

強撚糸による表面効果織物に関する研究(第2報)

—強撚糸による織物表面効果の解析—

大野 博、河村博司

要 旨

ウール強撚糸織物のシボ発生機構と表面効果を探るため、織物表面上のしほ形成と強撚糸のらせん形成との関係を解析した。

しほの発生要因分析として、製織及び仕上条件を検討し、経緯密度、緯糸配列、組織としほ形状との関係が明らかとなった。

また、解撚トルクによる緯糸のらせん変形と織物中のクリンプ形状の検討から、織物のしほ形状のパターン傾向が明らかとなった。

これらの結果により、緯糸の撚係数や解撚トルク及び設計条件の設定から、ウール強撚糸織物のしほ形状の推定が可能となった。

1. はじめに

細番手、強撚糸化が進行しているウール業界において、強撚糸の取り扱いが試行錯誤の状況にある。特にウール強撚糸のしほ織物は、仕上時の糸の解撚トルク及び収縮力で、激しい収縮挙動が起きることから、その挙動にはより難しいものがある。

しほ織物は、湿潤等による解撚トルクの発生によって、織物中交錯する糸で拘束されていても糸がねじり座屈して、織物表面にしわ状の「しほ」を発現させるもので、強撚糸が3次元変形しらせんを形成して起きるものと考えられている。^{1)~5)}

本研究では、ウール強撚糸による織物表面効果技術の確立を図るため、この独特の表面効果を持つしほ織物に着目し、織物中のウール強撚糸の挙動と表面形状との関係を検討することとした。

種々のしほ織物の試織から、しほの発生要因の分析を行い、織物表面上のしほ形成とウール強撚糸との関係について解析した。さらにこれらの分析結果をもとに、しほ織物の表面パターン形状について検討し、近似計算によりしほ形状を表すことを試みたので、その成果も含めここに報告する。

2. 実 験

2.1 試料

しほ形状に与える製織及び仕上条件の影響を検討するため、経糸に梳毛レギュラー糸2/60Nm（以降糸番手は共通式）、2/72、緯糸に梳毛強撚糸1/30及び1/40を用いて、撚係数、経糸密度、緯糸密度、緯糸配列の異なる種々のしほ織物を試織し、以下の実験を実施した。

表1にその織物試料の設計条件を示す。経緯密度は、一般に毛織物で適用されているブリアリー（Brierley）の理論密度を参考とし、糸の撚セットは真空糸蒸し機（オートクレープ）で85℃30分、織物のしほ出し洗絨加工は95℃40分で行った。

表1 しぼ織物の試料

A 撚係数の異なる織物
経糸：梳毛糸2/60、緯糸：梳毛強撚糸1/30 経密度：52本/in(=Brierley*0.95) 緯密度：46本/in(=Brierley*0.8) 緯糸配列：2S2Z、3S3Z、4S4Z 撚係数k：150、180、210、260 組織：平織
B 緯密度及び緯糸配列の異なる織物
経糸：梳毛糸2/72、緯糸：梳毛強撚糸1/40 経密度：52本/in(Brierley*0.8) 緯密度(3段階)： 42本、48本、55本/in(=Brierley*0.6、0.7、0.8) 緯糸配列：2S2Z、3S3Z、4S4Z 撚係数k：150、195、230 組織：平織
C 経密度及び組織の異なる織物
経糸：梳毛糸2/72、緯糸：梳毛強撚糸1/30及び1/40 経密度(3段階)： 40本、46本、52本/in(=Brierley*0.6、0.7、0.8) 緯密度： 43本/in(1/30)、50本/in(1/40)(=Brierley*0.7) 緯糸配列：2S2Z 撚係数k：230 組織：平織、2/2斜紋、3/1斜紋、斜子

※表中“Brierley”と記してあるのは、ブリアリーの理論密度で、Brierley*0.8とはその理論密度に0.8を乗じた密度のことである。

※配列の2S2Zとは、S撚2本、Z撚2本のことである。

2. 2 織物中の強撚糸の挙動と織物収縮率に関する実験

しぼ織物の収縮挙動を検討するため、緯糸強撚糸の撚係数、配列、密度の異なる試料のしぼ出し加工後の織物中の強撚糸の挙動変化を観察するとともに、糸トルク及び織物収縮率の測定を行った。織物の収縮率測定は経緯1m四方に印を付け、1試料につき3ヶ所の測長を行った。糸のトルク測定は、試作開発した糸トルク計を用い、60℃温水中の湿潤解撚トルクを測定した。

2. 3 組織及び密度と表面変化に関する実験

しぼの表面形状を解析するため、組織及び経糸密度の異なる試料のしぼ出し洗絨後の織物中の強撚糸の3次元変形を観察するととも

に、経糸間隔の変化及び織物収縮率の測定を行った。

2. 4 しぼ形成に関する実験

織物表面上のしぼ形成と強撚糸のらせん変形との関係を解析するため、しぼ織物の断面及び表面形状を観察し、織物のクリンプ形状を考慮に入れて織物中の強撚糸形状の近似計算を行った。この強撚糸の織物断面形状から織物平面上の強撚糸の形状を類推し、織物表面形状を表す近似計算を試み、実測結果と比較した。

3. 結果と考察

3. 1 強撚糸の挙動と織物収縮率の関係

図1に撚係数の異なる緯糸強撚糸の織物断面中の糸挙動を示す。

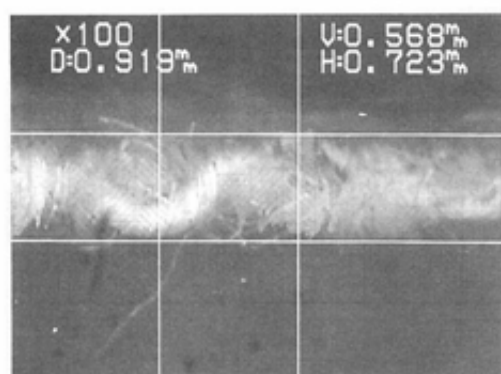
撚係数の増加に伴い、緯方向の織物収縮が大きくなり、緯糸がらせん変形して織物厚さ方向に緯糸が立ち上がっていることが分かる。しかし、撚係数の大きいK=260では、スナールが発生するため、K=230前後の撚係数において効率的なしぼ立ちが得られると考えられる。

図2に、緯糸間隔の違いによる織物表面の形状変化の写真(×100)を示す。

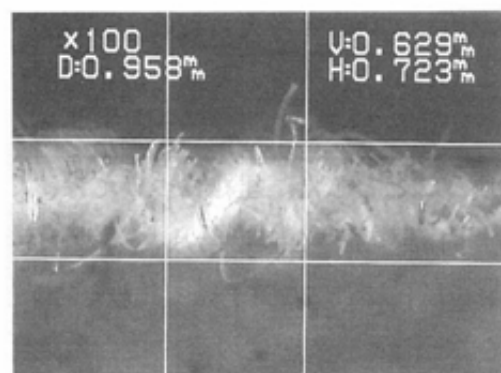
同一の撚方向が隣接する(緯糸配列：2S2Z)と同一周期のらせんを形成し、織物全体に凹凸のしぼが生じていることが分かる。

緯糸間隔が広い(緯密度が小さい)と緯方向に収縮しやすく、しぼのらせん形状は立ち上がった状態になるのに対して、緯糸間隔が広すぎると緯糸間での干渉がなくなり、織物全体の凹凸は発生しなくなる(a)。

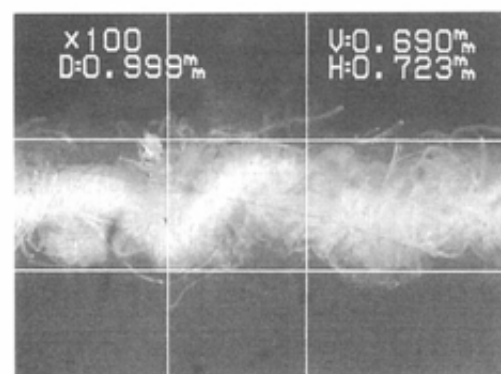
逆に緯糸間隔が狭すぎる(緯密度が大きい)と緯糸強撚糸が十分ならせんを形成できないため、織物全体のしぼ立ちが悪くなる(c)。



k=180



k=210



k=260

図1 織物断面中の緯糸強燃糸
(燃係数：k180、210、260)



(a) *0.6



(b) *0.7



(c) *0.8

図2 織物表面のしぼ形状
(緯糸密度：Brierley*0.6、
0.7、0.8)

これらのことから、効率的なしぼ発生には、らせんの直径以内の適度な緯糸間隔が必要であることが分かる。

図3、図4に、緯糸の燃係数に対するしぼ出し加工後の織物の経緯収縮率との関係を示す。

しぼ出し加工は、予備試験で行った90℃10分及び20分では、十分な収縮が得られず、しぼの収縮が安定するには、95℃40分を必要とした。このことは、強燃糸1本では、5～6分で十分な解燃トルクが得られるにもか

かわらず、織物中では、経緯の交錯により拘束されるため、収縮に必要な均一かつ十分なトルクが発生するまでかなりの時間を要するためと推測された。このしぼ出し加工では、燃係数に応じて織物の緯方向の収縮は大きくなり、緯糸強燃糸が大きならせんを形成し、しぼとなることが確認できた。しかし、緯糸の燃係数の変化は、織物の経方向の収縮には、ほとんど影響しないことが分かった。

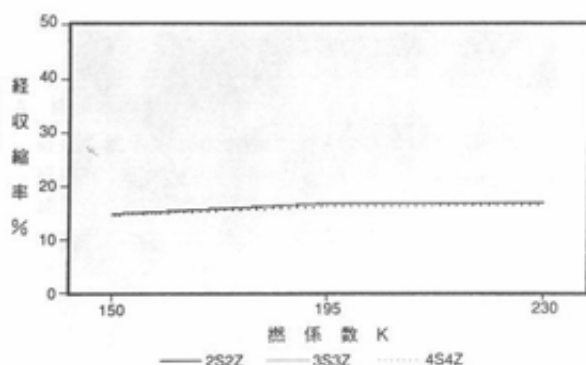


図3 燃係数と経収縮率の関係 (Brierley*0.7)

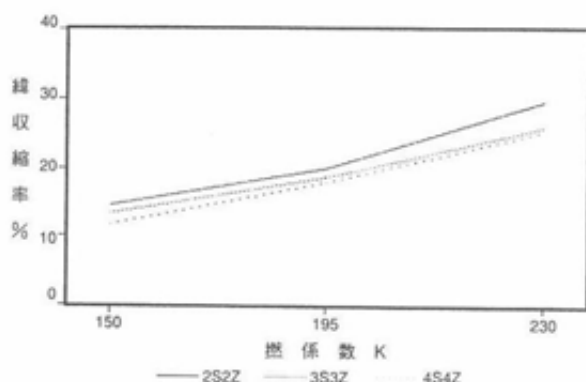


図4 燃係数と経収縮率の関係 (Brierley*0.7)

3. 2 緯糸配列としぼ形状の関係

図5に、緯糸のトルクと織物の緯方向の収縮率の関係を示す。燃係数 $k=230$ までは、燃係数の増加に比例して糸トルクが増加し、織物の緯方向の収縮率も増加する。緯糸配列は、同一方向の燃が少ないほど、つまり4S4Z (S-S-S-S-Z-Z-Z-Z) より2S2Z (S-S-Z-Z) の方が大きく収縮する。これは、隣接する同一方向燃の強燃糸が、同一周期になろうとし、緯糸配列4S4Zの方が2S2Zに比べ、なだらかな大きな波を形成することとなる。緯糸配列3S3Z、2S2Zの順に隣接する同一方向燃が少なくなるに従って、収縮率が大きくなるとともに、しぼが細くなることを確認した。

3. 3 組織及び密度としぼ形状の関係

以上の結果から、効率的なしぼ形状を得るには、燃係数 ($k=230$)、緯糸密度 (50本/in (=Brierley*0.7))、緯糸配列 (2S2Z) の

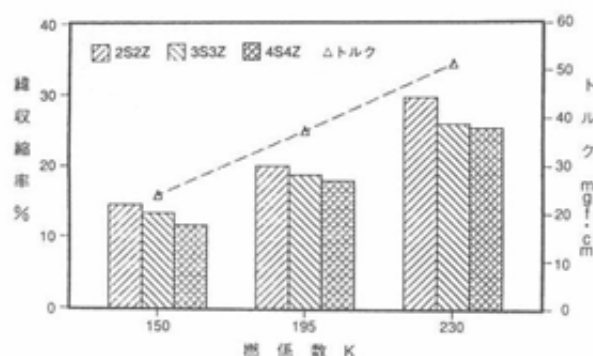


図5 燃係数と緯収縮率/トルクの関係

条件が適していると考えられる。

そこでこの条件下で、組織と経糸密度の異なるしぼ織物を試織し、しぼ形状との関係を検討することとした。組織については、緯糸の浮き間隔の違いをみるため、平織、2/2斜紋織、3/1斜紋織、2/2斜子織で比較した。

図6に組織と経糸密度の違いによる織物の収縮率の変化を示す。

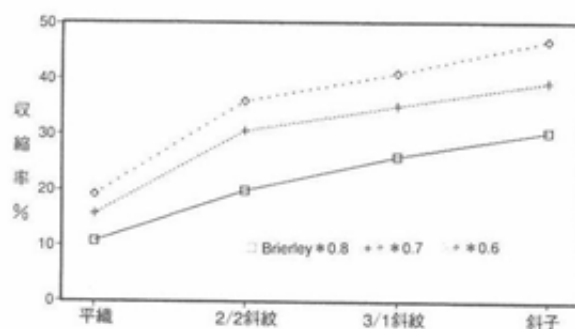


図6 組織と経糸密度の違いによる収縮率変化

これにより、経糸密度が小さいほど、つまり経糸間隔が広いほど、織物の緯方向の収縮が大きくなることが分かる。ただし、経糸間隔が広すぎると (40本/in (=Brierley*0.6))、緯糸はスナールを起こし、しぼには適さないことが確認できた。

組織の違いによる織物の収縮は、平織、2/2斜紋織、3/1斜紋織、斜子織の順に大きい結果となった。このことは、経糸間隔で把持される緯糸がねじり座屈し、緯糸の浮きの部分が長いほど、織物が緯方向に収縮しやすいことを示唆している。

図7に、組織と経糸間隔（しぼ発現後）の関係を示す。緯糸強撚糸1/30においても、1/40においても、また、経糸密度が異なっても、組織によってある一定の経糸間隔まで、緯方向に収縮することが明らかになった。

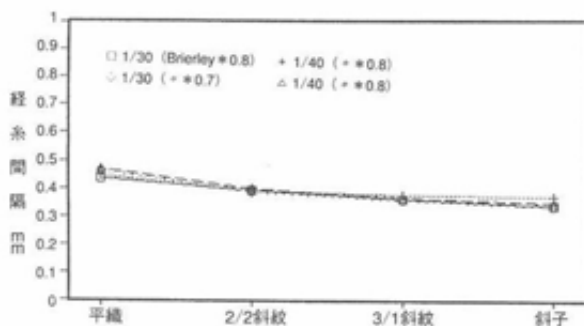


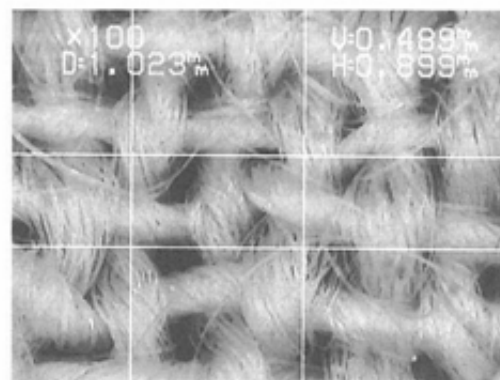
図7 組織と経糸間隔（しぼ発現後）の関係

図8に組織の違いによる織物表面のしぼ形状の違いを示す。経糸間隔毎に把持された緯糸が、隣接する緯糸と同一周期で、ねじり座屈しらせんを形成していることが分かった。

これらの結果から、緯糸強撚糸は、しぼ出し加工後に織組織に応じて一定の値まで、つまり隣接する経糸緯糸との交錯が限界となり安定するまで、緯方向に織物を収縮させることが分かった。このことから、しぼ立ちを大きくするには、スナールとまらない範囲の経糸間隔で、しぼのらせんが大きくなるように経糸間隔を広くすれば良い。例えば、経糸梳毛糸2/72で、緯糸強撚糸1/30または1/40の場合では、Brierley*0.7に相当する経糸密度46本/inch付近が効率的なしぼ出しに適していると考えられる。

3.4 しぼ発現機構としぼ形状

これまでの実験結果から、しぼ発現は緯糸強撚糸が織物の緯方向に収縮し、経糸間隔のスペースでらせんが形成されることが明らかとなった。撚係数が大きく、経糸密度、緯糸密度が粗であるほど、大きならせんが形成



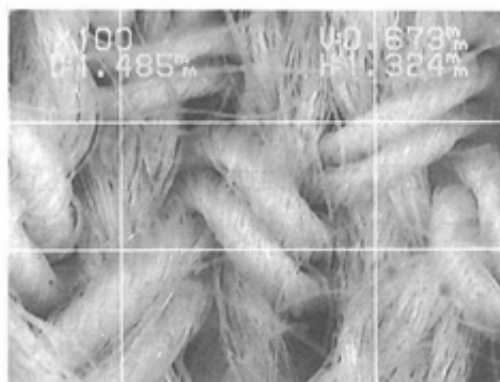
平織



2/2斜紋



3/1斜紋



斜子

図8 組織の違いによる織物表面のしぼ形状

され、緯方向に織物が大きく収縮することにより、織物表面に凹凸のあるしぼが発現することが分かった。

また、斜紋、斜子のような組織は、しほ形状を固定してしまうためしほ変化に乏しく、変化に富む複雑なしほは平織で得られることが確認できた。

ここで、この複雑な平織のしほ形状について、織物断面及び表面の状態を検討し、図9 (a) のように緯糸強撚糸のきわだつらせんが経糸一本の位相差で縦に並ぶ基本パターンがあることを確認した。そこでこの基本パターンの形状について、今までの解析結果から強撚糸のらせん形状の式と織物のクリンプ形状の式とで表すことが可能と考え、次式のように織物表面のしほ形状（平面図）の近似計算を試みた。

$$A \cdot \sin \left(\frac{\pi D}{2(1-s)} x - \alpha \right) \cdot \sin \beta + B \cdot \sin (\pi D x) \cdot \sin \beta$$

A：緯糸のクリンプ半径

$$\left(\doteq \frac{\text{経糸半径} + \text{緯糸半径}}{2} \right) (\text{mm})$$

B：強撚糸の螺旋半径（ $\doteq R$ ）(mm)

D：経糸密度（本/mm）

s：織物収縮率（緯）

x：織物緯方向の座標（mm）

α ：位相差

β ：緯糸の糸軸に対する回転

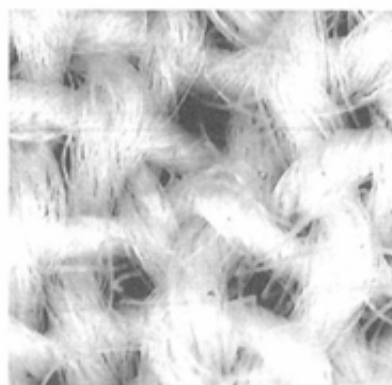
ここで、 $A \cdot \sin \left(\frac{\pi D}{2(1-s)} x \right)$ は、織物断面内の緯糸のクリンプ形状を、 $B \cdot \sin (\pi D x)$ はねじり座屈による強撚糸の糸形状の近似を表す式で⁶⁾、位置による位相差 α 、ねじり座屈による糸軸の回転 β を考慮した。

図9にしほ織物の表面形状の拡大写真と上述の計算結果による織物中の緯糸形状（平面図）を示す。

この近似計算結果は、経糸梳毛糸2/72、緯糸梳毛強撚糸1/40（撚係数 $k=230$ ）を2S2Zに配列した織物（ $A=0.115$ ： $B=0.095$ ： $D=2.89$ ： $s=0.265$ ： $\alpha=\frac{3}{4}\pi$ ： $\beta=\frac{\pi}{4}$ ）の例で

ある。

この結果から、簡易な方法でしほ織物の表面形状（平面図）の近似が可能と考えられる。



(a)



(b)

図9 しほ織物の表面形状 (a) と近似計算結果 (b)

4. まとめ

ウール強撚糸織物のしほ発生機構と表面効果を探るため、ウール強撚糸織物のしほ発生要因を分析し、ウール強撚糸のらせん変形と織物表面上のしほ形成との関係を解析した。結果をまとめると次のとおりである。

(1) 強撚糸の挙動と織物収縮率の関係

緯糸強撚糸の湿潤時の解撚トルクは、撚係数に比例して増大する。しほ出し加工後の織物の緯方向の収縮率は、この湿潤時のトルクに比例して起こり、強撚糸がねじり座屈してらせんを形成する。この時、強撚糸の撚は織

物の緯方向の収縮にのみ影響し、経方向の収縮にはほとんど影響しない。

(2) 緯糸配列としぼ形状の関係

緯糸の配列は同方向撚の強撚糸が隣接すると、同一周期のらせんが形成され織物全体に周期的な凹凸が発現し、しぼが形成される。緯糸配列は、4S4Zではなだらかな大波のしぼを形成し、3S3Z、2S2Zの順に、緯方向の収縮率が大きくなるとともに、より細かなしぼを形成することが分かった。

(3) 組織及び密度としぼ形状の関係

緯糸の浮きが大きいほど、織物は緯方向に大きく収縮する傾向があり、組織においては、平織、2/2斜紋、3/1斜紋、斜子の順に収縮は大きくなる。緯糸強撚糸は経糸の把持間隔でらせんを形成し、経緯密度が粗いほど大きならせんのしぼが形成されることが分かった。番手及び密度の違いがあっても、しぼ出し加工後の経糸間隔が織組織に対してほぼ一定値に近づくことから、緯糸強撚糸は織物中で安定するまで収縮することが明らかとなった。

斜紋織、斜子織のしぼは、組織でしぼ形状が固定されてしまうため、複雑なしぼは平織で得られることが確認できた。この平織のしぼ形状は、緯糸のらせん変形と織物中のクリンプ形状によるしぼの基本パターンがあることを確認した。

(4) しぼ発現機構としぼ形状

以上の結果により、強撚糸の解撚トルク、織物の設計条件（経緯密度、配列、組織、収縮率等）から、しぼ織物中の強撚糸のねじり座屈形状（斜影図）を表す近似式の計算が可能であり、しぼ形状（平面図）を推定することが可能となった。

参考文献

- 1) 源間一郎他；織機誌, 14,3,P188 (1961)
- 2) 山本孝他；織学誌,48,P149 (1992)
- 3) 石倉弘樹他；織機誌, 45,T154 (1992)
- 4) 中田英俊他；織機誌, 28,P471 (1976)
- 5) 石倉、加瀬、中島；織機誌, 44,12,T260 (1991)
- 6) 大野、河村；織機誌,50,9,T95 (1997)