

織物・ニット基盤技術活性化に関する研究 — 経ストレッチ織物の製造技術 —

大野 博、広瀬繁樹

要 旨

本研究は、昨年度実施した緯ストレッチ毛織物の研究を踏まえ、ウールとポリウレタン弾性糸を複合化したストレッチ糸の研究をさらに進め、経ストレッチ毛織物の製造技術について検討したものである。

ストレッチ糸の製造条件、ストレッチ織物の製織条件の諸条件を変化させたストレッチ織物を製造し、伸長特性（伸長率、伸長回復率、残留ひずみ率）及び収縮特性（緩和収縮率、プレス収縮率、ハイグラルエキスパンション）、織物断面形状の顕微鏡観察などを行い、織物の規格・製造条件と各特性との関係を検討した。

その結果、織物の残留ひずみ率が、それらの特性を向上させる非常に大きなポイントであり、とりわけ充実度が重要なファクターとなっていることが明らかとなった。

織物の規格・製造条件と伸長・収縮特性との関係解析により、昨年度からの課題であったハイグラルエキスパンションや伸長・収縮特性の向上を図ることができ、要求される実用性能を十分に満足する経ストレッチ織物の製造技術を見出すことができた。

1. はじめに

最近、タイトなスタイリングや機能性、着心地などを演出する素材が脚光を集め、ストレッチ織物は、その一端を担う、なくてはならないアイテムとして定着し始めている。

しかしながら、ストレッチ糸を構成するポリウレタン糸は、大きな伸長特性を持つことから、温度や張力変化に非常にデリケートな素材であり、撚糸および製織、仕上工程時に適切な取り扱いをしなければ、糸切れ、幅不同、縮み、しわ、ゆがみなどを起こして、製品の品質や物性に不安定性を与えてしまう。

当産地においても、ストレッチ織物の需要

の急増を受け、積極的な取り組みがなされてきているが、各工程においては試行錯誤の面があり、いろいろな問題が発生している。

そこで本研究では、昨年度実施した緯ストレッチ毛織物の研究結果を踏まえつつ、さらに経ストレッチ織物の製造技術について研究を進め、ストレッチ織物の製造技術の確立を目指すこととした。経ストレッチ織物では、緯ストレッチ織物に比べ摩擦や張力の影響を受けやすく、扱いが格段に難しくなることから、糸のロット管理や張力管理、経緯糸のバランス等の留意点についても視野に入れて検討することとした。

実用レベルを十分に満足する経ストレッチ織物の製造技術の確立を目指し、ストレッチ糸及び織物の規格・製造条件の検討と伸長・収縮特性との関係解析を行ったので、ここにその成果を報告する。

2. ストレッチ織物の現状分析

まず、尾州産地におけるストレッチ織物について現状分析したところ、ストレッチ糸の使用番手として、1/30（単糸換算）が比較的多く、既存設備で対応できるSTY（スパン・ツイステッド・ヤーン）方式の撚糸方法が浸透していることが分かった。

また、ウールとの複合では、ヒートセットでウールの損傷を低減させる低温セット性（高セット性）の糸が使われつつあった。

実用レベルのストレッチ織物の物性値として、伸長率15%以上、伸長回復率85%以上、残留ひずみ率3%以下、緩和収縮率およびプレス収縮率3%以下、ハイグラルエクスパンション5%以下が衣服等に要求される一般的な基準となっていた。

さらに、昨今の景気低迷の状況下においては、プラスαの付与による差別化が求められてきており、ストレッチ織物においても細番手強撚糸によるライトウェイト化や、1WAY（緯方向）ストレッチ織物から2WAY（経緯方向）ストレッチ織物への移行が進行しつつあることが分かった。

3. 実験

本研究では、上記の現状分析から、今後需要が拡大すると思われる低温セット性のポリウレタン糸と先染めしたウール糸2本を複合したSTY方式のウール・ストレッチ糸を使用し、以下の実験を実施することとした。なお、ポリウレタン糸は、糸切れを防ぐため糸使い

としては比較的太い35Dのものを使用した。

3. 1 試料

ストレッチ糸：先染ウール1/60×1/60×

ポリウレタン糸

（ポリウレタン糸：低温セット性オペロン糸

（東レ・デュボン社製）35D）

撚糸機 ： リング撚糸機

撚糸方法 ： STY（スパン・ツイステッド・ヤーン）方式

ドラフト率 ： 2.5倍

撚数 ： S750回/mおよびZ650回/mの2種類

撚セット ： 85℃×30分

なお、ストレッチ糸ではない緯糸には、先染した梳毛糸2/60を使用した。

3. 2 ストレッチ糸の特性分析

ストレッチ糸の収縮力測定には、糸トルク及び収縮力をリアルタイムに精度良く測定できる糸トルク計（尾張繊維技術センター試作器）を用いた。試料糸の長さ25cm、3段階の初荷重（3.0～19.6cN（3gf～20gf））を垂下し、室温（20℃）及び温水浸漬時（60℃）のストレッチ糸の収縮力を測定した。ストレッチ糸の伸長測定については、引張り試験機を用い、収縮状態（伸長0%）から緊張状態（伸長35%）の定伸長繰り返し測定を行った。

3. 3 ストレッチ織物の特性分析

(1) 製織および仕上

上記の糸の特性分析及び昨年度の成果を踏まえ、以下の条件でストレッチ織物を製造し、最適製織条件について検討した。

製織条件

使用織機；レピア織機（平岩式HUS）

緯密度 ； プリアリーの理論密度×0.7～0.9

組織 ; 平織、1/2斜紋、2/2斜紋、斜子
緯糸 ; ウール (1wayストレッチ)
およびストレッチ糸 (2way
ストレッチ 配列; 1:1)

仕上条件

煮絨(連続)→洗絨(ローブ)→乾燥

70℃×2分 40℃×60分 130℃×4分

→ヒートセット→スチーマー→フルデカ

160℃×1分 95℃×20秒 115℃×4分

→スチーマー

95℃×20秒

(2)伸長特性および収縮特性の評価方法

製造したストレッチ織物の物性の測定は以下の方法により実施した。

①織物の伸長率: JIS L1096 B法(定荷重法)

試験片幅5cm×20cm 荷重14.71N

②織物の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14.71N

③織物の収縮率: JIS L1042 C法(浸透
浸せき法)

界面活性剤0.05%、25℃、30分間
水浸せき

④ハイグラルエキスパンション: IWS法

界面活性剤0.05%、25℃、30分間
水浸せき後、60℃、4時間乾燥

⑤プレス収縮率: JIS L1042 H-2法

オープンスチーム15秒後バキュー
ム15秒吸引

4. 結果と考察

ア. ストレッチ糸の製造条件と特性分析

図1は、試作したストレッチ織物中から取り出したストレッチ糸の光学顕微鏡写真である。繊維軸方向に引張り緊張させた時(緊張)とフリーな状態にした時(収縮)を比較する

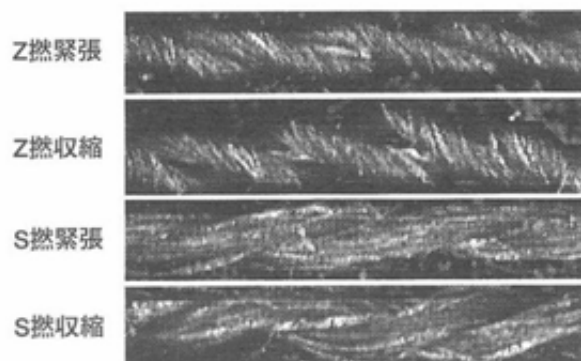


図1 ストレッチ糸の光学顕微鏡写真

と、S捻で製造した糸、Z捻で製造した糸(強捻)のどちらの糸においても緊張状態に比べ、無緊張状態では中心のポリウレタン糸が縮み、まわりのウール糸が半径方向に広がるのが観察できる。このように、ストレッチ糸は中心のポリウレタン糸が直線的に伸縮し、周りの糸の捻がばねのようになって、安定した伸縮性を保持することが分かる。

図2に、ストレッチ糸の収縮から緊張時(伸度+35%)までの定伸長繰り返し曲線を示す。伸度10%から25%付近まで直線的に強度変化し、その後曲線はカーブを描く。ポリウレタン糸の3倍以上の強度を糸が保持しており、伸度25%以上の緊張状態ではポリウレタン糸にひずみが生じ始めている。このことから伸度20%付近が安定したストレッチ性を発揮する弾性領域と推定される。

次に、ハイグラルエキスパンションを抑えるため、新たな観点からストレッチ糸の特性

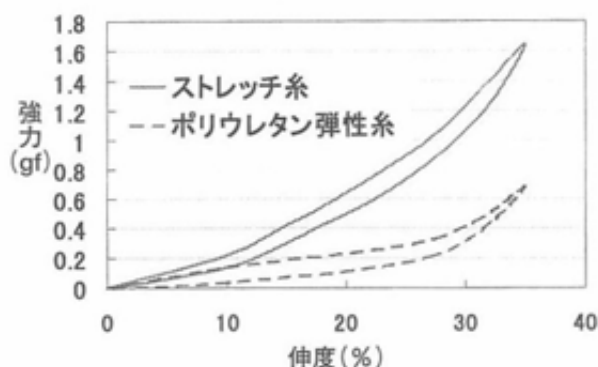


図2 ストレッチ糸の定伸長繰り返し曲線

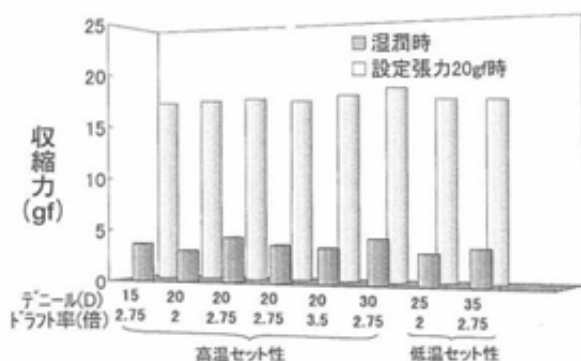


図3 ストレッチ糸 (S燃) の湿潤収縮力変化

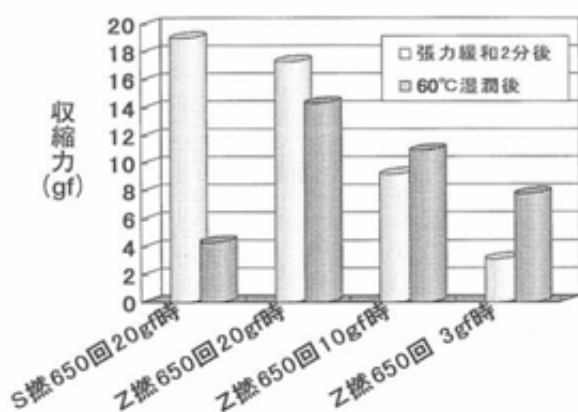


図4 ストレッチ糸 (Z燃) の湿潤収縮力変化

分析を試みた。図3は、試作したストレッチ織物中から取り出したストレッチ糸 (S燃650回/m) の湿潤時の収縮力変化である。ポリウレタン糸のドラフト率およびデニールを変

化させても、湿潤時の収縮力にそれほど大きな影響を与えていないことが分かる。ハイグラルエキスパンションを抑えるには、糸全体の収縮力変化を考える必要があることから、糸の燃を変化させて湿潤時の収縮力を検討することとした。

図4はストレッチ糸 (Z燃650回/m (強燃)) の定荷重時における湿潤時収縮力の結果である。強燃にすることにより、初荷重時においても湿潤時収縮力が得られ、この特性を利用すれば織物のハイグラルエキスパンションを低く抑えることが可能と推測された。

そこで、以下の製織実験では、ストレッチ糸 (強燃) による経ストレッチ織物について、各特性との関係を検討することとした。

イ. ストレッチ糸による経ストレッチ織物の製織条件の検討

図5に実際に整経、製織する際の留意点を示す。糸の伸縮特性の違いが織物の物性に大きく影響を及ぼすことから、仕上後にバブリングや筋立ち等の問題を発生させないために

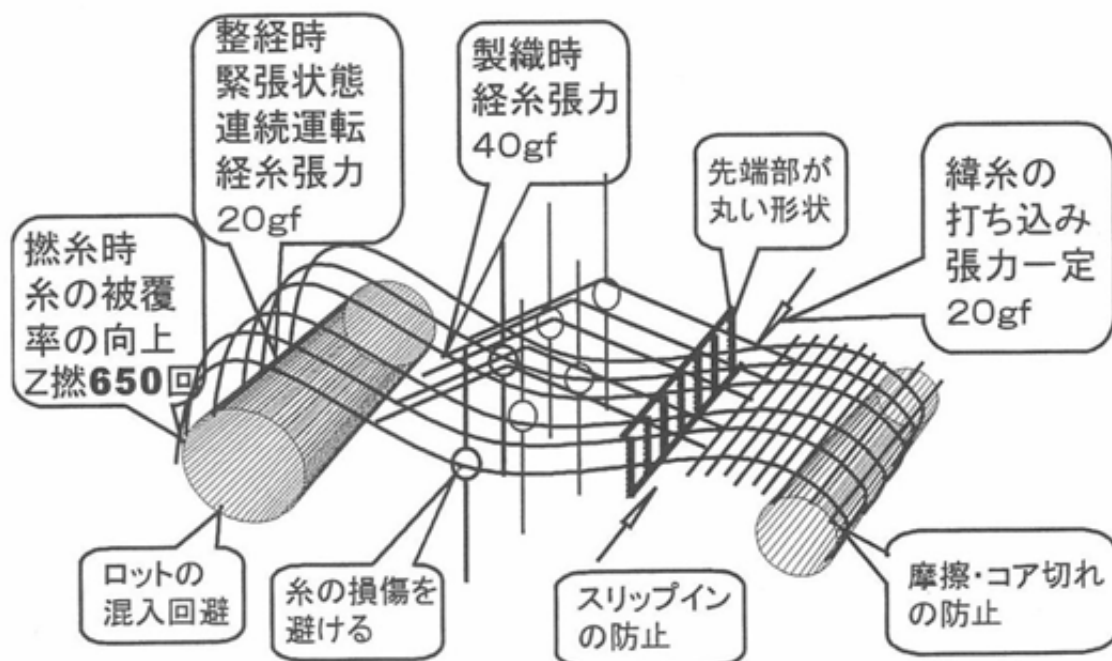


図5 整経、製織時の留意点

は、特にロット管理や張力管理が重要であることが分かった。また、ポリウレタン糸は、摩擦に非常に弱いことから、綜統、箆、レピアガイド等との損傷を避ける必要があり、整経時張力や経糸張力は、やや弱めて糸を若干収縮させ被覆率を高めることにより、安定した製織が可能となることが判明した。

ウ. 経ストレッチ織物の規格・製織条件と伸長特性との関係解析

図6に、組織を変化させた時の組織と伸長特性との関係を示す。どの組織もブリアリーの理論密度の0.7の緯密度（充実度）で製織した。伸長率は平織が若干小さい値を示したものの、伸長回復率、残留ひずみ率ともほとんど差は生じなかった。これは、機上の充実度が同じであれば、ストレッチ糸は同じように安定するスペースまで縮むことを示しており、ストレッチ糸の特性がそのまま織物の特

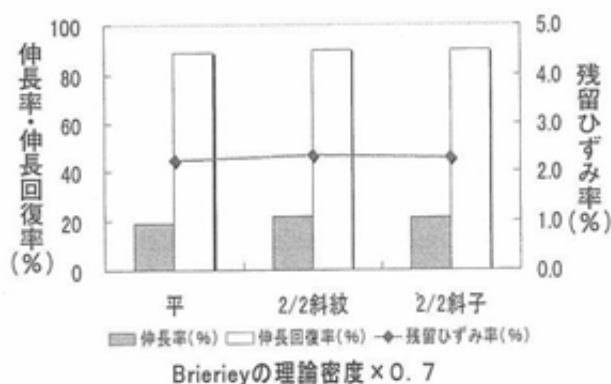


図6 組織と伸長特性

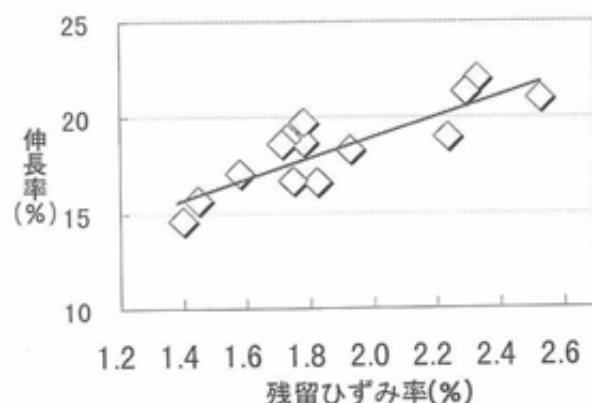


図7 残留ひずみ率と伸長率

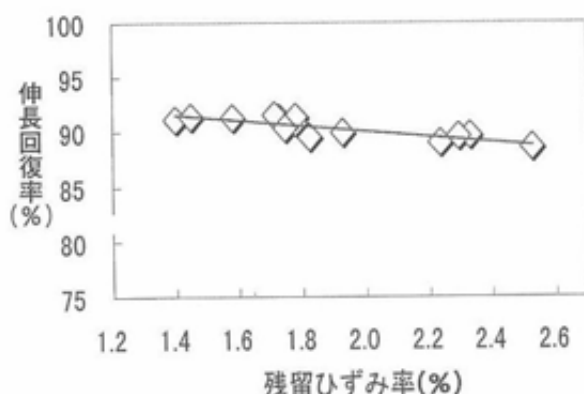


図8 残留ひずみ率と伸長回復率

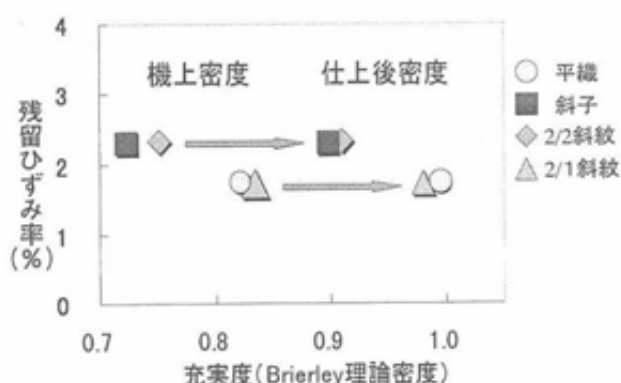


図9 充実度と残留ひずみ率

性に反映すると推測される。

図7に残留ひずみ率と伸長率、図8に残留ひずみ率と伸長回復率との関係を示す。残留ひずみ率は伸長率と比例の関係で、伸長回復率は反比例の関係であった。特に残留ひずみ率と伸長回復率の相関が高いことが分かった。

図9に様々な組織における充実度と残留ひずみ率との関係を示す。機上から仕上後の充実度変化は、組織に関係なくほぼ同じように推移し、残留ひずみ率は、組織変化よりも機上の充実度の影響が大きいことが分かる。またこのことは、ストレッチ糸の特性がそのまま織物に反映し、織物の残留ひずみ率に、充実度が重要なファクターとなっていることが推測できた。

図10に平織の機上の充実度（ブリアリー換算）と残留ひずみ率の関係を示す。この結果から充実度と残留ひずみ率は相関することが判明し、充実度を高めることにより残留ひず

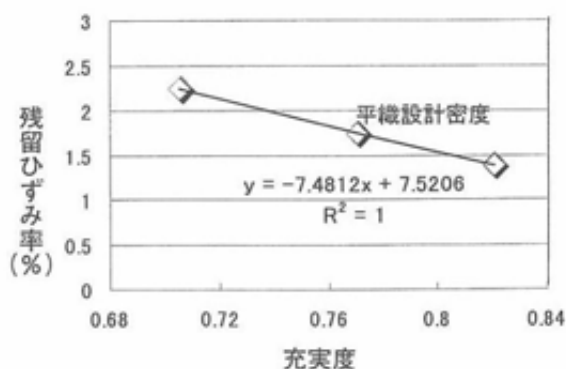


図10 充实度（機上）と残留ひずみ率

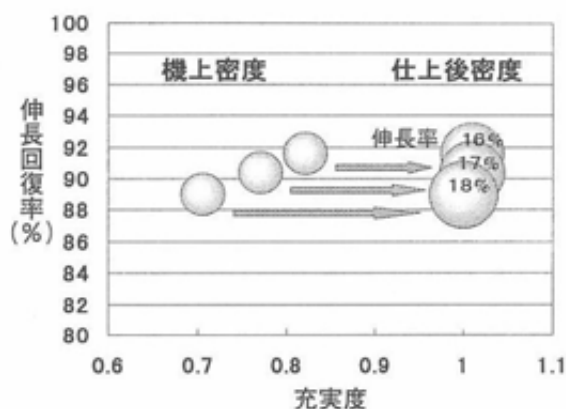


図11 充实度と伸長特性

み率を低下させ、品質を安定させることができることが分かった。

図11には充实度（機上及び仕上後）と伸長特性の関係を示す。仕上によって織物が収縮し充实度が1付近になると、織物内の糸の拘束によって、それ以上の織物の収縮が抑制されることが分かった。このことから、機上密度を低くするほど、織物収縮は大きくでき、伸長率を大きくすることが可能となるが、伸長回復率は逆に低くなることから、伸長率・伸長回復率のバランスを考慮した伸縮設定が重要であることが分かった。また、ストレッチ織物の充实度が1付近でリラックスして仕上がるように織物設計する必要があり、ストレッチ糸の伸縮特性とともに、設計における充实度設定が織物の伸長特性の重要なファクターであることが明らかとなった。

上記の結果を踏まえて、織物中におけるストレッチ糸の挙動を確認するため、光学顕微

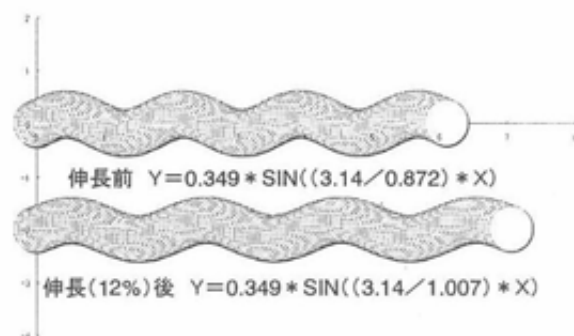


図12 ストレッチ糸のシミュレーション

鏡で織物断面中のストレッチ糸のクリンプ形状を観測した。

図12に観測結果を基に、織物断面中におけるストレッチ糸の形状をサインカーブで近似したシミュレーション結果を示す。

この観測結果から、ストレッチ織物は伸長すると、織り込まれているストレッチ糸のクリンプ形状は、垂直方向への変化はほとんどないが、平行方向に伸びていくことが分かった。ストレッチ糸のクリンプ形状は周期が広がっており、このことから糸自身が伸長することで織物の伸長を得ていることが確認できた。

以上のことから、ストレッチ織物の伸縮にストレッチ糸の伸縮がそのまま反映していることが判明した。また、ストレッチ織物の伸縮特性を向上するには、伸縮特性のバランスを考慮するとともに、ストレッチ糸の残留ひずみ率の低下がポイントであり、そのための織物規格設定には充实度が重要なファクターであることが明らかとなった。

エ. 経ストレッチ織物の規格・製織条件と収縮特性との関係解析

図13に緩和収縮やプレス収縮、ハイグラルエキスパンションの収縮特性の結果を示す。前述の結果を踏まえ、残留ひずみ率を低下させる規格・製織条件を設定することにより、

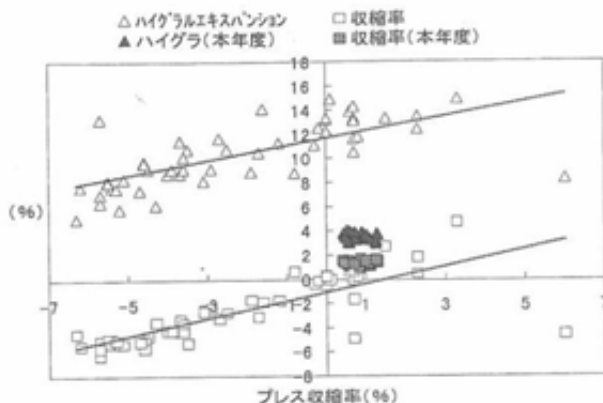


図13 ストレッチ織物の収縮特性

織物組織・糸配列の影響に関係なく、緩和収縮やプレス収縮、ハイグラルエキスパンションの一層の向上を図ることができた。

5. まとめ

ア. ストレッチ糸の製造と特性分析結果から、Z捻に撚糸を行い強撚のストレッチ糸とすることでハイグラルエキスパンションを抑えることが可能であることが分かり、ストレッチ織物に要求される性能の大幅な向上ができた。

イ. 張力管理や摩擦等のストレッチ織物の製織上の留意点が明らかとなり、これを遵守することによりポリウレタン糸切れの全くない経ストレッチ織物の製織が可能となった。

ウ. ストレッチ織物の規格・製造条件と伸長・収縮特性との関係解析から、充実度と残留ひずみ率の関係が重要で、安定したストレッチ織物を製造するためには、ストレッチ糸の収縮特性に配慮し、仕上後の経緯糸のバランスを考慮した充実度となるよう織物の密度設定をする必要があることが明らかとなった。

エ. 高品質なストレッチ織物の製造には、残留ひずみ率を低下させることが大きなポイントであり、残留ひずみ率を低く抑えることにより、緩和収縮、プレス収縮、ハイグラルエキスパンションの収縮特性も要求されるレベル以上に向上させることが可能であることが分かった。

これらの解析結果から、要求される実用レベルを十分に満足するウール・ストレッチ織物の製造技術を見出すことができた。

謝辞

本研究を行うにあたり、適切なご指導、ご助言をいただきましたザ・ウールマークカンパニーの遠藤忍氏並びに、株式会社ソトー技術研究所及び東レ・デュボン株式会社オペロン加工技術部の方々に対し厚くお礼申し上げます。

＜参考文献＞

- 1) 大岩；染色工業，45，62～66（1997）
- 2) 中沢，荒谷；織機誌，34，508（1981）
- 3) 日下部；「ストレッチ素材」，東レリサーチセンター
- 4) 川合；「ストレッチのすべて」，日本繊維製品クリーニング連絡会議セミナー（1997）
- 5) 「ウール・ストレッチ織物」の製法ーガイドラインー；東レ・デュボン(株)
- 6) 「ウールプラスオペロン技術説明会」資料；IWS，東レ・デュボン(株)
- 7) 杉尾；「合繊伸縮糸の特性と新しい商品展開について」；東洋紡(株)，1995.2；尾張繊維技術センター講習会資料