スパンデックス系混用ストレッチ織物*

小 松 良 二**

資 料

1. はじめに

スパンデックス系混用ストレッチ織物については、

1. 基礎的な研究はすでに為し尽されており、技術的に新しい話題がないこと。
2. スパンデックス混用糸を作るプロセス、およびこの糸の製織、染色加工プロセスは、すでに商業生産に入っており、文字通り貴重なノウハウの積み重ねで、操業されており、公開しにくい面が多々あること。
3. ストレッチ織物そのものの定義が正式に設定されていない。各社は、それぞれの社内規格を用途別に、消費科学的見地より厳密に設定して生産しているが、これについて触れることは営業上差し支えがある。

したがってここ10年ぐらいの文献、情報の検索結果をリストアップ^{1)~22)}して文末に示す。

2. ストレッチ織物とは

「科学（工業）は自然に学べ」と古くよりいわれているが、最近では特に生体に学ぶことが多くなってきた。衣服の面では機能的には動物の毛皮は理想的な衣服であるが、残念ながら、ヒトの皮膚については発毛機能を退化させてしまった。

ここに繊維産業の存在の意義があり、防護、保温、審美等を目的に衣服が作られて来た。このことは同時に人の環境順応性を逆に退化させてしまい、夏になると、我々の祖先が感じていた以上に暑苦しく感じた、少し衣服が体に合わないと感じるようになった。

衣服の快適性のニーズはここから発生し、欧米ではす

でに盛んに研究されており大きなシンポジウム²³⁾も開催された。日本でも大学、企業等に関心を持つ研究者が多い。

最近、J. E. Berkowich は、日本で講演をして快適性 (body comfort)、外観、風合い (over-the-counter appeal、つまり店頭における客へのアピール性) とテキスタイル特性要素との関係を次のように示した²⁴⁾。

ストレッチ性は上記では Stiffness に含まれるが、Body comfort のなかの重要な特性要素として考えられている。

衣服が人の肌と同じように、運動に伴って、抵抗なく伸縮してくれたら、というのが人間の衣服快適性についての1つの大きな希望である。

人の皮膚の伸びについては、多く報告されている^{25)~29)}。R. Rothman によると、人の皮膚のSS曲線は図1のように示される²⁵⁾。

しかし日常感覚として、我々が肢体を動かすときに皮膚の引張り抵抗を感じないのが常であり、(ただし、大手術で縫合した皮膚を持つ人は、大変形させたとき、皮膚の変形抵抗を感じずそうではあるが) 感覚的な皮膚のSS曲線は、ある伸び率までは引張強さはゼロと感ずる。皮膚はある程度縮めても、目立ったしわもなく収縮することができる(年を取ると、必ずしもそうはいかなく

* Stretch Fabrics Woven by Spandex Mixed Yarn.

** R. Komatsu, 東洋紡 繊維研究所 製糸研究室

図1 各年代層における人の皮膚の引張り強さと伸び率との関係

なるが). 更に皮膚を生体上である長さ以上に収縮させるとしわという形でたるみ分を吸収するがしわができたという実体感を持たないことが特長である。

皮膚伸びだけを問題にすると、図2のごとく整理される²⁷⁾。

図2 運動に伴う皮膚の伸び率

衣服の理想像として、抵抗なく伸縮すると述べたが、この抵抗について考えてみたい。ここでいう抵抗とは、着性感覚としての抵抗であり、

- ・運動に伴う衣服の力学的抵抗
- ・衣服と皮膚との摩擦抵抗
- ・衣服圧
- ・しわ寄せ実体感
- ・異物感

等が挙げられると思う。

このなかで しわ寄せ実体感とは、例えば、厚地のタートルネックのセータを着て、顔を下に向けたときに、アゴと首の間に溜った衣服部分が邪魔になることをいうものであり、皮膚の収縮に伴う衣服のしわ寄せ現象をいう。

異物感とは、特に寝たきり老人の場合に、よく聞く話であるが、衣服の縫目が大変に気になり不快に感ずるそうである。これは、今日的問題であると同時に、将来迎えるべき老人化社会に対しても考えねばならぬ問題であるとする。

衣服の着用抵抗について、衣服圧としてとらえ研究が

行われている^{26), 30)~33)}。

以上機能面よりの理想衣服像を考えたが、同じウェイトで衣服の審美性を考えねばならない。しかし審美性は、時、所、機会の社会環境により、その価値観が変動し、またそのなかにいる個人によっても変動する。衣服形態とは、人の皮膚の各部分について、皮膚表面より衣服表面までの直線距離を x_i とすると、 x_i で規定される各点をつらねてつくられる身体表面を覆う空間表面である。

i は人のとる各姿勢に対応するものであり運動の各瞬間ごとに無数にあることになる。 x_i は衣服の種類によっては、審美性の価値観より期待される値と、人おのの体型との関係で、正または負の値をとる。特に顕著なのは、人の体型を成型させる機能を有するファウンデーション類で、ブラジャの場合、今日的な価値観では、パストの相対的に小さい人は、 x_i を正にする、つまり大きく成型する機能も有りまたガードルの場合は、肥満体の人は生理的忍耐限界まで x_i を負にしようと試みる。

問題はこのような機能的な場合も含めて、一般的に x_i は、 i つまり人の姿勢と衣服の伸長特性との関係において大きく変動する。

一般には、皮膚の伸長度に対して、衣服生地伸長度が追従しない場合には、人の身体各部位の伸長度に対して、衣服構成の場合にゆとりを加え、概念的には、

ゆとり率(皮膚の伸び率) $i = x_i \geq 0$ (1)
としている。皮膚の伸び率に i を付したのは、姿勢により伸び率に変化のあることを示す。

一方、審美性の点からは、衣服フォルムが優先するため、(1)式は満足されず、

$$x_i' \geq 0 \text{(2)}$$

となる。

したがって、(1)、(2)式を両立させるためには、

$$x_i' + A_i \geq 0 \quad (A_i \geq 0) \text{(3)}$$

となるべき変数 A_i を入れる必要がある。

ただし一般的には審美性の評価は人の起立姿勢および走行姿勢が基準になることが多い。 A_i には、成型のための人体の変形分と、そのための衣服の伸長分が含まれる。

これらより、

$$x_i' + A_i = x_i \geq 0 \text{(4)}$$

となり、 x_i' は人体の自然状態皮膚表面より着装前の衣服表面までの直線距離を表す。

審美性基準姿勢に対して、姿勢変化による皮膚の伸び分を、ゆとりで吸収して、かつ不足する分を A_i で補うということになる。これが衣服生地のストレッチ性である。またよほど低モジュラスな生地でない限り、姿勢変化に対して、要素別優先利用性については、まず、ゆとりが利用され、次いである変形度以上で、ゆとりとスト

レッチ性の共利用となる。数式の運用については、厳密さを欠くが、概念的考察であることをお許しいただきたい。

次に、審美性よりみた衣服のフォルムコントロール性を考える。現在の審美性の価値観つまりファッショントレンドは、人体の形を強調して示す部分と逆にこれを陰蔽し、裸形を想像させない、別のコントロールされた形を示す部分とがある。後者を陰蔽型フォルムコントロールとすると、これはファウンデーションより始まり、重ね着効果、ゆとり設計等でコントロールされるが、同時に、前述の over-the-counter appeal に示されるように、生地 stiffness, heaviness つまり適度の こしのあることが要求される。一般的には、編布に比べて織布の方が こしがあるとされている。

快適性と審美性との相克を緩和させ、更に陰蔽型フォルムコントロール用素材として、ストレッチ織物が開発されてきたといえる。

ストレッチ織物の定義については、明確な定義はないが、「その原寸を超えて伸長が可能で、伸長力を除いた時その原寸まで回復し得る」ものと表わされている²⁷⁾。

伸長弾性体の弾性挙動を考える場合、エントロピー弾性とエネルギー弾性がある³⁴⁾。ストレッチ織物は、その構成糸として、ストレッチ性のある糸を用いるが、糸のストレッチ性は大別して、糸に巻縮を与えて（仮然加工、押込捲縮法など）ストレッチ性を得る物と、スパンデックスのように糸自体ストレッチ性を有する場合とがある。前者は、エネルギー弾性を示し、後者はエントロピー弾性を示す。

3. スパンデックス系混用ストレッチ織物

3.1 特 長

前述のごとく、スパンデックス糸はエントロピー弾性を示すため、伸び率は極めて大きい。伸長初期モジュラスは低い。ところがスパンデックス糸の S S 曲線を見ると、伸長初期の低モジュラス域に続いて伸長の中、後期に伸長抵抗の大きい域がある。したがってスパンデックス糸のある伸度で伸長させた状態で、他の非伸縮性の糸を巻付けて、伸長させた状態で糸長を固定しこれを原長とすることにより、モジュラスを上げ、伸び率を小さくすることができる。

したがって、糸には広範囲の伸び率を与えることができるため、織物も対応して広範囲のストレッチ率のものが得られる。この点が制約された織物構造のなかで、巻縮形状変化によるエネルギー弾性でストレッチする織物と異なる点であり、スパンデックス混用ストレッチ織物の特長は、

- ・ 広範囲のストレッチ性

- ・ 良好なる回復性

といえる。

3.2 用 途

ストレッチ織物は、その伸び率より、いろいろな分類法があるが、当社では次のような分類をしている。

分 類	伸び率(%)
comfort stretch	10～20
performance stretch	20～40
power stretch	40以上

comfort stretch は、日常生活における、カジュアルウェア、作業衣などに快適なストレッチ性を示す。

performance stretch は、アクティブ ウェアまたはスポーツ ウェアなどのための機能的な伸縮性を示す。

power stretch は、特殊スポーツ ウェア、セカンドスキンのための大きな伸び率および回復性を必要とする、筋力性ウェアに向く。

図3に各分類ごとの S S 曲線モデルを示した。com-

図3 分類別ストレッチ ファブリックの S S 曲線モデル

fort stretch については、通常の織物と比較し、power stretch については、“エスパ”（東洋紡スパンデックス糸の商標名）と仮然加工系ダブルトリコットと比較して示した。

各分類のなかでも、個々の用途に対して更に実用機能性より、織物の たておよび よこの伸び率を設定して、使われている。その大要を表1に示す。

表1 ストレッチ ファブリックの用途別伸び率

分 類	用 途	伸び率(%)
comfort	シャツ・ブラウス	10～15 (よこ)
	作業衣・ユニフォーム	10～15 (よこ)
	スラックス・ジャケット	15～20 (たてよこ)
	スーツ(紳士・婦人)	10～25 (よこ)
performance	スポーツ ジャケット・トレーニング ウェア	20～30 (たてよこ)
	プレイウェア (ディスコパンツ)	25～40 (たてよこ)
	婦人子供スラックス	20～30 (たてよこ)
power	競技用スポーツ ウェア	50～200 (たてよこ)
	スキー ウェア	40～60 (たて)
	レオタード	50～200 (たてよこ)
	ファウンデーション	50～150 (たてよこ)

3.3 製造方法

スパンデックス糸は、高伸び率、低モジュラスのため、スパンデックス糸混用織物の製造プロセスの要点は、ひと口でいって、「張力との闘い」である。特に、カバリング、コアスピニング工程など糸工程及び製織工程では1本1本の糸の張力コントロールを所定の水準でかつ最小の変動で行わなくてはならない。これにより初めて、目標とするストレッチ性および美麗なる表面を有し、染色班のないストレッチ織物ができる。プロセスのノウハウはすべてこの点に集中しているといつてよい。

スパンデックス糸の混用織物製造方法については、深田³⁵⁾が詳述をしているので、ここではその要約を記す。

A. 糸を作るまで

スパンデックス糸は糸のすべりが悪いため裸糸製織は高度の技術を必要とするため一般には裸糸の回りに他の糸を被覆して製織する。主要な被覆糸の作り方を以下に示す。

a. カバードヤーン

スパンデックス糸の回りに、紡績糸、フィラメント糸を巻付けたもので、巻付けるときのスパンデックス糸の伸長状態によって、カバードヤーンの伸び率が決められる。

図4にカバリング機械の構造を示した。上下2段のスピンドルがあり、それぞれには被覆すべき糸が巻かれてあり、スピンドルの中空部を通るスパンデックス糸に糸を巻付ける。上下のスピンドルはそれぞれ反対方向に回り、被覆糸の巻付けによるトルクをバランスさせる。スパンデックス糸は、伸長を必要としないときはボビンより直採り解じよを行うが、伸長を必要とするときは、点線で示すようにフィードローラを用いる。

図4 カバリング機械の構造

ピンズがあり、それぞれには被覆すべき糸が巻かれてあり、スピンドルの中空部を通るスパンデックス糸に糸を巻付ける。上下のスピンドルはそれぞれ反対方向に回り、被覆糸の巻付けによるトルクをバランスさせる。スパンデックス糸は、伸長を必要としないときはボビンより直採り解じよを行うが、伸長を必要とするときは、点線で示すようにフィードローラを用いる。

このように2回巻付けたものをダブルカバードヤーンといい、スピンドル1本だけで1回巻きたものをシングルカバードヤーンという。シングルの場合はトルクが発生するため熱処理等により撚止めをしないと織物用には使いにくいこともある。

b. コアヤーン

図5に、コアスピニング機械の構造を示した。精紡

図5 コアスピニング機械の構造

機のようなドラフト装置をもった機械に粗糸を供給して糸を紡出しながらフロントローラ後方からスパンデックス糸をドラフトして合流させ、加撚、巻取りを行うものである。ドラフト部を除けば、フィラメント糸または紡績糸のコアヤーンも作ることができる。カバードヤーンと異なる点は芯糸のスパンデックス糸に撚りがかかっていることで、解じよするとトルクが発生するので、撚止めが必要な場合もある。

B. 糸から織物まで

製織そのものは、張力の厳密なコントロールが必要なこと以外は原理的には通常の織機と変わらない。

よこ伸び織物には、たて糸を普通糸、よこ糸にスパンデックス糸混用糸を用いる。全面打込みのほか、普通糸を適宜打込むことにより、表面効果の変わった織物も得られる。

たて伸び織物は、上の場合と逆のケースであり、たてよこ両伸び織物は、たて、よこともに、スパンデックス糸混用糸を用いる。

よこ糸にスパンデックス糸混用糸を用いるときは、糸を十分に伸ばし切った状態で打込むのが基本的織り方であり、織上がりは、打込み長よりは収縮して仕上がる。

たて糸にスパンデックス糸混用糸を用いるときは、通常の準備工程を経るが、ピーミング張力は、糸が永久ひ

ずみを受けないようにできるだけ低い張力で巻取る。

織物のストレッチ性に対して、糸の選択性は、下に示すように、スパンデックス糸混用糸の場合、適用範囲が大きいのが特長である。

C. 織物から衣服まで

ストレッチ織物は、縫製に特に注意が必要であり、生地ストレッチ性、またはシャツ、スラックス、レオタードなど商品別に縫製上のポイントがある。

一般的には、パターン製作ではあらかじめ使用生地の収縮率をチェックし、型入れでは伸びる方向に注意しなければならない。延反、裁断時の自然収縮は24 hr程度であり、生地の重ねすぎ、裁断刃への注意が必要である。縫製時は、デザイン仕様にもよるが、特に縫い目に注意が必要であり、運針数は細かいほど伸びに対応できるが、波打ちに配慮が必要であり、送りの均一性も大切な点である。アイロン時は、軽くあてると同時に、伸びる方向に伸ばすことが大切である。

付属品、芯地は表地の伸び率と同じ程度のものが最適である。

文 献

- 1) G. Aschner; "Testing of elastic and high-stretch fabrics", Magyar Textiltechnika **23**, No. 3~4, 139~143 (1971), No. 5, 205~214 (1971)
- 2) S. S. Warty; "Dyeing and finishing of stretch fabrics" Silk and Rayon Industries of India **15**, No. 4, 165~170 (1972)
- 3) A. P. S. Sawhney; "Effect of fabric structure on the properties of two-way stretch fabrics made from elastic core-spun yarns of cotton and wool blend" Text. Res. J., **44**, No. 7, 506~512 (1974)
- 4) M. Igbal; "Study of slippage of bare elastomeric yarns in stretch fabrics"
- 5) H. W. Kipp; "Bindungen fuer elastische Baender", Band-Flechtindustrie **12**, No. 1, 3~8 (1975)
- 6) J. Skelton, N. J. Abbot, P. Opt; "Lightweight stretch fabric for parachute canopies" Am. Inst. Aeronaut Astronaut No.75-1358, 5 (1975)
- 7) "Elastic narrow fabrics" Research Disclosure Feb. No.154, 8 (1977)
- 8) R. A. Dunbar, W. W. Nunning, D. H. Martin; "Properties of a bicomponent fiber made from segmented polyurethane and nylon 6" Leuzinger Berichte, May No.43, 96~103 (1977)
- 9) L. E. Seidel; "Elasticity of stretch fabrics" Text. Ind., **142**, No.11, 88~91 (1978)

- 10) "Elastic fabrics" Research Disclosure No.170, Jun.56~57 (1978)
- 11) "Cord-mischungen gewinnen an Bedeutung" Chemiefasern **28**, No. 1, 14 (1978)
- 12) A. Rotgers; "Finishing of woven elastic cord fabrics in Trevira/cotton with elastane filament yarns" Chemiefasern **29**, No. 7, 546~549 (1979)
- 13) P. Lennox-Kerr; "High speed unit boosts stretch fabrics" Text. World, **129**, No. 8, 48~51 (1979)
- 14) "Vraag naar elastische bevenkledingstoffen blijft toenemen" Tex. Text. Mei 14~15 (1979)
- 15) F. Somm; "Dyeing of elastic outerwear" Textilveredlung **15**, No. 1, 7~12 (1980)
- 16) D. Kaminski; "Das Weben von elastischen Cordsamt" Textilveredlung **15**, No. 4, 116~119 (1980)
- 17) F. Somm, O. Bartl; W. Schmid; "Economical dyeing methods for corduroy and stretch corduroy" Melliland Textilber., **61**, No. 1, 75~79 (1980)
- 18) 花田嘉代子, 三平和雄, 河野貴久, 小山セツ子; 「着衣の局所熱抵抗に関する研究, (第3報) スカートスタイルの重ね着効果について」消費科学会誌, **21**, No. 4, 171~176 (1980)
- 19) Z. J. Grosicki M. M. El-Homossani; "Elasticated air-vortex core-spun yarns, (III) Production of woven stretch fabrics" Text. Inst. Ind., **19**, No. 1, 10~11 (1981)
- 20) G. A. Frith; "Stretch woven fabrics with elastane fiber" The Fabric Revolution published by Textile Institute, Manchester UK (1981)
- 21) Z. J. Grosicki, M. M. EL-Homossani; "New type of woven stretch fabric from elasticated air-vortex core-spun yarns" The Fabric Revolution published by Textile Institute, Manchester. UK (1981)
- 22) 「津田駒工業のレピアルーム100F型」繊維工業誌, **72**, No. 3, 12~14 (1981)
- 23) N. R. S. Hollies. R. F. Goldman; "Clothing Comfort.....Interaction of thermal, ventilation. construction and assessment factor....." The Fiber Society, Inc. Comfort Symposium Proceedings, published by Ann Arbor Science Publishers Inc.
- 24) J. E. Berkowich "Body comfort and over-the-counter appeal.....Toward high-sensitivity testing procedures" 1981年10月16日繊維機械学会主催講演会, 於京都市
- 25) R. Rothman; Physiology and biochemistry of the skin" (1956) published by Univ. of Chicago Press.
- 26) W. Kirk; S. M. Ibrahim; Text. Res. J., **36**, 37~47 (1966)
- 27) American Fabrics, No.92 (Winter 1971~72)
- 28) 田村照子, 林 珣, 渡辺ミチ; 家政誌, **30**, 631~637 (1979)
- 29) 田村照子, 斉藤秀子, 渡辺ミチ; 家政誌, **31**, 500~506 (1980)
- 30) 円羽雅子, 川端季雄; 繊維誌, **23**, T159~172 (1970)
- 31) 田中道一, 弓削 治; 消費科学会誌, **11**, 214~218 (1970)
- 32) 渡辺ミチ, 田村照子, 岩崎房子, 嶋根歌子; 家政誌, **30**, 457~462 (1979)
- 33) 渡辺ミチ, 田村照子, 岩崎房子, 嶋根歌子; 家政誌, **31**, 439~444 (1980)
- 34) 例えば, 筏 義人; 「高分子とは何か」(1974), 高分子刊行会
- 35) 深田 要; 「合繊の紡績・製織技術」330~355 (1971) 日本繊維機械学会