ISSN 1342-7709

研　究　報　告

第 33 号
平成13年度

Reports of Technical Center for Textiles

No.33
2001

兵庫県立工業技術センター繊維工業指導所
〒677-0054　兵庫県西脇市野村町上ノ段1790-496
TEL(0795)22-2041　FAX(0795)22-3671

Hyogo Prefectural Institute of Industrial Research,
Technical Center for Textiles
1790-496,Uenodan,Nomura,Nishiwaki,Hyogo,Japan　〒677

はじめに

昨年はニューヨークでの同時多発テロ，それに続くアフガニスタンの問題などがあり，世界的な不況の中で，播州織産地は前年度に比べて1.5%生産量が落ちただけで，他産地に比べて大いに頑張っています。しかし，靴下産地は不況の中にあります。いずれにしてもそれぞれの産地では将来的に不透明であり，高品質など国際競争力を付けた製品の開発が必要であり，また機能の付与など付加価値の高い製品への移行が求められています。

播州織産地では昨年の２月に繊維の先進国であるイタリアに調査団を派遣し，とくにプラート繊維産地を訪問し，組合組織，技術者を養成するための５年制の職業訓練校，ローマ帝国以後の長い歴史に培われたデザイン開発力，インパナトーレ（産元）による組織化など多くのことを知り，800 年の歴史に基づく繊維産地の強さを知ることができ，今後のあり方を考えるうえで参考になったようです。また，このプラート繊維産地には第三セクター方式の繊維研究所があり，繊維工業指導所と同じように試験，研究を行っていますが，それ以外に売れ筋，トレンドのリサーチを行い，有料で企業に提供しています。

繊維工業指導所ではプラート繊維産地の繊維研究所と同じように売れ筋などの情報収集，提供はできませんが，これまで以上に技術面を中心に企業支援を押し進めるべく，試験，研究，技術支援業務を展開するとともに，本年度から特許に関する情報の収集，ホームページによる提供を新たな業務として進めてまいる所存ですので，ご希望等があれば直接お問い合わせ等頂ければと思いますので宜しくお願いいたします。

また，研究業務については業界及び企業ニーズの中で，緊急を要する課題，将来的に必要な課題等を取り上げ，研究を推進しております。得られた成果につきましては「兵繊指ニュース」，「繊維工業指導所研究報告」の刊行物，研究成果発表会，技術講演会，共同研究，技術相談・指導，人材養成事業等を通じて普及啓蒙に努めております。

この度，平成12年度に実施しました研究の成果をまとめましたので，ご高覧いただけますようお願いいたしますとともに，ご関心の高い研究成果につきましては，研究の詳細について説明，指導させていただきますので，お問い合わせ下されば幸いです。

平成１４年２月

兵庫県立工業技術センター
繊維工業指導所
所長　山口　幸一

目　次

1. 複合素材の製織技術に関する研究
……古谷　稔, 佐伯光哉, 竹内茂樹, 藤田浩行, 瀬川芳孝, 小紫和彦, 仙崎俊明, 山口幸一…… 1

2. 織物企画設計における風合いの高度利用技術に関する研究
……藤田浩行, 古谷　稔, 佐伯光哉, 小紫和彦…… 4

3. ナイロンおよびアラミド織物強化ゴム系複合材料の機械的強度
……藤田浩行, 山口幸一, 仙崎俊明, 佐伯光哉, 平瀬龍二, 小紫和彦, 瀬川芳孝, 古谷　稔……10

4. 加工縮みに及ぼす製織時のたて糸張力の影響
……瀬川芳孝, 竹内茂樹, 長谷川勝……13

5. 染色排水の着色の軽減に関する研究
……礒野禎三, 杉本　太, 長谷川勝……18

6. 吸尽染色加工におけるカルシウムに起因する色斑の技術対策
……杉本　太, 礒野禎三, 仙崎俊明……22

7. 顕微FT－IR等を利用した繊維素材の分析技術
……平瀬龍二, 中野恵之, 小紫和彦……25

複合素材の製織技術に関する研究

古谷　稔，佐伯光哉，竹内茂樹，藤田浩行*，瀬川芳孝，小紫和彦，仙崎俊明，山口幸一

＊企画情報部

要　旨　先染織物の高度化や差別化を目的に、多種多様な糸を多角的にアレンジした複合糸や従来にないマルチカラーの糸を創作した。これらの糸を用いて、デザイン性豊かで、高感性な織物を作成する製織技術について検討を行い、今までにない斬新な織物の生産が可能であることが分った。

1　目　的

播州織産地では、用途・素材・機能性・デザイン等の様々な角度から、高度化や差別化が模索されている。また、アジア諸国の追い上げによる価格競争力の低下のため、高生産力を優先した輸出型から、高付加価値化素材の導入や、差別化製品の開発、少ロット生産対応の内需型への転換が進んだ。しかし、バブルの崩壊以降、消費の低迷と、消費者嗜好の多様化、個性化に伴い、さらに工夫を凝らした斬新な製品の開発が要求されている。

平成11年度に複合素材の開発を目的として、合糸機とダブルツイスターを導入した。また、企業との共同研究で使用したピーコック・ワインダーと、これらの装置の連携により糸加工による多様な複合糸の作製が可能となった。

そこで、多種多様な糸を多角的にアレンジした複合糸や従来にないマルチカラーの糸を創作し、デザイン性豊かで、変化に富む、高感性な織物を作成する製織技術について検討を行ったので報告する。

2　複合素材の開発と製織実験

この実験では、4種類のタイプの違う複合糸を作成し、それらの糸を用いた製織実験を行った。

2．1　意匠撚糸による複合素材の開発

この実験に用いた装置

合糸機：No. 608型（村田機械㈱）

ダブルツイスター：DDW型（㈱石川製作所製）

糸の作成については、当所研究報告書第32号で報告した結果を基に、再度、複合糸の作成実験を繰返した。

この結果、素材の複合化によりもたらされた、意匠性の高い価値をもつ複合糸を作成した。[1)]

2．1．1　たすき糸の創作

たすき糸は、芯に綿20番Z甘撚り糸を用い、絡み糸に綿50番S撚りと綿50番Z撚り糸を用いて作成した。この糸により製織実験した織物規格は次のとおりである。

たて　素材：綿20（2色），たすき糸（2種）
　　密度：60本／インチ
よこ　素材：綿20
　　密度：54本／インチ
組　　織：ドビー
仕上げ加工：ワッシャー

製織実験を行って試作した織物が図1である。

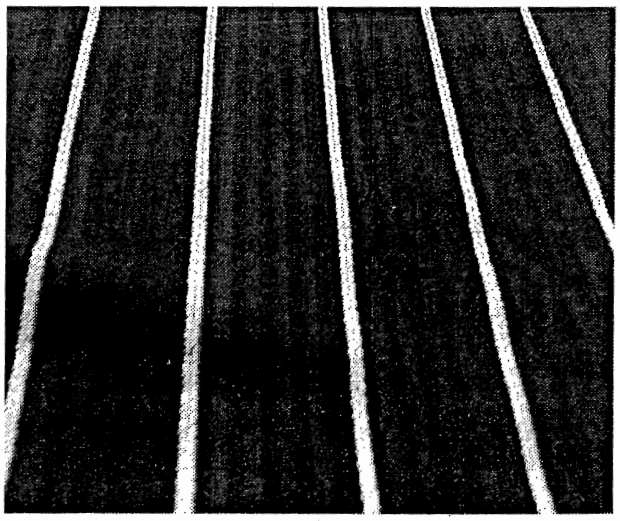


図1　たすき糸を使った織物

意匠糸を使うことで、アクセントのある斬新なデザインの織物ができた。

2．1．2　伸縮糸の創作

次に、伸縮糸は、芯にポリウレタン20D、絡み糸に綿50番S撚り糸と綿50番Z撚り糸を用いて作成した。この糸を用いて製織実験した織物規格は次のとおりである。

たて　素材：綿20（２色），たすき糸（２色）
　　密度：86本／インチ
よこ　素材：綿20，伸縮糸，たすき糸（２色）
　　密度：60本／インチ
組　　織：ドビー
仕上げ加工：ワッシャー



図２　伸縮糸を使った織物

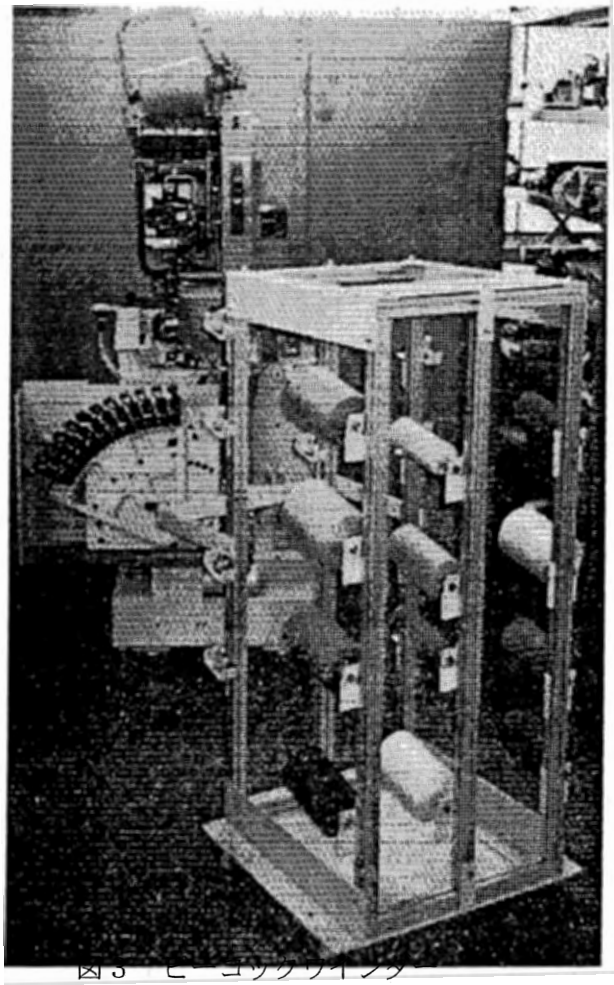


図３　ピーコックワインダー

製織実験を行なって試作した織物が図２である。

伸縮糸の撚りの入り方から、独特の伸縮性が現れ、非常にユニークな表面の凹凸を持った織物に仕上がった。

２．２　糸繋ぎによる複合素材の開発

この実験に用いた装置

合糸機：No.608型（村田機械㈱）
ダブルツイスター：DDR型（㈱石川製作所製）
ピーコック・ワインダー：㈱片山商店製
電子ジャカード：SER　Type1300
　　（ハリサ工業㈱製）
織機：RE-145（津田駒工業㈱製）

２．２．１　異種素材繋ぎ糸の創作

この実験には、開発中のピーコック・ワインダーを使用した。ピーコックワインダーは、複数の種類（最大12種）の糸を任意に選択し、任意の長さにカットし、繋いでいくワインダー装置である。

今回の実験では、この装置にしかできない糸創りを目的に、メタル糸と綿40番単糸を繋いだ。この糸をたて糸に用いた。この糸と綿50番糸を合糸した糸をよこ糸に用いた。この糸を用いて製織実験した織物規格は次のとおりである。

たて　素材：繋ぎ糸（綿40番＋メタル糸）
　　綿40番糸
　　密度：96本／インチ
よこ　素材：繋ぎ糸（綿40番＋メタル糸）
　　＋綿50番
　　密度：76本／インチ



図４　異種素材繋ぎ糸を使った織物

組　　織：平織
仕上げ加工：シルケット・サンフォライズ
・柔軟加工

製織実験を行って試作した織物が図４である。メタル糸を繋いだ部分に、今までにないデザイン的に斬新な先染織物ができた。

２．２．２　異番手による複合素材の創作

ここで作成した繋ぎ糸は、綿20番単糸・６種類と綿40番単糸・６種類の合計12種類の糸から任意に選択した糸をランダムにピーコック・ワインダーで繋いだ。この糸をたて糸に使用した。次に、この糸を２本合糸し、約800回／インチの追撚した糸をよこ糸用に作成した。この糸を用いて製織実験した織物規格は次のとおりである。

たて　素材：繋ぎ糸(綿20番＋綿40番)
　　密度：120本
よこ　素材：繋ぎ糸２本合糸
　　追撚800回／インチ
　　密度：55本／インチ
組　　織：雪の結晶柄
仕上げ加工：ワッシャー

製織実験を行なって試作した織物が図５である。

異なる番手の糸を繋ぐことで、イレギュラーに出現する糸の太細が面白い表面感を作り出した。合糸することで、糸の太細が強調され、更に強撚糸化することで、伸縮性と独特の風合いとザックリ感が表現できた。



図５　異種素材繋ぎ糸を使った織物

３　まとめ

従来製品との差別化を図り、高付加価値商品として、従来にない風合いや雰囲気を持った織物の作成が可能となり、用途の拡大（雑貨、インテリア、婦人アウター等）につながる可能性に期待が持てる。

また、常に斬新なアイディアのある製品を市場に供給していくことが可能で、播州織産地全体の新商品開発力の向上が図れ、製品の競争力を高め、用途の巾が広がり、他産地やアジア諸国との差別化が図れる。

本研究の逐行にあたり、ご協力をいただきました片山商店の関係者に心より感謝いたします。

参 考 文 献

1）佐伯光哉，竹内茂樹，藤田浩行，平瀬龍二，古谷稔，礒野禎三，杉本太，小紫和彦，仙崎俊明，山口幸一，兵庫県立工業技術センター繊維工業指導所研究報告，(平成12年度)，32，1

織物企画設計における風合いの高度利用技術に関する研究

藤田浩行*、古谷 稔、佐伯光哉、小紫和彦
＊企画情報部

要旨　織物の企画設計段階で風合いを考慮した製品づくりが可能となるように、綿織物の規格と風合い値の関係について検討するとともに、その規格から風合いを予測する手法を提案した。その結果、糸密度および組織により風合いは大きく変化した。また、ニューラルネットによる風合い予測は、実験値に近い風合い値を推定することができた。今度は、学習データ数をさらに増やすことにより、精度の向上および汎用性が高まるものと期待できる。

1　緒　言

風合いは、布に触れたときの触感であり、官能的なものである。近年、繊維製品に対する消費者の多様化などから、機能性やデザイン性だけでなく、風合いという感性的な性能への要求が高まっている。播州織の先染織物においても、多品種小ロット短納期化が進む中、消費者ニーズへ、より迅速に対応することが求められており、要求性能を生かした製品づくりが必要である。しかし、風合いは感性的なものであることから、要望された風合いを企画設計段階で得ることは困難であり、さらにその評価は、官能検査に頼っているのが現状である。また、織物の風合いは、糸の密度・太さおよび織組織など数多くの構造的特徴により変化することから、数多くの織物試料の風合いを定量化することなどが必要となる。

そこで、本研究では、織物の風合いを客観的に評価するとともに、織物規格と風合いの関係について明らかにすることにより、企画設計段階で風合いを考慮した製品づくりの支援を目的とする。また、織物規格から風合いを予測する手法の提案を行ったので、その結果についても報告する。

2　実験方法

2．1 織物試料の作成

風合い計測用の織物試料は、電子ジャカード付きレピア織機（津田駒工業（株）製ER型）を用いて試織した。作成した織物は、たて・よこ糸ともに、120/2^{s}の綿糸であり、組織は、図１のような６種類とした。たて糸密度はすべて120本/ｲﾝﾁとし、よこ糸密度は65、76、87、98本/ｲﾝﾁの４種類とした。つまり、合計24(= 6×4)種類の綿織物を試織した。表１に作成した24種類の織物規格を示す。作成した織物は、糊抜き、シルケット加工およびサンフォライズ加工後、風合い計測用の試料とした。なお、図１の組織図の黒色部は、たて糸が浮いている箇所で、白色部はよこ糸が浮いている部分である。

2．2　風合い計測

布の風合いの定量化には、引張り、せん断、曲げ、圧縮、表面の各特性および目付を測定し、合計16の計測値により、KOSHI、HARI、SHINAYAKASA、FUKURAMI、SHARI、KISHIMIという基本風合いを数値化することができる[1)]。各特性は、風合い計測システム（カトーテック（株）製 KES-AUTO型）を用いて計測した。計測は、20cm×20cmサイズに調整した織物3枚について行い、その平均値を求めた。

なお、風合い値は、婦人外衣用薄手布地(KN-202LDY)として算出した[2)]。

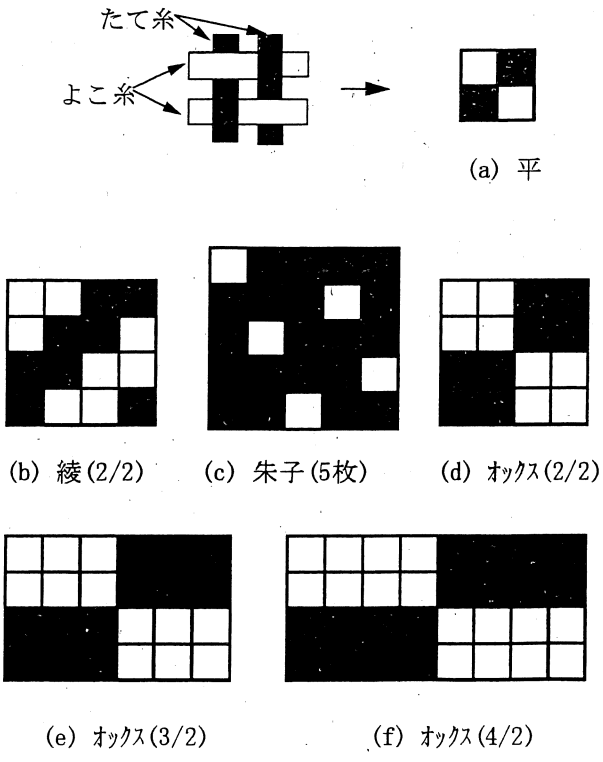


図１　試織織物の組織図

表１　試織織物の規格

試料 No	組　織	ﾖｺ糸密度	試料 No	組　織	ﾖｺ糸密度
H-98	平	98	02-98	ｵｯｸｽ(2/2)	98
H-87	平	87	02-87	ｵｯｸｽ(2/2)	87
H-76	平	76	02-76	ｵｯｸｽ(2/2)	76
H-65	平	65	02-65	ｵｯｸｽ(2/2)	65
A-98	綾(2/2)	98	03-98	ｵｯｸｽ(3/2)	98
A-87	綾(2/2)	87	03-87	ｵｯｸｽ(3/2)	87
A-76	綾(2/2)	76	03-76	ｵｯｸｽ(3/2)	76
A-65	綾(2/2)	65	03-65	ｵｯｸｽ(3/2)	65
S-98	朱子(5枚)	98	04-98	ｵｯｸｽ(4/2)	98
S-87	朱子(5枚)	87	04-87	ｵｯｸｽ(4/2)	87
S-76	朱子(5枚)	76	04-76	ｵｯｸｽ(4/2)	76
S-65	朱子(5枚)	65	04-65	ｵｯｸｽ(4/2)	65

※ たて糸密度：120本/ｲﾝﾁで一定

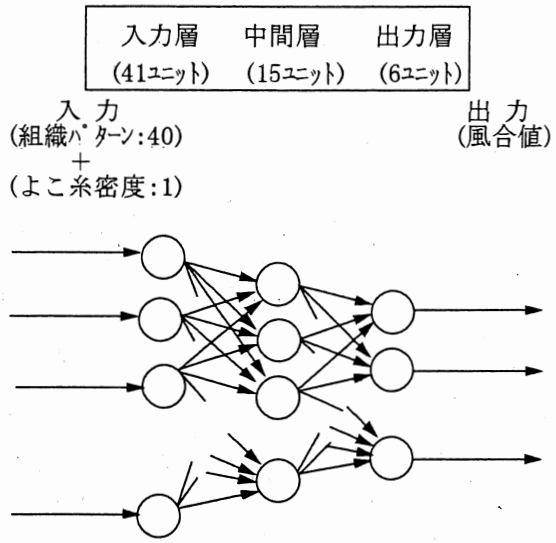


図２ ニューラルネットワークモデル

２．３　ニューラルネットワークによる風合い予測

企画設計段階で風合いを知るには、織物規格と風合いに関するデータベース化を行うことが望ましいが、数多くの織物の風合いを計測することは困難である。そこで、糸の太さ･密度および組織などと風合い値もしくは各物性値との関係について多変量解析などを利用することにより、両者の関係を定式化することが考えられる。しかし、その場合、組織をいかに数値化して取り扱うかが問題である。例えば、糸のクリンプ率を求めるなどの方法が考えられるが、組織ごとの算出式を求めることが必要である。

本報告では、風合い予測手法として、文字認識や画像認識[3),4)]などに利用されているニューラルネットワークの活用方法を提案する。ネットワークはバックプロパゲーションアルゴリズムにより学習を行い、風合い予測用のネットワークの構築を試みた。学習データは、織組織のパターンおよび織密度、教師データは各風合い値とした。

用いたニューラルネットワークモデルは、図２に示す入力層、中間層１層および出力層の３層の階層型ネットワークである。以下に、その構成等を示す。

学習データとして用いる織組織データは、一完全組織全て含まれるようにするため、組織図を ﾀﾃ5×ﾖｺ8=40サイズとした。したがって、入力層のユニット数は、よこ糸密度のデータ１つ加えた合計41個とした。ネットワークへの数値の入力は、たて糸が浮いた箇所を１、よこ糸の浮いた箇所は０として入力した。よこ糸密度は0.0～1.0の範囲で正規化した。出力層のユニット数は基本風合いであるKOSHI、HARI、 SHINAYAKASA、FUKURAMI、SHARI、KISHIMIに対応した６個であり、各々の風合い値は正規化して教師データとして用いた。中間層のユニット数は、ユニット数を変化させた実験により、教師データと出力層の出力値の二乗誤差の低下や計算回数から15個と決定した。また、ニューラルネットの学習定数、慣性項はそれぞれ0.05、0.9と設定した。ネットワークの学習方法について以下に簡単に示す。

入力層を除く各層のユニットは前の層の重み付き入力を受けてその総和を計算し、その値を非線形関数に入力して出力値を得る。ここで、i^k_i、o^k_iを第k層の第iユニットの入力の合計および出力、第k-1層の第jユニットから第k層の第iユニットの結合強さを$w^{k-1}{}_j{}^k{}_i$とすると、i^k_i 、o^k_i は以下の式で表すことができる。

$$i^k_i = \sum_j w^{k-1}{}_j{}^k{}_i \; o^{k-1}{}_j \qquad (1)$$

$$o^k{}_i = f\,(i^k_i) \qquad (2)$$

ここで、ユニットの入出力関数 f は(3)式を用いる。

$$f\,(x)=\frac{1}{1+exp(-x)} \qquad (3)$$

ニューラルネットの各ユニット間の結合重みの変更は誤差逆伝播法で行った。これは、y_j、o^m_jをそれぞれ、教師信号、ネットワークの出力とし、誤差関数rを(4)式のとおり定義すると、rが最小となるように行う方法である。

$$r = \frac{1}{2} \sum_j (o^m_j - y_j)^2 \qquad (4)$$

学習の終了条件は、誤差関数r_p全てが以下の条件となったときとした。

$$r_p < 0.0005 \qquad (5)$$

なお、r_pは各風合い値に対する誤差関数である。

ニューラルネットワークモデルによる風合い予測の適合度およびその応用性について検討するため、以下の５つの場合について検討した。

1) 全データの学習結果から、風合い予測した場合
2) ６組織の内５組織の学習結果から、１つの未学習組織の風合い予測した場合
3) ６組織の内３組織の学習結果から、３つの未学習組織の風合いを予測した場合
4) 全データの学習結果から、平織のよこ糸密度を変化させて風合い予測した場合
5) 全データの学習結果から、組織変更して風合い予測した場合

３　実験結果および考察

３．１　織物規格と風合い

図３に織密度が異なる４種類の平織の各風合い値を、図４に平織、綾織(2/2)、朱子織(5枚)のKOSHI、SHINAYAKASAの風合い値とよこ糸密度の関係について示す。また、図５に平織(H-65､98；よこ方向）の曲げ試験における曲率Kと曲げモーメントMの関係を示す。なお、曲げ剛性は、曲率0.5～1.5cm^{-1}および-0.5～-1.5cm^{-1}の曲げモーメントの増加時の傾きから求め、織物1cm幅当たりの数値に換算した。

その結果、よこ糸密度が大きくなるほど、KOSHI、HARIは大きくなる傾向を示したが、逆にSHINAYAKASA、FUKURAMIは小さくなった。また、よこ糸密度が65本/ｲﾝﾁの場合は、図４のとおり、KOSHIおよびSHINAYAKASAは、３組織ともほぼ同じ値を示した。しかし、よこ糸密度が大きくなるにしたがって、平織は、

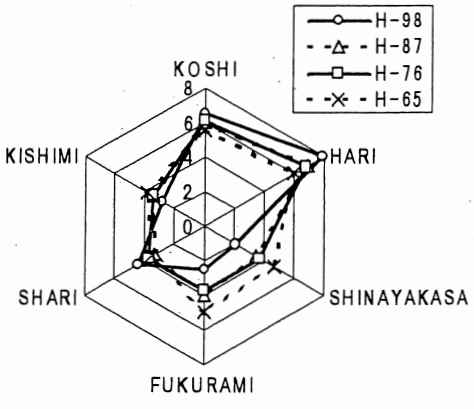


図３　密度と各風合い値(平織)

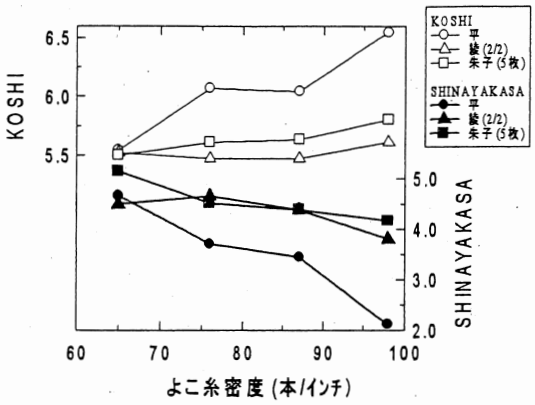


図４　よこ糸密度とKOSHI、SHINAYAKASAの関係

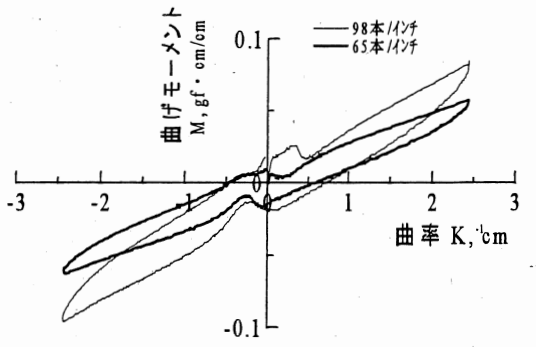


図５　曲げ試験における曲率と曲げモーメント
(平織;よこ方向)

KOSHIおよびSHINAYAKASAとも値の変化が大きく、綾織、朱子織と風合い値の差が大きくなった。図６に３組織のたて方向およびよこ方向の曲げ剛性とよこ糸密度の関係を示す。また、図７によこ糸密度65本/ｲﾝﾁの値を基準とした曲げ剛性の変化率を示す。今回、測定した織物試料は、たて糸密度は一定であるにも関わらず、たて方向の曲げ剛性はよこ糸密度が大きくなるにしたがって増加している。その増加率はよこ方向よりも小さいものの平織の98本/ｲﾝﾁの場合、約1.5倍と大きくなった。平織は、糸の浮き沈みが交互にあるために糸の屈曲が大きくなり、糸の交差部での接触圧が高くなる。そのため、糸の動きが強く拘束されることにより、平織は他の組織と比較して曲げ剛性が高くなったと考えられる。また、せん断剛性も平織の方が大きくなったが、これも同じ要因にあると考えられる。したがって、よこ糸だけの密度の増加であっても、たて糸の動きをより多く拘束するために、よこ糸増加によりたて方向の曲げ剛性が大きくなったと考えられる。

各風合い値は、正規化された16の測定値に重み係数を掛けて積算することにより算出されるが、曲げ

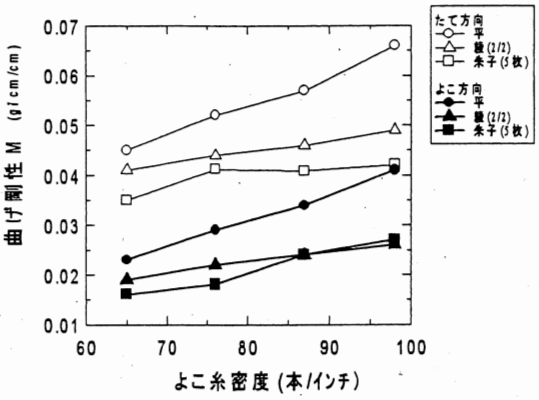


図６　よこ糸密度と曲げ剛性の関係

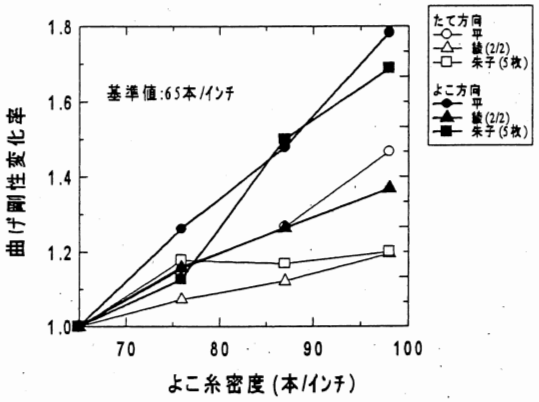


図７　よこ糸密度と曲げ剛性の変化率の関係

剛性は測定値の内、KOSHI、HARI、SHINAYAKASAとの相関が最大であり、各風合い値に与える影響が最も大きい[2]。その結果、以上の曲げ剛性の変化が図３および図４の傾向となって表れたと考えられる。

図８によこ糸密度が98本/インチの織物６種類の風合い値を示す。この中で３種類のオックスは、他の３組織と比較して、SHARIの数値が際だって大きくなっている。図９に、平織とオックス(4/2)のよこ方向の表面粗さ曲線を示す。オックス(4/2)の方が明らかに表面粗さが大きく、そのためざらつき感であるSHARIが増したと考えられる。この要因としてオックスは糸が引き揃えで組織化されていることから、糸の凹凸感が強く表れ、同一密度であってもSHARIが大きく異なる結果となったと考えられる。しかし、オックスは、糸の浮き沈みは２～４本ごとにあるため、曲げ剛性は平織よりも小さく、HARIについては、平織以外と同様な値を示した。したがって、オックスは、KOSHIおよびHARIは綾織や朱子織のような風合いでありながら、しゃり感の極めて大きな特異な風合いを有した組織であることがわかる。

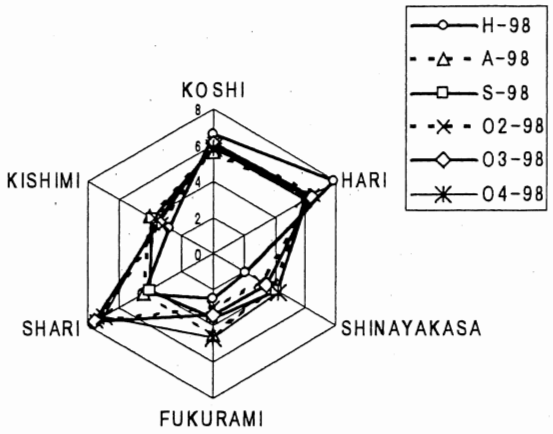


図８　織組織と各風合い値（密度:98本/インチ）

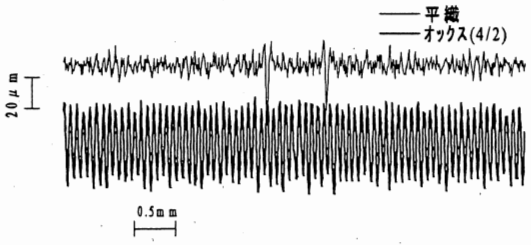


図９　摩擦係数波形(密度:98本/インチ)

３．２　ニューラルネットによる風合い予測

図10に全データを学習させたネットワークによる平織の予測結果と実験結果を示す。なお、よこ糸密度が98本/インチの場合である。学習修了までの学習回数は、３回の平均で6022回であった。その結果、６つの各風合い値において、予測値は実験値と良い一致を示している。その他の密度および５つの組織においても、その予測値は、実験値と良く一致した。

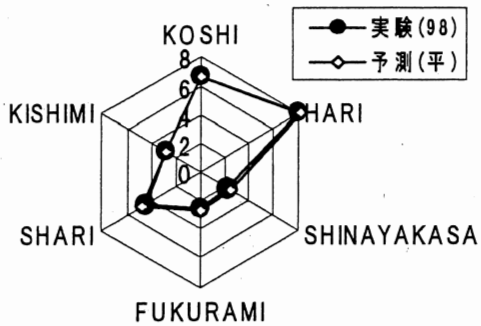
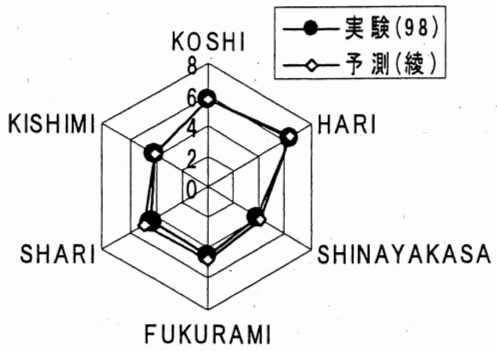
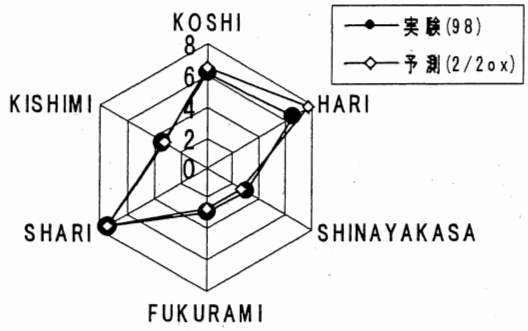


図10 全組織の学習による風合い予測
(平織;密度98本/インチ)



(a)綾織(2/2)の風合い(密度98本/ｲﾝﾁ)

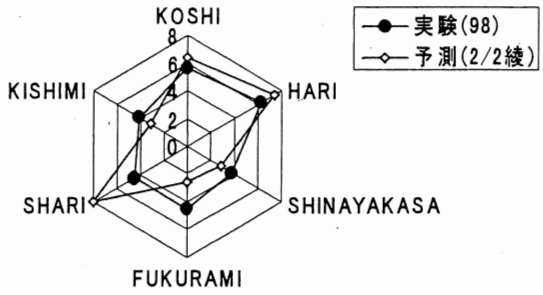


(b) オックス(2/2)の風合い(密度98本/ｲﾝﾁ)

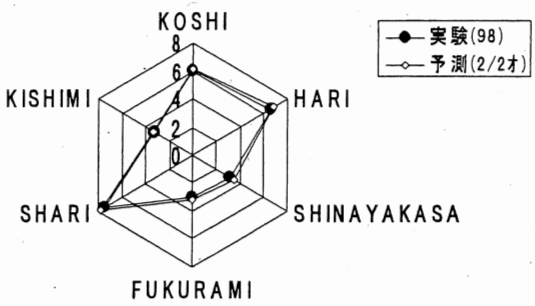
図11 ５組織の学習による風合い予測

つぎに、６組織のデータの内５組織の風合い値を教師データとして学習し、未学習組織１組織について、ネットワークから予測を試みた。図11(a)は、綾織(2/2)以外のデータを学習したネットワークから、綾織(2/2)の風合い値を予測した結果と実験値を示す。また、図11(b)には、オックス(2/2)以外のデータを学習したネットワークからのオックス(2/2)の予測値と実験値の比較を示す。両者ともよこ糸密度は98本/ｲﾝﾁの場合である。その結果、図10と比較すると推定精度は若干低下しているものの、綾織(2/2)およびオックス(2/2)とも実験値に近い風合い値を予測できているのが確認できる。

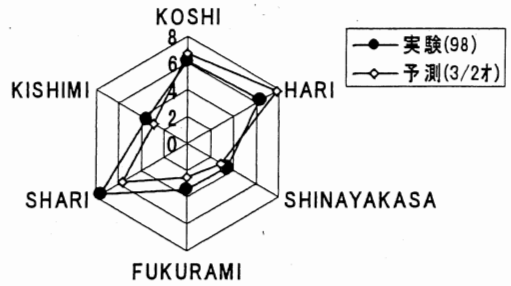
学習データをさらに変化させ、平、朱子(5枚)、ｵｯｸｽ(4/2)の３つの組織の風合い値を教師データとして学習させたネットワークによる未学習組織である綾(2/2)、ｵｯｸｽ(2/2)、ｵｯｸｽ(3/2)の組織の風合いの予測を試み、実験結果と比較して図12に示す。図12(a)は綾織(2/2)、図12(b)、(c)は、オックス(2/2)、オックス(3/2)の風合い値の予測結果である。なお、よこ糸密度は98本/ｲﾝﾁの場合である。その結果、綾織(2/2)は、実験による風合い値との一致精度は低く、特にSHARIについては実験値と大きく異なる結果と



(a)綾織(2/2)の風合い(密度98本/ｲﾝﾁ)



(b)オックス(2/2)の風合い(密度98本/ｲﾝﾁ)



(c)オックス(3/2)の風合い(密度98本/ｲﾝﾁ)

図12 ３組織の学習による風合い予測

なった。しかし、オックス(2/2)については、予測値と実験値は良く一致した。また、オックス(3/2)は実験値との一致精度は高くはないが、綾織(2/2)よりは予測値と実験値の誤差は小さい。

以上の結果から、学習データの数が多いほど、その予測精度および汎用性が高くなると考えられる。

つぎに、全データを学習したネットワークから、よこ糸密度がそれぞれ72、82、91本/ｲﾝﾁであり、平織の場合の各風合い値の予測結果を図13に示す。図３、図４からよこ糸密度が多いほど、KOSHI、HARIは大きくなり、SHINAYAKASAは小さくなる。予測値であるKOSHI、HARIは、72、82、91本/ｲﾝﾁの順に大きくなり、実験結果と同じ傾向であった。つぎに、実験値と予測値の位置関係についてよこ糸密度の大小の関係から検討すると、予想値がそのよこ糸密度の位置に、

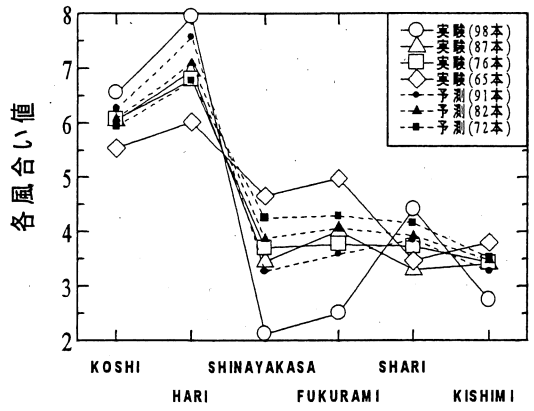


図13 よこ糸密度変化による風合い予測(平織)

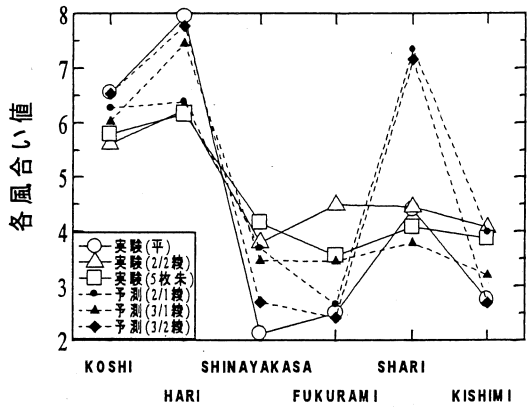


図14 組織変化による風合い予測
(よこ糸密度：98本/ｲﾝﾁ)

丁度当てはまっていない場合もあったが、比較的精度よく予測できた。

図14によこ糸密度が98本/ｲﾝﾁであり、組織が綾織(2/1)、綾織(3/1)、綾織(3/2)の場合の各風合い値の予測結果を示す。3.1から糸の屈曲が大きいほど、KOSHI、HARIは大きくなり、SHINAYAKASAは小さくなる傾向を示した。綾織(2/1)は、綾織(3/1)よりも糸の屈曲は大きく、糸の屈曲の程度から予測すれば、KOSHI、HARIは、綾織(3/1)、綾織(2/1)、平織の順に大きくなり、SHINAYAKASAは逆に小さくなることと考えられる。その結果、KOSHIはその予測通りに変化したが、HARI、SHINAYAKASAは、その予測とは異なった。また、SHARIについては、綾織(2/1)および綾織(3/2)は極めて大きな値を示し、実際の値とは大きく異なる結果と予想できる。

組織変更による風合い値の予測精度は、学習データである組織図の入力順序の工夫や学習データ数を多くすることにより、向上できると考えられるが、今後の課題である。

4 結 言

織物の企画設計段階で風合いを考慮した製品づくりが可能となるように、綿織物の規格と風合い値の関係について検討した。また、その規格から風合いを予測する手法として、組織図を学習データ、風合い値を教師データとして、ニューラルネットワークモデルにより学習させ、風合いの予測を試みた。

その結果、糸密度および組織により風合いは大きく変化し、織物規格と風合い値の関係が明らかになった。構築したニューラルネットワークモデルによる風合い予測の結果、学習データの数を増やすことにより、実験値に近い予測値を推定することができた。今後は、学習データ数をさらに増やすことにより、精度の向上および汎用性が高まるものと期待できる。

参考文献

1) 川端季雄、丹羽雅子；繊維機械学会誌、33、P164 (1980).
2) 川端季雄、丹羽雅子；繊維機械学会誌、37、T113 (1984).
3) 藤吉弘亘他3名；電子情報通信学会論文誌、J80-D-Ⅱ、No.6、P1627.
4) 小路祐吉他2名；電子情報通信学会論文誌、J78-D-Ⅱ、No.4、P589.

「ヒューズ型バネ素材の研究開発」

ナイロンおよびアラミド織物強化ゴム系複合材料の機械的強度

藤田浩行*、山口幸一、仙崎俊明、佐伯光哉、平瀬龍二、小紫和彦、瀬川芳孝、古谷 稔
＊企画情報部

要旨　マトリックスに天然ゴム、強化繊維としてナイロン織物、アラミド織物を用いて複合材料を作成し、それらの機械的強度について各素材および強化織物の組織による影響について検討した。その結果、強化織物の組織は静的強度に大きな影響を与え、変形方向により異なることがわかった。また、衝撃試験による試料の破壊形態は、ナイロンとアラミドの試料間で大きく異なり、繊維の弾性率および接着性などが大きく影響していると考えられた。また、損傷面積当たりのエネルギー吸収は、Aramid/NRよりもNylon/NRの方が優れていた。

1　緒　言

織物強化ゴム系複合材料の機械的強度は、それを構成する強化織物およびゴムの特性、さらには両者の界面特性により大きく変化する。また、織物とゴムを幾重にも積層したヒューズ型バネ素材は、落橋防止壁用の緩衝材や橋梁用ゴム支承材などの用途展開が期待できるが、それには要求性能に応じた衝撃吸収性能およびバネ剛性が必要であり、その性能を満たす最適な材料および構造を知ることが重要である。例えば、強化織物の素材および組織の変化により、その特性は変化すると考えられることから、両者の関係を把握することは材料設計において不可欠である。

本研究では、マトリックスは天然ゴム１種類、強化織物にナイロンおよびアラミド織物を用いて織物強化ゴム系複合材料を作成し、強化織物の特性が複合材料の静的強度および衝撃吸収性能に与える影響について検討したので報告する。

2　実験方法

2．1 実験試料

作成した実験試料は、表１に示す３種類の複合材料である。Nylon/NRは、ナイロン平織物１層と天然ゴム(NR)２層より構成され、厚みは約１mmである。Aramid(P)/NRは、アラミド平織物１層とNR２層、Aramid(S)/NRは、アラミド朱子織物１層とNR２層から構成されている。厚みは両者とも約１mmである。アラミド織物は接着性改善のため、RFL処理したものを用いた。なお、２種類のアラミド織物は、密度および番手は同一であり、組織のみが異なる織物である。

2．2 引張試験

作成した実験試料は、たて糸方向を基準として0、15、30、45度方向にそれぞれダンベル状に切り出し、引張試験用試料とした。

表１　実験試料

	ﾏﾄﾘｯｸｽ	強化繊維
Nylon/NR	天然ゴム	ナイロン平織物
Aramid(P)/NR	天然ゴム	アラミド平織物
Aramid(S)/NR	天然ゴム	アラミド朱子織物

2．3　衝撃試験

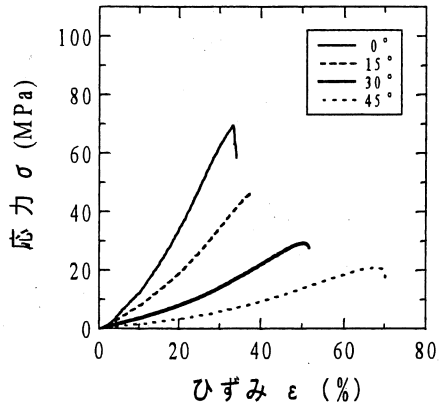
衝撃試験に用いた試験機は、（株）島津製作所製の油圧アクチュエータ式衝撃試験機（HTM-10k N）である。衝撃試験の評価項目としては、最大荷重、最大荷重を示した変位および吸収エネルギーの３つとした。ポンチの貫通速度は、2、5、10m/sの３条件とした。試験は各条件につき７回行った。

3　実験結果および考察

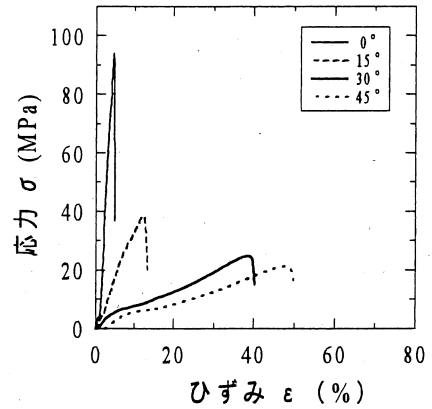
3．1　引張試験

図１(a)にNylon/NR、図１(b)にAramid(P)/NRの変形方向の応力-ひずみ曲線を示す。０度方向は、たて糸方向に引張った場合の結果であるが、Aramid(P)/NRは、Nylon/NRと比較して破壊強度が大きく、破断ひずみは小さくなり、アラミド繊維の高強度・高弾性率の特徴が強く表れた結果を示した。また、変形角度が大きくなるにしたがい、両者ともその弾性率は低下し、破断ひずみは大きくなったが、Nylon/NRの方が破断ひずみは大きくなっているのが確認できる。

弾性率および破断ひずみの変形方向による変化率つまり異方性は、Nylon/NRの方が明らかに小さい。45度方向にNylon/NRおよびAramid(P)/NRを引張った場合の応力-ひずみ曲線を図２に重ねて示す。また、図３に図２の微分弾性率曲線を示す。Nylon/NRは、ひずみが大きくなるにしたがい、弾性率も増加しており、ナイロン繊維とゴムが強く接着されていることが考えられる。一方、Aramid(P)/NRは数%のひずみにおいて弾性率が急激に上昇して最大値を示し、



(a) Nylon/NR



(b) Aramid(P)/NR

図１　応力-ひずみ曲線の異方性

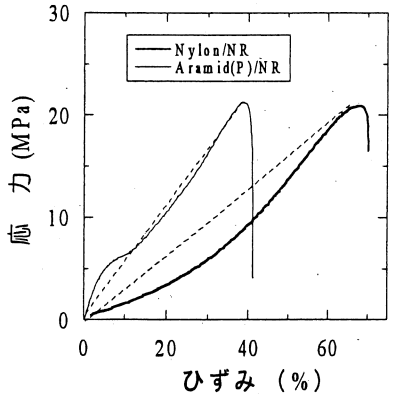


図２　45度方向の応力-ひずみ曲線

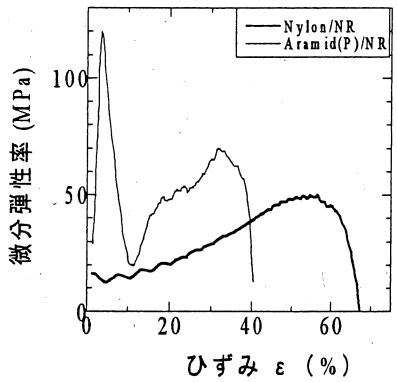


図３　45度方向の微分弾性率曲線

表２ Aramid/NRの破壊強度および破断ひずみ

角度	0°		15°		30°		− 45°	
組織	平	朱	平	朱	平	朱	平	朱
σ_b(MPa)	90.2	97.1	40.6	37.2	25.0	16.6	21.3	13.4
ε_b(%)	4.9	5.4	11.2	9.2	40.4	29.2	42.9	40.3

その後、急激に低下している。初期ひずみにおいては、アラミド繊維の高弾性率の影響を受け、急激に増加しているが、アラミド繊維とゴムの接着力が弱いため、ひずみが約５%程度で界面がはく離し、一気に弾性率が低下したと考えられる。

つぎに織組織が強度に与える影響について検討する。表２にAramid/NRの破壊強度σ_bおよび破断ひずみε_bについてその変形角度とアラミド織物の組織との関係について示す。その結果、たて糸方向に引張った場合は、朱子織の方が破壊強度は大きくなったが、15度以上の角度では平織の複合材料の方が破壊強度は大きくなった。45度においては、Aramid(P)/NRの方がAramid(S)/NRよりも約1.6倍の強度を有した。以上の要因として、引張過程における織物のせん断剛性の差が表れた結果と考えられる。平織は糸の屈曲が大きいために、糸の交差部での接触圧力が朱子織よりも高く、糸が動きにくい構造である。つまり、両者の繊維とゴムとの接着力が同じであれば、せん断変形において朱子織の方が糸がルーズになるため、繊維とゴムとの界面ではく離が起こりやすく、そのため強度が大きく異なる結果を示したと予想される。

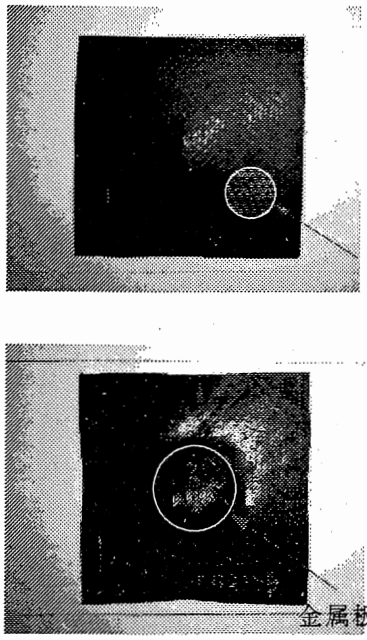
３．２　衝撃試験

衝撃試験では、中央に穴の空いた金属板２枚で試料を挟み込み、ポンチにより貫通させたときのポンチに加わる荷重と変位を求める。表３に衝撃試験の実験成功率を示す。実験の不成功というのは、ポンチが試料を貫通するときに、ポンチとともに金属板から試料が抜け出してしまう場合のことである。Nylon/NRについては、全ての条件で貫通したが、アラミド織物の場合、貫通速度が２(m/s)の場合については成功率は100%であったが、５、10(m/s)と速度が上

表３　衝撃試験の成功率

速度(m/s)	2	5	10
Nylon/NR	100	100	100
Aramid(P)/NR	100	28.6	14.3
Aramid(S)/NR	100	100	0.0

※ 単位 ： %



(a) Nylon/NR
(b) Aramid(P)/NR

図４　衝撃試験による破壊後試料

がるにつれて、成功率が低下する傾向を示した。また、平織と朱子織とでは実験成功率が異っていることから、織組織により荷重が負荷されるメカニズムも異なることが考えられる。図４に衝撃試験後の試料を示す。Nylon/NRは、たて糸方向のみの亀裂であるが、Aramid(P)/NRはポンチの直径範囲だけでなく、その周辺も破壊している様子が確認できる。この破壊形態は、ナイロンとアラミド繊維の弾性率およびNRとの接着性に大きく影響されたものと考えられる。

図５にNylon/NRの荷重－変位曲線を示す。速度の増加にしたがい、最大荷重および変位とも大きくなっている。したがって吸収エネルギーも増加した。図６に、衝撃速度が2m/sの場合の３種類の試料の荷重-変位曲線を示す。Nylon/NRの方がAramid/NRよりも変位は大きくなったため、若干吸収エネルギーは増加したが、大差はなかった。しかし、損傷面積は、Nylon/NRの方が小さいので、単位面積当たりの吸収エネルギー量はNylon/NRの方が大きくなった。この貫通式の衝撃試験の場合、図４のように試料の境界条件の影響を大きく受けることから、試験を行うにあたっての工夫が必要である。

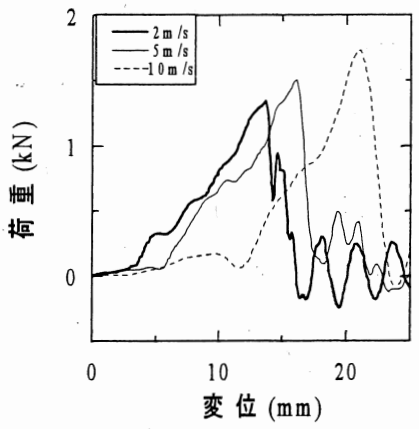


図５　Nylon/NRの衝撃試験による荷重-変位曲線

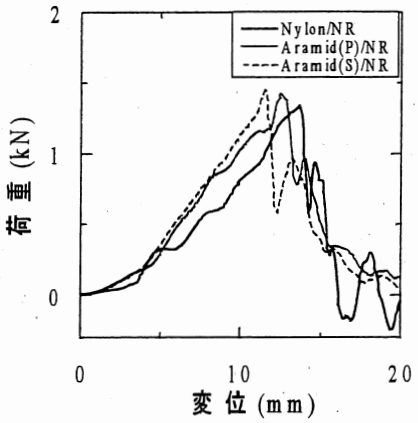


図６　強化織物と荷重-変位曲線
(速度:2m/s)

４　結　　論

マトリックスとして天然ゴム、強化繊維としてナイロン織物、アラミド織物を用いて複合材料を作成し、それらの機械的強度について各素材および強化織物の組織による影響について検討した。その結果、平織と朱子織の試料とで変形方向により静的強度が大きく異なった。また、衝撃試験による試料の破壊形態は、ナイロンとアラミドの試料間で大きく異なった。これは、繊維の弾性率および繊維とゴムの接着性などが大きく影響していると考えられた。エネルギー吸収量については各試料間での差はあまり見られなかったが、損傷面積当たりのエネルギー吸収は、Nylon/NRが優れていた。

本研究は平成11、12年度の中小企業創造基盤技術研究事業において実施した研究成果であり、シバタ工業（株）と共同で行った。関係各位に感謝いたします。

加工縮みに及ぼす製織時のたて糸張力の影響

瀬川芳孝，竹内茂樹，長谷川勝

要旨　仕上加工において織物がたて方向に縮むという加工縮みと、製織時のたて糸張力つまり織機の回転数との関係について検討した結果、今回実験に用いた規格の織物では次のことがわかった。① 回転数と加工縮みには相関があり、800回転/min.以上になると加工縮み率が５％以上となる。② シルケット上がり時には生機よりも伸び、その伸び率は、回転数が下がるほど大きくなる。③ 生機の洗濯収縮は、回転数と相関があり回転数が上がると大きくなる。しかし、仕上加工することによって加工別の洗濯収縮差はなくなる。④ 生機のたて糸織り縮みは、回転数が上がるほど小さくなり、たて糸が強く引っ張られていることが実証できる。⑤ 織物の厚みは、仕上加工することによって生機よりも約６％薄くなるが、回転数が異なっても大差はない。

１　緒　言

本来織物は、柔軟性やシャリ感など機能性を付与させたり洗濯しても縮まないなど、織物品質基準に適合させるために織物製造の最終工程で仕上加工が施されている。当然、仕上加工では、加工液中を通すため織物は収縮を起こし短くなる。近年、このたて方向の収縮が非常に大きくなり、織物が規定の長さより短く仕上がる現象が多く発生している。

原因を調査したところ、高速織機に原因があることがわかった。高速織機は、よこ糸の打ち込み速さ、つまり回転数が毎分800～900回転と従来の織機に比べて多く、この回転数と比例してたて糸張力も大きくしなければ織れない。したがって、たて糸を強く引っ張ってたて糸にゆとりがない状態で織物を織っているため、仕上加工することによって、そのたて糸が収縮し、織物がたて方向により一層大きく収縮すると考えられる。

そこで、たて糸張力、つまり織機の回転数と加工縮みの関係を解明するため、織機の回転数のみを変化させて同一規格の織物を試織し、それを同一条件で仕上加工して加工縮みを検討した。併せて数種類の織物物性も測定し、物性値からも加工縮みを評価した。

２　実験方法

２．１　試験織物の試織

試験織物は、たて･よこ共に綿100％、50番手単糸を用い、たて糸総本数5,850本を約600ｍ準備し、組織は平組織、密度は加工仕上がりで、たて130本/ｲﾝﾁ、よこ80本/ｲﾝﾁの条件を一定として、織機の回転数のみを毎分610、690、814回転の３条件でそれぞれ約200ｍ試織した。織機は同一機種を用い、610回転と690回転はＡ織布工場、814回転はＢ織布工場である。なお、柄はたて３色よこ晒のストライプ柄である。

２．２　織物の仕上加工

回転数を変えて織った３種類の織物をそれぞれ20ｍずつ連続縫合し、毛焼き－糊抜き－シルケット－サンフォライズ加工を行った。

２．３　織物物性の測定

(1) 加工縮み率

回転数を変えて織った３種類の生機にそれぞれたて方向に１ｍ間隔のマーキングを付け、2.2の仕上加工後に計測して加工縮み率を算出した。

(2) シルケット伸び率

2.2の仕上加工途中にあるシルケット後において、マーキングした１ｍ間隔を計測してシルケット伸び率を算出した。

(3) 寸法変化率（収縮率）

JIS L 1096 8.64 F-3 ワッシャー法で試験した。

(4) 織り縮み率

JIS L 1096 8.7 に基づき、引張試験機((株)島

津製作所製オートグラフAG-1000B型）を用い試験した。つかみ間隔は、織物上に印した50cmである。

(5) 織物厚さ

風合い計測システム（KES FB-AU：カトーテック(株)製）の圧縮試験機を用いて測定した。

(6) 密度

JIS L 1096 8.6 に基づき測定した。

(7) 織物幅

JIS L 1096 8.2 に基づき測定した。

(8) 風合い

風合い計測システム（KES FB-AU：カトーテック(株)製）を用いて、引張り、せん断、曲げの３項目を計測した。

3　結果と考察

織物は、織っただけでは実用衣料には使えない。これは、たて糸に製織性を高めるための糊が付いていて非常に硬かったり、洗濯すると大きく縮んだり、また光沢性や柔軟性などの機能性が付与されていないためである。そこで、洗濯で縮まなくするとか、涼しげなシャリ感や光沢を与えるとか、柔軟性や撥水性などの機能性を付与するために「仕上加工」という工程が必要となってくる。この仕上加工は、機能性の付与は勿論、設計どおりの規格に仕上げ、しかも織物品質基準に適合させなければならない。織物は、色や柄、織り組織、素材、糸番手、織物密度等を企画設計して作られるが、このうち織物密度は、加工を溶液中で行うことや防縮加工もするため生機よりも増え、特によこ密度の増え方が大きい。つまり、よこ密度が増えるということは織物のたて方向が短くなるということである。したがって、仕上加工場には５%程度の収縮を見込んで長目に生機が入荷されている。

最近、それにもかかわらず、この仕上加工によって規定の長さに仕上がらないことが多くなっている。つまり、加工縮みが大きくなり加工短となるクレームが多発しているものである。この原因には、織機の高速化が起因していると考えられる。高速化するには、たて糸の張力を高くしないと対応できないため、たて糸を通常より強く引っ張って織っている。したがって、たて糸に余裕がなくなり仕上加工によって、織物のたて方向がより大きく収縮するものと思われる。

表１に今回試験に使用した生機の織り上がり規格を示した。密度は、加工仕上がりで130×80本/ｲﾝﾁとしているため、加工縮みを見込んで生機では約120×80本/ｲﾝﾁで織り上げた。ただ、回転数814回転で織ったものだけが121×78本/ｲﾝﾁとなり、たて密度では１本、よこ密度では２本異なった。また、814回転の織物の織り幅では約2.3cm狭く織り上がり、厚みは、３種類の織物ともほぼ0.20mmと変わらなかった。

表１　生機の織り上がり規格

回転数(回/min.)	610	690	814
密度(本/ｲﾝﾁ)	120×80	120×80	121×78
織り幅(cm)	123.2	123.5	121.0
厚　み(mm)	0.201	0.199	0.199

仕上加工は、回転数の異なる３種類の織物を連続縫合して同一条件で加工し、加工縮みの他各種物性を測定した。なお、仕上加工は３回行って加工ごとのばらつきも検討した。

図１に回転数の違いによる織物の加工縮み率を加工別に示した。これによると回転数と加工縮み率には明らかに相関があり、回転数が上がるほど加工縮みが大きくなる。610回転と690回転は、加工縮みに大差はないが814回転となると極端に大きく加工縮みを生じ、加工No.１においては６%も収縮する。ここで、814回転で織った織物のよこ密度

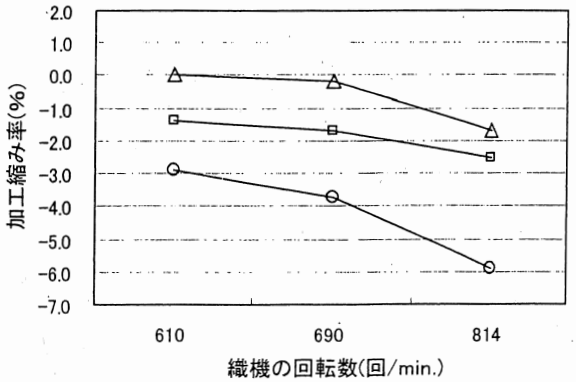


図１　織機の回転数と加工縮みの関係

を加工別に見ると、加工縮み率の大きいものから順に82本/ｲﾝﾁ(加工No.1)、79本/ｲﾝﾁ(加工No.2)、78本/ｲﾝﾁ(加工No.3)となっており、加工縮みが大きくなるからといって加工No.3やNo.2のように余り引っ張りすぎると規格のよこ密度80本/ｲﾝﾁに満たなくなる。今回試験した規格の織物では、よこ密度を合わすのであれば加工縮みは４％程度にとどめなければならない。610回転と690回転に大差がなかったことは、後述する生機の物性値から推察されたとおりとなった。また、この中で加工の種類によって加工縮みにばらつきが生じ、814回転では２～６％、690回転では０～４％、610回転では０～３％の範囲となった。これは、仕上加工工程中にあるシルケット加工の条件に大きく影響していることがわかった。

そこで、図２にシルケット伸び率を回転数と加工別に示した。シルケット加工は、綿にアルカリ剤を処理して緊張を与えることから、織物は伸びることになる。この伸び率は、回転数の少ない織物ほどよく伸び、回転数を上げて織った織物ほど伸びない。この現象が仕上加工後の加工縮みに反映しており、図１のごとく、高速回転で織るほど加工縮みが大きくなっている。加工別に見ても、加工No.3は、No.1やNo.2に比べてシルケット加工において、よく引っ張られてよく伸びているため、図１で示す加工縮みが全ての回転数において小さいことがわかる。全般的に見て、織機の回転数と比例しており、高速で織った織物は、シルケット加工による伸び率が小さくて加工縮みが大きいことが言える。

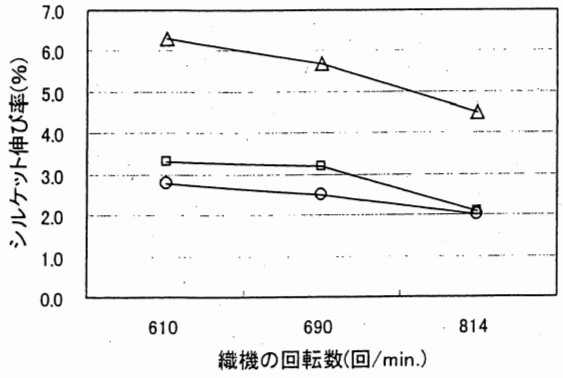


図2 織機の回転数とシルケット伸びの関係

以上の評価から、加工縮みを小さくして加工短のクレームをなくすには、シルケット加工において、高い張力を掛けて強く引っ張ればよいことになるが、余り引っ張りすぎると織物の長さは基準には合格するが、仕上がり織物のよこ糸密度が規格より少なくなり、また、これが織物の風合いやスリップ性、織物物性等に影響を与えてくる。したがって、現在の仕上加工場では、高い加工技術を蓄積しており、あらゆる条件で仕上加工ができるが、織物の品質基準との兼ね合いや、よい風合い、よい品質の織物を作るには、織物企画の段階からどんな素材を使うのか、どんな組織なのか、どんな用途に使うのか、織機は何か、織機の回転数は如何ほどか等、詳細に検討する必要がある。

次に、今までに述べた回転数と加工縮みの関係を生機や加工布の物性値に基づいて検討した。寸法変化率は、今までは収縮率と呼ばれ洗濯による織物の収縮を表す。図３に生機と加工布の収縮率を織機の回転数と加工別に示した。

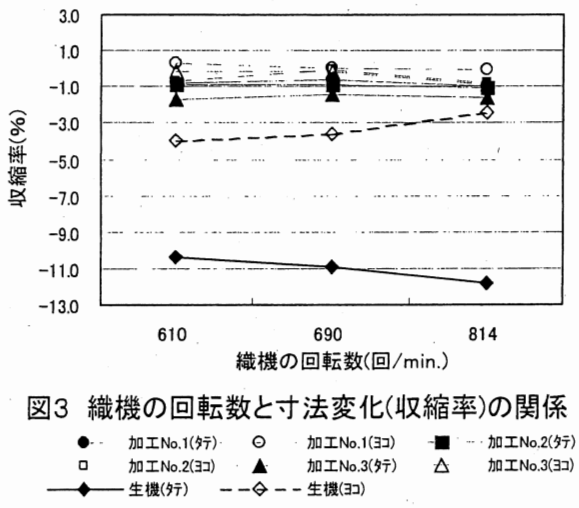


図3 織機の回転数と寸法変化(収縮率)の関係

生機の収縮率の値は、防縮加工も施していないためよく収縮し、たて約10～12%、よこ約２～４%収縮する。この収縮率の大きさは、たて･よこが逆になり、たてがよく収縮すると、よこは余り収縮しない。今回の試験目的は、たて収縮が問題であるため回転数別に見ると、回転数が多くなるほどたて収縮率は大きくなり、814回転の織物では、約12%と大きく収縮する。この収縮率試験は、生機を洗濯液に入ることにより糸に加わっていた緊張が一挙に崩れて収縮し、その値は緊張力の大小

に関係すると考えられる。このことから、814回転で織った織物は、たて糸が強く引っ張られていたことが推察できる。加工布の収縮率は、加工No.3のたてを除き播州織物品質基準値の±１％以下（F-3法、サンフォライズ加工品）に入っている。加工No.3は、前述のとおりシルケット時に強い張力で引っ張った経緯があり、収縮は止めにくいことがわかる。

図４に生機と各加工布の織り縮み率を示した。織り縮み率とは、織物になったとき、たて糸、よこ糸によって波状の屈曲が生じ、この波状の大きさのことで、大きいほど織り縮み率が大きく、糸がよりたるんで入っていることである。生機のたて糸の織り縮み率は、610回転、690回転の織物で約８％に対して、814回転では約6.5％と小さな値となり、814回転は、たて糸に大きな張力が掛かって、より一層張った状態で入っていることがこの物性値でもわかる。また、610回転と690回転の織物に大差がないのは生機の織り上がり規格や収縮率の値などからも推察できた。一方、たて･よこの関係は、収縮率と同様たて･よこが逆になっている。加工布のたて糸織り縮み率は、加工No.3が約7.5％、No.1、No.2は約９％であり回転数に関係なくほぼ一定となり、むしろ加工別に差が生じた。回転数に関係なく織り縮み率が生機よりも均一化したことは、814回転の織物が大きく収縮したことを意味する。また、加工No.3の織物のみが、たて糸の織り縮みが小さいことは、強い張力で加工されていることがわかる。この織り縮みの評価からも高速

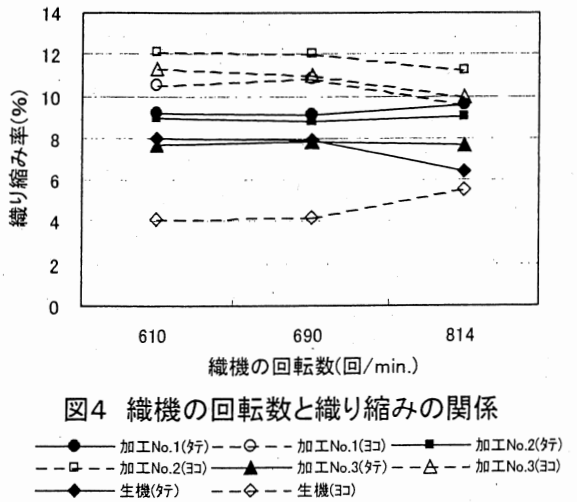


図4　織機の回転数と織り縮みの関係

回転で織った織物は、加工縮みが大きくなることが裏付けられた。

図５に織物の厚みを示した。織物の厚みは、仕上加工することによって生機より薄くなることがわかる。生機は、約0.20mmで仕上加工すると、約0.18～0.19mmに薄くなる。これは、シルケット加工やサンフォライズ加工などを行って付加価値を高め、織物の表面が均一化され整えられているためである。この厚み変化は、回転数によって有意差はないが仕上加工によって差が現れ、この中でも加工No.3が最も薄くなっている。これは、加工縮みが最も小さい織物であり、シルケット加工において強く引っ張ったためと考えられる。

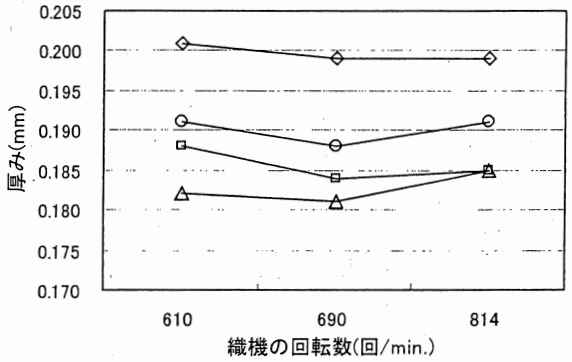


図5　織機の回転数と織物の厚みの関係

また、この織物の厚みと風合いの関係を調べるため、加工別に風合い項目にある引張り、せん断、曲げの３項目を測定したが、この程度の厚みの差や現状の加工条件の違いでは相関を示す値は得られなかった。

４　結　語

今回試験した織物においては、製織時のたて糸張力、つまり織機の回転数が加工縮みに大きく影響していることがわかった。回転数を上げて織った織物は、たて糸張力が大きくなり、仕上加工することによって収縮が大きく、織物のたて方向が規格より短くなる、すなわち加工短と言うクレームになるものである。これは、加工縮み率を測定する以前に、生機のたて糸織り縮み率などの物性値からも織機の回転数と加工縮みの関係は推察できた。これを防ぐにはシルケット加工時に強く伸

張させておけば加工縮みは小さくなることともわかったが、あまり伸張させ過ぎると織物の規格が設計どおりの基準に合わなくなったり、スリップ性や織物物性等に影響を与え、織物の品質低下を招くことになる。したがって、織物企画の段階で用途、素材、精練漂白・染色法、たて糸準備、組織、織機の種類・回転数など詳細に検討を重ね、準備工程から最終の仕上加工工程まで各工程ごとに最善の注意が必要と考える。

今回問題となった加工縮みに関して、織機の回転数が毎分800回転など超高速織機で織った織物は、加工縮みが大きくなるため、より一層よこ糸密度を粗にして製織し、その分長い目の生機を加工するなどの対策が必要となってくる。

なお、本試験は、加工技術委員会と共同で実施したものであり、委員の方々に厚くお礼申し上げます。

染色排水の着色の軽減に関する研究

礒野禎三・杉本　太・長谷川勝

要旨　播州織用綿糸の染色は、排水の着色が大きな問題となっている。そこで、着色を軽減するための研究を行ってきた。今年度は、11 年度に引き続いてプレスチーズ染色技術の改善による排水の着色軽減に向けての検討を行うと共に、河川の着色状態の把握を行った。その結果、プレスチーズ染色技術については、チーズの内中外の物性の差の解消に向けて検討を行ったが、機械的な張力のコントロールでは完全に解消することができなかった。また、河川の着色状態は生活排水や他の工場排水及び加古川本流や野間川等の合流の影響についても検討を行わなくてはならないが、あまり下流まで染色工場の排水が影響を与えていないと考えられた。

1．　はじめに

水質汚濁防止法が昭和 45 年に制定され、それ以来、国や地方自治体の排出基準の強化に伴って、各事業所は処理施設、附属機器などの新設、増設を行い、COD、BOD 等については基準をクリアするようになった。しかし、近年水質保全がさらに強く要望され、平成 5 年 12 月には政令等改正により基準強化や項目の追加などがなされた。染色排水については、着色は規制されていないが、昭和 52 年の川崎市公害防止条例で色汚染度の許容限度が規定され、また平成 6 年 4 月から和歌山市において排水の色規制が行われている。兵庫県下の繊維産業においても、着色の軽減を早急に検討する必要がある。そこで、浴比を下げることにより排出する染料量を削減できるプレスチーズ染色技術について研究を行ってきた[1)]。

今年度は、平成 11 年度に引き続いてプレスチーズ染色技術による排水の着色軽減に向けての検討を行うと共に、河川の着色状態の把握を行った。

2．　実験方法

2．1　プレスチーズ染色

2．1．2　準備

綿糸としては、龍田紡績(株)製綿コーマ 20 番手単糸金龍鹿を用い、ボビンとしては、大阪ボビン(株)製の約 85mm まで圧縮できる L 型プレスボビンを用いた。ソフト巻は、(株)神津製作所製 SSP-68SE 型プレシジョンワインダーを用いて行った。

1 回の実験にチーズ 3 個を使用し、1 個毎に予備圧縮した後、3 個をまとめて圧縮した。

2．1．2　精練漂白・染色・乾燥

染色機としては、(株)ニツセン製 4RP-MV 型高温高圧ラピッド染色機を用い、常法による過酸化水素を用いた精練漂白を行った後、以下の処方により染色を行った。なおチーズ 1 個当たりの流量は 0.7L/min とした。

染色処方

Sumifix Supra Yellow 3RF 150%	1.0% o.w.f.
Sumifix Supra Red 3BF 150%	0.3% o.w.f.
Sumifix Supra Navy Blue BF	0.7% o.w.f.

染色後、常法によるソーピング及びオイリングを行った。

乾燥は、(株)ニツセン製 4LDP-R 型高温高圧チーズ乾燥機を用いて 90℃で行った。

2．1．3　測定

乾燥後、チーズ 3 個の内・中・外層の 3 部位(計 9 箇所)から試料を採取し、測色及び引張試験を行った。

測色は、台紙に 4 層に巻き、Macbeth 製 COLOR-EYE 7000 型測色機を用いて行った。引張試験は、2 回リワインドを行った後、敷島紡績(株)製 ST-2000 型全自動単糸強力試験機を用いて行った。

2．2　河川の着色

2．2．1　河川水の採取

図 1 に示すように、杉原川の上流から加古川の瀬戸内海に注ぐ河口までの 12 箇所の橋で採取した。採取は年間の変動を把握するために、2、6、9、11 月の 4 回工場排水の影響が安定すると考えられる週の後半で、降雨から 3 日以上経過した後の昼間に行った。

2．2．2　着色度の測定

着色度の測定は、三好らの提案した方法[2)]

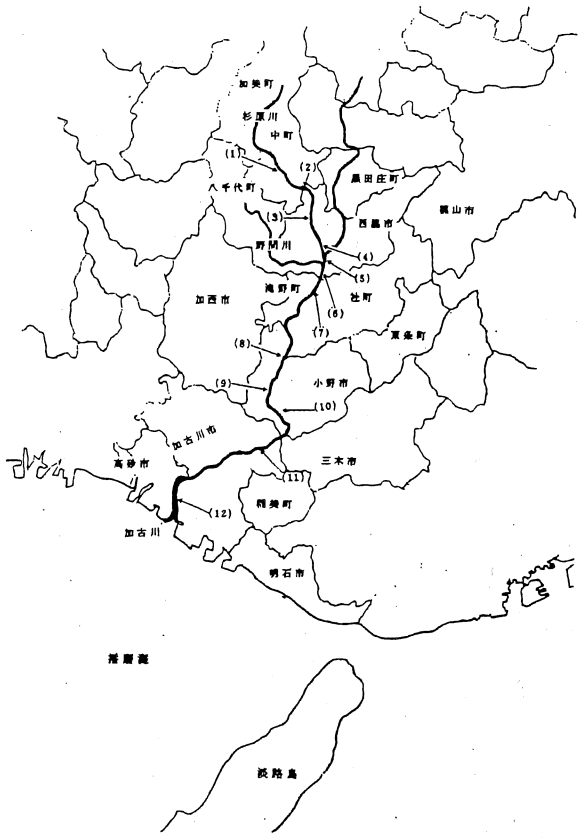


図1　河川水の採取地点

(1) 加都良橋，(2) 羽山橋，(3) 春日橋，(4) 西脇大橋，(5) 野村橋，(6) 板波橋，(7) 闘竜灘，(8) 新大河橋，(9) 粟田橋，(10) 大住橋，(11) 上荘橋，(12) 相生橋

に基づいて、No.5C の濾紙で濾過した後、日本電色工業(株)製NDR－2000型着色度計を用いて測定した。

3．　結果及び考察

3．1　プレスチーズ染色

平成１１年度の結果に基づいて、外層の物性差の解消について検討を行った。チーズの物性の内外差は、張力変化に大きく影響されるため、ワインド数を 1.293 とし、表1に示す3条件でソフト巻を行った。

表1 ソフト巻条件

条件	張力(cN)		漸減率
	巻始め	巻終わり	
A	27	14	1.9
B	28	8	3.5
C	13	7	1.9

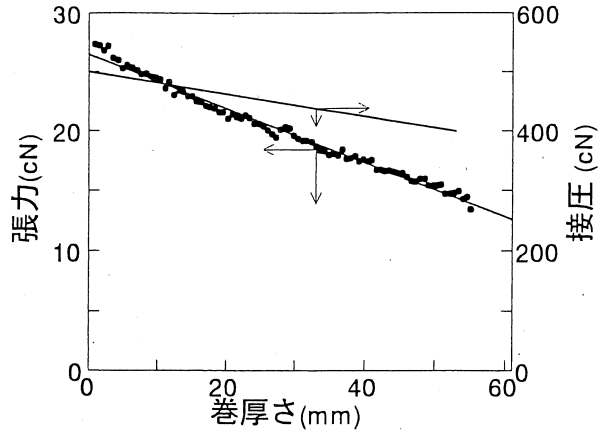


図2 ソフト巻時の張力と接圧の変化(条件 A)

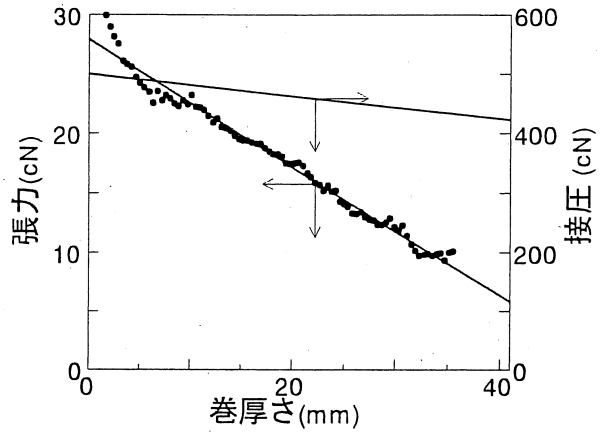


図3 ソフト巻時の張力と接圧の変化(条件 B)

ソフト巻時の張力と接圧の変化を図2～4に示すが、巻厚さに対して直線的に変化させることができている。なお、漸減率 3.5 と巻終わりの張力 7～8cN は使用したワインダーの機構上限界の値で、これ以上の漸減率とこれ以下の巻終わり張力は設定できなかった。

チーズは 44%圧縮して、染色を行った。色彩のばらつき(標準偏差)は、最大でも色差 0.32 であり問題は無かった。

図5～7に応力－歪み曲線(S-S 曲線)を示す。条件 A では、内中層の S-S 曲線はよく一致しているが、外層の S-S 曲線が大きく異なっている。漸減率を大きくした条件 B においては、内外の差は小さくなっているが、差を解消することができていない。張力を小さくした条件 C は、条件 B より内中外の差が大きい。今回の実験条件で最も良い結果が得られた条件 B は、今回用いたソフトワインダーの限界であり機械的な機構ではこれ以上改善することが非常に困難である。このため、コンピューターコントロール等について検討する必要があると考

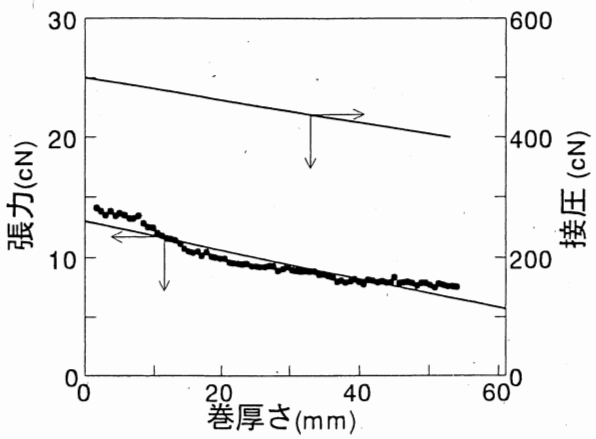


図4 ソフト巻時の張力と接圧の変化(条件 C)

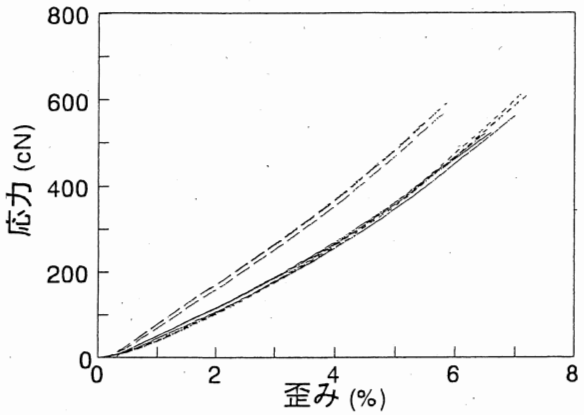


図5 応力－歪み曲線(条件 A)
内層:(————), 中層:(--------),
外層:(－－－－).

えられる。

3．2　河川の着色

杉原川・加古川水系の表流水の着色度を、染色工場の排水が流入しない上流部から河口部までの 12 箇所の橋で採水し着色度を測定した。

その結果を図 8 に示すが、流入する染色工場数が増えるに連れて着色度は高くなり、5 工場の淡排水が一度に流入する西脇大橋とその下流の野村橋で最も高い値を示した。西脇大橋については排水口と接近しており、着色排水が河川水と混合しながら流れているため、採水場所は一定にしていたが、大きなばらつきを示した。その後、板波橋もしくは滝野町の闘竜灘付近まで徐々に低下した。生活排水や他の工場排水及び加古川本流や野間川等の合流の影響についても検討を行わなくてはならないが、あまり下

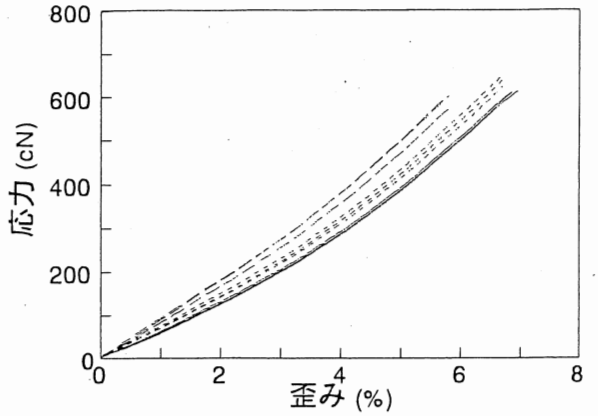


図6 応力－歪み曲線(条件 B)
内層:(————), 中層:(--------),
外層:(－－－－).

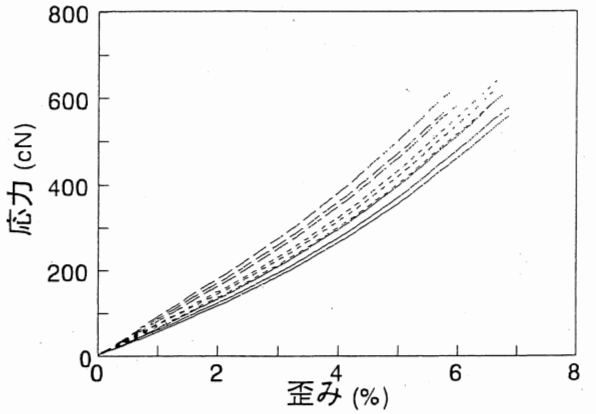


図7 応力－歪み曲線(条件 C)
内層:(————), 中層:(--------),
外層:(－－－－).

流まで染色工場の排水が影響を与えていないと考えられた。

4．　結　　論

染色工程の改善による排水の着色軽減については、超低浴比で染色が可能なプレスチーズ染色技術の改良を行っており、チーズ外層の物性差の解消に向けてソフト巻技術を検討した結果、かなり改善することができたが、今後コンピューターコントロール等を検討する必要がある。

杉原川・加古川水系の表流水の着色度を、染色工場の排水が流入しない上流部から河口部までの 12 箇所で採水し着色度を測定した結果、生活排水や他の工場排水及び加古川本流や野間川等の合流の影響についても検討を加えな

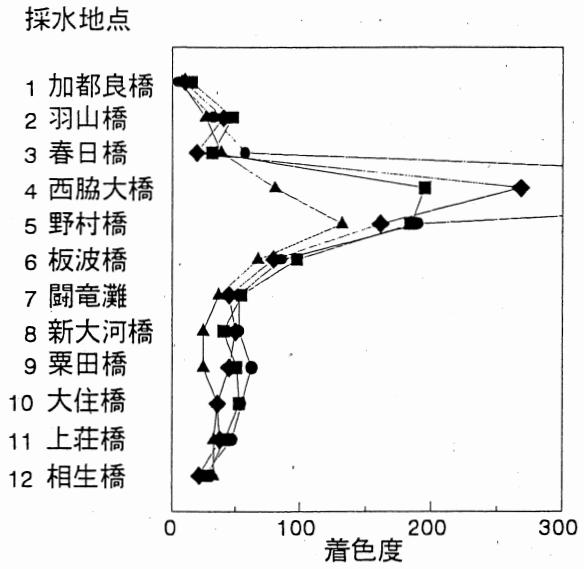


図８ 杉原・加古川水系の着色度

くてはならないが、あまり下流まで染色工場の排水が影響を与えていないと考えられた。

参 考 文 献

１）礒野禎三，杉本　太，長谷川勝，小紫和彦，兵庫県立工業技術センター繊維工業指導所研究報告，32，6(2000)
２）三好康彦，西井戸敏夫，山根輝夫，公害と対策，27，715(1991)

吸尽染色加工におけるカルシウムに起因する色斑の対策技術

杉本　太，礒野禎三，仙崎俊明

要旨　染色に対し色斑等の問題を起こすと考えられている塩類、特に、カルシウムについて取り上げ、カルシウムイオンが染色に与える影響等について検討した。また、実際の原綿糸や添付布帛中のカルシウム含量の分析を行い、素材の優劣から起こる色斑について検討し、水処理対策とともに素材面からの品質管理の対策を行う必要性を指摘した。

1　緒　言

染色加工における最近の関心事としては、用水の水質問題がある。つまり、用水の水質が悪化すると、染色時の色斑などが原因となるクレーム問題が起こり品質が低下する[1)]。したがって、安定した水質の用水を得るためには、原水の前処理の管理技術の向上や用水の高度化が必要となる。

そこで、染色に対し色斑等の問題を起こすと考えられている塩類、特に、カルシウムについて取り上げ、用水の分析ならびに素材中に含有するカルシウムイオンの分析結果から、カルシウムが染色に与える影響、可能性について検討した。また近年、綿花の生産地、年度によってカルシウム等の濃度が増加する傾向にあることが指摘されており[2)]、実際に原綿糸や綿、レーヨンおよびラミーなどの布帛中のカルシウムの分析を行い、素材の優劣から起こる色斑についても検討し、以下に報告する。

2　実　験

2．1　試料および試薬の調製

繊維試料(糸、布)として、原綿糸は、東洋紡績(株)の綿コーマ40番手単糸をかせ状にする。これを炭酸ナトリウム(1g/l)、非イオン界面活性剤(1g/l)、過酸化水素(10ml/l)およびメタケイ酸ナトリウム(3g/l)を含む水溶液中に浸漬し、100℃,40分間、精練･漂白を行う。処理後、湯洗、水洗を2回行い、風乾後、精練･漂白糸とした。精練･漂白糸を糸重量の約0.3%の硫酸に浸漬して室温下で30分間かき混ぜながら酸処理を行い、水洗(2回)して風乾後、酸処理糸とした。

綿布、レーヨン布には、JIS L0803(1998)に準拠した染色堅牢度試験用添付白布を用い、麻(ラミー)布は、(株)色染社の試験繊維白布を使用した。

なお、各試料の重量はJIS L0105(1998)に準拠し、試料を105±2℃の乾燥機中に放置し、15分間隔で試料の質量を測り、その前後の質量差が後の質量の0.1%以下の恒量に至らせた状態の絶乾重量値とし、カルシウムの定量値の算出に供した。

カルシウム(II)標準溶液(10mgCa/l)：キシダ化学製原子吸光分析用標準溶液(1000mgCa/l)5mlに、塩酸(1+11)5mlを加えて蒸留水で500mlとして調製し、これを適宜希釈して用いた。

塩化ストロンチウム溶液(2gSr/l)：特級塩化ストロンチウム($SrCl_2 \cdot 6H_2O$)6.09gを蒸留水に溶解し、1000mlとした。

炭酸カリウム溶液(20w/v%)：特級無水炭酸カリウム(K_2CO_3)200gを蒸留水に溶かし、1000mlとした。

硫酸(70%)：JIS L1030-2(1998)に準拠して調製した。

他の試薬は特級品または相当品を使用した。

沈殿の捕集には、ADVANTEC製のセルロース混合エステル型メンブランフィルター(孔径0.45μm)を用いた。

試水として、河川水、地下水および水道水は西脇市周辺で採水し、上記と同様のメンブランフィルターでろ過して使用した。

2．2　試料の前処理および分析操作[3)]

2.2.1　繊維の溶解のための前処理

原綿糸および綿、レーヨン等の布帛をそれぞれ約2g取り、絶乾重量を測定する。なお、原綿糸は絶乾重量を測定後、未処理糸の他に2.1の精練･漂白処理および酸処理を行う。測定した試料は70%硫酸を加えて加熱して完全に溶解した後、冷却し、メスフラスコで200mlとする。これより所定量を分取し、蒸留水で500mlに希釈後、10mol/lの水酸化ナトリウム溶液で中和(この場合のpHは8以上とする.)して検水を調製する。

2.2.2　カルシウムの分析操作

調製した検水に、共沈剤として塩化ストロンチウム溶液(2gSr/l)10mlと炭酸カリウム溶液(20w/v%)10mlを加え、室温で30分間撹拌し、カルシウムイオンを定量的に共沈させる。生成した沈殿物はメンブラン上に捕集する。この沈殿に硝酸(1+12)2mlを加え、室温で5分間浸漬溶解させた後、蒸留水で100mlとして原子吸光分析を行う。なお、用水中のカルシウムイオンの分析は、本操作のみを行った。

2．3　装置および測定条件

測定には、日立製180-50型原子吸光光度計を用い、燃料にはアセチレン(39.2kPa)、助燃ガスには空気(157kPa)を用いて波長422.7nmで測定した。

3　結果と考察

播州織産地では染色用水となる原水は、主に加古川、杉原川および野間川の表流水、伏流水や西脇市、多可郡内の地下水などである。そこで、年2回(2000年8月、12月)の原水(西脇市内で採水)中のカルシウムイオン濃度および硬度を測定した。結果を表1に示す。参考に水道水の結果も示した。カルシウム硬度は河川水の場合、30～80mg$CaCO_3$/l、地下水では60～100mg$CaCO_3$/lとなり、水質の変動が見られた。染色用水として使用可能な水質基準としては、全硬度で50mg/l以下などの数値[4]もあり、突発的にその許容値を超える値が見られた。

また、実際の染色工場の染色用水の処理工程を調査し、原水を処理後に採水して着色度や濁度を分析した結果を表2に示す。当産地内でよく行われている染色用水の前処理は、原水に硫酸アルミニウムやポリ塩化アルミニウム(PAC)等を加えて行う凝集沈殿処理や、活性炭やアンスラサイトなどによる吸着処理といったSS(懸濁物質)成分や着色成分を除去する方法が主体であり、表2に見られるように、着色度や濁度などは処理工程が進めば、その値は減少するが、硬度は余り変化しないことがわかった。実際、染色工場では用水対策として、金属イオン封鎖剤を精練･漂白や染色の各工程で加え、塩類による影響を抑えているが、上記にも示したように原水中のカルシウム濃度などが、突発的に染色可能な許容値を超える場合に、染色に対して問題を引き起こすのではないかと推察される。

一方、綿に含まれるカルシウムは通常400～800mg/kgであるが、表3のデータから綿花の生産地，年度によってカルシウム濃度が増加する傾向にあることが指摘されており[2]、本法を用いて、原綿糸中のカルシウムの定量を試みた。結果を表4に示す。綿糸中のカルシウム濃度は951mg/kgとなり、今回の測定結果からも、若干高い傾向が得られた。

またレーヨンやラミー等の各試料についても測定

表1　原水中のカルシウムイオンの分析結果

サンプル	採水場所	2000年8月 Ca濃度 (mg/l)	2000年8月 Ca硬度 (mg$CaCO_3$/l)	2000年12月 Ca濃度 (mg/l)	2000年12月 Ca硬度 (mg$CaCO_3$/l)
河川水	加古川(西脇市,新西脇大橋)	13.8	34.5	26.4	65.9
	杉原川(西脇市,春日橋)	16.5	41.1	30.8	76.9
地下水	西脇市内	22.7	56.5	39.2	98.0
水道水	西脇市内	12.2	30.4	25.4	63.5

表2　染色の用水処理における各工程処理水の分析結果

採水試料	原水	1	1+2	1+2+3
着色度	75	13	11	8
濁度(mg/l)	5.4	0.8	0.6	0.4
pH	7.1	7.1	7.0	7.3
Ca濃度(mg/l)	12.0	10.6	11.2	13.1
Ca硬度(mg$CaCO_3$/l)	30.0	26.5	27.9	32.8

1：凝集沈殿処理(硫酸アルミニウム+高分子凝集剤)，
2：吸着剤処理(アンスラサイト)，3：吸着剤処理(活性炭)，
着色度：希釈法[5]，濁度およびpH：JIS K0101 9.4,11(1998)

表3 原産地の違いによる綿中の不純物の量[2)]

産地	サンプル No.	綿中の不純物(mg/kg) Ca	Mg	Fe
ブラジル	1	2710	1120	310
	2	1690	740	82
コロンビア	1	540	330	12
	2	1100	810	250
ロシア	1	1730	990	120
	2	1890	1060	190
スーダン	1	790	620	89
	2	950	910	300

表4 繊維中のカルシウムの分析

試　料	カルシウム含量 (mg/kg)	変動係数* (%)
1) 原綿糸(40/1)	951	1.7
2) 1)の精練漂白糸	717	1.4
3) 2)の酸処理糸	320	1.4
4) 綿布(かなきん3号)	395	2.1
5) レーヨン布	458	1.1
6) ラミー布	144	3.5

*:n=5

を行った。結果を表4に示すように、約140～400 mg/kgの値が得られ、添付白布などは素材中のカルシウムなどの不純物が漂白処理などでかなり除去されていることが明らかとなった。

次に、原綿糸を精練･漂白処理および精練･漂白後に酸処理したものについて、カルシウムの分析を行った。結果を表4に示すように、精練･漂白処理で、カルシウムは原糸に比べ約25%の除去であったものが、酸処理を続いて行うことにより、原糸に対し約70%のカルシウムの除去が得られた。

染色に対する種々の影響を抑制するために、原水を硫酸アルミニウム、アンスラサイト、活性炭などによる処理や、イオン交換樹脂による軟水化処理などはよく行われているが、表4の結果より、各素材ごとにカルシウムなどの含有成分の変動等を考慮に入れた除去処理を行う必要がある。通常その対策としては、前記に示したように、金属封鎖剤を精練･漂白工程をはじめ、染色、ソーピング工程に渉って添加するなどのマスキング処理を行っているが、この場合、無機成分は浴中に存在しており、染料や染色処方、特に含金属染料や反応染料の中には被染物への染料の吸尽に与える影響が大きいという指摘もある。したがって、原水処理や染色時の用水の前処理だけでなく、精練･漂白工程の前後に素材の酸処理工程を数回行って共存成分を系外へ排出する方が、染色上望ましいと考えられる。なお、この場合、酸の素材に与える影響を見ながら処理後の十分な水洗処理や、素材表面の乾燥などを防ぐなどの注意をする必要がある。

4 結　論

原水と原水処理後の用水のカルシウムイオン濃度の現状調査をした結果、染色工場の用水処理としては、イオン交換などの軟水化処理は少なく、金属封鎖剤などでカルシウムイオンなどをマスキングしている処理が多かった。つまり、添加する金属封鎖剤の許容範囲の量のカルシウム等の硬度成分が原水に含有する場合に、色斑などのクレームが発生するものと考えられた。

一方、素材中のカルシウム含量を測定した結果、素材の種類によっては多量にカルシウムが含まれていることが判明し、たとえば輸入糸などロットによっては染色に対して悪影響を及ぼすことが考えられる。したがって、水処理対策だけでなく、素材面からの品質管理対策を行うことが必要である。

参考文献

1) 日本学術振興会染色加工第120委員会編，”新染色加工講座2(助剤･水)”，共立出版，東京，P.198(1972).
2) 山口一志，加工技術，**33**,539(1998).
3) 杉本　太，礒野禎三，小紫和彦，繊維学会誌，**57**,291(2001).
4) 用水廃水便覧編集委員会編，”用水廃水便覧(改訂二版)”，丸善，東京，P.24(1973).
5) 三好康彦，西井戸敏夫，山根輝夫，公害と対策，**27**,715(1991).

顕微ＦＴ－ＩＲ等を利用した繊維素材の分析技術

平瀬龍二、中野恵之、小紫和彦

要旨　FT-IR 装置（顕微装置付き）を用いて繊維製品などに付着、混入するクレーム原因物質の正確かつ簡便な分析方法を確立し、クレーム処理に活用することを目的として検討した。クレーム原因物質の形状および性状により、それぞれの場合に応じた分析手法を検討する必要があった。まず、繊維製品から原因物質を取り出すことが可能かどうかで場合分けを行った。物質が単体であるか取り出すことが可能な場合は、さらに物質の大きさにより場合分けを行った。汚染物質の取り出しが不可能な場合は、汚染された部分の面積の広さにより場合分けを行った。以上の４つの場合分けに対する分析手法を確立することにより、正確で迅速な分析を実現することができた。さらに、従来では測定不可能であった微小な物質の分析も可能となった。

1　緒　　言

異繊維および異物の混入による色違い、また製品に付着した汚れなどによるクレームは、混入繊維や物質および汚染物質を同定することで原因を解明できる場合が多い。これまでの分析方法としては、目視による判定、溶解法、元素分析および KBr 錠剤法による FT-IR 分析があった。しかし、分析に長時間を要する、判別が不可能な場合がある等の問題点があった。

本研究では、平成 11 年度に導入した FT-IR 装置（顕微装置付き）を用いて、クレーム原因物質などの正確かつ簡便な分析方法を確立し、クレーム処理に活用することを目的としている。

2　装置の仕様および構成

装置型式：Spectrum One FT-IR / Auto IMAGE 赤外顕微鏡（パーキンエルマー社製）

赤外本体部
- 測定範囲：7800 ～ 350 cm-1
- 最高分解能：0。5 cm-1
- 検出器：DTGS 検出器

付属装置
- 1 回反射ﾀﾞｲｱﾓﾝﾄﾞ ATR 測定装置
- 多重反射 ATR 測定装置
- 拡散反射測定装置

顕微部
- 測定方式：ATR、透過、反射
- 測定範囲：7800 ～ 700 cm-1
- 検出器：MCT 検出器
- 観察方式：CCD ｶﾒﾗによる観察

制御・解析装置
- PC ﾃﾞｰﾀｽﾃｰｼｮﾝ
- ｽﾍﾟｸﾄﾙﾗｲﾌﾞﾗﾘｰ（ ｻﾄﾞﾗｰﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽ）

3　実験

今回の検討では、FT-IR 装置本体部の付属装置である 1 回反射ﾀﾞｲｱﾓﾝﾄﾞ ATR 測定装置および顕微部の ATR 装置、透過装置を用いて分析を行った。

4　結果と考察

4．1　測定対象物質による分析手法の場合分け

繊維製品を汚染している微小な原因物質などの測定対象物質はさまざまな形態をとっている。例えば、微細な繊維、粉末などである場合や、繊維表面へ付着した粒子状、液状、粘着性物質である場合がある。したがって、それぞれの場合に応じた分析手法を検討する必要がある。分析手法の主な場合分けを図１に示す。

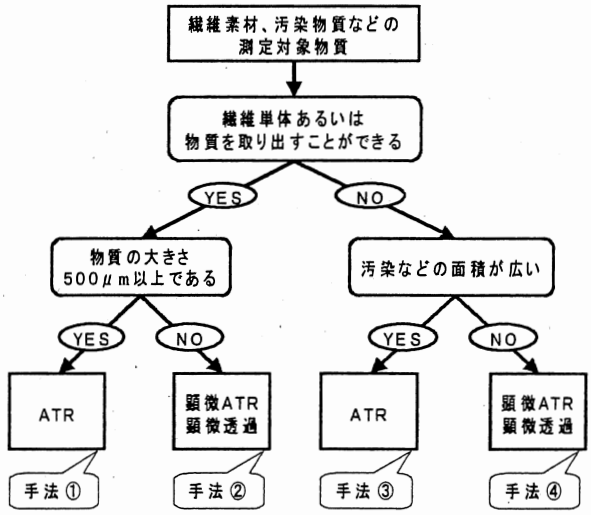


図１　分析手法の場合分け

まず、繊維素材や汚染物質などの測定対象物質が繊維単体であるのか、あるいは繊維製品から汚染物質を取り出すことが可能かどうかで場合分けを行う。物質が単体であるか取り出すことが可能な場合は、さらに物質の大きさにより分析手法を決定する。物

質の大きさが約 500 μ m 以上である場合は1回反射ダイアモンド ATR 測定装置（ATR 法）を用いて測定を行う（手法①）。物質の大きさが約 500 μ m 以下である時は、顕微部の ATR 装置（顕微 ATR 法）あるいは透過装置（顕微透過法）を用いて測定する（手法②）。次に、汚染物質の取り出しが不可能な場合についての分析手法について検討した。繊維製品などにおいて、汚染された部分の面積が比較的広い（1～2 mm 以上）場合は ATR 法により分析を行う（手法③）。汚染部分の面積が微小な場合は、顕微 ATR 法または顕微透過法により測定する（手法④）。以下、それぞれの手法について詳細に説明する。

4．2　手法①

この手法では測定物質をダイアモンドクリスタル上に設置し、冶具で密着することにより容易に測定できる。混紡繊維など複数の成分を含む場合は、ある程度の成分分析が可能である。綿とポリエステルからなる混紡繊維の測定結果を図2に示す。測定で得られるスペクトルはセルロースとポリエステルの両成分を含んでいることがわかる。これまでの目視による方法や溶解法と比較すると、正確かつ簡便である。また、糸あるいは布などの試料を切断（破壊）することなく測定することも可能である。

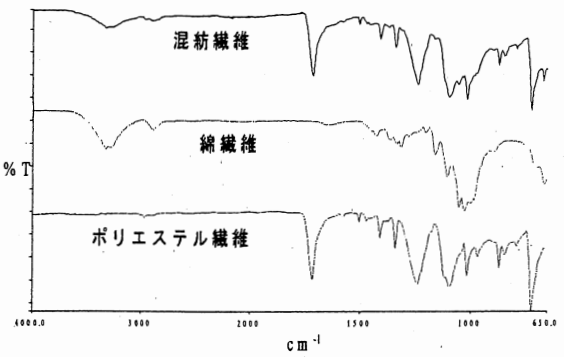


図2　混紡繊維の測定結果

4．3　手法②

この手法は、ATR 法では測定できないような微小な物質に適用する。取り出した物質を顕微 ATR 法の場合は金属板上に設置しゲルマニウムクリスタルを密着させて測定を行う。顕微透過法の場合は物質をダイアモンドコンプレッションセル（2枚のダイアモンド板からなる測定冶具）に挟み、圧縮した後、透過法により測定する。

測定事例として、製品に混入していた極微細なフィラメント（約 35 μ m）の同定があった。フィラメントは1本しかなく、しかも短いものであったため KBr 錠剤法の適用も不可能であった。そこで、顕微 ATR 法を用いて測定を行った。その結果、フィラメントの同定を行うことができた。

4．4　手法③

繊維製品などから汚染物質を取り出すことが不可能で、汚染部分の面積が比較的広い事例としては、布にシミ状の汚染物質が付着していたものがあった。ATR 法により、汚染部分と正常部分のスペクトルを測定し、スペクトルの差を計算することにより汚染物質のみのスペクトルを得ることができた（図3）。この結果より、汚染の原因物質はシリコン系の油剤であると判明した。汚染物質が粉体などの場合でも同様に分析することが可能であった。

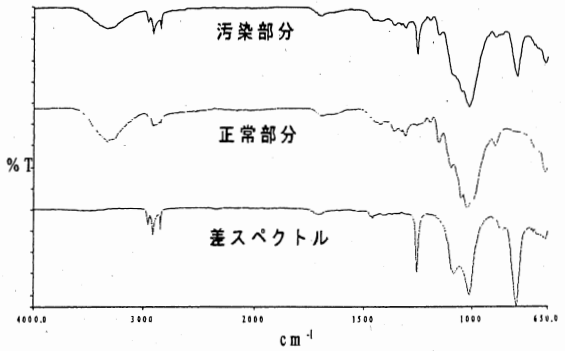


図3　汚染品の測定結果

4．5　手法④

ここでは、繊維製品などより汚染物質の取り出しが不可能で、汚染面積が極微小なものの分析を検討する。事例では図4のように汚染物質は単繊維に付着しており、微小なため取り外すことは不可能であった。この場合は、汚染箇所の繊維を切り取り、それをダイアモンドコンプレッションセルに挟み込んで押し潰し、汚染物質が広がった部分を顕微透過法により測定を行った。ゲルマニウムクリスタルを密着することが可能な場合は、顕微 ATR 法による分析も適用できる。

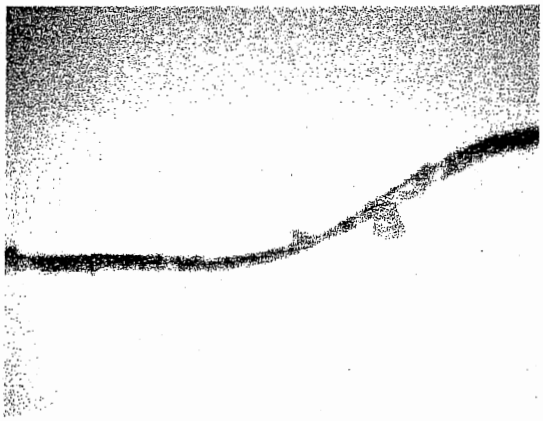


図4　繊維に付着した汚染物質

5　結　　論

測定対象物質の形状、状態により場合分けし、それぞれに対する分析手法を確立した。これらの手法により、従来では測定不可能であった微小な物質の分析も可能となった。さらに、これまで行ってきた目視法や溶解法による同定と比較して、正確かつ簡便に物質の定性を行うことができた。また、多くの物質のスペクトルデータを蓄積できたため、測定物質の迅速な同定が可能となった。

研究報告既刊一覧

No. 1	(1965 年　8 月)	No.17	(1981 年 10 月)
No. 2	(1966 年　5 月)	No.18	(1982 年 10 月)
No. 3	(1967 年　6 月)	No.19	(1983 年 10 月)
No. 4	(1968 年　8 月)	No.20	(1984 年 10 月)
No. 5	(1969 年　8 月)	No.21	(1985 年 10 月)
No. 6	(1970 年　8 月)	No.22	(1986 年 10 月)
No. 7	(1971 年　6 月)	No.23	(1987 年 10 月)
No. 8	(1972 年　　)	No.24	(1988 年 10 月)
No. 9	(1973 年　　)	No.25	(1989 年 10 月)
No.10	(1974 年　　)	No.26	(1990 年 10 月)
No.11	(1975 年　　)	No.27	(1995 年 10 月)
No.12	(1976 年　　)	No.28	(1996 年 10 月)
No.13	(1977 年　　)	No.29	(1997 年 10 月)
No.14	(1978 年 10 月)	No.30	(1998 年 11 月)
No.15	(1979 年 10 月)	No.31	(2000 年　1 月)
No.16	(1980 年 10 月)	No.32	(2001 年　1 月)

研究報告(第 33 号)

平成 14 年 2 月 25 日発行

編集

兵庫県立工業技術センター繊維工業指導所

発行

〒 677-0054　兵庫県西脇市野村町上ノ段 1790-496

TEL(0795)22-2041　FAX(0795)22-3671