

研究論文

天然繊維100%のエコストレッチ織物の開発

三浦健史*¹、大野 博*¹

Development of Eco Stretch Fabrics Made of Natural fibers

Kenji MIURA*¹ and Hiroshi Ohno*¹Owari Textile Research Center, AITEC*¹

通常ストレッチ織物は合成繊維を使用して伸縮性を発現させているが、合成繊維製造過程における環境負荷や紫外線劣化による伸縮性能の低下が問題となっている。また、近年、地球環境保護を始めとする環境意識の高まりによって、ポリウレタン繊維をはじめとする合成繊維よりも、生分解可能な天然素材の方が市場で好まれる傾向にある。

このため、本研究では、消費者の天然素材志向に対応するエコストレッチ織物の開発を目指し、石油原料のポリウレタンなどの合成繊維を使用せずに、ウール、綿、シルク、麻といった「天然繊維100%のストレッチ織物」を開発した。

1. はじめに

快適で洗練された質感のある織物として、しなやかな触感素材が目ざされ、伸縮糸使いの薄地軽量織物が浸透してきている。しかし、しなやかさを得るための一般的なストレッチ織物では、合成繊維を使用して伸縮性を発現させているため、合成繊維製造過程での環境負荷や、紫外線劣化による伸縮性能の低下等が課題となっている。

さらに、地球環境保護への意識の高まりによって、ポリウレタン繊維をはじめとする合成繊維よりも、生分解可能な天然素材の方が市場で好まれる傾向にある。

そこで、本研究では、地球にも人にも優しい、合成繊維を使用しない、「天然繊維100%のエコストレッチ織物」の開発を目指す。天然繊維であれば、綿、ウール、麻などほとんどの繊維に应用できることを目標とした。

2. エコストレッチ織物の開発

青山繊維加工(有)が独自で開発した強撚糸加工技術に、センターのストレッチ織物製造技術を複合し、ストレッチ糸の最適製造条件を見出し、天然繊維100%のエコストレッチ織物を開発する。

2.1 エコストレッチ糸の開発

青山繊維加工(有)は、天然繊維の強撚糸加工にアルカリ処理を行い、糸に伸縮性を付与する技術開発を進めている。本研究では、ストレッチ糸としての伸長率、伸長回復率の向上を得るため、使用素材として、梳毛糸、絹紡糸、綿糸、綿・麻混紡糸を用いて糸加工実験を行った。

2.2 強撚糸加工実験

高い伸縮性能を得るため、撚糸加工における撚数、張力、糸の挙動の関係を検証し、以下の撚糸条件で糸開発を行った。

試料：梳毛糸 2/72

絹紡糸 40/2, 120/2

綿糸 20/2~100/2

綿・麻混紡糸 40/2

撚糸条件設定：撚係数 140~200 の範囲内

(単位長間の撚数=撚係数×√単糸番手)

2.3 撚セット加工実験

強撚糸は解撚トルクを減少させるため、撚りセットを行う必要がある。通常は水蒸気で糸を蒸すことによってセットするが、本研究では効果的にストレッチ性を向上させるため、薬剤処理による撚りセット加工を行った。処理液組成や温度・時間等の処理条件を素材や撚糸条件に合わせ加工条件を変化させたところ、以下の条件が最適であることがわかった。

加工条件：アルカリ処理 5~40g/l

温度 50℃、30分

2.4 製織実験

上記の工程を経て作られたストレッチ糸は全て緯糸に用いて、緯ストレッチ織物として製織した。

糸が最大の伸縮性能を発揮できる織物構造を探るため、

*¹尾張繊維技術センター 開発技術室

次の条件による製織実験を行った。

製織条件設定(I)

使用織機：レピア織機(平岩式 HUS)

経密度：48本/inch 緯密度：50本/inch

組織：2/2斜紋

経糸：梳毛糸 2/60

緯糸：綿糸 20/2、30/2、40/2、80/2、100/2

さらに、ストレッチ性能として必要な伸長回復率の向上を目指し、素材、糸形状、ストレッチ性の違いによる評価を行うため、次の条件設定での製織実験を行った。

製織条件設定(II)

経密度：48本/inch 緯密度：50本/inch

組織：2/2斜紋

経糸：梳毛糸 2/72 (強撚糸)

緯糸：綿糸 60/2

梳毛糸 1/34

絹紡糸 40/2、120/2

綿・麻混紡糸 40/2

上記条件結果を踏まえ、量産化を目指し、さらに次の条件で製織実験を行った。

製織条件設定(III)

使用織機：ドルニエ織機

経密度：60本/inch 緯密度：60本、90本/inch

組織：3/2斜紋、変化斜紋

経糸：梳毛糸 2/72 (強撚糸)

緯糸：綿糸 60/2、100/2

梳毛糸 2/72

絹紡糸 40/2、120/2

綿・麻混紡糸 40/2

2.5 ストレッチ毛織物の伸長特性および収縮特性の

評価方法

上記の方法で開発したストレッチ織物の物性評価試験を行った。

- 伸長率；JIS L1096 B 法 (定荷重法)
試験片幅 5cm×20cm 荷重 1.5kg
- 伸長回復率および残留ひずみ率；JIS L1096 B-1 法 (定荷重法) 試験片幅 5cm×20cm 荷重 1.5kg
- 収縮率；JIS L1096 C 法 (浸透浸漬法)
界面活性剤 0.05%、25℃、30分間浸漬
- プレス収縮率；JIS L1096 H-2 法
オープンスチーム 15秒後バキューム 15秒

3. 結果と考察

3.1 エコストレッチ糸の開発

3.1.1 強撚糸加工技術

糸は撚数の増加とともに、トルク(ねじりモーメント)が増加し、強撚糸の領域になるとエネルギー的に安定する二重らせん構造に変化することが知られている^{1)~4)}。

この強撚領域での糸トルクは、撚係数と糸の張力とに相関し、その構造変化によって収縮力が発生するが、糸の張力が大きくなると図1に示すようにクリープ現象により収縮力が減少する。

効率的な収縮力を得るためには、張力はできる限り大きくならないように管理する必要がある。

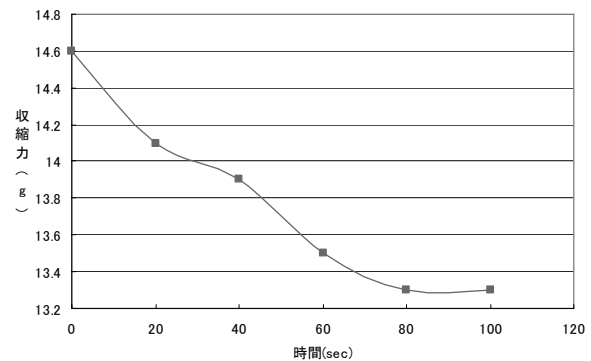


図1 張力(15gf)をかけた20/2綿糸の収縮力の時間変化

3.1.2 撚セット加工技術

強撚された糸は撚りのほどける方向に強い解撚トルクが発生するため、製織工程に入る前に薬剤による撚りセット加工を行った。シルク、綿麻、綿やウールなどの各素材と処理液組成や温度・時間等の処理条件の関係を検討したところ、低温・強アルカリによる処理が望ましいことが分かった。最適条件下でセット加工された糸で作られた生地は伸長率、伸長回復率を図2に示す。(製織条件設定(II))

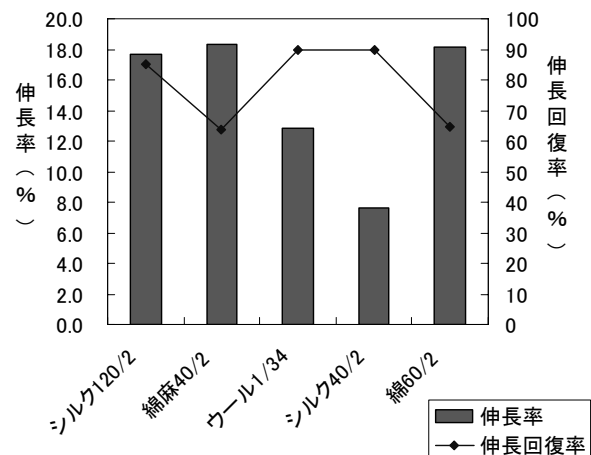


図2 各素材の伸縮性能の関係

ウールやシルクのようなたんぱく質系繊維は、伸長率は低いが伸長回復率が高くなるという特徴があった。それに対し、綿や綿麻といったセルロース系繊維ではこれとは逆の傾向があることが分かる。

3.2 織物構造とストレッチ性能

3.2.1 織物密度とストレッチ特性との関係

ストレッチ性能として伸長率・伸長回復率を向上させるためには、使用するストレッチ糸の番手に適した密度で配列することにより、織物内のひずみを少なくする必要がある。

そこで、綿ストレッチ糸の番手、織物密度と伸長率・伸長回復率の関係を調べた（製織条件設定(I)）。この結果を図3、図4に示す。

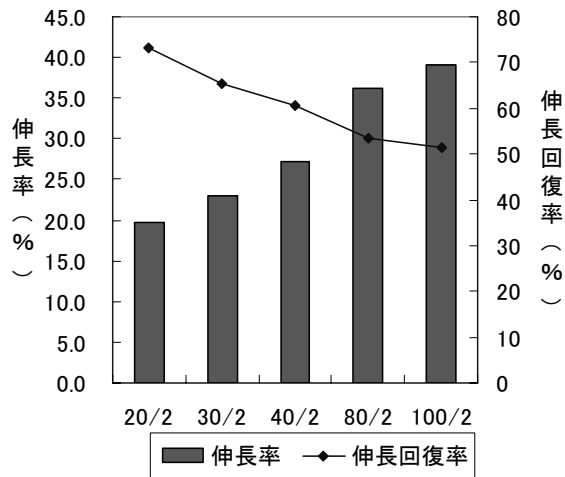


図3 番手と伸縮性能の関係

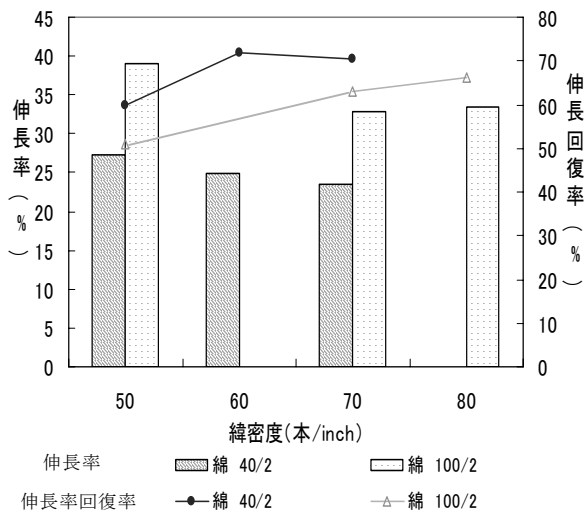


図4 緯糸密度と伸縮性能の関係

図3から番手を大きくするほど伸長率は増加するが、伸長回復率は低下していくことが分かる。

図4に示すように、緯糸の密度を大きくすると伸長回復率は増加するが、ある程度以上に大きくすると回復率の増加は小さくなっていく。

3.2.2 整理方法とストレッチ特性との関係

整理方法の違いがストレッチ性にどのような影響を与えるか検討した。製織条件(III)に従って作られた織物の整理仕上げ加工を下記の(I)(II)の2通りの方法で行い、仕上げ方法と伸長率・伸長回復率の関係を検討した。図5にその結果を示す。

仕上げ条件 (I)

表毛焼き→煮絨セット→熱水処理 (90℃、30分)
→タンブラー乾燥→蒸絨

仕上げ条件 (II)

表毛焼き→熱水処理 (90℃、30分) →煮絨セット
→タンブラー乾燥→蒸絨

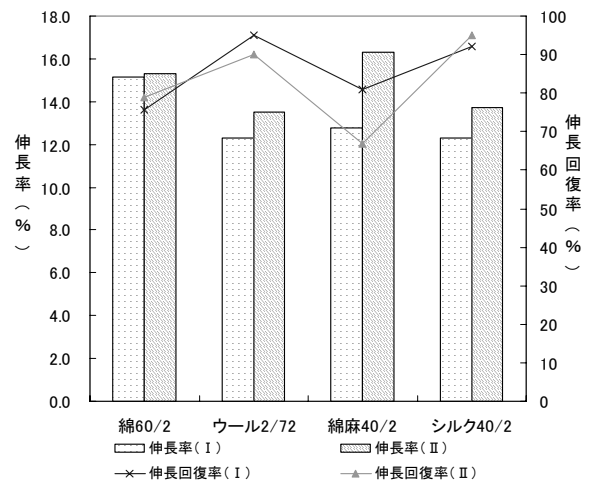


図5 仕上げ加工方法による伸縮性能の変化

条件 (I) と (II) を比較すると、最初に煮絨を行って緯幅をセットする (I) の方が、続く熱水処理での緯糸の収縮力が低下するので、(II) よりも伸長率が小さくなると思われる。特に、綿麻でそのような傾向が大きく見られた。このことから、シルク、ウールのような伸長率は低いが伸長回復率の高い素材は、伸長率の向上する条件 (II) による仕上げの方が適していると考えられる。逆に、綿麻のような伸長回復性の低い素材は、煮絨によってあらかじめ緯幅をセットしておくことで伸長率が低くなり、残留ひずみが小さくなる傾向があるため、条件 (I) の方が有用であると考えられる。

仕上げ条件 (III)

熱水処理 (90℃、30分) →タンブラー乾燥→蒸絨

また、本節以外の生地は全て上の条件（Ⅲ）で仕上げているが、フリーの状態での最大限縮むため、伸長率は（Ⅰ）（Ⅱ）の場合よりも大きくなるが伸長回復率は低くなる傾向にある。

3.2.3 緩和収縮による残留ひずみの変化

織物は水に浸漬させると膨潤し、外力などによって生じたひずみが緩和する非可逆変化を起こす。そこで、残留ひずみの大きかった綿ストレッチ織物の伸縮性能が緩和収縮によってどのように変化するかを調べた。

まず、伸長率・伸長回復率試験を行って荷重をかけた後、室温程度の水に30分間浸漬し自然乾燥させた。その後、初荷重をかけて標準区間の長さを測定して伸長回復率を求め、伸縮特性の変化を測定した。この操作を3回繰り返し、得られた伸長率・伸長回復率の関係を図6にその変化を示す。

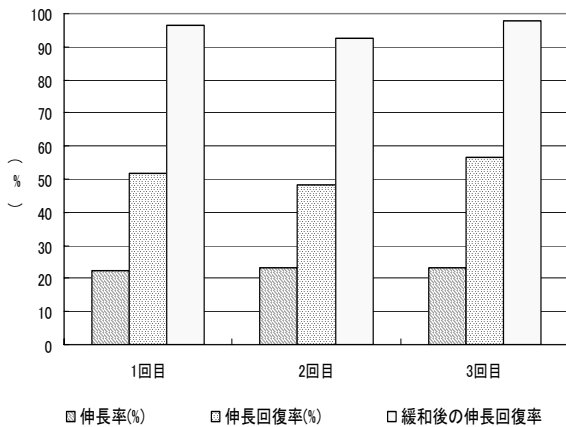


図6 綿（60/2）織物の緩和収縮による変化

上記の結果より、荷重によって残留ひずみが生じて、湿潤緩和させると荷重を加える前の状態に戻り、その後の操作でも同程度のストレッチ性能を発揮することが分かる。これは強撚糸を経緯に使用しているため、湿潤させると解撚トルクによる強い収縮力が働き、生地が最も安定な状態まで縮むためだと考えられる。この作用によって一度糸が伸び切ってしまっても、湿潤させることによってストレッチ性能が回復すると推察される。

4. ストレッチ織物評価試験結果

上記で開発したストレッチ織物について、実用化レベルの性能かどうか検証した。

○伸長率・伸長回復率

上記の結果をまとめると、綿や綿麻の糸を使用した場合、伸長率は大きい伸長回復率が低く、ひずみが残ることが分かる。ウールの場合、回復率は良いが伸長率は12%前後と低く、ストレッチ性があるとはいえない。

これらの糸の中で、シルク（120/2）は伸長率15%以上、伸長回復率85%以上と実用化の基準を満たしており商品化可能である。

○収縮率

綿（100/2）とシルク（120/2）の生地（製織条件（Ⅲ））に対して、浸透浸漬法とプレス収縮試験を行った。その結果を表1に示す。

表1 緩和収縮試験結果

	浸透浸漬法収縮率 (%)		プレス収縮率 (%)	
	経	緯	経	緯
綿	-1.3	0.8	0.7	0.5
シルク	-1.5	0.8	0.2	0.3

織物の基準として経緯それぞれ-3%~+1.0%以内であることが望ましいが、どちらの素材もプレス収縮、浸透浸漬法の両試験において基準値を満たしている。

5. 結び

本研究は、独立行政法人科学技術振興機構平成20年度ニーズ即応試験研究により実施した。

本試験研究により開発したシルク織物は、ウレタンなどの合成繊維を使用せずに、天然繊維100%で作られているが、伸長率・伸長回復率などにおいてストレッチ織物の基準を満たしている。

また、今回使用した糸加工技術は伸縮性を持つ様々な天然繊維に対しても適用できるものと考えられ、更なる市場展開を望むことが可能である。

謝辞

本研究の実施にあたり、ストレッチ織物の試織に協力してくださった中伝毛織（株）様とストレッチ糸加工技術について多大なご支援をいただきました青山繊維加工（有）様には心より感謝致します。

文献

- 1) 山本孝：織学誌，48，149（1992）
- 2) 石倉弘樹：織機誌，45，154（1992）
- 3) 中田英俊：織機誌，28，471（1976）
- 4) 源間一郎：織機誌，14(3)，188（1961）