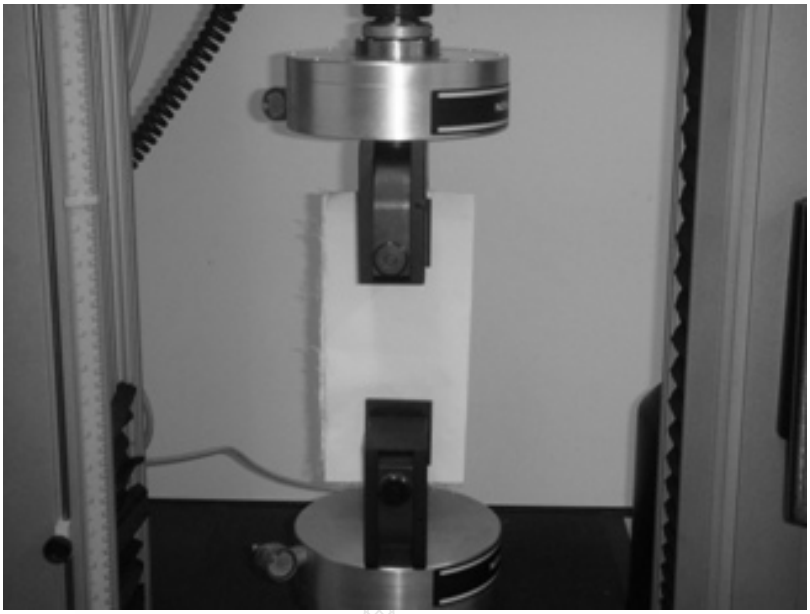
ภาพที่ ค.1 การทดสอบความหนาบางของผ้า



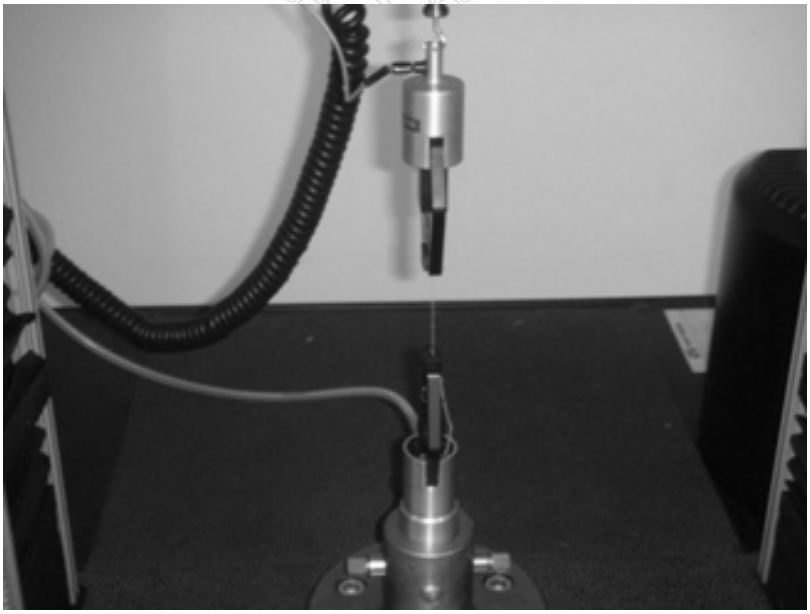
ภาพที่ ค.2 การทดสอบน้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่



ภาพที่ ค.3 การทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า



ภาพที่ ค.4 การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง



ภาพที่ ค.5 การทดสอบความแข็งแรงของเส้นด้าย

ภาพที่ ค.6 การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ภาคผนวก ง

ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบเบอร์ด้ายและความแข็งแรงของเส้นด้ายก่อนทอ

Intertek

TEST REPORT

NUMBER : BKKT11000631
DATE : 18-Jan-2011

APPLICANT : **VICHAI PETTHONGKAM**
99/11 MOO 6 SOI PONGPHETWATTANA 2,NGAMWONGVAN
RD., TUNGSONGHONG,
LAKSEE,BANGKOK,THAILAND,10210
ATTN : **VICHAI.**

SAMPLE DESCRIPTION	: ONE (1) PIECE OF SUBMITTED SAMPLE SAID TO BE 100% POLYESTER YARN IN WHITE
ORDER NO./PO NO.	: -
STYLE NO.	: -
END USE	: EXPERIMENT
COLOUR	: WHITE
DATE RECEIVED/DATE TEST STARTED	: 13 Jan 2011

TEST CONDUCTED : AS PER THE REQUEST OF THE APPLICANT. FOR FURTHER DETAILS PLEASE REFER TO ENCLOSED PAGE(S)

CONCLUSION :
BASED UPON THE SUBMITTED SAMPLE AND TEST RESULTS REPORTED,

COUNTS OF YARN	#
YARN STRENGTH & ELONGATION	#

NOTE : M = MEETS THE PROVIDED REQUIREMENT C = COMMERCIALLY ACCEPTABLE
F = BELOW THE PROVIDED REQUIREMENT U = UNACCEPTABLE
* = NO SUBMITTED INFORMATION # = NO COMMENT
NA = NOT APPLICABLE

PREPARED & CHECKED BY :
FOR INTERTEK TESTING SERVICES LTD. [BANGKOK]

LADTAKA WONGWIBOONPORN
DIVISION MANAGER/TEXTILE DIVISION

Intertek Testing Services (Thailand) Ltd.
5/1 Soi Chaloem Suk, Chankasem, Chatuchak, Bangkok 10900 Tel: (662)939-0661, (662) 930-6554
Fax:(662)939-0668 E-mail address: textile.thailand@intertek.com
The report shall not be reproduced wholly or in parts without written approval of the laboratory.
Attention is drawn to the terms and condition for testing printed overleaf

Intertek

TEST REPORT

NUMBER : BKKT11000631
DATE : 18-Jan-2011

TEST CONDUCTED (AS REQUESTED BY THE APPLICANT)

1. COUNTS OF YARN
ASTM D1059-2001:

	RESULT (DENIER)	REQUIREMENT
1	154.3	-
2	154.9	
3	154.7	
4	153.4	
5	154.5	
6	154.3	
7	154.1	
8	154.7	
9	154.3	
10	154.7	
AVERAGE :	154.3813	
SD	0.4104	
CV %	0.2659	

2. YARN STRENGTH & ELONGATION
ASTM D2256:2002

			REQUIREMENT	
	BREAKING FORCE (NEWTON)	ELONGATION (%)	BREAKING FORCE (NEWTON)	ELONGATION (%)
1	6.458	19.01	-	-
2	6.543	19.52		
3	6.322	20.48		
4	6.544	20.95		
5	6.676	19.72		
6	6.398	19.28		
7	6.451	19.32		
8	6.441	20.84		
9	6.571	20.44		
10	6.389	19.52		
AVERAGE :	6.4793	19.91		
SD	0.1041	0.7030		
CV %	1.6070	3.5311		

END OF THE TEST REPORT

Intertek Testing Services (Thailand) Ltd.
5/1 Soi Chaloem Suk, Chankasem, Chatuchak, Bangkok 10900 Tel: (662)939-0661, (662) 930-6554
Fax:(662)939-0668 E-mail address: textile.thailand@intertek.com
The report shall not be reproduced wholly or in parts without written approval of the laboratory.
Attention is drawn to the terms and condition for testing printed overleaf

ผลการทดสอบผ้าทั้ง 10 โครงสร้าง

Intertek

BKKT09282345
15 NOV 2009

APPLICANT:

99/11 MOO 6, SOI PONGPHETWATTANA 2,NGAMWONGVAN RD
, TUNGSONGHONG,LAKSEE BANGKOK 10210

ATTN: K.WICHAI PETCHTONGKAM

SAMPLE DESCRIPTION:

TEN (10) PIECES OF SUBMITTED SAMPLE SAID TO BE WOVEN FABRIC IN

A) ลายขัด 1X1 B) ลายขัด 2x2 (Basket) C) ลายทแยง (s-twill 1/3)

D) ลายทแยง (s-twill1/2) E) ลายทแยง (s-twill 2/2) F) ลายทแยงคัดแปลง หนังไก่

G) ลายทแยงคัดแปลง หน้ากระจัง H) ลายต่วน 5 ตะกอ I) ลายต่วน 8 ตะกอ J) ลายต่วน 10 ตะกอ

****

TESTS CONDUCTED:

AS REQUESTED BY THE APPLICANT,FOR DETAILS REFER TO ATTACHED PAGE(S)

****

CONCLUSION:

BASED UPON THE SUBMITTED SAMPLE AND TEST RESULTS REPORTED,

1. THREAD PER UNIT LENGTH
2. FABRIC WEIGHT
3. FABRIC THICKESS
4. YARN STRENGTH
5. YARN ELONGATION AT BREAK
6. TEARING STRENGTH
7. TENSILE STRENGTH
8. ELONGATION AT BREAK
9. BURSTING STRENGTH

PREPARED AND CHECKED BY :
FOR INTERTEK TESTING SERVICES
FOR

LADTAKA WONGWIBOONPORN
DIVISION MANAGER
TEXTILE & FOOTWEAR DIVISION

****

Intertek Testing Services Thailand Ltd.
5/1 Phaholyothin 28, Phaholyothin Road, Bangkok 10900, Thailand
Tel: (662) 9306554, (662) 9390661 Fax: (662) 9390668
Email: textile.thailand@intertek.com

Intertek

BKKT09282345
15 NOV 2009

1. THREAD PER UNIT LENGTH (ASTM D 3775)

UNIT :Warp/ inch

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยง ดัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยง ดัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายต่วน 5 ตะกอ	I ลายต่วน ดัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายต่วน ดัดแปลง 10 ตะกอ
1	84	83	84	85	84	83	85	83	83	85
2	83	85	85	83	85	84	84	85	85	84
3	85	84	83	84	83	85	83	84	85	83
4	84	85	84	85	85	84	84	84	84	85
5	85	83	85	85	83	83	84	85	85	85
6	84	84	84	84	84	85	85	85	83	84
7	83	85	83	85	85	84	83	84	84	83
8	84	84	84	83	83	83	84	85	85	85
9	85	83	85	84	84	85	85	83	83	84
10	83	85	83	84	85	84	83	84	84	83
AVERAGE	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
SD.	0.8165	0.8756	0.8165	0.7888	0.8756	0.8165	0.8165	0.7888	0.8756	0.8756
CV%	0.9720	1.0411	0.9720	0.9368	1.0411	0.9720	0.9720	0.9368	1.0411	1.0411

UNIT :Weft/ inch

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยง ดัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยง ดัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายต่วน 5 ตะกอ	I ลายต่วน ดัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายต่วน ดัดแปลง 10 ตะกอ
1	82	82	82	82	83	82	84	82	82	83
2	84	84	84	83	84	84	83	83	83	82
3	83	82	83	84	82	83	82	84	84	84
4	83	83	84	84	82	84	82	84	84	82
5	84	83	83	83	84	82	83	83	83	83
6	82	84	82	82	83	82	84	83	83	84
7	83	82	82	82	82	84	82	82	84	84
8	84	84	84	83	84	83	83	82	82	83
9	83	83	83	84	83	83	84	84	82	82
10	82	82	84	83	82	82	82	83	83	82
AVERAGE	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
SD.	0.8165	0.8756	0.8756	0.8165	0.8756	0.8756	0.8756	0.8165	0.8165	0.8756
CV%	0.9837	1.0562	1.0537	0.9837	1.0562	1.0562	1.0562	0.9837	0.9837	1.0562

Intertek Testing Services Thailand Ltd.
5/1 Phaholyothin 28, Phaholyothin Road, Bangkok 10900, Thailand
Tel: (662) 9306554, (662) 9390661 Fax: (662) 9390668
Email: textile.thailand@intertek.com

2. FABRIC WEIGHT (ASTM D 3776-2007)

Unit :g/m2

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยงดัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยงดัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายด่วน 5 ตะกอ	I ลายด่วนดัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายด่วนดัดแปลง 10 ตะกอ
1	114.1	116.1	116.3	115.4	115.9	115.7	115.7	118.8	120.4	122.1
2	115.5	115.9	115.8	116.3	116.1	116.7	115.9	119.5	119.8	121.1
3	114.3	115.3	115.3	115.6	115.5	115.2	116.9	119.7	119.2	121.2
4	114.2	116.4	116.4	115.8	116.3	115.3	116.3	118.9	119.7	121.9
5	115.4	116.2	115.6	116.4	115.6	116.7	115.4	118.5	120.6	121.8
6	115.8	115.7	116.7	115.7	116.2	116.8	116.8	119.2	119.6	122.2
7	114.9	115.8	116.3	116.9	115.8	115.1	115.1	118.7	120.2	121.5
8	115.6	116.9	116.7	115.8	116.9	115.6	116.7	118.6	118.9	121.6
9	114.4	115.1	115.3	116.7	115.7	115.5	116.6	118.8	119.4	122.5
10	115.2	116.3	116.4	115.3	116.8	116.7	115.2	118.5	119.9	122.7
AVERAGE	114.94	115.97	116.08	115.99	116.08	115.93	116.06	118.92	119.77	121.86
SD.	0.6433	0.5314	0.5371	0.5507	0.4803	0.7072	0.6883	0.4158	0.5314	0.5275
CV%	0.5596	0.4582	0.4627	0.4747	0.4137	0.6100	0.5931	0.3496	0.4436	0.4328

3. FABRIC THICKNESS (ISO 5084)

UNIT : mm

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยงดัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยงดัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายด่วน 5 ตะกอ	I ลายด่วนดัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายด่วนดัดแปลง 10 ตะกอ
1	0.35	0.36	0.38	0.36	0.37	0.38	0.36	0.52	0.69	0.85
2	0.34	0.37	0.39	0.37	0.37	0.38	0.35	0.49	0.68	0.84
3	0.34	0.37	0.39	0.36	0.36	0.38	0.36	0.51	0.7	0.82
4	0.34	0.36	0.38	0.37	0.37	0.39	0.35	0.55	0.69	0.84
5	0.34	0.37	0.37	0.36	0.37	0.38	0.36	0.53	0.67	0.82
6	0.35	0.37	0.38	0.37	0.36	0.38	0.35	0.54	0.68	0.85
7	0.33	0.36	0.39	0.36	0.36	0.39	0.35	0.53	0.67	0.82
8	0.34	0.37	0.38	0.37	0.38	0.38	0.35	0.53	0.68	0.84
9	0.34	0.38	0.39	0.37	0.37	0.38	0.36	0.55	0.68	0.82
10	0.35	0.37	0.39	0.37	0.38	0.39	0.36	0.55	0.67	0.82
AVERAGE	0.34	0.37	0.38	0.37	0.37	0.38	0.36	0.53	0.68	0.83
SD.	0.0063	0.0063	0.0070	0.0052	0.0074	0.0048	0.0053	0.0194	0.0099	0.0132
CV%	1.8493	1.7186	1.8208	1.4109	1.9996	1.2612	1.4846	3.6673	1.4602	1.5824

Intertek Testing Services Thailand Ltd.
5/1 Phaholyothin 28, Phaholyothin Road, Bangkok 10900, Thailand
Tel: (662) 9306554, (662) 9390661 Fax: (662) 9390668
Email: textile.thailand@intertek.com

Intertek

BKKT09282345
15 NOV 2009

4. YARN STRENGTH (ASTM D 2256-2002)

WarpYarn / UNIT :N

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยง ตัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยง ตัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายด่วน 5 ตะกอ	I ลายด่วน ตัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายด่วน ตัดแปลง 10 ตะกอ
1	5.80	6.14	5.98	6.00	5.95	6.24	6.21	6.5	6.28	6.49
2	5.86	6.29	6.14	5.79	6.42	6.24	6.22	6.51	6.48	6.26
3	5.86	6.28	6.16	6.06	6.22	6.28	6.23	6.48	6.49	6.21
4	5.46	6.16	6.26	6.27	6.12	6.31	6.13	6.34	6.44	6.45
5	5.64	6.14	6.24	6.27	5.95	6.14	6.41	5.63	6.4	6.32
6	5.68	6.27	6.12	6.25	6.15	6.14	6.02	6.47	6.39	6.24
7	5.83	6.14	5.99	5.79	6.18	6.32	6.44	6.64	6.4	6.32
8	5.83	6.22	5.88	6.12	6.14	6.11	6.22	6.53	6.29	6.51
9	5.62	6.28	6.28	6.17	6.02	6.31	6.53	6.27	6.48	6.59
10	5.80	6.26	6.15	6.12	6.12	6.19	6.26	6.46	6.32	6.42
AVERAGE	5.74	6.22	6.12	6.08	6.13	6.23	6.27	6.38	6.40	6.38
SD.	0.1327	0.0658	0.1319	0.1786	0.1383	0.0787	0.1522	0.1291	0.0785	0.1290
CV%	2.3132	1.0581	2.1554	2.9364	2.2577	1.2638	2.4282	2.0228	1.2266	2.0211

Weft Yarn /Unit :N,

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยง ตัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยง ตัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายด่วน 5 ตะกอ	I ลายด่วน ตัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายด่วน ตัดแปลง 10 ตะกอ
1	4.25	5.74	5.28	5.24	5.64	5.08	5.25	5.36	5.91	6
2	4.52	5.75	5.22	5.12	5.25	5.31	5.38	5.35	5.62	5.86
3	4.25	5.68	5.22	5.45	5.39	5.39	5.45	5.23	5.44	5.63
4	4.38	5.97	5.18	5.23	5.58	5.52	5.32	5.48	5.82	5.75
5	4.28	5.74	5.55	5.12	5.52	5.59	5.23	5.25	6.01	5.93
6	4.32	5.5	5.18	5.25	5.24	5.58	5.25	5.25	5.38	5.66
7	4.15	5.55	5.55	4.91	5.63	5.59	5.35	5.52	5.61	6.15
8	4.39	5.65	5.37	5.24	5.26	5.8	5.15	5.52	5.88	5.96
9	4.42	5.32	5.26	5.43	5.24	5.65	5.45	5.32	5.82	6.01
10	4.62	5.74	5.38	5.12	5.53	5.42	5.48	5.58	5.91	5.86
AVERAGE	4.36	5.66	5.32	5.21	5.43	5.49	5.33	5.39	5.74	5.88
SD.	0.139188122	0.175448631	0.139956342	0.157793818	0.169888853	0.20166253	0.110297577	0.129116657	0.21447611	0.16387326
CV%	3.193853192	3.097610016	2.631252912	3.028090916	3.129860953	3.67126405	2.068984755	2.397264333	3.73651752	2.78648627

Intertek

BKKT09282345
15 NOV 2009

5. YARN ELONGATION AT BREAK (ASTM D 2256-2002)

WARP YARN :/UNIT : %

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยง ดัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยง ดัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายด่วน 5 ตะกอ	I ลายด่วน ดัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายด่วน ดัดแปลง 10 ตะกอ
1	17.62	23.84	22.22	21.7	21.6	22.02	21.82	24.02	24.24	26.08
2	17.56	23.18	23.74	21.62	22.44	23.42	22.24	24.12	25.11	23.92
3	18.86	23.04	23.04	21.44	23.22	22.48	22.53	24.01	24.8	24.22
4	17.86	24.46	22.66	22.46	21.76	24.02	22.14	22.88	23.74	23.62
5	17.64	25.22	22.66	22.78	22.22	21.18	23.36	21.55	25.01	24.25
6	17.56	22.43	23.24	22.08	21.92	21.42	25.6	24.12	22.98	24.38
7	18.82	23.04	23.45	22.36	23.94	23.3	22.56	24.32	25.98	24.74
8	19.04	24.08	21.55	24.64	22.02	22.08	23.06	24.44	25.02	26.14
9	17.84	24.26	23.36	22.24	23.02	23.62	23.06	22.14	25.84	26.06
10	18.64	24.56	23.04	22.14	23.52	23.74	23.62	24.06	25.52	24.53
AVERAGE	18.14	23.81	22.90	22.35	22.57	22.73	23.00	23.57	24.82	24.79
SD.	0.614838732	0.865158303	0.647597269	0.903919859	0.807302779	1.02116274	1.075241058	1.00895105	0.93836974	0.94750198
CV%	3.388661443	3.633439598	2.828429719	4.045108112	3.5775183	4.49297226	4.675164391	4.281384412	3.78009082	3.82149705

WEFT YARN :/UNIT : %

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยง ดัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยง ดัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายด่วน 5 ตะกอ	I ลายด่วน ดัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายด่วน ดัดแปลง 10 ตะกอ
1	14.96	16.74	16.62	16.4	18.08	16.85	17.22	18.62	18.44	19.15
2	14.14	16.14	18.42	18.11	16.85	17.12	17.16	18.48	19.12	19.52
3	14.44	16.44	17.96	18.02	18.08	18.64	17.92	17.34	18.02	17.78
4	14.96	15.96	18.85	17.36	17.84	18.08	16.52	18.62	19.02	18.24
5	14.18	15.66	18.72	17.84	18.64	18.66	18.8	18.08	18.12	19.84
6	14.48	16.84	18.3	18	17.92	18.58	16.85	18.24	18.04	18.64
7	14.88	15.12	17.68	16.13	16.56	18.36	18.24	19.26	19.58	19.36
8	15.56	16.24	16.95	17.84	16.46	17.66	17.6	17.28	20.11	17.58
9	14.32	16.32	16.56	16.36	18.4	17.28	16.88	18.26	19.6	19.52
10	14.39	15.45	17.88	18.44	17.76	18.22	18.38	17.02	19.75	20.00
AVERAGE	14.631	16.091	17.794	17.45	17.659	17.945	17.557	18.12	18.98	18.96
SD.	0.447224776	0.551532209	0.835453303	0.842509479	0.765716077	0.67219789	0.754778113	0.706226278	0.7797293	0.85614186
CV%	3.056693156	3.427581935	4.695140516	4.82813455	4.336123661	3.74587845	4.299015282	3.897496015	4.10816279	4.51480179

Intertek Testing Services Thailand Ltd.
5/1 Phaholyothin 28, Phaholyothin Road, Bangkok 10900, Thailand
Tel: (662) 9306554, (662) 9390661 Fax: (662) 9390668
Email: textile.thailand@intertek.com

Intertek

BKKT09282345
15 NOV 2009

6 TENSILE STRENGTH (ASTM D 5034-2008 GRAB TEST)

WARP DIRECTION :/UNIT : lbf

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยง ดัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยง ดัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายต่วน 5 ตะกอ	I ลายต่วน ดัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายต่วน ดัดแปลง 10 ตะกอ
1	126.5	130.6	130.3	139.3	136.4	135.5	136.8	126.2	126.8	130.5
2	128.3	128.8	130.8	135.1	141.2	138.6	139.6	122.9	125.4	129.7
3	127.5	132.5	130.6	138.3	138.9	140.6	136.1	124.8	128.6	130.5
4	124.6	130.6	134.1	138.2	137.7	136.9	134.7	122.3	129.3	125.8
5	128.8	127.1	130.6	136.2	135.5	137.7	135.8	125.4	129.2	125.3
6	125.9	128.8	132.3	138.4	136.8	139.9	137.7	128.2	125.6	124.6
7	127.3	129.3	130.6	137.6	139.9	135.6	138.1	124.7	130.7	129.6
8	128.4	130.7	133.9	139.4	135.4	137.8	138.5	123.8	127.6	127.8
9	127.6	129.9	132.4	135.8	135.1	136.2	134.3	123.2	126.7	130.7
10	124.2	128.7	131.1	136.2	135.9	135.1	138.6	124.4	130.3	130.2
AVERAGE	126.91	129.7	131.67	137.45	137.28	137.39	137.02	124.59	128.02	128.47
SD.	1.583561387	1.492201952	1.422087667	1.52041661	2.092207765	1.88588323	1.768112616	1.732980733	1.88196115	2.3944612
CV%	1.247782986	1.150502662	1.08003924	1.106159774	1.524044118	1.37264956	1.29040477	1.390946892	1.47005245	1.86382907

WEFT DIRECTION :/UNIT : lbf

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยง ดัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยง ดัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายต่วน 5 ตะกอ	I ลายต่วน ดัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายต่วน ดัดแปลง 10 ตะกอ
1	90.4	97.4	94.2	110.9	101.2	108.7	104.3	115.6	118.9	119.3
2	92.8	97.1	93.6	108.7	104.5	109.3	106.3	115.2	116.3	114.5
3	89.7	95.5	97.2	111.1	106.2	108.1	106.8	117.4	115.5	118.4
4	92.2	98.5	94.4	110.5	107.2	106.8	108.1	114.4	116.9	114.8
5	88.8	97.4	96.8	110.5	104.9	109.5	106.5	115.2	119.8	115.5
6	90.2	95.2	95.9	109.9	106.3	107.3	107.1	118.6	115.4	117.3
7	92.2	96.4	94.6	111.5	105.4	110.5	107.7	114.8	117.8	119.8
8	92.8	96.7	97.9	108.1	106.6	108.8	105.5	116.2	116.7	114.8
9	92.6	95.8	95.7	111.4	107.3	110.3	108.5	115.9	114.6	116.6
10	92.6	96.2	93.9	112.3	105.5	109.3	109.1	115.8	116.5	114.4
AVERAGE	91.43	96.62	95.42	110.49	105.51	108.86	106.99	115.91	116.84	116.54
SD.	1.496700074	1.008629433	1.503920802	1.287935471	1.774166471	1.19461756	1.441025869	1.254724405	1.60706772	2.05923395
CV%	1.636990128	1.043913717	1.576106478	1.165657952	1.681514995	1.0973889	1.346879025	1.08249884	1.3754431	1.7669761

Intertek Testing Services Thailand Ltd.
5/1 Phaholyothin 28, Phaholyothin Road, Bangkok 10900, Thailand
Tel: (662) 9306554, (662) 9390661 Fax: (662) 9390668
Email: textile.thailand@intertek.com

Intertek

BKKT09282345
15 NOV 2009

7. ELONGATION AT BREAK (ASTM D 5034-2008 WITH TENSILE STRENGTH TEST)

WARP DIRECTION:/UNIT : %

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยง ดัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยง ดัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายด่วน 5 ตะกอ	I ลายด่วน ดัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายด่วน ดัดแปลง 10 ตะกอ
1	36.06	34.27	36.31	36.24	38.79	40.02	37.55	42.13	46.69	44.49
2	35.28	35.24	35.63	38.22	39.21	38.65	39.12	41.86	45.67	45.67
3	34.23	35.39	35.95	37.23	37.38	38.71	40.22	41.92	44.88	46.82
4	35.54	36.43	36.45	39.84	37.43	37.95	37.14	42.55	47.24	44.85
5	34.33	36.63	37.02	39.63	35.92	36.21	37.54	45.85	46.46	46.25
6	35.32	34.25	37.53	38.45	36.87	37.35	38.59	44.25	44.45	44.45
7	34.95	37.45	35.65	36.11	37.45	38.35	38.35	42.74	43.89	45.25
8	35.52	36.66	34.33	36.12	36.52	38.49	37.33	43.64	43.64	44.83
9	35.27	34.35	37.22	38.46	39.87	36.85	37.22	42.38	44.83	47.04
10	34.45	34.45	37.95	38.22	37.65	37.64	38.55	44.46	43.52	45.64
AVERAGE	35.10	35.51	36.40	37.85	37.71	38.02	38.16	43.18	45.13	45.53
SD.	0.595898015	1.195759173	1.074421808	1.379668237	1.232264852	1.07734035	0.994858449	1.324418531	1.32961189	0.92934206
CV%	1.697957017	3.367197491	2.951383937	3.64490182	3.267826918	2.83346575	2.607003089	3.06734571	2.94637776	2.04120903

WEFT DIRECTION:UNIT : %

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยง ดัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยง ดัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายด่วน 5 ตะกอ	I ลายด่วน ดัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายด่วน ดัดแปลง 10 ตะกอ
1	21.55	24.86	24.88	29.45	27.22	30.24	29.51	36.24	36.48	36.43
2	22.87	24.44	24.67	29.42	29.24	31.28	29.33	38.16	36.85	38.92
3	23.36	26.06	26.98	30.11	28.45	27.12	27.95	39.24	38.24	36.64
4	23.18	25.17	25.22	30.03	29.24	29.35	31.05	35.82	38.62	38.48
5	22.45	23.33	26.28	29.55	29.51	29.22	30.55	36.75	38.43	36.31
6	23.46	25.85	26.24	30.66	30.46	28.46	28.85	37.33	37.64	37.45
7	22.64	25.64	26.16	28.51	31.14	29.87	29.22	36.25	36.15	36.35
8	22.93	25.23	24.02	29.04	30.41	28.84	27.88	37.05	36.66	37.34
9	23.16	25.82	24.74	30.22	29.95	29.42	29.43	35.78	36.35	38.88
10	23.95	25.74	26.32	29.95	29.35	29.98	28.52	36.85	37.46	36.75
AVERAGE	22.96	25.21	25.55	29.69	29.50	29.38	29.23	36.95	37.29	37.36
SD.	0.653014378	0.831440517	0.963102048	0.627715434	1.110575927	1.11670945	1.01613046	1.082815774	0.91603979	1.04799544
CV%	2.84475878	3.297535167	3.769332114	2.113947041	3.765047044	3.80117589	3.4764462	2.930727187	2.45666109	2.80550245

Intertek Testing Services Thailand Ltd.
5/1 Phaholyothin 28, Phaholyothin Road, Bangkok 10900, Thailand
Tel: (662) 9306554, (662) 9390661 Fax: (662) 9390668
Email: textile.thailand@intertek.com

Intertek

BKKT09282345
15 NOV 2009

8. TEARING STRENGTH (ASTM D 2261-2002)

WARP DIRECTION :UNIT : lbf

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยง ดัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยง ดัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายต่วน 5 ตะกอ	I ลายต่วน ดัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายต่วน ดัดแปลง 10 ตะกอ
1	7.69	22.58	21.56	13.09	13.22	12.33	10.13	24.37	27.71	38.15
2	7.43	22.48	21.41	13.18	13.15	12.46	10.41	24.56	27.95	37.21
3	7.52	22.44	21.16	13.45	13.41	12.30	10.22	24.32	27.12	38.38
4	7.86	23.12	21.39	12.63	13.06	12.03	10.59	24.11	27.92	37.62
5	7.93	23.46	22.09	12.93	13.62	12.54	9.89	24.62	27.65	37.88
6	8.05	22.62	22.12	13.46	13.48	11.98	9.77	24.22	26.89	37.52
7	8.08	22.59	21.56	13.56	12.87	11.82	10.32	24.06	26.93	36.93
8	7.41	23.18	21.47	13.12	12.86	12.07	10.16	23.96	26.48	38.29
9	7.68	22.41	21.83	12.74	13.38	11.59	10.32	23.85	26.59	37.56
10	7.29	22.12	21.40	12.59	12.96	12.41	9.91	24.11	26.83	36.45
AVERAGE	7.69	22.7	21.599	13.08	13.20	12.15	10.17	24.22	27.21	37.60
SD.	0.279491602	0.415505047	0.315751309	0.35021422	0.265809038	0.30601561	0.255855862	0.249968887	0.55234953	0.6143913
CV%	3.632591655	1.830418711	1.461879294	2.67850264	2.013552288	2.51802529	2.515295539	1.032161561	2.03017432	1.63406287

WEFT DIRECTION :/UNIT : lbf

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยง ดัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยง ดัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายต่วน 5 ตะกอ	I ลายต่วน ดัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายต่วน ดัดแปลง 10 ตะกอ
1	6.99	19.93	22.81	13.81	12.43	12.83	9.71	15.64	26.64	34.64
2	6.42	19.78	23.12	13.95	12.42	12.85	8.32	14.58	27.63	35.12
3	6.58	20.46	21.53	13.42	12.61	12.96	9.54	14.95	26.53	34.41
4	6.89	19.56	21.69	14.11	12.68	12.32	9.16	15.32	26.62	34.05
5	7.32	19.32	22.92	14.02	11.95	12.93	9.97	15.86	26.41	35.1
6	7.16	19.35	22.83	14.26	11.42	13.11	9.87	15.96	26.32	34.32
7	6.97	20.19	22.42	14.23	12.93	12.36	9.58	15.71	26.98	34.6
8	7.03	19.51	22.36	13.66	12.66	12.53	9.63	14.85	26.52	34.41
9	7.11	19.41	21.16	13.95	12.47	12.62	9.42	14.96	26.73	35.09
10	7.36	20.49	23.32	13.87	12.71	12.48	9.77	15.59	26.39	34.90
AVERAGE	6.98	19.80	22.42	13.93	12.43	12.70	9.50	15.34	26.68	34.66
SD.	0.296949304	0.448181511	0.729249233	0.256289767	0.438223687	0.27318899	0.473052734	0.478279323	0.38511326	0.37479476
CV%	4.252460312	2.263542984	3.253253183	1.840104585	3.526099832	2.15126377	4.981075431	3.117450941	1.44361532	1.0812219

Intertek Testing Services Thailand Ltd.
5/1 Phaholyothin 28, Phaholyothin Road, Bangkok 10900, Thailand
Tel: (662) 9306554, (662) 9390661 Fax: (662) 9390668
Email: textile.thailand@intertek.com

Intertek

BKKT09282345
15 NOV 2009

9. BURSTING STRENGTH (ASTM D 3786-2006)

Unit :kPa

SPECIMEN	A ลายขัด 1x1	B ลายขัด 2x2 (Basket)	C ลายทแยง (s-twill 1/3)	D ลายทแยง (s-twill 1/2)	E ลายทแยง (s-twill 2/2)	F ลายทแยง ดัดแปลง หนังไก่	G ลายทแยง ดัดแปลง หน้ากระจัง	H ลายต่วน 5 ตะกอ	I ลายต่วน ดัดแปลง 8 ตะกอ	J ลายต่วน ดัดแปลง 10 ตะกอ
1	215	265	270	270	270	265	270	270	270	280
2	220	270	265	265	260	270	265	270	270	280
3	215	260	275	265	270	265	270	275	275	275
4	220	260	265	270	265	265	275	275	275	275
5	215	270	260	270	270	270	275	270	270	280
6	215	270	265	260	270	265	265	275	275	280
7	220	265	270	270	265	265	270	275	275	280
8	215	270	270	270	265	265	265	275	280	275
9	215	265	275	275	270	275	265	270	280	275
10	220	265	270	265	265	275	265	270	275	280
AVERAGE	217.00	266.00	268.50	268.00	267.00	268.00	268.50	272.50	274.50	278.00
SD.	2.581988897	3.944053189	4.74341649	4.216370214	3.496029494	4.21637021	4.116363012	2.635231383	3.68932394	2.5819889
CV%	1.189856635	1.482726763	1.766635564	1.573272468	1.309374342	1.57327247	1.533096094	0.967057388	1.34401601	0.92877298

********** END **********

Intertek Testing Services Thailand Ltd.
5/1 Phaholyothin 28, Phaholyothin Road, Bangkok 10900, Thailand
Tel: (662) 9306554, (662) 9390661 Fax: (662) 9390668
Email: textile.thailand@intertek.com

ภาคผนวก จ

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

การสัมมนาทางวิชาการสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม
(Textile & Apparel Academy Conference)
2009
งานวิจัยในอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม
วัสดุสิ่งทอ
เทคโนโลยีและวิศวกรรมการผลิต
การจัดการผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม
การบริหารการจัดการและสิ่งแวดล้อม
การประยุกต์ใช้งานในสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง

รายชื่อผู้พิจารณาบทความ
การสัมมนาทางวิชาการด้านสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม ประจำปี 2552
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ชื่อ	นามสกุล	มหาวิทยาลัย/สถาบัน
ศ.(พิเศษ) อัจฉราพร	ไศละสูต	ที่ปรึกษาภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ
คุณพิชัย	อุดมาภินันท์	รองประธานคณะกรรมาธิการเศรษฐกิจ การพาณิชย์ และอุตสาหกรรม วุฒิสภา
คุณปราโมทย์	วิทยาสุข	อธิบดีกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
อาจารย์สุชาติ	อินทรโชติ	อาจารย์พิเศษภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ
คุณวิรัตน์	ตันเดชานุรัตน์	ผู้อำนวยการสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ
ดร.ชาญชัย	ศิริเกษมเลิศ	สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ
ดร.นราพร	รังสิมันตกุล	สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ
คุณพิสมัย	ลิขิตบรรณกร	สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา
รศ.ดร.เข็มชัย	เหมะจันทร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร.สิริวรรณ	กิตติเนาวรัตน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร.อุษา	แสงวัฒนาโรจน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร.เจียรนัย	เล็กอุทัย	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ดร.นพวรรณ	ตันพิพัฒน์	ผู้ช่วยผู้อำนวยการ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
อาจารย์นิตยา	ทับทิมทัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.เฟื่องฟูรัตน์	มุ่งทวีสินสุข	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.สยาม	อรุณศรีมรกต	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ.ดร.สมพงษ์	ธงไชย	มหาวิทยาลัยมหิดล
คุณนิพันธ์	สิมะกรัย	คณะบุคคล พลอย นิพันธ์
คุณเชาวลิต	นิ่มละออ	บริษัท โอเรียลดอลการ์เมนท์ จำกัด
ดร.สาธิต	พุทธชัยยงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ
ดร.ประเทืองทิพย์	ปานบำรุง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ
รศ.ธีระพงษ์	ไชยเฉลิมวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.ดร.ชัยยุทธ	ช่างสาร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.สมนึก	สังข์หนู	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.สุจิระ	ขอจิตต์เมตต์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.สมประสงค์	ภาษาประเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.อภิชาติ	สนธิสมบัติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.ปลื้มจิตต์	เตชธรรมรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ความเป็นไปได้ในการขึ้นรูปพลาสติกด้วยกระบวนการแบบหมุนโดยใช้การเสริมแรงด้วยวัสดุสิ่งทอ 123
ณรงค์ชัย โอเจริญ

ความสัมพันธ์ของโครงสร้างผ้าทอต่อสมบัติทางกายภาพของผ้า 128
วิชัย เพ็ชร์ทองคำ

โครงการพัฒนาและผลิตเพิ่มเติมชุดลดอันตรายจากสะเก็ดระเบิดสังหารบุคคล 132
สุจิระ ขอจิตต์เมตต์

ชุดตรวจสอบพิสูจน์ทราบชนิดของพลาสติกอย่างง่าย 140
ชวลิต แสงสวัสดิ์

เทคนิควิศวกรรมแบบตัดเพื่อลดปริมาณผ้าในการผลิตเสื้อสำเร็จรูป 146
ศรีประไพ จุ้ยน้อย

ผลของการใช้กลีเซอรอลโมโนสเตียเรตผสมพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่มีต่อความต้านทานไฟฟ้าที่ผิวและสมบัติเชิงกลของพอลิโพรพิลีน 151
อำนวย ลาภเกษมสุข

ศึกษาความเป็นไปได้ของการเมอร์เซอร์ไรส์กางเกงเดนิมเปรียบเทียบกับการเมอร์เซอร์ไรส์ผืนผ้าเดนิม 154
ถาวร รัตนาพรประดิษฐ์

ศึกษาสมบัติของผ้าฝ้ายทอลายขัดเมื่อซักด้วยเครื่องซักผ้าแบบใส่ผ้าด้านบนและแบบใส่ผ้าด้านหน้า 158
ธเนส คงใหญ่

สมบัติของฝ้ายที่ปลูกด้วยระบบเกษตรอินทรีย์และเกษตรเคมี 164
รสนันท์ ศิริธรรมปิติ

Adsorption of phenolic wastewater using activated carbon 168
ประธาน วงศ์ศริเวช

Development of One-dimensional Nanostructured TiO_2 Prepared by Hydrothermal Method 172
สรพงษ์ ภวสุปรีย์

The Effect of Far-Infrared Ray Macca charcoals in a Sauna Room 179
จิตต์ลดา ศักดาภิพาณิชย์

ความสัมพันธ์ของโครงสร้างผ้าทอต่อคุณสมบัติทางกายภาพของผ้า

Weaving Structures in Relation to Fabric Properties

วิชัย เพ็ชร์ทองคำ[1]* สมประสงค์ ภาษาประเทศ[2]

[1,2]ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

E-mail: four_homes@yahoo.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างผ้าทอต่อสมบัติทางกายภาพของผ้าทอทำการศึกษาโดยการทอผ้าตัวอย่างด้วยลายทอพื้นฐานที่มีความแตกต่างกัน 10 ลาย ทอใช้เส้นด้ายพอลิเอสเตอร์ (Polyester textured yarn 150/1) เป็นทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งทอเป็นผืนผ้าด้วยเครื่องทอผ้าเครื่องเดียวกันคือเครื่องทอผ้าอัตโนมัติชนิด Dobby Rapier ยี่ห้อ Tsudakoma ใช้เส้นด้ายยืนชุดเดียวกัน และทอให้มีความหนาแน่นของเส้นด้ายพุ่งต่อหน่วยความยาวที่ใกล้เคียงกันที่สุดทั้ง 10 ลายทอ จากผลการทดสอบสมบัติของผ้าแสดงให้เห็นว่า ลายทอ(หรือการขัดกันของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง)ที่เปลี่ยนไปส่งผลกระทบต่อสมบัติของผ้าอย่างเห็นได้ชัด ผ้าทอลายขัดและผ้าทอลายทแยงจะมีความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขาดด้านด้ายยืนสูงกว่าด้านด้ายพุ่ง สวนในกรณีของผ้า ตวนพบวาความแข็งแรงของผ้าเปลี่ยนตามจำนวนเส้นด้ายลอย ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุของผ้าทอลายขัดพื้นฐาน (โครงสรางที่ 1) มีค่าน้อยที่สุด

บทนำ

ผ้าทอเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ ซึ่งเกิดจากการขัดกันของกลุ่มเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งด้วยรูปแบบที่แน่นอน เรียกว่าโครงสร้างผ้าทอ ประกอบด้วย ชนิดของเส้นด้าย ขนาดเส้นด้าย ความหนาแน่นของจำนวนเส้นด้ายต่อหน่วยความยาว และรูปแบบการขัดกันของเส้นด้าย องค์ประกอบเหล่านี้ ล้วนผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของผ้าในเรื่องความหนาน้ำหนักผ้า และความแข็งแรงต่อแรงภายนอกที่มากระทำ การใช้ผ้าทอมักจะเน้นที่ความแข็งแรงของผ้าเมื่อรับแรงตาม แนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งในลักษณะของความแข็งแรงของผ้า ต่อแรงดึง ยังมีการใช้งานผ้าทอในกรณีที่ต้องรับแรงจากทุกทิศทาง (3600) เช่น ผ้ากรอง, กระสอบ เป็นต้น ซึ่งต้องการสมบัติด้าน ความคงทนต่อแรงดันทะลุเป็นสมบัติเด่น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของ โครงสร้างผ้าทอที่มีโครงสร้างแตกต่างกันต่อคุณสมบัติทาง กายภาพ โดยใช้เส้นด้ายชนิดเดียวกันเป็นทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งทอเป็นผืนผ้าทดสอบ

วิธีทดลอง

ใช้เส้นด้ายพอลิเอสเตอร์ เบอร์ 150/1 (Polyester textured yarn) เป็นทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุงทอเป็นผืนผ้าด้วยเครื่องทอผ้าอัตโนมัติเครื่องเดียวกันชนิด Dobby Rapier ยี่ห้อ Tsudakoma ใช้เส้นด้ายยืนชุดเดียวกัน และทอให้มีความหนาแน่นของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุงต่อหนวยความยาวที่ใกลเคียงกันที่สุด จำนวน 10 โครงสรางผา

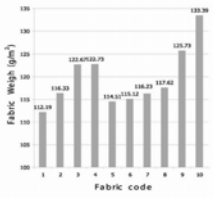
รูปแสดงการทอผ้า

รูปแสดงการทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของผ้าทอที่ใช้ทดลอง

Fabric Code	Fabric Weight	Tear Strength		Tensile Strength		Bursting Strength
		Welf	Warp	Warp		
	gm/m2	g	g	Max.Load N	Elongation (%)	psi
1	112.19	2800	3800	1118.77	13.23	228.33
2	116.33	3200	3200	1108.87	15.54	281.67
3	112.67	5400	5700	1156.87	14.95	273.33
4	122.73	3200	3800	1118.57	17.38	280
5	114.51	5800	6400	1129.37	14.11	283.33
6	115.12	6000	6400	1068.66	13.02	280
7	116.23	2800	6400	1165.17	15.08	270
8	117.62	3400	6400	1100.03	17.19	290
9	125.73	5800	5200	1108.13	18.21	280
10	133.39	6400	4800	1116.67	13.02	268.33

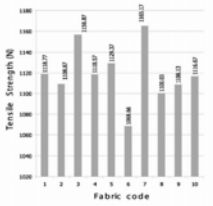
ความสัมพันธ์ของลายทอต่อน้ำหนักผ้า



จากกราฟพบว่า

ลายทอที่ 1 เป็นลายทอที่ให้น้ำหนักผ้าน้อยที่สุด ในขณะที่ลายทอลำดับที่มีเส้นด้ายลอยมาก จะมีน้ำหนักผ้าสูงที่สุด

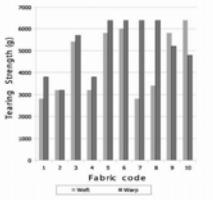
ความสัมพันธ์ของลายทอต่อความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง



จากกราฟพบว่า

ลายทอส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของผ้าด้านยืน (Tensile Strength on Warp side) ค่อนข้างน้อย สังเกตว่า ค่าความแข็งแรง ณ จุดขาด อยู่ในช่วง 1068.66 ถึง1156.87 N และมีการยืดตัวก่อนขาด (Elongation at Break) 13.02 ถึง 18.21 %

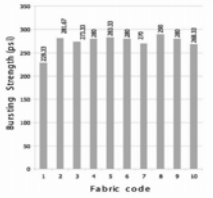
ความสัมพันธ์ของลายทอต่อความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขาด



จากกราฟพบว่า

ลายทอส่วนใหญ่จะให้ผ้าที่มีความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขาดด้านยืนมากกว่าด้านพุง ยกเว้นในกรณีของผ้าตวน ลายทอที่ 9 และ 10 ซึ่งพบว่า ความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขาดด้านพุงมากกว่าด้านยืน และพบว่าผ้าทอลายขัด ได้แก่ลายทอที่ 1 ถึง 3 จะมีค่าความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขาดต่ำกว่าลายทออื่นๆ

ความสัมพันธ์ของลายทอต่อความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ



จากกราฟพบว่า

ลายทอส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุค่อนข้างน้อย โดยสังเกตได้ว่า ลายทอที่ 1 มีค่าความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุต่ำที่สุด

สรุป

โดยสรุปจะพบว่า ลายทอของผ้าส่งผลกระทบต่อน้ำหนักกผ้า ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงและความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขาด การศึกษาถึงคุณสมบัติของโครงสร้างผ้าแต่ละชนิดที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปประยุกต์ใช้ผลิตผ้าในกิจการอุตสาหกรรมต่างๆ ได้ เช่น นำไปพัฒนารวมกับวัสดุ Fiber optic เป็นผ้าผสม Fiber optic,หรือนำไปผสมกับเส้นใยน้ำหนักเบาเพื่อผลิตเป็นชิ้นส่วนน้ำหนักเบาใช้ในอากาศยาน หรือนำไปเป็นวัสดุเสริมเพื่อลดการกระแทกในกันชนของยานพาหนะนำไปเป็นวัสดุประเภทเกราะกันกระสุน Ballistic Fabric เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ เพราะได้รับความช่วยเหลือและคำชี้แนะต่างๆ จากคณาจารย์หลายท่านประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การสัมมนาทางวิชาการด้านสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม
15 กรกฎาคม 2552

ความสัมพันธ์ของโครงสร้างผ้าทอต่อคุณสมบัติทางกายภาพของผ้า

Weaving Structures in Relation to Fabric Properties

วิชัย เพ็ชร์ทองคำ* สมประสงค์ ภาษาประเทศ*
*ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
E-mail: four_homes@yahoo.com

Wichai Pettongkam* Somprasong Parsapratet*
*Department of Textile Engineering, Faculty of Engineering, RMUTT, Thanyaburi, Pathumthani 12110
E-mail: four_homes@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างผ้าทอต่อสมบัติทางกายภาพของผ้าทอ ทำการศึกษาโดยการทอผ้าตัวอย่างด้วยลายทอพื้นฐานที่มีความแตกต่างกัน 10 ลายทอ ใช้เส้นด้ายพอลิเอสเตอร์ (Polyester textured yarn 150/1) เป็นทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง ทอเป็นผืนผ้าด้วยเครื่องทอผ้าเครื่องเดียวกันคือเครื่องทอผ้าอัตโนมัติชนิด Dobby Rapier ยี่ห้อ Tsudakoma ใช้เส้นด้ายยืนชุดเดียวกัน และทอให้มีความหนาแน่นของเส้นด้ายพุ่งต่อหน่วยความยาวที่ใกล้เคียงกันที่สุดทั้ง 10 ลายทอ จากผลการทดสอบสมบัติของผ้าแสดงให้เห็นว่า ลายทอ(หรือการขัดกันของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง)ที่เปลี่ยนไปส่งผลกระทบต่อสมบัติของผ้าอย่างเห็นได้ชัด ผ้าทอลายขัดและผ้าทอลายทแยงจะมีความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขาดด้านด้ายยืนสูงกว่าด้านด้ายพุ่ง ส่วนในกรณีของผ้าต่วนพบว่าความแข็งแรงของผ้าเปลี่ยนตามจำนวนเส้นด้ายลอย ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุของผ้าทอลายขัดพื้นฐาน (โครงสร้างที่ 1) มีค่าน้อยที่สุด

คำหลัก : โครงสร้างผ้าทอ สมบัติทางกายภาพ ความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขาด ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ

Abstract

The research aims to study the effect of weaving structure on fabric properties. Ten different samples were made from the same weaving machine, so called Dobby Rapier by Tsudakoma. Polyester textured yarn 150/1 was used for both warp and weft yarns. The density of weft yarns was controlled by adjusting the weaving machine operation. It was found that the weaving structure affects the physical properties of fabric. For plain weave and twill weave fabrics, the tearing strength of warp side is higher than the weft side. In case of satin weave, the tearing strength is altered with the weaving pattern. The plain weave fabric has the lowest bursting strength of the whole weaving pattern.

Keywords: Weaving Structures, Physical Property of Fabric, Bursting Strength, Tearing Strength

1. บทนำ

ผ้าทอเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ ซึ่งเกิดจากการขัดกันของกลุ่มเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งด้วยรูปแบบที่แน่นอน เรียกว่าโครงสร้างผ้าทอ ประกอบด้วย ชนิดของเส้นด้าย ขนาดเส้นด้าย ความหนาแน่นของจำนวนเส้นด้ายต่อหน่วยความยาว และรูปแบบการขัดกันของเส้นด้าย องค์ประกอบเหล่านี้ ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของผ้าในเรื่องความหนา น้ำหนักผ้า และความแข็งแรงต่อแรงภายนอกที่มากระทำ

การใช้ผ้าทอมักจะเน้นที่ความแข็งแรงของผ้าเมื่อรับแรงตามแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งในลักษณะของความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง ยังมีการใช้งานผ้าทอในกรณีที่ต้องรับแรงจากทุกทิศทาง (360^0) เช่น ผ้ากรอง, กระสอบ เป็นต้น ซึ่งต้องการสมบัติด้านความคงทนต่อแรงดันทะลุเป็นสมบัติเด่น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างผ้าทอที่มีโครงสร้างแตกต่างกันต่อคุณสมบัติทางกายภาพ โดยใช้เส้นด้ายชนิดเดียวกันเป็นทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งทอเป็นผืนผ้าทดสอบ

2. วิธีทดลอง

2.1) ใช้เส้นด้ายพอลิเอสเตอร์ เบอร์ 150/1 (Polyester textured yarn) เป็นทั้งเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง ทอเป็นผืนผ้าด้วยเครื่องทอผ้าอัตโนมัติเครื่องเดียวกันชนิด Dobby Rapier ยี่ห้อ Tsudakoma ใช้เส้นด้ายยืนชุดเดียวกัน และทอให้มีความหนาแน่นของเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งต่อหน่วยความยาวที่ใกล้เคียงกันที่สุด จำนวน 10 โครงสร้างผ้า

2.2) ทดสอบสมบัติทางกายภาพของผ้าทั้ง 10 ตัวอย่าง

รูปแสดงโครงสร้างผ้าทอแบบต่างๆ 10 โครงสร้าง

โครงสร้างที่	
1. ลายขัด (1 x 1)	
2. ลายขัด (Basket, Oxford)	
3. ลายทแยง (s-twill 1/3)	
4. ลายทแยง (S-twill 1/2)	
5. ลายทแยงดัดแปลง (S-twill 2/2)	
6. ลายทแยงดัดแปลง หนังไก่	
7. ลายทแยงดัดแปลง หน้ากระจัง	
8. ลายต่วน 5 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 4)	
9. ลายต่วน 8 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 7)	
10. ลายต่วน 10 ตะกอ (ขึ้น 1 ลง 9)	

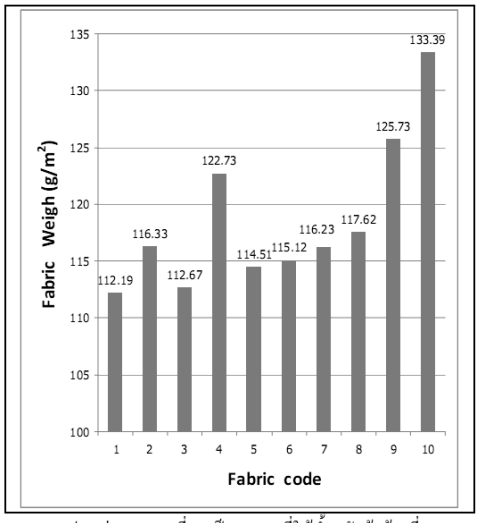
3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผืนผ้าทอ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของผ้าทอที่ใช้ทดลอง

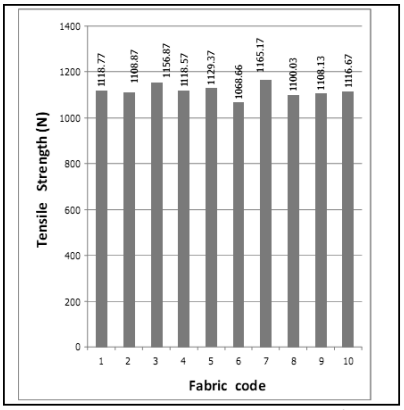
Fabric Code	Fabric Weight	Tear Strength		Tensile Strength		Bursting Strength
		Weft	Warp	Warp		
				Max.Load	Elongation	
	gm/m^2	g	g	N	(%)	psi
1	112.19	2800	3800	1118.77	13.23	228.33
2	116.33	3200	3200	1108.87	15.54	281.67
3	112.67	5400	5700	1156.87	14.95	273.33
4	122.73	3200	3800	1118.57	17.38	280
5	114.51	5800	6400	1129.37	14.11	283.33
6	115.12	6000	6400	1068.66	13.02	280
7	116.23	2800	6400	1165.17	15.08	270
8	117.62	3400	6400	1100.03	17.19	290
9	125.73	5800	5200	1108.13	18.21	280
10	133.39	6400	4800	1116.67	13.02	268.33

3.1 ความสัมพันธ์ของลายทอต่อน้ำหนักผ้า



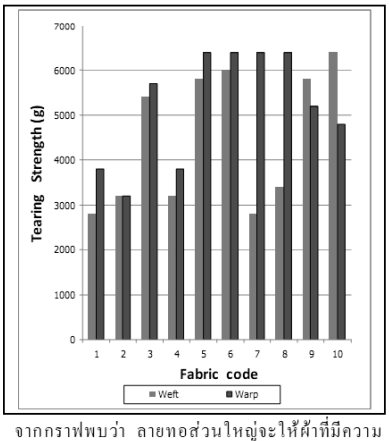
จากกราฟพบว่า ลายทอที่ 1 เป็นลายทอที่ให้น้ำหนักผ้าน้อยที่สุด ในขณะที่ลายต่วนซึ่งมีเส้นด้ายลอยมาก จะมีน้ำหนักผ้าสูงที่สุด

3.2 ความสัมพันธ์ของลายทอต่อความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง



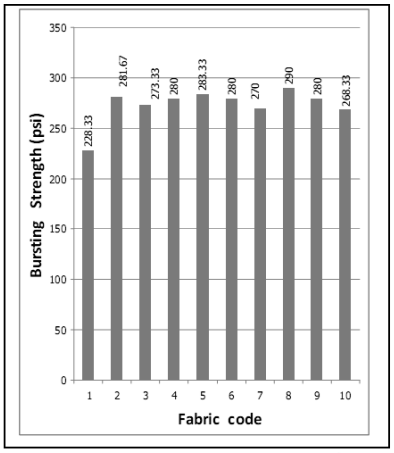
จากกราฟพบว่า ลายทอส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของผ้าด้านยืน (Tensile Strength on Warp side) ค่อนข้างน้อย สังเกตว่า ค่าความแข็งแรง ณ จุดขาดอยู่ในช่วง 1068.66 ถึง 1156.87 N และมีการยืดตัวก่อนขาด (Elongation at Break) 13.02 ถึง 18.21 %

3.3 ความสัมพันธ์ของลายทอต่อความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขาด



จากกราฟพบว่า ลายทอส่วนใหญ่จะให้ผ้าที่มีความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขาดด้านยืนมากกว่าด้านพุ่ง ยกเว้นในกรณีของผ้าต่วน ลายทอที่ 9 และ 10 ซึ่งพบว่าความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขาดด้านพุ่งมากกว่าด้านยืน และพบว่าผ้าทอลายขัด ได้แก่ ลายทอที่ 1 ถึง 3 จะมีค่าความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขา ต่ำกว่าลายทออื่นๆ

3.4 ความสัมพันธ์ของลายทอต่อความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ



จากกราฟพบว่า ลายทอส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุค่อนข้างน้อย โดยสังเกตได้ว่า ลายทอที่ 1 มีค่าความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุต่ำที่สุด

4. สรุป

โดยสรุปจะพบว่า ลายทอของผ้าส่งผลกระทบต่อน้ำหนักผ้า ความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง และความแข็งแรงของผ้าต่อการฉีกขาด อย่างไรก็ตาม ผลกระทบต่อความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุยังไม่เด่นชัด

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้สมตามความมุ่งหมายได้ ด้วยความกรุณาให้คำแนะนำทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิต่างๆ ได้รับความอนุเคราะห์จากสถาบันการศึกษาและสถาบันการทดสอบ ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่เครื่องมือ บุคคลากรและคำแนะนำช่วยเหลือในการทดลองวิจัยเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบคุณคณะครูอาจารย์และเจ้าหน้าที่ห้องทดลอง ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและภาควิชาอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครวิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือตลอดจนคำชี้แนะอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทดลองศึกษาชิ้นงานตัวอย่าง

ทั้งนี้ขอขอบคุณ บริษัท Intertek Testing Service (Thailand) จำกัด ซึ่งเป็นสถาบันการทดสอบมาตรฐานทางสิ่งทอที่กรุณาได้ให้คำแนะนำ ในการตรวจสอบมาตรฐานสิ่งทอของการทำวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณะครูอาจารย์ ญาติมิตรที่ให้กำลังใจสนับสนุนการทำวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ตามความมุ่งหมาย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ศ.(พิเศษ) อัจฉราพร ไศละสูต พ.ศ. 2539 ความรู้เรื่องผ้า, พิมพ์ครั้งที่ 9

[2] ศ.(พิเศษ) อัจฉราพร ไศละสูต พ.ศ. 2545 สมรรถนะผ้า, พิมพ์ครั้งที่ 2

[3] ศ.(พิเศษ) อัจฉราพร ไศละสูต เทคโนโลยีอุตสาหกรรมสิ่งทอ เล่ม 2

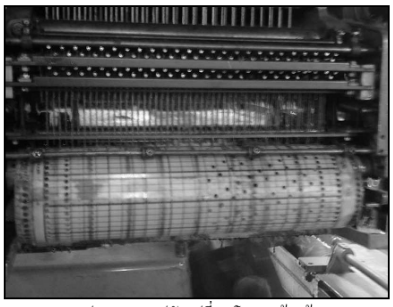
[4] พรรณราย ปราโมทย์, การทดสอบสิ่งทอและการวิเคราะห์ผล ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

[5] Instruction manual Mullen type Bursting Strength Tester Model : ML-45KG (single phase, 220V.) Daiei kagaku seili mfg.co.,ltd., 15-8 tokusei-cho, okazaki sakyo-ku,Kyoto,japan

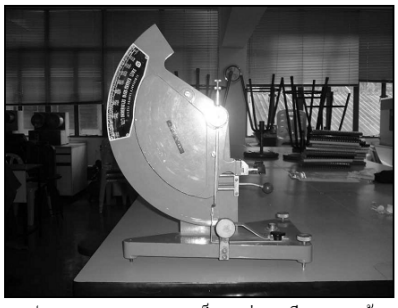
[6] Intertek Testing Sevices Labtest (ITS) 5/1 ถ.พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[7] Physical Properties of Textile Fibres, W.E. Morton, J.W.S Hearle, Heinemann : London

[8] Principles of Textile Testing, J.E.Booth, Newness-Butterworths : London

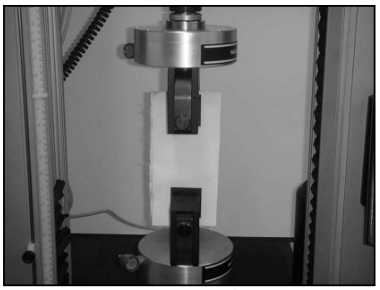


รูปแสดงการปรับเปลี่ยนโครงสร้างผ้า

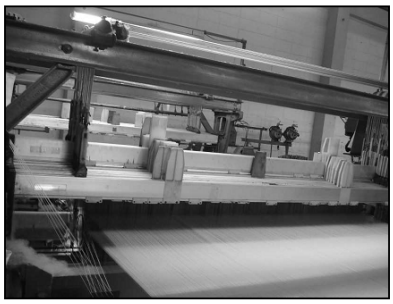


รูปแสดงการทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของผ้า

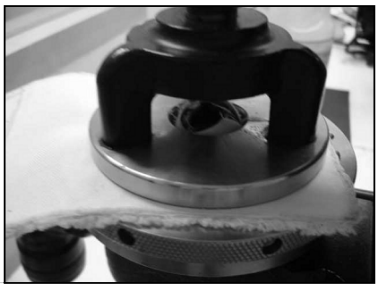
รูปแสดงการเตรียมเส้นด้ายยืน



รูปแสดงการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึง



รูปแสดงการทอผ้า



รูปแสดงการทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดันทะลุ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นายวิชัย เพ็ชร์ทองคำ
วัน เดือน ปีเกิด	20 มกราคม 2495
ที่อยู่	99/11 หมู่ที่ 6 แขวงทุ่งสองห้อง
	เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสิ่งทอ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
	ปี พ.ศ. 2547
ประสบการณ์ทำงาน	
พ.ศ. 2516 – 2521	รับราชการกรมการบินพานิชย์ กระทรวงคมนาคม
พ.ศ. 2521- 2526	ผู้อำนวยการฝ่ายขายพิเศษ บริษัทสยามเอวิเอชั่น จำกัด
พ.ศ. 2526 – 2530	ผู้จัดการโครงการบริษัท นิธิพัฒนา จำกัด
พ.ศ. 2530 – ปัจจุบัน	กรรมการผู้จัดการบริษัท การ์เดนท์โฮม แลนด์เมเนจเมนท์ จำกัด
	กรรมการบริหารบริษัทตรีโฮม พรอพเปอร์ตี้ จำกัด
	กรรมการบริหารบริษัท โฟร์โฮม จำกัด
	กรรมการบริหารบริษัท ชัยนันท์ บางพลี พาร์คแลนด์ จำกัด
	กรรมการบริหารบริษัท แกรนด์เนส เทกซ์ไทล์ จำกัด
	ประธานคณะผู้ตรวจสอบกิจการสหกรณ์เคหะสถานกรุงเทพ จำกัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี