

織物・ニット基盤技術活性化に関する研究 —スパンデックス複合化織物の製造技術—

藤田浩文、広瀬繁樹

要旨

本研究は、ストレッチ糸製造条件、製織条件、仕上条件の諸条件を段階的に変化させて、そのときのストレッチ織物のストレッチ特性および収縮特性を測定することにより、ストレッチ織物の製造上での最適条件を明らかにすることを目標とした。その結果、様々な要因でストレッチ織物の特性が変化することが明らかになり、特に問題となっている伸長回復率とプレス収縮特性を改善する方法を見出すことができた。

1. はじめに

ここ2～3年前からヨーロッパでストレッチ素材に関心が持たれており、それを受けて日本でも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としてストレッチが注目を集め、今、予想以上のブームが続いている。

ストレッチ素材については、昭和30年後半にポリウレタン系弾性繊維などの基礎的な手法が確立され、特許も多く出されたが、従来のポリウレタン繊維は、インナー衣料、水着、ウインタースポーツ衣料などの限られた用途で、限定された素材にしか使用されなかった。しかし、今回は、婦人服地を中心にアウター市場で、織物、丸編、経編、後染め、先染め、プリントとあらゆる素材にわたってブームと

なったことから、ストレッチ素材が初めて一般的繊維素材として認識されたと言える。しかし、ポリウレタン繊維そのものは、伸長性や温度の変化に非常にデリケートな素材であるため、撚糸および製織、仕上時に適切な条件で生産しなければ縫製段階などで「ゆがみ、縮み、しわ」などが発生し、製品の品質や物性に不安定性を招いてしまう。

当産地においても、このブームにより着心地の良い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いるが、その製造において試行錯誤の面があり、いろいろな問題が発生してきている。そこで本研究では、先染したウールとスパンデックス糸を複合したストレッチ糸を緯糸にのみ使用した先染緯ストレッチ毛織物についてその糸の製造条件および緯ストレッチ織物の規格・製造条件とストレッチ特性との関係を解析することとし、当産地におけるより品質の高いストレッチ織物の製造技術の確立を目指すこととした。

2. ストレッチ織物の現状分析

緯ストレッチ織物の現状を検討した結果、使用糸番手としては、単糸換算相当で30番が多く、伸長率は20%程度、緯ストレッチ織物の糸配列は1:1の織物が多数を占めた。組織は、平織か1/2綾が多く、伸長回復率85%以上、残留ひずみ率3%以下、収縮率3%以下、

プレス収縮率3%以下が、良いストレッチ織物の条件とされている。以上の結果をふまえて、実験条件を決定した。

3. 実験

3.1 試料

- (1) スパンデックス糸
オペロンT127C (東レ・デュボン社製)
- (2) ストレッチ糸
ウール・ストレッチ糸の製造方法は下記のとおりである。
先染梳毛糸1/60×1/60×スパンデックス糸
STY (スパン・ツイステッド・ヤーン)
リング撚糸機使用
なお、経糸およびストレッチ糸ではない緯糸には、先染梳毛糸2/60を使用した。

3.2 製織

使用織機；レピア織機 (平岩式HUS)
箆通幅 ；158cm

3.3 仕上

煮絨機 ；バッチ式、木村鉄工所株式会社製
洗絨機 ；多段角ローラーコンベア式、日進電気工業株式会社製
ヒートセット機；ピンテンター 最大幅80cm 辻井染機工業株式会社製
蒸絨機 ；大坂染織機械工業所製
なお、ヒートセット機の最大幅が80cmであるため、織下幅約143cmを半分に切断し、71.5cm幅で実験を実施した。

3.4 ストレッチ毛織物の伸張特性および収縮特性の評価方法

- (1) 伸長率 ；JIS L 1096 B法 (定荷重法)

試験片幅5cm×20cm 荷重1.5kg

- (2) 伸長回復率および残留ひずみ率；JIS L 1096 B-1法 (定荷重法)
試験片幅5cm×20cm 荷重1.5kg
- (3) 収縮率 ；JIS L 1042 C法 (浸透浸せき法)
界面活性剤0.05%、25℃、30分間水浸せき
- (4) プレス収縮率；JIS L 1042 H-2法
オープンスチーム15秒後
バキューム15秒を3回繰り返す
- (5) ハイグラルエクスパンション；IWS法
界面活性剤0.05%、25℃、30分間水浸せき後、60℃、4時間乾燥

なお、以上の測定は、すべてストレッチ方向つまり緯方向についてのみ行った。

4. 結果と考察

本研究で実験した内容は、大きく分けて、ストレッチ糸の製造条件、ストレッチ織物の製織条件、ストレッチ織物の仕上条件の3つについて実験した。これら3つの実験を進めるに当たって、まず、下記のような基準条件を設定し、その基準から1ないし2条件のみを変化させてその影響を調べた。

基準条件

- ・ストレッチ糸製造条件
スパンデックス糸；オペロン T127C 20D
ドラフト率；2.75倍
撚数 ；650回/m
撚セット ；80℃×30分
- ・製織条件
組織 ；1/2綾

密度 ; 経・緯とも56本/インチ
(ブリアリーの理論密度×0.8)

緯糸配列 ; 1:1

緯糸打込時の張力; 約20gf (テンション
ゲージにて設定。3点式の
張力測定装置を用いた張力
測定結果では、ピークが20
~30gfであった)。

・仕上条件 (下記の順序で実施)

煮絨 ; 85℃×10分

洗絨 ; 50℃×20分、アニオン界面
活性剤 2%o.w.f

乾燥 ; 110℃×5分、洗絨後の濡れ
幅で乾燥

ヒートセット; 180℃×60秒

蒸絨 ; スチーミング時間30秒 (常
圧)、バキューム時間5分間

4.1 仕上前後のストレッチ糸の光学顕微鏡観察

ストレッチ糸の仕上前後の状態を観察した。
仕上をする前の織物から取り出したストレッチ
糸と、仕上をした織物から取り出してきた
ストレッチ糸を比較した光学顕微鏡写真を図
1に示す。織下後、つまり仕上前に比較して
仕上後の糸は、中心のスパンデックス糸が縮
み、まわりのウールがふわっと広がっている。
ストレッチ織物は、このようなストレッチ糸



図1 織下後および仕上後の糸の収縮状態
(上: 織下後、下: 仕上後)

の大きな伸縮挙動を伴うことで伸長特性を得
ることが可能となる。

4.2 ストレッチ糸の製造条件の検討

リング撚糸機を用いて、スパンデックス糸
の太さ、ドラフト率などを表1のような条件
でストレッチ糸を製造し、各条件の影響につ
いて検討した。実験結果を図2に示す。

表1 ストレッチ糸の製造条件

デニール(D)	15	20					30
ドラフト(倍)	2.75	2	2.75		3.5		2.75
撚セット(30分)	80℃	80℃	70℃	80℃	90℃	80℃	80℃

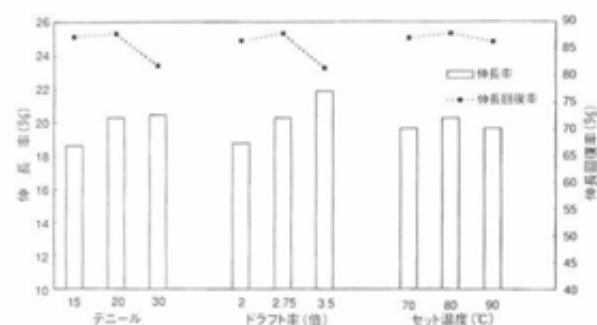


図2 ストレッチ糸の製造条件と織物の伸長
率および伸長回復率との関係

伸長率は、スパンデックス糸のデニールを太
くしたり、ドラフト率を上げると大きくなった。
これはスパンデックス糸の太デニール化もしく
はドラフト率を大きくすることでスパンデック
ス糸の収縮力が大きくなり、生地がより大きく
縮むため、結果として大きなストレッチ特性を
得られるためと推察できる。しかし、伸長率が
大きくなると、回復率は逆に悪くなる傾向にな
った。しかし、伸長率や伸長回復率とセット温
度の間には明確な傾向は見られなかった。

4.3 ストレッチ織物の製織条件の検討

織組織、緯糸配列などの製織条件について
検討した。基準条件から、織密度の諸条件を
変えてそのときの影響について検討した。

図3に経・緯密度と伸長率、伸長回復率との関係を示す。緯密度を密にしても伸長率、回復率ともにほとんど変化なかった。経密度においては40本/インチのとき伸長率は他の密度にくらべて大きな値を示したが、回復率はそれほど差はなかった。図4に残留ひずみ率についての結果を示す。緯密度については明確な傾向は見られなかったが、経密度については密度が密になると減少する傾向を示す。

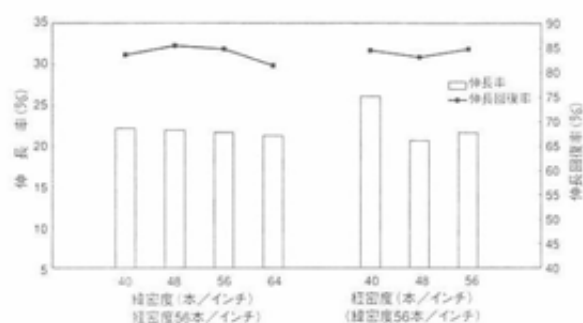


図3 経および緯密度と伸長率および伸長回復率との関係

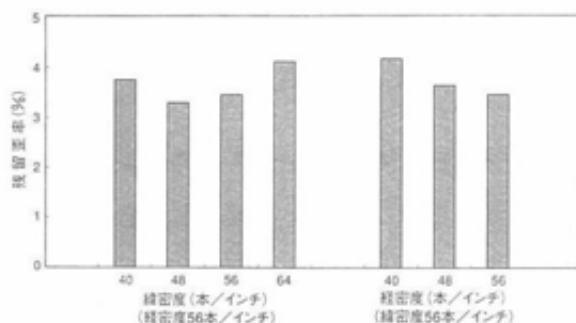


図4 経および緯密度と残留ひずみ率との関係

次に、織組織および製織時の緯糸の打込張力、緯糸配列について検討した（図5～8）。織組織（経密度；ブリアリーの理論密度×0.7、緯密度；×0.8）については、伸長率は2/2綾が最も大きく、回復率、残留ひずみ率については平織が最もよいという結果となった（図5、6）。緯糸張力について、伸長率はそれほど変化なかった。緯糸配列については、ストレッチ糸と普通糸を1：1に打ち込んだも

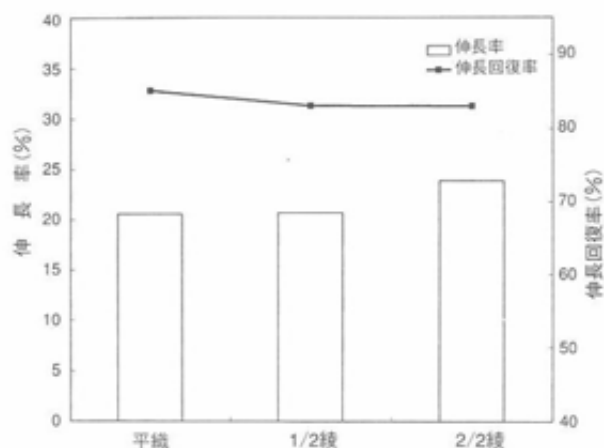


図5 織組織と伸長率および伸長回復率との関係

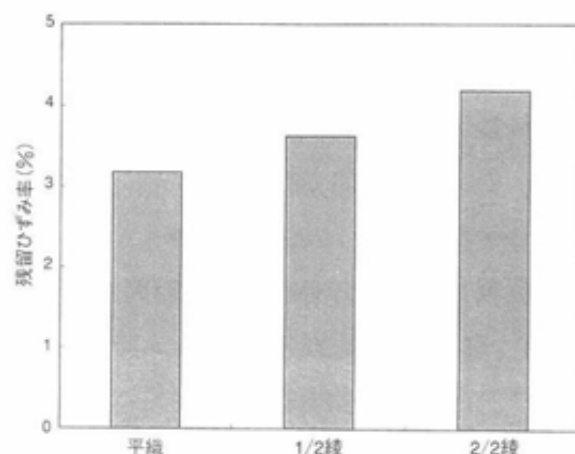


図6 織組織と残留ひずみ率との関係

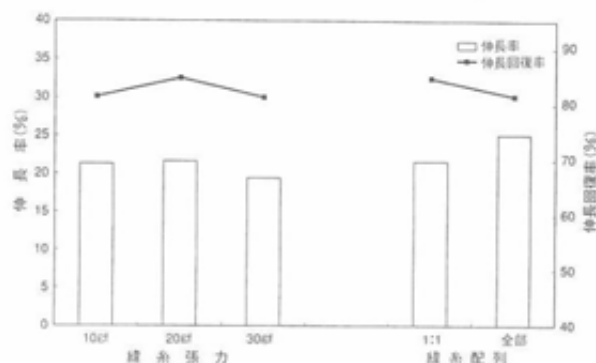


図7 緯糸打込張力、緯糸配列と伸長率および伸長回復率との関係

のに比べ、すべて打ち込んだものは縮む力が大きくなるために伸長率は大きくなっているが、残留ひずみ率は増加した。

4.4 ストレッチ織物の仕上条件の検討

下記の条件を基準に、ヒートセットの幅・時間・温度、生機セットの有無などの諸条件を変

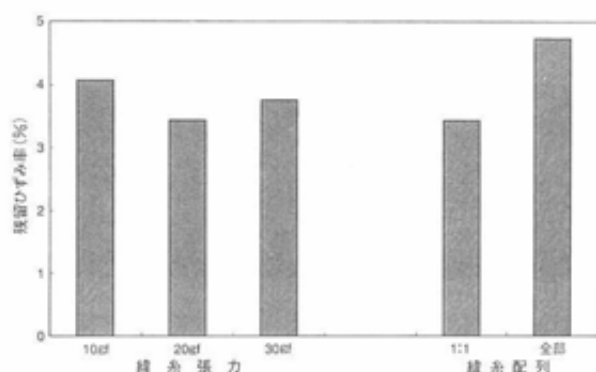


図8 緯糸張力、緯糸配列と残留ひずみ率との関係

えてストレッチ特性および収縮特性への影響を実験し、ストレッチ織物の仕上条件を検討した。

仕上条件検討時の基準条件

煮絨 85℃ 10分	→	洗絨 50℃ 20分	→	乾燥 100℃ 5分 濡れ幅 (62cm程度)	→	ヒートセット(仕上) 180℃ 30秒 ヒートセット幅:63cm 織下幅に対して12%縮	→	蒸絨 100℃ 30秒
------------------	---	------------------	---	-------------------------------------	---	--	---	-------------------

(1) ヒートセット条件の影響

図9はストレッチ特性とヒートセット幅・時間・温度との関係で、ヒートセット幅を広げるほど、伸長率は小さくなった。これは、項4.1で触れたように、仕上後の織物内のストレッチ糸の伸縮分がストレッチ特性に関与することからセット幅が大きくなるほど伸長率は低くなると考えることができる。なお、かっこの中の数字は、織下幅から何%縮んだ幅なのかを表示している。伸長回復率については、伸長率とは反対の傾向を示した。ヒートセット時間については、30秒のときと比較

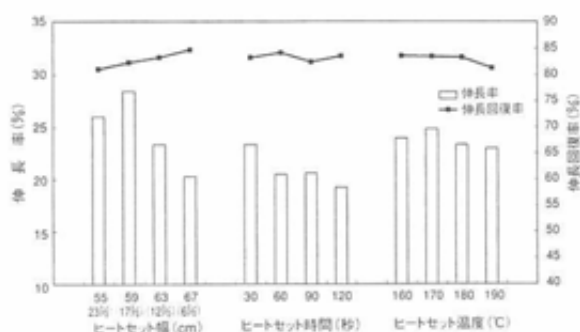


図9 ヒートセット時の幅および時間、温度と伸長率および伸長回復率との関係

して60秒以上したときは、伸長率は小さくなった。これは、セットがより効いているためと考えられる。伸長回復率については明確な傾向は見られなかったが、ヒートセット温度を上げると、190℃では回復率が下がる傾向にあった。

図10に収縮率を測定した結果について示す。なお、収縮率とプレス収縮率は、ほぼ同じ傾向を示したので、ここでは収縮率の結果についてのみ報告する。ヒートセットの変化については、55cmでヒートセットを行ったとき、収縮率はマイナス5つまり5%伸び、セット幅を広げて行くと徐々に伸びが小さくなった。63cmのときにはほぼ0となり、67cmでは約3%の収縮に転じ、それぞれの条件で0に近い値になるような最適な条件があることが明らかとなった。よって、その最適な条件から大幅にずれた条件でセットを行えば、何らかの問題が発生すると容易に推測される。また、ヒートセット時間については、時間をかけるほど伸びていく傾向を示し、それほど時間をかける必要はないと思われる。ヒートセット温度については、高い温度でセットするほど伸びていく傾向を示した。

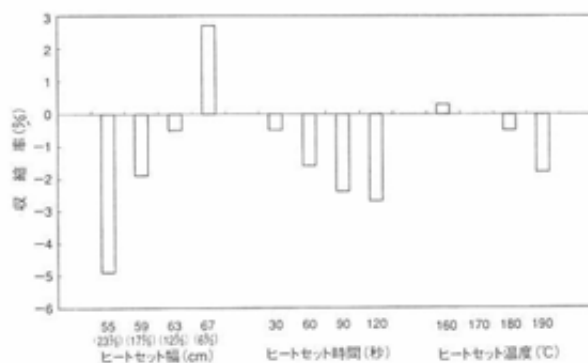


図10 ヒートセット時の幅および時間、温度と収縮率との関係

図11にハイグラルエキスパンションを測定した結果について示す。ヒートセット幅の影

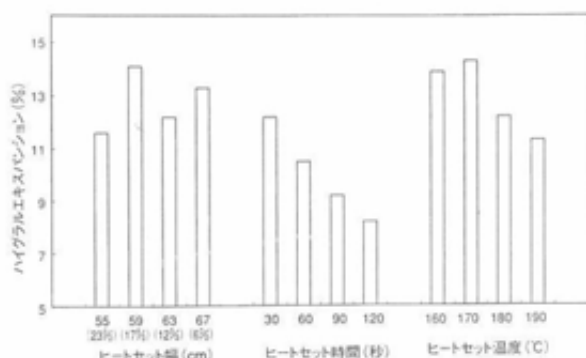


図11 ヒートセット時の幅および時間、温度とハイグラルエキスパンションとの関係

響については、明確な傾向は見られなかったが、ヒートセット時間が長くあるいは温度を高くするとやや減少した。これは、ウールの劣化が進行するためと推察される。

(2) 生機セット及び蒸絨の影響

図12～14に生機セットの導入（煮絨の前に実施）、蒸絨などの影響について検討した結果を示す。まず、図12のストレッチ特性との関係では、基準とした仕上セットを行ったときと比較して生機セットのみを行ったときは、伸長率は下がるが、回復率は上昇し、生機セットと仕上セットの両方を行ったときは、より回復率が増加した。また、蒸絨をしたものとしなかったものを比較すると、蒸絨をするとう回復率が大幅に増加した。蒸絨は非常に重要な工程であり、寸法安定性に大きな影響を与えることがわかった。図13の残留ひずみ率については回復率と同様に生機セット、蒸絨

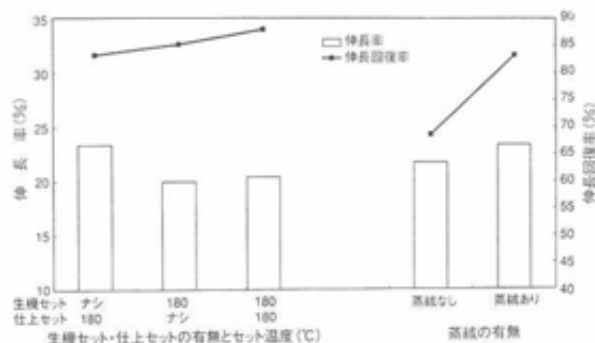


図12 仕上条件と伸長率および伸長回復率との関係

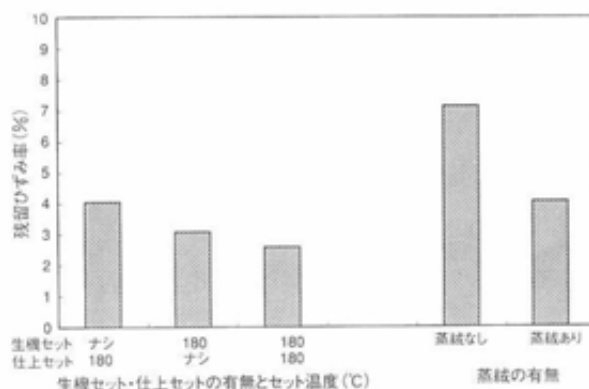


図13 仕上条件と残留ひずみ率との関係

の効果が見られた。

図14に収縮率を測定した結果を示す。収縮率に関しては、それほど明確な差異は見られなかった。

図15はハイグラルエキスパンションについて

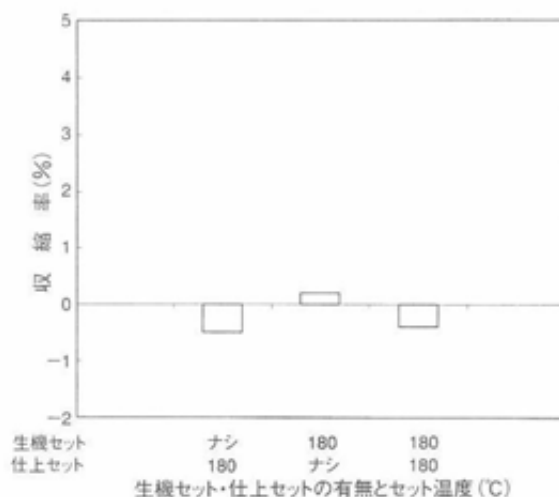


図14 仕上条件と収縮率との関係

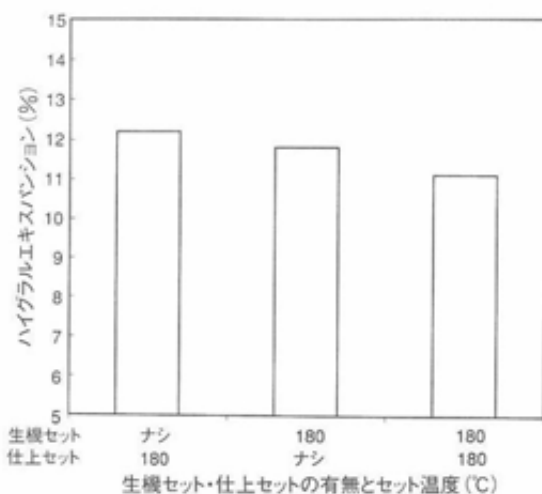


図15 仕上条件とハイグラルエキスパンションとの関係

測定した結果である。仕上セットのみを行ったときと比較して生機セットのみを行ったときは減少し、両方行ったときはさらに減少した。

以上のように、生機セット、仕上セットの両方を行ったときが、ストレッチの回復性も良く、収縮率など生地安定性に優れた結果を示すことがわかった。しかし、生機に付着した油の変性などの恐れもあり、セット条件などに留意する必要がある。

5. ストレッチ織物での各特性値相互の関係の検討

これまでのデータをもとに伸長率と伸長回復率との関係をグラフ化したものを図16に示す。全体的に見ると、伸長率が大きくなると伸長回復率は減少し、伸長率と伸長回復率とは反比例の関係にあると思われる。伸長率と残留ひずみ率との関係を示すグラフが図17であり、伸長率と残留ひずみ率とは比例の関係

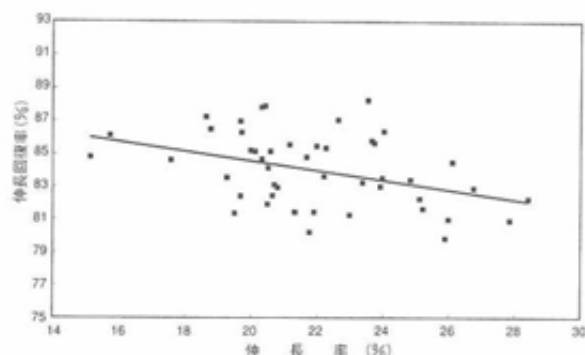


図16 伸長率と伸長回復率との関係

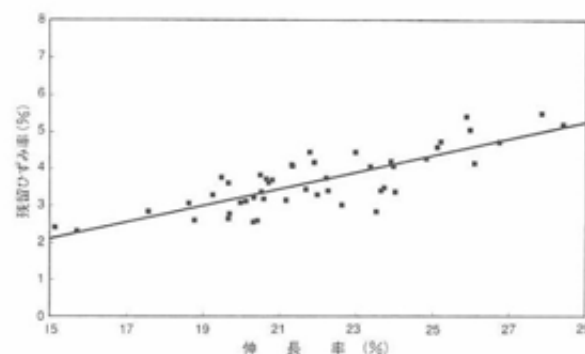


図17 伸長率と残留ひずみ率との関係

にあり、伸長率が小さくなれば残留ひずみ率は小さくなる傾向がある。また、プレス収縮率と収縮率およびハイグラルエキスパンションとの関係を示すグラフが図18であり、ともにプレス収縮に比例していることがわかった。収縮率に関しては0付近となるようなバランスのとれた条件で行うと良いことがわかる。しかし、本実験では、ハイグラルエキスパンションが全体にやや高い結果となったため、撚数を調整してストレッチ糸を製造するなど何らかの別の方法を見つける必要があると考えられ今後の課題としたい。

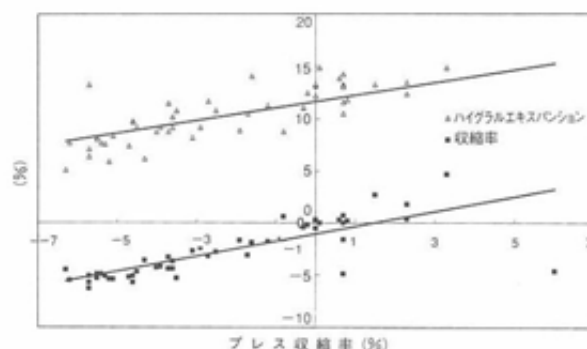


図18 プレス収縮率と収縮率およびハイグラルエキスパンションとの関係

6. まとめ

今回の研究では、仕上工程、とりわけヒートセット工程の条件設定がストレッチ織物の品質に対して非常に重要な要因であった。しかしながら、ストレッチ織物はその他さまざまな要因でそのストレッチ特性や収縮特性が変化することがわかり、それらがバランス良く成り立っている適正な条件を見出す必要があることもわかった。そして、本実験結果から伸長率と残留ひずみ率とは比例の関係にあり、伸長回復率とは反比例の関係にあった。また、プレス収縮率と収縮率およびハイグラルエキスパンションとは比例関係にあることが明らかとなった。

これらの関係から伸長率が20%を目標にしたとき、以下の製造条件で伸長回復率85%以上、残留ひずみ率3%以下、収縮率3%以下、プレス収縮率3%以下のストレッチ織物を得ることができた。

ストレッチ糸製造条件

スパンデックス糸 20D、ドラフト率
2.75倍、セット温度 80℃

製織条件

経密度(理論密度)×0.7~0.8、緯糸張
力20gf

仕上条件

ヒートセット条件

セット温度×時間 180℃×30秒

生機セット、仕上セット併用

蒸絨あり

そして、今回の実験結果から、ある1工程だけで、例えば、ヒートセット工程だけで織物の物性を修整するといったことはあまり好ましくなく、また、必ずスパンデックス糸の

種類やタイプをよく把握してその特性にあった取り扱いが必要で、使用する仕上機や糸の番手にも細心の注意が必要であると考えられる。

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・デュポン(株)
6. 「ウールプラスオペロン技術説明会」資料；IWS，東レ・デュポン(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