

レクリエーション衣料用素材の開発 —スーパー繊維複合構造織物の開発—

服部安紀、鹿野 剛

趣 旨

平成9年度に、高強度・高弾性のスーパー繊維を用いて耐創傷性機能に優れたスーパー繊維織物を開発した^(注1)。しかし、このスーパー繊維織物は、スーパー繊維糸の特性により伸び縮みが小さく、アウトドアウェア用として幅広い商品用途に対応するには問題があった。そこで、我々は伸縮性をスーパー繊維織物に付与するために、織物構造や糸構造でのポリウレタン繊維等との複合化の検討を行った。その結果、一般的織物レベルやストレッチ織物レベルの伸縮性を付与したスーパー繊維織物を開発した。そして、この織物は平成9年度に開発したスーパー繊維織物と同程度の耐創傷性機能を持つことがわかった。

1. はじめに

平成9年度にスーパー繊維糸を用いる上での懸念項目（①紫外線に弱い ②難染色性 ③伸縮性がない）の解決と製品化のためのファッション性の確保、そして耐創傷性機能を有するという3要件を視野に入れたスーパー繊維織物を検討した。その結果、表層に普通の糸を用い、裏層にスーパー繊維糸を用いた二重構造の織物を開発した。この織物は表層からスーパー繊維糸を隠すことでスーパー繊維糸の紫外線からの保護と染色の不要化を実現し、さらに、表層の自由な意匠性を確保した。そして、この織物が普通の織物に比べ高い耐創傷性機能を持つことが試験室レベルの評価と実用レベルの評価で立証できた。しかし、このスーパー繊維織物は伸縮性については未対策で、アウトドアウェア用素材として

展開するには用途が制約されるものであった。そのためアウトドアという屋外での活動を想定した幅広い商品展開を実現するために、我々は平成9年度の開発品に伸縮性を付与することが必要となった。そこで、本研究の主機能である耐創傷性機能を維持しつつ、伸縮性を持ったスーパー繊維織物を開発することとした。

本研究は、図1のスーパー繊維織物の基本構造を基準に、2つのタイプによる伸縮性付

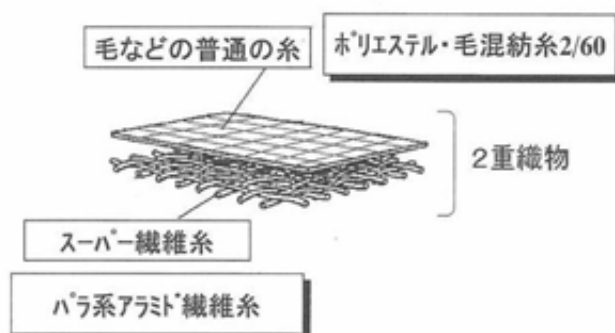


図1 スーパー繊維織物の基本構造

与を検討した。ひとつは、一般的織物レベルの伸縮性付与で、梳毛織物（平織）レベルの伸長率7%程度を目標とした。そして、もうひとつがストレッチ織物レベルの伸縮性付与で、伸長率20%程度を目標とした。一般的織物レベルの伸縮性付与は、織物構造による付与方法で、スーパー繊維糸と整理工程で収縮する糸（以下、収縮可能糸と呼ぶ）を1:1配列にすることで、収縮可能糸が整理工程で収縮する力を利用して、スーパー繊維糸の織り込み長を増やし、織物内でのスーパー繊維糸の余裕をつくり、この余裕分を伸縮性とする考え方である。なお、この方法に至った理由には、平成9年度の研究により、スーパー繊維糸とポリエステル・毛混紡糸の1:1配列の織物がスーパー繊維糸100%の織物と同レベルの耐創傷性機能が維持されたことによるものである。また、ストレッチ織物レベルの伸縮性付与は、糸構造による付与方法で、従来のストレッチ織物と同じ考え方で、ポリウレタン繊維糸等の伸縮糸をドラフトしてスーパー繊維糸と撚り合わせ、伸縮性付与スーパー繊維糸をつくり、この糸を緯糸に用いた緯ストレッチの織物をつくる方法である。

そして、これらの2つの目標に対して開発した織物は、平成9年度に定めた試験室レベルの突発的耐創傷性評価並びに耐久的耐創傷性評価と、実用レベル評価としての耐切り傷

性評価と耐擦り傷性評価、さらに新たに加えた耐火傷性評価にて、性能確認を行った。

本研究のスーパー繊維糸は平成9年度と同じパラ系アラミド繊維糸を用い、糸タイプはフィラメント糸と同レベルの耐創傷性機能を持ちつつ比較的安価（フィラメント糸の1/5程度）なスパン糸に限定した。

2. 実験方法

2.1 一般的織物レベルの伸縮性付与について

(1) 試料

織物の基本構造は図1のとおりである。そして、表1のように、基準となる伸縮性未付与の基準スーパー繊維織物に対して、収縮可能糸として3種を選定し、試作1～試作3の3種の織物を調製した。なお、ここで用いたパラ系アラミド繊維糸20/1は織度12/㎜、繊維長51mm、撚縮8山/in、撚係数91（単位長メートルあたり）の市販品で、経糸に用いたものは、さらに、糊加工（PVA系）を行ったものである。試作1の収縮可能糸はポリエステル・毛混紡糸2/60の生地糸で、表層の染糸と異なり、熱挙動が大きく整理加工時の高収縮性を狙ったものである。試作2の収縮可能糸はポリエステル収縮糸20/1で130℃で40%収縮するといわれているものである。試作3の収縮可能糸は市販のウールストレッチ糸である。なお、表2に基準スーパー繊維織物並びに試

表1 一般的織物レベルの伸縮性付与の検討一覧について

No.	表面(経糸)	表面(緯糸)	裏面(経糸)	裏面(緯糸)	検討糸	目付量(g/ml)
基準	PET・W2/60	PET・W2/60	PA20/1	PA糸20/1	—100%	253
試作1	PET・W2/60	PET・W2/60	PA20/1	PA糸20/1	—50%, PET・W2/60 —50%	265
試作2	PET・W2/60	PET・W2/60	PA20/1	PA糸20/1	—50%, PET収縮糸20/1—50%	267
試作3	PET・W2/60	PET・W2/60	PA20/1	PA糸20/1	—50%, Wストレッチ糸—50%	280

糸仕様：PET・W2/60 (ポリエステル70%・ウール30%混紡糸2/60)
PA20/1 (パラ系アラミド繊維糸20/1)
PET収縮糸20/1 (ポリエステル収縮糸20/1)
Wストレッチ糸 (梳毛糸1/60×梳毛糸1/60×ナイロン繊維30D×ポリウレタン繊維30D)
組織：平二重織

表2 一般的織物レベルの伸縮性を付与したスーパー繊維織物の織物規格と製織仕上結果について

No.	(設計条件)		(生 機)		(整 理)		(乾燥後)		目付量 1.5巾(g/m)
	経密度 (本/in)	緯密度 (本/in)	織 縮 率(%) タテ ヨコ	沸 水 直 後 縮 絨 率(%) タテ ヨコ	乾 燥 後 縮 絨 率(%) タテ ヨコ	目付量 1.5巾(g/m)	沸 水 直 後 縮 絨 率(%) タテ ヨコ	乾 燥 後 縮 絨 率(%) タテ ヨコ	
基 準	40×2	47×2	6.2 6.1	3.4 0.9	3.2 0.9	380	3.4 0.9	3.2 0.9	380
試作1	40×2	47×2	6.3 7.0	3.4 2.4	2.8 4.6	398	3.4 2.4	2.8 4.6	398
試作2	40×2	47×2	6.2 7.3	3.4 3.9	2.4 2.6	401	3.4 3.9	2.4 2.6	401
試作3	40×2	47×2	6.1 7.7	3.2 4.6	2.2 5.2	420	3.2 4.6	2.2 5.2	420

注) 沸水直後並びに乾燥後の縮絨率は生機に対しての値。

作1から3までの織物規格と製織仕上結果を示した。

(2)評価

織物の伸縮性については、JIS L 1096 6.14.1(2)B法(定荷重法)により伸長率を、JIS L 1096 6.14.2(2)B—1法(定荷重法)により伸長回復率と残留ひずみ率を測定した。さらに、裏付け確認をするため糸の織り込み率(糸の織り込み長—布地の長さ)/布地の長さ)を測定した。また、耐創傷性評価については、平成9年度の研究と同様に試験室レベルと実用レベルの評価を行った。試験室レベル評価は突発的耐創傷性と耐久的耐創傷性の2つの評価である。突発的耐創傷性評価は図2のように鋭利な刃物を試料に突き刺し、貫通するときの強度を測定した。耐久的耐創傷性評価はJIS L 1096の摩耗強さA法(ユニバーサル形法)の折り目法で、紙ヤスリ#400を用いて試料の穴あきまでの回数を測定した。さらに、実用レベル評価は図3の耐切り傷を想定

・試験方法

JIS L 1096の破裂さ試験の定速伸長形法の円筒形の治具に試料をセットし、上部より刃を押しあて貫通時の強度測定
ナイフ:クラフトナイフ
18×100、t=1、SK-2
創傷速度:200mm/min
創傷角度:たて、よこ、45度

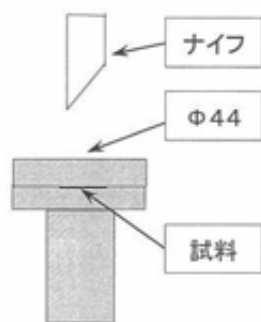


図2 突発的耐創傷性評価(試験室レベル評価)

・試験方法

直径28mmの丸形のカッターナイフを輪にした3輪車(40mm×80mm)に所定の負荷をかけ試料上を走らせ外観評価をする。
所定の負荷=1kg/1枚

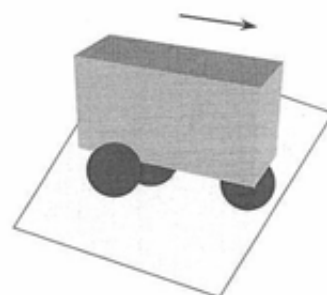


図3 耐切り傷性評価(実用レベル評価)

・試験方法

直径80mmの円筒の下面に試料を取り付け所定の負荷をかけアスファルト路面を20m引きずり、外観評価をする。
所定の負荷
=500kg/m²

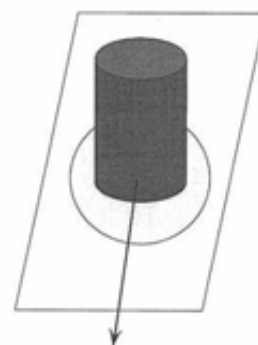


図4 耐擦り傷性評価(実用レベル評価)

・試験方法

タバコの火を試料の上に10分間放置して、外観評価をする。
タバコの火:約450℃

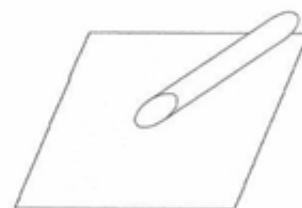


図5 耐燃性評価(実用レベル評価)

した評価、図4の耐擦り傷を想定した評価、並びに図5の耐火傷を想定した評価を行った。なお、実用レベル評価は目視による外観評価を行った。

2.2 ストレッチ織物レベルの伸縮性付与について

(1)試料

表3 伸縮性付与スーパー繊維糸の検討一覧について

検討アイテム			
■構成	単糸構成：第1糸×ポリウレタン繊維 双糸構成：第1糸×第2糸×ポリウレタン繊維		
■糸	第1糸：パラ系アラミド繊維20/1（単糸構成用）、30/1（双糸構成用） 第2糸：梳毛糸1/72、パラ系アラミド繊維30/1 ポリウレタン繊維30D・70D		
■加工	ドラフト比：2.5倍・3.0倍 撚係数：46～86（S撚）		
NO	検討一覧（撚はすべてS方向）		
比較用	PU30D×W1/60×W1/60	（ドラフト比2.5倍、撚係数85）	
糸試作1	PU30D×PA30/1	（ドラフト比2.5倍、撚係数85）	
糸試作2	PU30D×PA30/1 ×W1/72	（ドラフト比2.5倍、撚係数85）	
糸試作3-1 （伸縮性付与スーパー繊維糸A）	PU70D×PA30/1 ×W1/72	（ドラフト比2.5倍、撚係数85）	
糸試作3-2	PU70D×PA30/1 ×W1/72	（ドラフト比3.0倍、撚係数85）	
糸試作3-3	PU70D×PA30/1 ×W1/72	（ドラフト比2.5倍、撚係数75）	
糸試作4-1	PU70D×PA30/1 ×PA30/1	（ドラフト比2.5倍、撚係数46）	
糸試作4-2 （伸縮性付与スーパー繊維糸B）	PU70D×PA30/1 ×PA30/1	（ドラフト比2.5倍、撚係数73）	
糸試作4-3	PU70D×PA30/1 ×PA30/1	（ドラフト比2.5倍、撚係数82）	
糸試作4-4'	PU70D×PA30/1 ×PA30/1	（ドラフト比2.5倍、撚係数86）	

糸レベルの伸縮性付与の試料の調製とその糸を用いた織物の調製を行った。

1) 糸

従来のストレッチ糸と同じ考え方をもとに表3のとおり検討アイテムを抽出した。検討内容は単糸構成と双糸構成（いずれもポリウレタン繊維を除いた状態）、また、ポリウレタ

ン繊維糸は固いパラ系アラミド繊維糸に対応するために従来タイプの30Dに対し70Dの2タイプ、そして、双糸構成の糸は、第1糸及び第2糸としてパラ系アラミド繊維30/1と梳毛糸1/72の組み合わせを、さらに、加工条件はドラフト比と撚係数について検討した。撚方向は通常のS撚で固定した。これらの検討

表4 ストレッチ織物レベルの伸縮性付与の検討一覧について

No.	表面(経糸)	表面(緯糸)	裏面(経糸)	裏面(緯糸) 検討糸	目付量(g/m)
基準	PET・2/60	PET・W2/60-100%	PA20/1	PA20/1 -100%	253
試作4 (スーパー繊維複合構造織物a)	PET・W2/60	PET・W2/60-100%	PA20/1	伸縮性付与スーパー繊維糸A-100%	329
試作5 (スーパー繊維複合構造織物A)	PET・W2/60	PET・W2/60-50% Wストレッチ糸 -50%	PA20/1	伸縮性付与スーパー繊維糸A-100%	352
試作6 (スーパー繊維複合構造織物b)	PET・W2/60	PET・W2/60-100%	PA20/1	伸縮性付与スーパー繊維糸B-100%	300
試作7 (スーパー繊維複合構造織物B)	PET・W2/60	PET・W2/60-50% Wストレッチ糸 -50%	PA20/1	伸縮性付与スーパー繊維糸B-100%	323

糸仕様：PET・W2/60（ポリエステル70%・ウール30%混紡糸2/60）
PA20/1（パラ系アラミド繊維糸20/1）
Wストレッチ糸（梳毛糸1/60×梳毛糸1/60×ナイロン繊維30D×ポリウレタン繊維30D）
伸縮性付与スーパー繊維糸A（ポリウレタン繊維70D×パラ系アラミド繊維30/1×梳毛糸1/72）
伸縮性付与スーパー繊維糸B（ポリウレタン繊維70D×パラ系アラミド繊維30/1×パラ系アラミド繊維30/1）
組織：平二重織

表5 ストレッチ織物レベルの伸縮性を付与したスーパー繊維織物の織物規格と製織仕上結果について

No.	(設計条件)		(生 機)		(整 理)		(乾燥後)		目付量 1.5巾(g/m)
	経密度 (本/in)	緯密度 (本/in)	織 縮 率(%) タテ ヨコ	沸 水 直 後 縮 絨 率(%) タテ ヨコ	乾 燥 後 縮 絨 率(%) タテ ヨコ	縮 絨 率(%) タテ ヨコ			
基 準	40×2	47×2	6.2	6.1	3.4	0.9	3.2	0.9	380
試作4	40×2	47×2	7.2	7.9	3.0	9.7	3.0	17.3	494
試作5	40×2	47×2	7.4	8.0	2.4	17.1	3.2	21.2	528
試作6	40×2	47×2	6.8	7.3	5.2	3.2	3.4	5.2	450
試作7	40×2	47×2	7.1	7.3	5.0	6.3	5.0	9.7	485

注) 沸水直後並びに乾燥後の縮絨率は生機に対しての値。

アイテムから、表3のとおり、糸試作1から糸試作4まで、さらに、比較用のウールストレッチ糸と4構造で10種の糸を調製した。

2) 織物

伸縮性付与した糸を用いて、表4のとおり、試作4から試作7の4種類の織物を調製した。織物は図1の基本構造によるもので、2種の伸縮性付与スーパー繊維糸を裏層緯糸のみに用いた緯ストレッチの織物と、さらに、表層の緯糸にも従来のストレッチ糸を用いた緯ストレッチ織物である。なお、表4の基準は2.1章に用いたものと同様で、織物規格と製織仕上結果を表5に示した。

(2) 評価

1) 糸

糸の伸縮性は、JIS L 1090 5.7 A法(定荷重法)により伸縮伸長率と伸縮弾性率を測定した。

2) 織物

織物の伸縮性及び耐創傷性は、2.1(2)章の一般的織物レベルの伸縮性付与と同じ評価を行った。

3. 結果と考察

3.1 一般的織物レベルの伸縮性付与について

図6に各収縮可能糸を用いた織物の伸長率、伸長回復率並びに残留ひずみ率の値を示した。

なお、これらの値は収縮可能糸が緯糸のみに使用されているためよこ方向の値である。伸長率は基準のスーパー繊維織物(以下、基準織物)が2.5%、生地糸のポリエステル・毛混紡糸2/60を用いた織物が4.8%、ポリエステル収縮糸20/1を用いた織物が4.5%そして、ウールストレッチ糸を用いた織物が7.5%であった。1:1配列する収縮可能糸は伸長率の結果からは最も高い値が得られたウールストレッチ糸が適当かと考えられるが、一般的織物レベルの伸縮性を得るために、コスト面からもポリウレタン繊維糸に依存するのは適当とは考えられず、目標値7%に及ばないものの、生地糸のポリエステル・毛混紡糸が最適であると判断した。また、生地糸のポリエステル・毛混紡糸2/60を用いた織物が、他の検討糸を用いた織物より、より高い伸長回復率とより低い残留ひずみ率が得られたことも最適糸としての選定理由である。なお、たて方向は、基準織物を含め全タイプが伸長率2.0

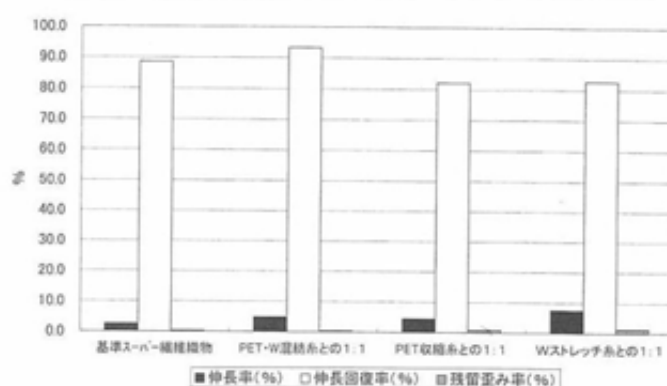


図6 一般的織物レベルの伸縮性付与スーパー繊維織物の伸長率等

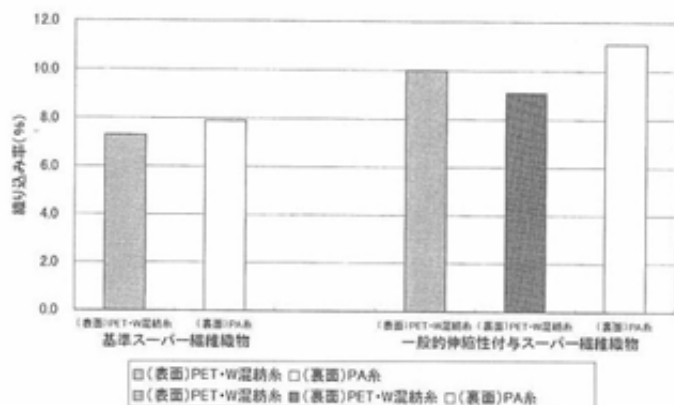


図7 一般的伸縮性付与スーパー繊維織物の織り込み率(%)

%程度を示した。

さらに、このような伸長率の増加が織物内の糸の織り込み率の増加によるものか図7のとおり確認を行った。その結果、基準織物に対して、前述で選定したポリエステル・毛混紡糸2/60を1:1配列した織物（以下、一般的伸縮性付与スーパー繊維織物）は、表層および裏層のポリエステル・毛混紡糸2/60と裏層のパラ系アラミド繊維糸20/1の両方の糸の織り込み率が3%程度増加していることが確認できた。一般的伸縮性付与スーパー繊維織物の伸長率の増加が、我々の考え方の通り、糸の織り込み率の増加によるものであると判断した。

耐創傷性評価については、図8のとおり、基準織物と一般的伸縮性付与スーパー繊維織物、さらに同目付量で同構造のポリエステル・毛混紡糸2/60を100%用いた普通の織物を比較した。突発的耐創傷性評価は、基準織物に対して、一般的伸縮性付与スーパー繊維織

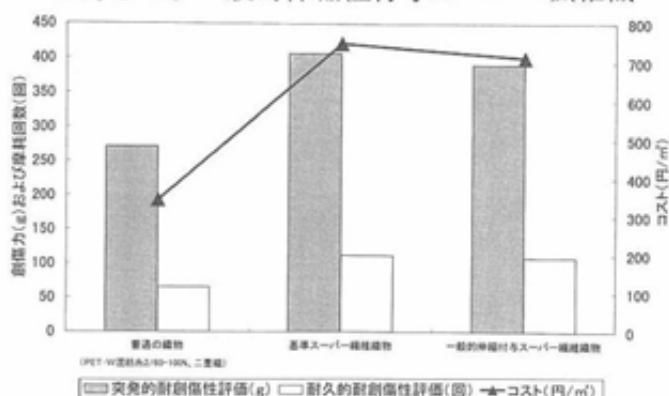


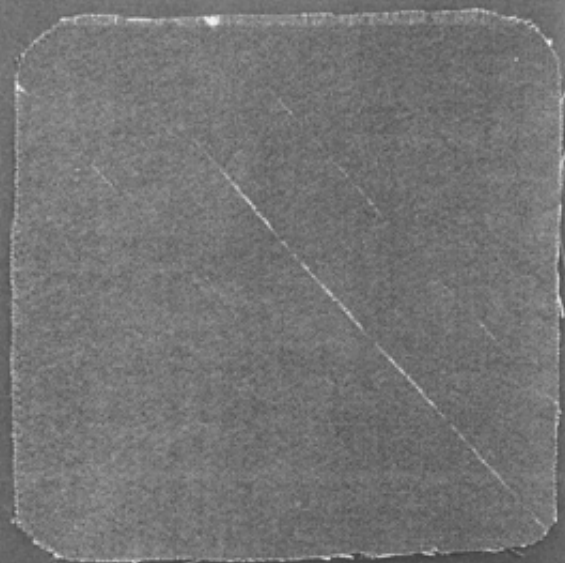
図8 一般的伸縮付与スーパー繊維織物のコストと性能の比較

物がやや低い値であったが、これはたて、よこ、45度の3方向において、よこ方向のみ1:1配列したポリエステル・毛混紡糸2/60の影響で低下したためによるものであった。ただし、たて方向と45度方向では性能の低下がなかった。なお、グラフ上の値は3方向の平均値である。耐久的耐創傷性評価はたて方向とよこ方向とも基準織物と一般的伸縮性付与スーパー繊維織物がほぼ同程度の高性能を示した。1:1配列したポリエステル・毛混紡糸2/60の影響を受けるよこ方向の値も低下はなかった。これらの結果については、平成9年度の研究で実施したコスト低減のための1:1配列化の結果と一致する。また、普通の織物に比べて基準織物と一般的伸縮性付与スーパー繊維織物が高性能であることもグラフから明らかであった。

また、コスト面は材料費ベースで図8のとおりであった。これは、ポリエステル・毛混紡糸2/60を1,350円/kg、パラ系アラミド繊維糸20/1を5,000円/kgとした試算である。普通の織物に対して、基準織物が2.2倍程度、一般的伸縮性付与スーパー繊維織物が2.1倍程度であった。一般的伸縮性付与スーパー繊維織物がややコストが低下しているのは、パラ系アラミド繊維の使用量が減っているためであるが、裏層緯糸のみを50%に低下させるだけでは、パラ系アラミド繊維糸の織物全体における重量比が44.2%から36.8%に低下するだけで、さらに、ポリエステル・毛混紡糸の使用量が増える分を相殺するため、期待ほどのコスト低減には至らなかった。

また、実用性能評価を実施した試料を写真1, 2, 3に示す。表層からの試料のダメージ状態であるが、刃物、アスファルト、タバコという3つの負荷に対して、表層はポリエステル・毛混紡糸100%の普通の織物であるた

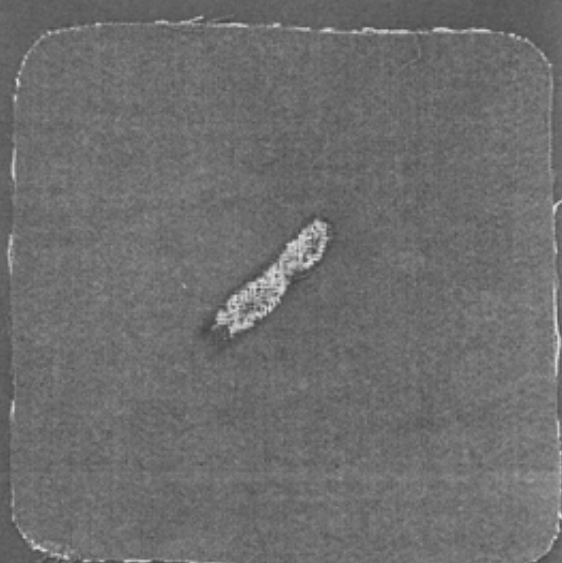
切傷を想定した実用性能評価



一般的織物レベルの伸縮性を付与した
スーパー繊維織物

写真1 耐切り傷性の結果(一般的伸縮性付与スーパー繊維織物)

火傷を想定した実用性能評価



一般的織物レベルの伸縮性を付与した
スーパー繊維織物

写真3 耐火傷性の結果(一般的伸縮性付与スーパー繊維織物)

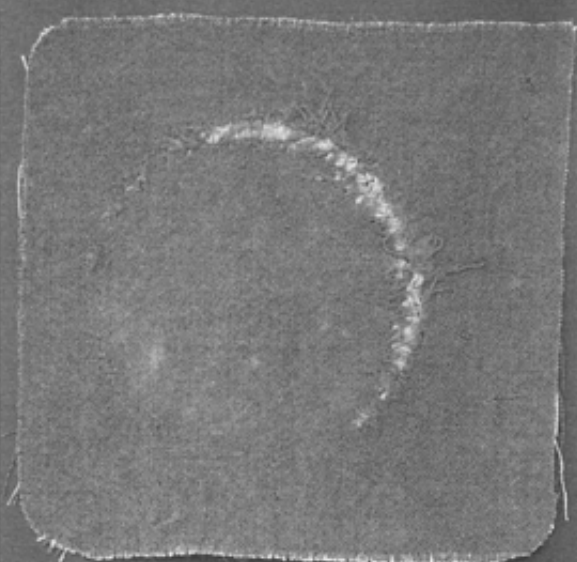
とが観察できた。ただし、刃物による負荷についてのみ、刃の方向により、1:1配列した裏層のポリエステル・毛混紡糸の影響で、一部に裏層を損傷するものもあった。

3. 2 ストレッチ織物レベルの伸縮性付与について

1) 糸

伸縮性付与糸の考え方は、ドラフトされたポリウレタン繊維糸が第1糸及び第2糸と撚り合わされて、その後、沸水処理によりポリウレタン繊維糸が元の状態(長さ)に戻ろうと

擦傷を想定した実用性能評価



一般的織物レベルの伸縮性を付与した
スーパー繊維織物

写真2 耐擦り傷性の結果(一般的伸縮性付与スーパー繊維織物)

め、切れたり、破れたり、焦げて穴があいたりして損傷を受けているものの、裏層はパラ系アラミド繊維糸の織物により損傷がないこ

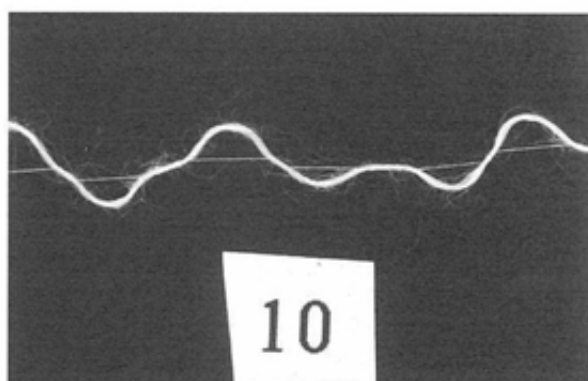


写真4 伸縮性付与スーパー繊維糸の外観(PU70D×PA20/1)

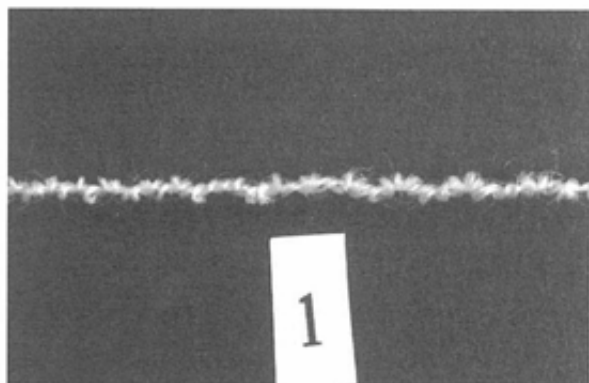


写真5 ウールストレッチ糸の外観(PU30DXW1/60XW1/60)

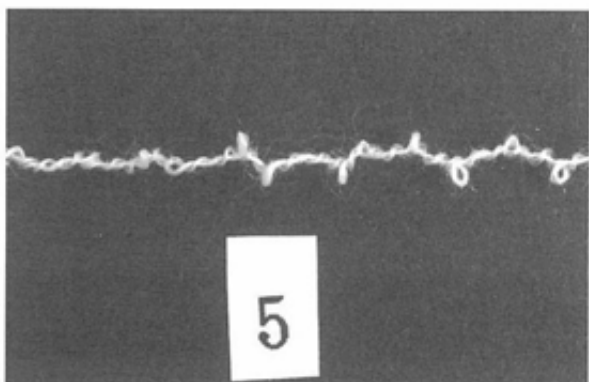


写真6 伸縮性付与スーパー繊維糸Aの外観(PU70DXPA30/1XW1/72)
(加工条件: ドラフト比2.5倍、S燃、燃係数85)

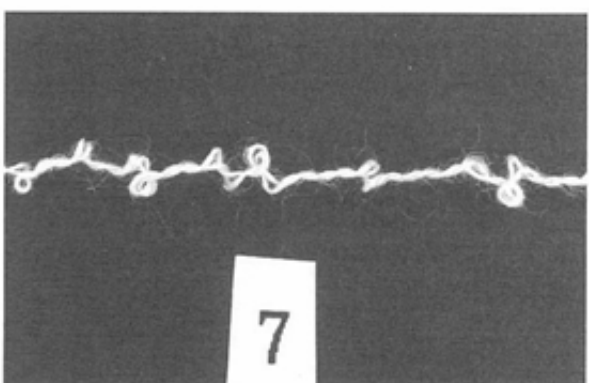


写真7 伸縮性付与スーパー繊維糸Bの外観(PU70DXPA30/1XPA30/1)
(加工条件: ドラフト比2.5倍、S燃、燃係数73)

することで、第1糸と第2糸がポリウレタン繊維糸のパワーで引き寄せられて、ポリウレタン繊維糸を中心としたスパイラル構造をつくることで、全体として伸縮性が付与できるものである。そのため、第1糸と第2糸を引き寄せるポリウレタン繊維糸のパワーと引き寄せられた第1糸と第2糸が安定したスパイラル構造をつくるための形態がポイントとなる。

最初に、写真4, 5, 6, 7に各アイテムに従い伸縮性付与を検討した糸の外観を示す。こ

れらの写真からポリウレタン繊維糸と第1糸及び第2糸の形態が観察できる。これらの糸は、撚り合わせた後に沸水処理による収縮をさせた形態であり、ストレッチ織物の整理工程後の状態を想定した。これによると、まず、単糸構成(写真4)ではパラ系アラミド繊維糸がポリウレタン繊維糸を芯とした安定した状態が得られず、非常に乱雑な形態となっている。これにより、双糸構成の必要性を判断した。次に、ウールストレッチ糸(写真5、ポリウレタン繊維糸30D×梳毛糸2/60)はポリウレタン繊維糸を芯とした梳毛糸が安定したスパイラル形態をつくっていることがわかる。パラ系アラミド繊維糸を用いたタイプもこのような安定した形態を目標に進めた。ポリウレタン繊維糸70Dにパラ系アラミド繊維糸30/1と梳毛糸1/72を用いた検討糸(写真6)、そして、ポリウレタン繊維糸70Dにパラ系アラミド繊維糸30/1を2本用いた検討糸(写真7)とともに、ウールストレッチ糸ほど安定したスパイラル形態ではないものの、ポリウレタン繊維糸を芯としたスパイラル形態をつくることができた。これらの検討糸はポリウレタン繊維糸により引き寄せられた時、パラ系アラミド繊維糸は固いため、梳毛糸のように均一なスパイラル形態ができず、ほぼ等間隔で、ループ上に大きく膨らんでいた。

次に、図9に各アイテムに従い伸縮性付与を検討した糸の伸縮伸長率と伸縮弾性率の結

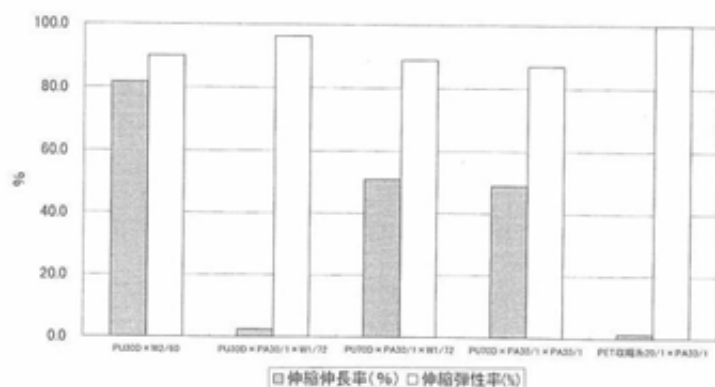


図9 各アイテムごとの伸縮性付与スーパー繊維糸の伸縮伸長率等

果を示した。ウールストレッチ糸は伸縮伸長率80%、伸縮弾性率90%の高い値を示した。これに対し、同じポリウレタン繊維系30Dを用いたパラ系アラミド繊維系30/1と梳毛糸1/72の組み合わせは全く伸びが得られなかった。これは固いパラ系アラミド繊維を引き寄せるパワーがポリウレタン繊維系30Dにはなかったためであると考えられる。これに対して、ポリウレタン繊維系の太さを30Dから70Dにしたものは同じ構成にて、伸縮伸長率50.9%、伸縮弾性率88.9%が得られた。固いパラ系アラミド繊維系30/1もポリウレタン繊維系70Dのパワーにより引き寄せることができた。さらに、ポリウレタン繊維系70Dとパラ系アラミド繊維系30/1を2本用いた組み合わせも、伸縮伸長率49.0%、伸縮弾性率87.0%を得た。固いパラ系アラミド繊維系30/1が2本でも、ポリウレタン繊維系70Dのパワーで引き寄せることができることが判明した。ポリウレタン繊維系の代わりにポリエステル収縮糸20/1を用いたものは伸びが得られなかった。これらの結果は写真等の外観から観察された状態から推測されるものと一致した。

このように各アイテムに従い伸縮性付与を検討した糸の中で、ストレッチ織物レベルの伸縮性付与スーパー繊維織物に適していると考えられるのは、ポリウレタン繊維系70D×パラ系アラミド繊維系30/1×梳毛糸1/72（以下、伸縮性付与スーパー繊維系A）とポリウ

レタン繊維系70D×パラ系アラミド繊維系30/1×パラ系アラミド繊維系30/1（以下、伸縮性付与スーパー繊維系B）であると判断した。

この2つの伸縮性付与スーパー繊維系について加工条件の詳細検討を行った。図10に伸縮性付与スーパー繊維系Aの撚係数85ドラフト比2.5倍を基準に、撚係数75ドラフト比2.5倍と撚係数85ドラフト比3.0倍の伸縮伸長率と伸縮弾性率の値を示した。なお、撚係数とドラフト比の基準値は従来のストレッチ糸の実績によるものである。その結果、撚係数の差はあまりなかったが、ドラフト比は3.0倍にすることで60%を越える伸縮伸長率が得られた。ドラフト比を上げることはポリウレタン繊維系のパワーが大きくなり、パラ系アラミド繊維系を引き寄せる量が大きくなり、伸縮性の増加につながったと考えられる。ただし、ドラフト比を上げることは織物になってからの伸長回復率や残留ひずみ率の性能低下を引き起こす可能性があるため、ポリウレタン繊維系の市場での加工条件の実績から、伸縮性付与スーパー繊維系Aの最適加工条件は撚係数85、ドラフト比2.5倍であると判断した。続いて、図11に伸縮性付与スーパー繊維系Bにおけるドラフト比2.5倍固定で、撚係数を46, 73, 82, 86の糸の伸縮伸長率と伸縮弾性率の値を示した。その結果、図11のように、撚係数86で伸縮伸長率14%と大幅に低下し、

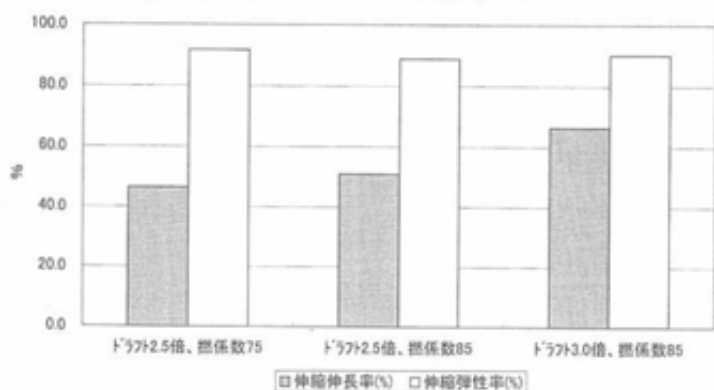


図10 各条件での伸縮性付与スーパー繊維系A(PU70D×PA30/1×W1/72)の伸縮伸長率等

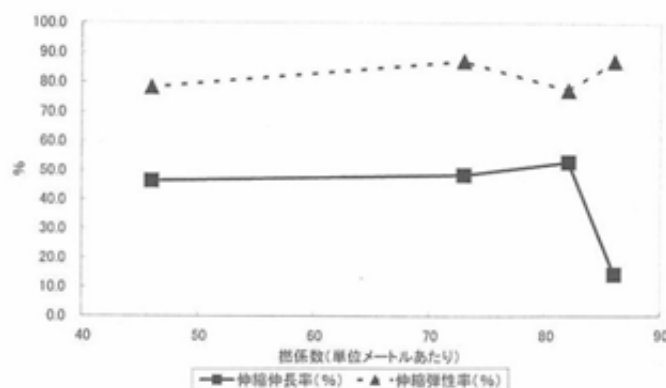


図11 伸縮性スーパー繊維系B(PU70D×PA30/1×PA30/1)の撚係数と伸縮伸長率等の関係

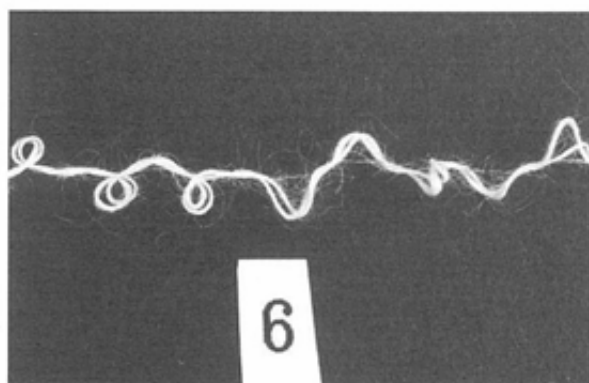


写真8 伸縮性付与スーパー繊維糸Bの外観(PU70D×PA30/1×PA30/1)
(加工条件:ドラフト比2.5倍、S燃、燃係数46)

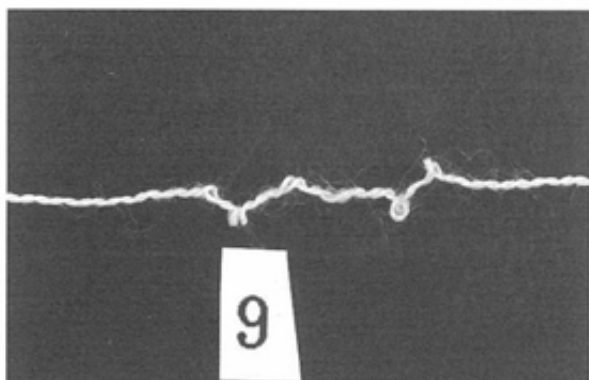


写真9 伸縮性付与スーパー繊維糸Bの外観(PU70D×PA30/1×PA30/1)
(加工条件:ドラフト比2.5倍、S燃、燃係数86)

その他の燃係数ではほぼ50%前後の値を示した。これらの外観を写真7、8、9に示す。写真8の燃係数46では伸縮伸長率は50%程度を示すものの、ポリウレタン繊維糸70Dを中心とした2本のパラ系アラミド繊維糸30/1の安定したスパイラル形態は見られず、非常に乱雑な形態であった。逆に、写真9の燃係数86では、固い2本のパラ系アラミド繊維糸30/1の撚りが強く、一部にはループ状となりパラ系アラミド繊維糸30/1の収まる場所を確保しているものの、全体としては、ポリウレタン繊維糸が縮むことによるパラ系アラミド繊維糸30/1の収まる場所がないため、ポリウレタン繊維糸が縮みきれずに、伸縮伸長率の大幅な低下となったと考えられる。これらから、伸縮性付与スーパー繊維糸Bの最適条件はスナールの発生状況も踏まえ写真7の燃係数73ドラフト比2.5倍と判断した。

2) 織物

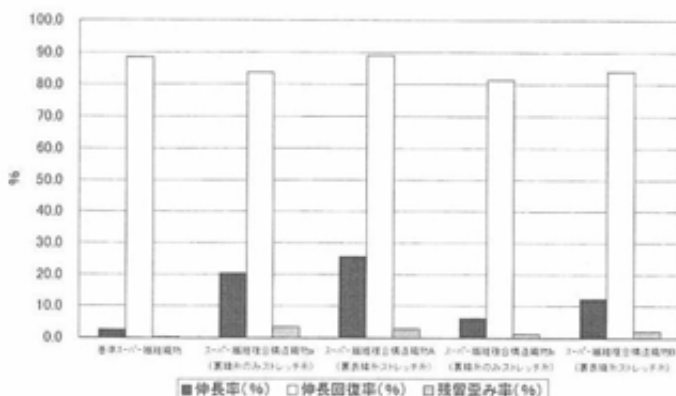


図12 ストレッチ織物レベルの伸縮性付与スーパー繊維織物の伸長率等について

図12に伸縮性付与スーパー繊維糸A及びBを裏層緯糸に用いたスーパー繊維織物（以下、スーパー繊維複合構造織物a及びb）、さらに、表層の緯糸にもウールストレッチ糸を用いた織物（以下、スーパー繊維複合構造織物A及びB）の伸長率、伸長回復率及び残留歪み率の値を示した。なお、この値はよこ方向の値である。スーパー繊維複合構造織物aは伸長率20.3%、さらに、スーパー繊維複合構造織物Aが25.7%、スーパー繊維複合構造織物bが6.2%、さらに、スーパー繊維複合構造織物Bが12.2%を得た。糸ベースでは伸縮性付与スーパー繊維糸A及びBともに、ほぼ同値の伸縮伸長率を示していたが、織物の伸長率は、スーパー繊維複合構造織物Bがスーパー繊維複合構造織物Aの半分以下になった。これは、固いパラ系アラミド繊維糸2本が組織されてからでは糸ベースのようにフリー状態のような伸縮性が得られる形態をつくり出せなかったためと考えられる。さらに、写真6、7を再度確認すると、伸縮性付与スーパー繊維糸Aが比較的細かい巾のループの繰り返しに対して、伸縮性付与スーパー繊維糸Bは比較的大きなループを持ち、これが、組織されてからのポリウレタン繊維糸が縮もうとする時の負荷の違いとなったのではないかと考えられる。また、表層へのウールストレッチ糸の適用は、伸長率を上げるために効果があ

った。言い換えれば、裏層に用いた伸縮性付与スーパー繊維糸A及びBが性能を発揮するためには、表層の普通の糸が妨げとなっているとも言える。特に、スーパー繊維複合構造織物Bは表面へのストレッチ糸の採用で、伸長率が2倍程度に上昇した。これは伸縮性付与スーパー繊維糸Bが組織されてから縮もうとしてもパラ系アラミド繊維糸の抵抗に加え、さらに、表層の糸も抵抗として加わっていたのが、表面へのストレッチ糸の採用が裏層の伸縮性に寄与したためと考えられる。なお、スーパー繊維複合構造織物aは伸縮性付与スーパー繊維糸Aの縮もうとする力が大きく、表面にストレッチ糸が入ってないと表層が楊柳調になるほどであった。裏層に加え表層へのストレッチ糸の採用が高い伸長率を得ることができるため、表層にもストレッチ糸を採用したスーパー繊維複合構造織物A及びBを耐創傷性評価することとした。

耐創傷性評価については、図13に突発的耐創傷性評価、図14に耐久的耐創傷性評価を示

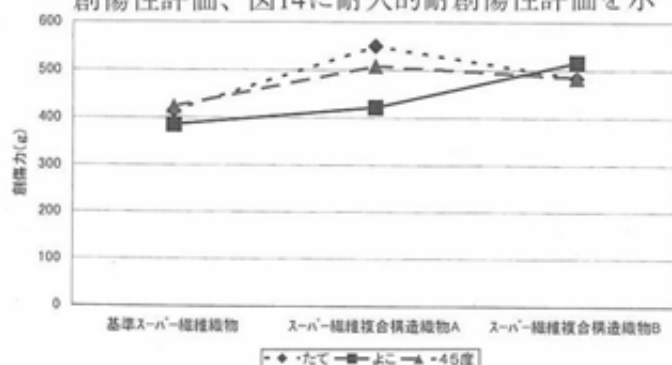


図13 ストレッチ織物レベルの伸縮性付与スーパー繊維織物の突発的耐創傷性評価

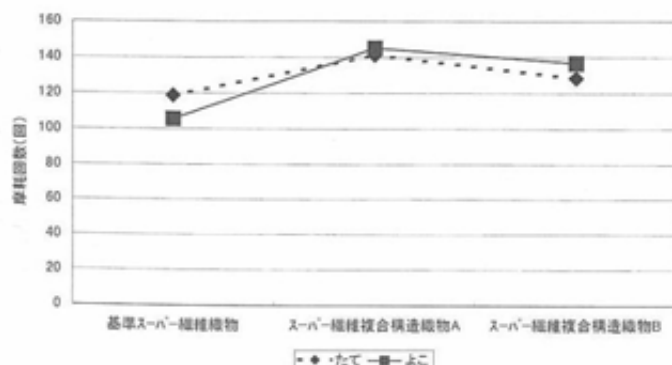


図14 ストレッチ織物レベルの伸縮性付与スーパー繊維織物の耐久的耐創傷性評価

した。比較は基準織物とスーパー繊維複合構造織物A及びBを並べているが、基準織物は目付量が大きく異なるため目付量換算した図15で考察するとして、スーパー繊維複合構造織物AとBを比較した。図13において、スーパー繊維複合構造織物Aはスーパー繊維複合構造織物Bに対して、よこ方向の値がやや低く、たて方向並びに45度方向は同レベルの性能を示した。よこ方向の低下はよこ糸に用いたパラ系アラミド繊維糸30/1がストレッチ糸1本あたりに1本と量が少なかったためと考えられる。ただ、他の方向での性能低下をまねかなかったことはスーパー繊維織物のバリエーションのひとつとして展開可能な仕様であると言える。それに対して、ストレッチ糸1本あたりパラ系アラミド繊維糸30/1を2本用いたスーパー繊維複合構造織物Bは全方向で高性能を示した。織物の伸長率が低下するものの、パラ系アラミド繊維30/1を2本用いた伸縮性付与スーパー繊維糸Bの採用が有効であることがわかった。図14においては、スーパー繊維複合構造織物A及びBとも全方向でほぼ同レベルの性能を示した。耐久的耐創傷性評価では、突発的耐創傷性評価の結果と異なり、スーパー繊維複合構造織物Aの緯糸のパラ系アラミド繊維糸の量が少ないことの影響がないと言える。この傾向は、裏面のパラ系アラミド繊維糸と普通の糸を1:1配列に

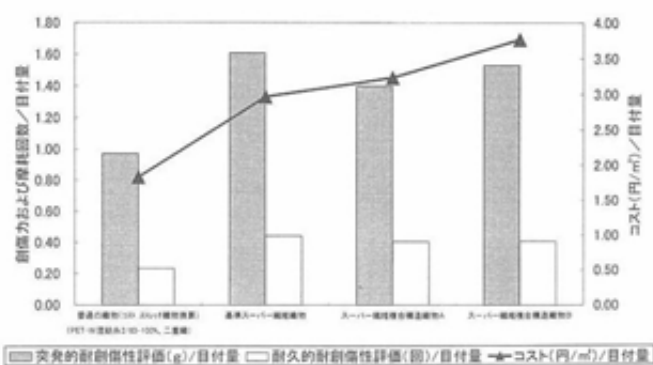


図15 ストレッチ織物レベルの伸縮性付与スーパー繊維織物のコストと性能の比較(目付量換算)

した時の結果と類似している。すなわち、1部のパラ系アラミド繊維糸の使用量抑制は、耐久的耐創傷性評価には影響を受けないと言える。次に、図15に目付量換算した比較を示す。本来、基準織物、スーパー繊維複合構造織物A及びB、普通の織物は、同一目付量に調製されるべきであるが、経糸密度をすべて変更しすべて個々の製織の試作を行うと膨大な工数となるため、ひとつの経糸密度における各緯糸の検討ということで目付量に差が生じた。そこで、突発的耐創傷性の創傷力と耐久的耐創傷性の摩耗回数及びコストをそれぞれの目付量で除することで比較した。その結果、普通の織物に対して基準織物は突発的耐創傷性で1.6倍程度、耐久的耐創傷性で1.9倍程度の高性能を示した。そして、基準織物に対してスーパー繊維複合構造織物Aは突発的耐創傷性評価でやや性能低下がみられるものの耐久的耐創傷性評価は同レベルの性能を示した。スーパー繊維複合構造織物Bは2つの耐創傷性評価について基準織物と同レベルの性能を示した。コストについては、パラ系アラミド繊維糸30/1が6,000円/kg、同20/1が5,000円/kg、ポリウレタン繊維糸70Dが5,000円/kg、ポリエステル・毛混紡糸2/60が1,350円/kg、梳毛糸1/72が2,100円/kg、市販ウールストレッチ糸が1,800円/kg、そして、伸縮性付与スーパー繊維糸の撚糸加工賃を250円/kgとして、材料費ベースで試算した。普通の織物もストレッチ織物として試算したところ、それに対して、スーパー繊維複合構造織物Aが1.8倍、スーパー繊維複合構造織物Bが2.1倍程度となった。また、基準織物に対してはスーパー繊維複合構造織物Aが1.1倍程度、スーパー繊維複合構造織物Bが1.3倍程度であった。

また、実用性能評価を実施した試料を写真

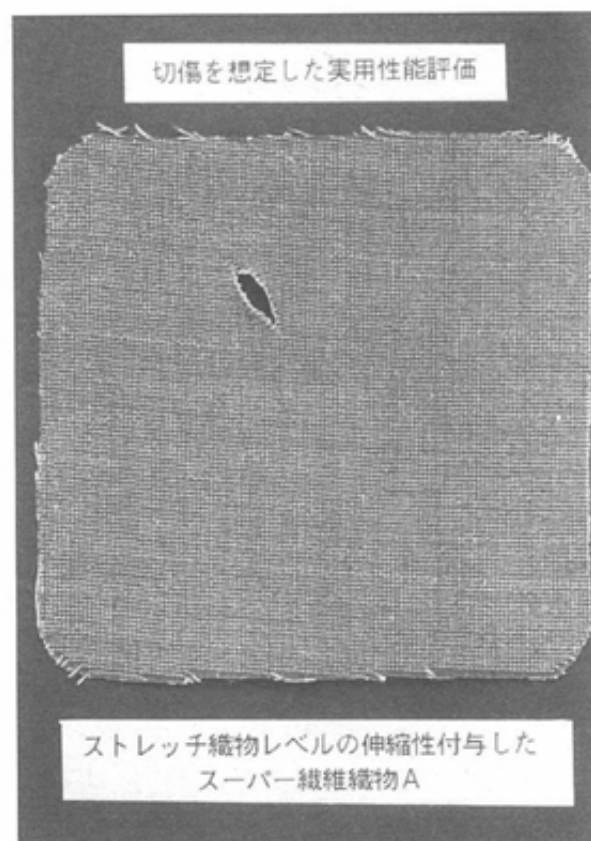


写真10 耐切り傷性の結果(スーパー繊維複合構造織物A)

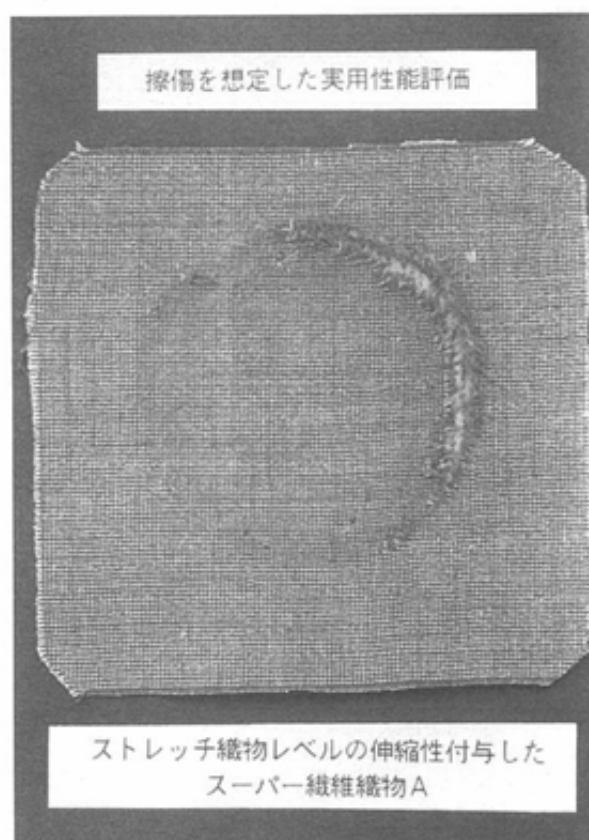
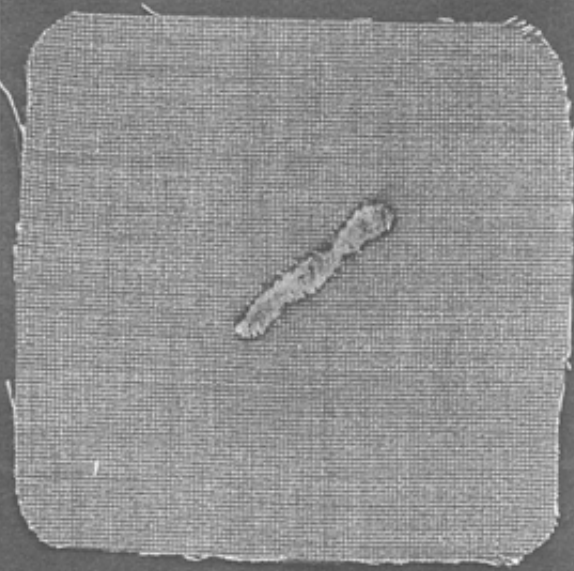


写真11 耐擦り傷性の結果(スーパー繊維複合構造織物A)

10～15に示す。写真10～12はスーパー繊維複合構造織物Aの結果で、刃物の負荷に対しては、1部に裏層まで損傷した跡が見られた。

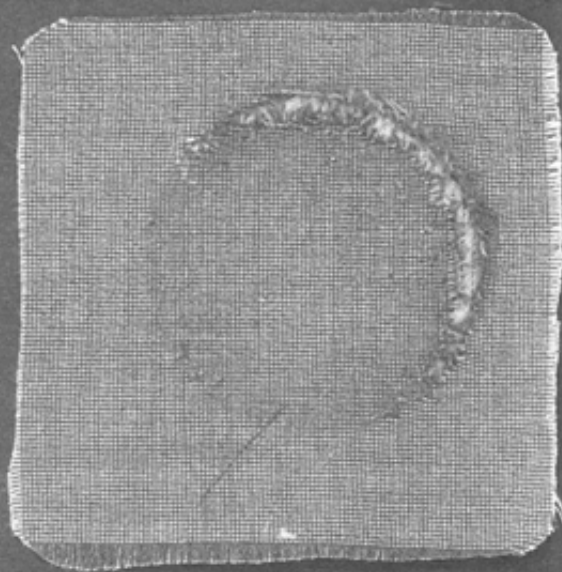
火傷を想定した実用性能評価



ストレッチ繊維レベルの伸縮性付与した
スーパー繊維織物A

写真12 耐火傷性の結果(スーパー繊維複合構造織物A)

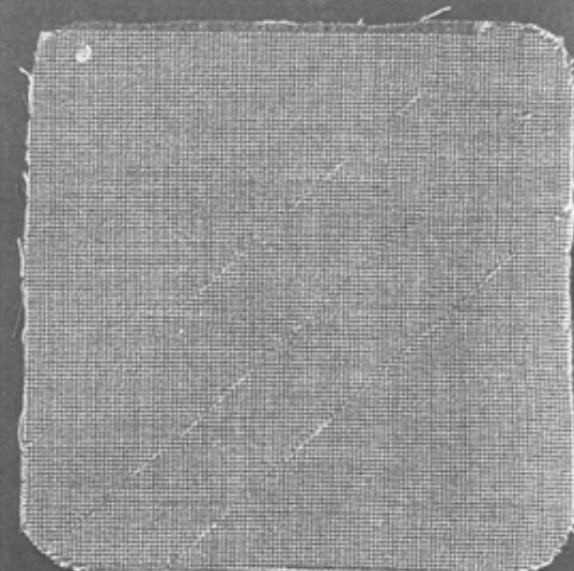
擦傷を想定した実用性能評価



ストレッチ繊維レベルの伸縮性付与した
スーパー繊維織物B

写真14 耐擦り傷性の結果(スーパー繊維複合構造織物B)

切傷を想定した実用性能評価

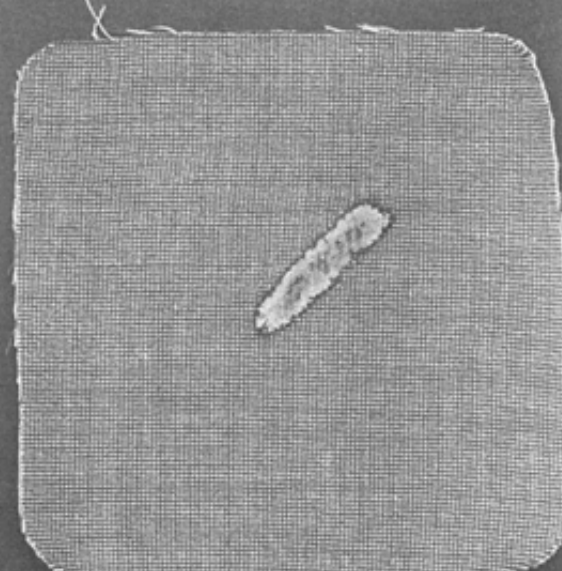


ストレッチ繊維レベルの伸縮性付与した
スーパー繊維織物B

写真13 耐切り傷性の結果(スーパー繊維複合構造織物B)

アスファルト、タバコの負荷に対しては表層のみの損傷でとどまった。刃物の負荷に対しては実験室レベルの突発的耐創傷性評価の結

火傷を想定した実用性能評価



ストレッチ繊維レベルの伸縮性付与した
スーパー繊維織物B

写真15 耐火傷性の結果(スーパー繊維複合構造織物B)

果のように緯糸の伸縮性付与スーパー繊維糸Aのストレッチ糸1本あたりパラ系アラミド繊維糸30/1が1本の影響があると考えられる。

また、写真13～15のスーパー繊維複合構造織物Bの結果は、3つの負荷に対して、基準織物と同じ表層のみの損傷で、裏層へのダメージは観察されなかった。スーパー繊維複合構造織物Bは基準織物とすべての耐創傷性評価で同レベルの性能を示した。

4. まとめ

以上により、次のとおり成果を得ることができた。

◎ 一般的織物レベルの伸縮性を付与したスーパー繊維織物は、経緯二重織で、裏層のパラ系アラミド繊維糸20/1と生地糸のポリエステル・毛混紡糸2/60を1:1に配列することで、基準のスーパー繊維織物の伸長率2.5%に対して5%程度が得られた。そして、耐創傷性評価については基準のスーパー繊維織物とほぼ同レベルの性能が得られた。また、コスト面では材料費ベースで、一般的織物レベルの伸縮性を付与したスーパー繊維織物がパラ系アラミド繊維糸の使用量が減るため基準のスーパー繊維織物に対して10%程度のコスト低減となった。

◎ スーパー繊維糸への伸縮性の付与については、従来のストレッチ糸と同じ考え方であるポリウレタン繊維糸をドラフトし、スーパー繊維糸と撚合わせることで可能であった。ただ、パラ系アラミド繊維糸は固いため、ドラフト後のポリウレタン繊維糸がパラ系アラミド繊維糸を引き寄せて、ポリウレタン繊維糸を芯としたスパイラル形態を得るためには、パワーのあるポリウレタン繊維糸70Dの採用が必要であった。さらに撚り合わせるパラ系アラミド繊維糸を2本とする場合にはポリウレタン繊維糸が縮んだ状態でパラ系アラミド繊維糸が安定した形態を得られやすい撚数にすることが重要であった。本研究ではポリウ

レタン繊維糸70D×パラ系アラミド繊維糸30/1×梳毛糸1/72（伸縮性付与スーパー繊維糸A）の場合、ドラフト比2.5倍、S撚、撚係数85が、ポリウレタン繊維糸70D×パラ系アラミド繊維糸30/1×パラ系アラミド繊維糸30/1（伸縮性付与スーパー繊維糸B）の場合、ドラフト比2.5倍、S撚、撚係数73が適当であった。

◎ 経緯2重織で、表層の緯糸に市販のストレッチ糸を用い裏層の緯糸に伸縮性付与スーパー繊維糸Aを用いたスーパー繊維織物（スーパー繊維複合構造織物A）と表層が同一で裏層の緯糸に伸縮性付与スーパー繊維糸Bを用いたスーパー繊維織物（スーパー繊維複合構造織物B）は、それぞれ、伸長率25%程度、12%程度を得ることができた。また、伸長回復率、残留歪み率についても、従来のストレッチ織物の規格である伸長回復率85%以上、残留歪み率3%以下を満足した。そして、耐創傷性評価については、スーパー繊維複合構造織物Aが突発的耐創傷性評価でやや基準のスーパー繊維織物より低下するものの、耐久的耐創傷性評価については同レベルの性能を示し、さらに、スーパー繊維複合構造織物Bは基準のスーパー繊維織物とすべての耐創傷性評価で同レベルの性能を維持した。また、コスト面では材料費ベースで、基準のスーパー繊維織物に対して、スーパー繊維複合構造織物Aが1.1倍程度、スーパー繊維複合構造織物Bが1.3倍程度に抑えることができた。ただし、従来のストレッチ織物に対しては、1.8倍から2.1倍のコストとなった。

最後に、スーパー繊維織物を用いて、アウトドアウェアのシャツとパンツを試作したので写真16に示した。裁断、縫製等の製品化のためのさまざまな工程についても十分な検討



■参考文献

(注1) 服部、鹿野；テキスタイル&ファッション 11月号, 1998, 8, 471~485

写真16 スーパー繊維織物を用いたアウトドアウェアの試作品
が必要である。

また、本研究を進めるにあたり、ご協力いただいた東レ・デュボン(株)並びに日本バイリーン(株)に対して、心より感謝を致します。