ISSN 1342-7709

研　究　報　告

第 44号

平成24年度

Reports of Technical Support Center for Textiles Industries

No.44

2012

兵庫県立工業技術センター繊維工業技術支援センター

〒677-0054　兵庫県西脇市野村町1790-496

TEL(0795)22-2041　FAX(0795)22-3671

Hyogo Prefectural Institute of Technology,

Technical Support Center for Textiles Industries

1790-496,Nomura,Nishiwaki,Hyogo,Japan　〒677-0054

目　次

1. 圧縮空気による糸繋ぎ技術を用いた新たな全自動部分整経機の研究開発
（地域イノベーション創出研究開発事業）
・・・・・・・・・・・・・古谷　稔, 藤田浩行, 佐伯　靖, 中野恵之, 東山幸央, 有年雅敏・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

2. 高生産性・短納期対応・廃棄物削減を目指した整経システムの開発
（戦略的基盤技術高度化支援事業）
・・・・・・・・・・・・・古谷　稔, 有年雅敏, 藤田浩行, 佐伯　靖, 中野恵之, 東山幸央, 瀬川芳孝・・・・・・・ 6

3. 刺繍織(スワイベル織)による無縫製織物ドレス実用化の研究開発
（戦略的基盤技術高度化支援事業）
・・・・・・・・・・・・・古谷　稔, 有年雅敏, 藤田浩行, 佐伯　靖, 中野恵之, 東山幸央・・・・・・・・・・・・・・・・ 13

4. 縫合技術を用いたカーボン複合糸から作製する高耐久性バネ材料の開発
（JST 研究成果最適展開支援事業(A-STEP)FS ステージ探索タイプ）
・・・・・・・・・・・・・藤田浩行・・・・・・・・・・・・・・・・

「地域イノベーション創出研究開発事業（地域資源活用型）」

圧縮空気による糸繋ぎ技術を用いた新たな全自動部分整経機の研究開発

古谷　稔，藤田浩行，佐伯　靖，中野恵之，東山幸央，有年雅敏
（小紫和彦※1，片山象三※1，谷田忠司※2）

要旨　国内の織物産業では、多品種・小ロット化が主流となっており、生産工程の高能率化が不可欠となっている。しかし、全自動部分整経機が開発されているが普及には至っていない。そこで、移動クリール、糸繋ぎ装置、自動化に必要な装置類（糸揃え装置、糸仕分け装置、糸結束装置）および小型の整経機の研究開発を行い、多品種・小ロット化に対応し、従来の整経機と比較して設置スペース約 1/2 の小型の全自動部分整経システムを開発した。

1　目　　的

昨今、国内の織物産業では、多品種・小ロット化が主流となっており、生産工程の高能率化が不可欠となっている。しかし、生産工程の中で、特に整経工程（製織前に数千本の糸を設計書とおりに並べる工程）は、小ロット・大ロットによらず、同等の手作業による労力と作業時間を要するため、高能率化を進める上で大きな障害となっている。また、熟練作業者の高齢化と同時に後継者不足も深刻化している。

これらの対応策として、全自動部分整経機が開発されているが、高価格あること、また手作業と同等程度の作業時間がかかるため、ほとんど普及していないのが現状である。さらに、整経工程の準備段階で、アレンジワインダー（経糸と経糸を自動で繋ぐ装置）等の開発によって、改善された部分もあるが、なお生産性やスペース等での問題がある[1)]。

本研究では、上記の課題を解決すべく、多品種・小ロット化に対応するとともに、高生産性・低コスト・省スペース化する全自動部分整経機システムを開発した。

2　新規全自動部分整経システムの開発

既存の全自動部分整経機は、日欧のメーカーを中心に 20 数年前から開発が進められてきたが、畦取り装置等の主要な装置類は、全て整経ドラム上に装着され、その重量物が同期して回転するため、大型のモーターやブレーキ等が必要となる。また畦取り装置は、10 本程度の金属テープで構成され、複雑な機構と制御システムが必要となる。このような既存の全自動部分整経機の 2 つの問題を解決するために、コンパクトな全自動部分整経システム（以降、システムと略記）の開発に取り組んだ。

今回開発するシステムは、以下の使用法並びに操作手順に基いて開発した。

・畦取り装置を整経ドラムと開口装置の間に設置する。
・開口装置で畦取りを行う機構とする。
・開口しながら張力をかける機能により糸捌きの良いシステムにする。
・分断した糸を連続した糸に戻す機構を採用する。
・着脱可能なドラムとする。

システムの配置を図１に示す。システムでは、２つの新規技術を開発して搭載することとした。

（※１　株式会社片山商店）
（※２　播州織工業協同組合）

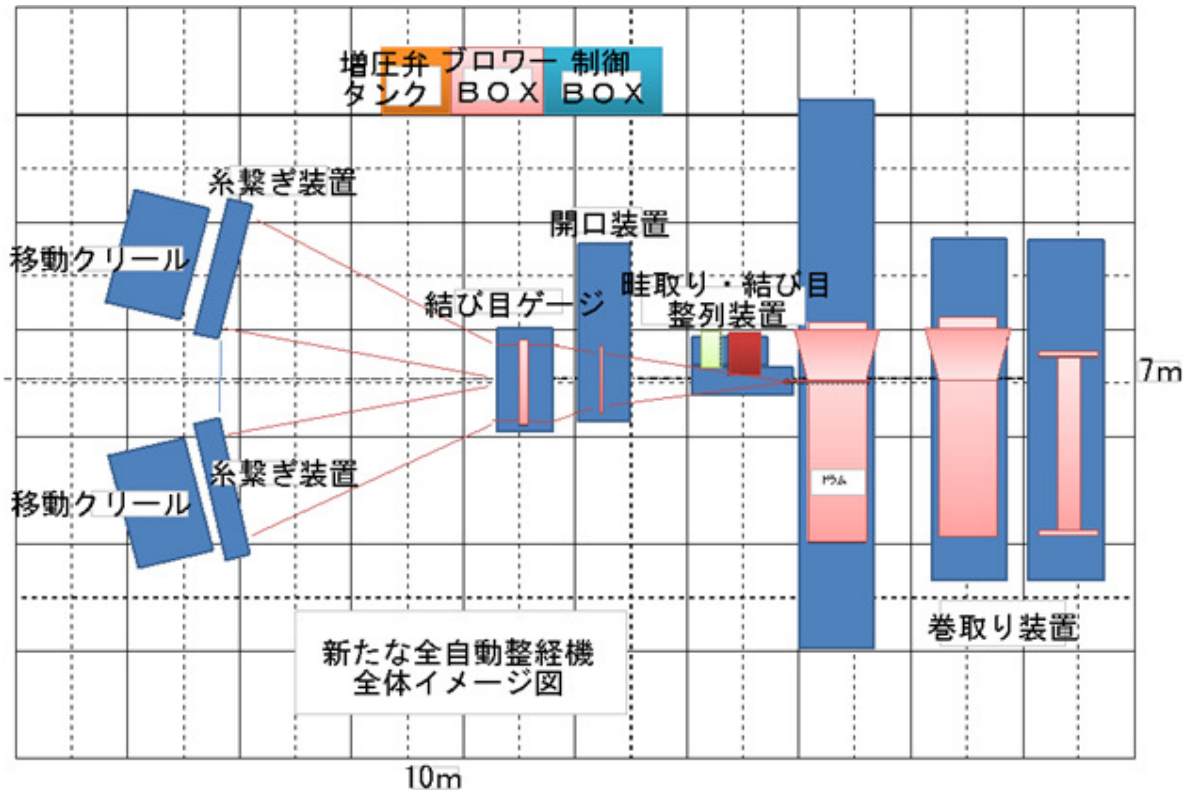


図１　システム配置図

２．１　システムの開発

最初の新規技術は、技術シーズとして圧縮空気を利用して糸を繋ぐ技術を活用、畦取り装置を整経ドラムから分離する新機構で小型・軽量化し、複雑な機構や制御システムが不要な全自動部分整経機システムを開発した。

また、全自動整経機のドラムについては、装置の軽量化による動力への負荷の低減や着脱可能などの操作性を改善することを考慮し直径600 ㎜の紙製を採用した。

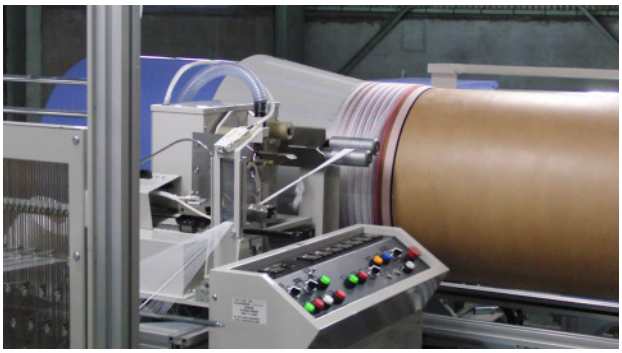


図２　新規に開発した全自動整経機の制御部と紙製ドラム

紙製ドラムを採用するに当たっては、芯振れ等に対する配慮やドラム表面の摩擦抵抗等についての実験を行った。

予備実験の例として、ドラム表面の状態を変化させたものについて引張試験機を用いて、図３に示すように摩擦抵抗について、滑り性数値化試験の予備測定を行った。ゴム系の表面改質剤（ラバガードスプレー（シントーファミリー㈱製））を直径 100 ㎜の紙製の円筒に塗布し、予備実験を行った。

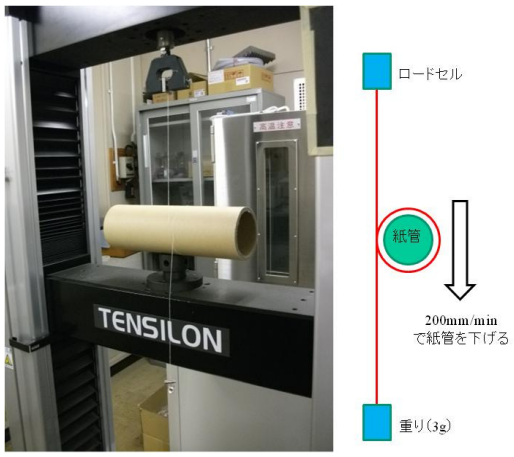


図３　摩擦抵抗の測定状況とその模式図

試験結果を図４に示す。加工前の紙管では、荷重が 0.3N 程度で一定でどんどん伸びが大きくなっており、紙管表面で綿糸が滑っていることを意味している。

これに対して加工後の紙管では、荷重が直線的に上昇し、荷重 6N、40mm 弱伸びたところで綿糸が切れた。これは紙管表面で綿糸が滑らず摩擦抵抗により固定されていることを意味している。

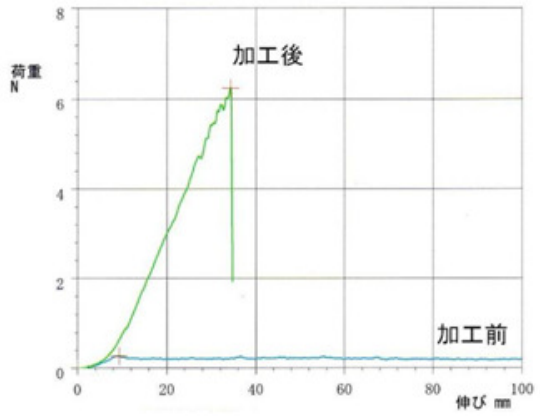


図４　滑り性数値化試験結果

以上の結果から、合成ゴム皮膜形成用スプレーは、紙製整経ドラム表面での糸滑りの防止に、効果のあることが明らかとなった。

芯振れについては、組み立て段階で精密な組み立てと、整経作業実験の結果等から、芯振れの発生が少なく、整経作業に支障なくたて糸を整経することが確認できた[2)]。

２．２　整経クリール用糸繋ぎ装置の開発

二つ目の新規技術は、糸の立て替え作業の効率化である。この作業工程はこれまで改善がなされておらず、種々の問題が指摘されている。問題点は、ロット交換の時に行う糸の交換（640 本～1,000 本）や糸通し作業の手作業である。この手作業に約 5 時間かかり、その間部分整経機は停止したままの状態になる。そこで本研究ではアレンジワインダーを用いた解決方法について取り組んだ。今回開発するシステムでは、

・圧縮空気を利用した糸繋ぎ装置を装着した糸繋ぎステーションを設ける。

・クリールは移動可能な台車方式とする。

・糸繋ぎステーションと接合しているクリール台車を短時間で交換可能とする。

上記の仕様を満たすために、作業終了時に 80 本の糸を保持する繋ぎステーション(図５)と新たな 80 本の糸をセットした台車式クリール(図６)を連結することで、繋ぎステーションに残った糸と台車式クリール 80 本の糸を圧縮空気で一斉に繋ぐ整経クリール用糸繋ぎ装置を新たに試作した[3)]。



図５　繋ぎステーション



図６　移動が可能な台車式クリール

３　システムの総合実験

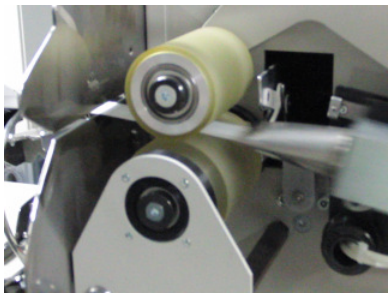
新たな全自動部分整経機と整経クリール用糸繋ぎ装置、および全自動整経システムに必要な装置（糸揃え装置（ばらついた糸をそろえる機能：糸揃え検出部(a)と糸引っ張り部（b）で構成(図７)）糸仕分け装置：畔取り用の仕分け機

能(図８)、糸端結束装置：分離した糸端を結束する機能(図９)) でシステムを構成した。

このシステムを用いて整経を行い、織物の製造工程の後工程である糊付け、製織準備、製織、仕上げ加工の各工程で実証実験を行った。



a) 糸揃え検出部



b)糸引っ張り部

図７　糸揃え装置



図８　糸仕分け装置

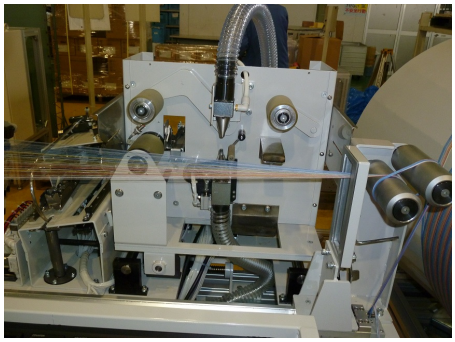


図９　糸端結束装置

４　結果と考察

４．１　新規全自動部分整経システムの開発

紙製整経ドラムを採用したことにより、1/10 以下の軽量化と約 1/2 の小型化を達成することができた。従来の部分整経機では、11m×20m のスペースが必要であったが、本システムでは 9.6ｍ×6m の省スペースを実現し、コンパクトな全自動部分整経機となった。

従来のシステムでは、１バンドの畦取り処理に約 3 分程度かかっていたものが、システムでは 1 バンド 1 分以下に短縮できた。紙製ドラムの糸滑り対策や耐久性については、各糸種類の整経テストを行なった結果、糸滑りでの問題は発生しなかった。また、耐久性については、現在までのテストでは問題点は発生していない。

整経クリール用糸繋ぎ装置の開発では、手作業による従来のシステムに比べ、装着個数の削減と移動式のクリール方式により大幅に合理化でき、整経機の停台時間を短縮することができた。糸と糸の間にオペレータが通る通路スペースが不要となり、大幅な省スペース化を図ることができた。

システム内における整経クリール用糸繋ぎ装置と整経ドラムの連動性については、各種類の糸（(綿；80 番双糸、40 単糸、80 単糸、100 単糸)、テンセル 40 単糸、ナイロン 40 単糸）を使用した整経テストを行った結果、整経工程上の問題は発生していない。

４．２　実証実験

システムの総合実験は、後工程（サイジング（糊付け)、織物準備、製織）を含む実証実験を行い、各工程において検証した。

１バンドの糸本数が 80 本で、図 10 に示すとおり、畦取り用の仕分け糸を多数必要とする。初期の実験に、多数の畔取り用仕分け糸が人為ミスにより正確に処理されず、製織準備時、たて糸に不良個所が発生したが、作業手順の見直しを行った。その結果、その後の実証実験において、問題を解消することができた。

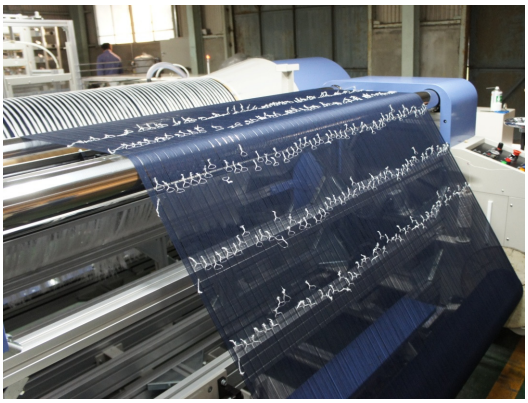


図 10　多数の畦取り用の仕分け用の糸の例

前述のミスの発生以外には、織物生産全体に著しい影響を及ぼす欠陥はなかった。また、運転作業上の手順等で、生産現場からの指摘があり、仕分け糸を処理する工程の変更についてシステム運用の手順を改善してマニュアルに反映した。

次に、図 11 に示すとおり、柄の変わり目での糸のばらつきを約 300 ㎜以下に抑えることができた。繋ぎステーションの設置角度および高低差から糸の集約位置までの距離の差が約 100 ㎜で、整経長の 100ｍに対して 0.3%の誤差である。一般的に、糸の伸縮性のばらつきの許容範囲とされる、誤差(±3%)に比べても、高精度なシステムを開発することができた。

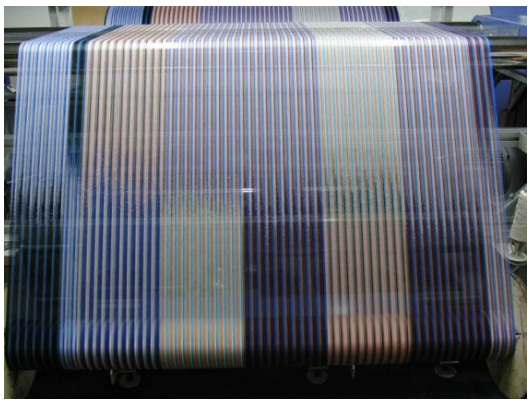


図 11　整経による柄の変わり目の状態

5　結　　論

整経工程の高効率化を目指した新規全自動部分整経システムの開発を行い、高生産性・低コスト・省スペース化したシステムを構築した。特に、本研究では、紙製の円筒を用いた整経ドラムにより整経機の小型・軽量化を実現し、アレンジワインダーを有効に活用した繋ぎステーションと台車式クリールから構成される整経クリール用糸繋ぎ装置を開発した。各項目の研究課題を解決した後に、糸揃え装置、糸仕分け装置および糸端結束装置と連動した総合的な実験を行い、当初の目的に合致した性能が得られた。

既存の全自動整経機に比べ、大幅な小型・軽量化を実現するとともに、シンプルな機構の糸仕分け装置により容易な操作が可能となった。

また、本システムは、熟練作業者の高齢化と同時に後継者不足にも対応できる装置として実用化が期待されている。

謝　　辞

装置開発にあたり美馬博志氏（村田機械㈱）には、多大なご協力をいただいたことに謝意を示す。

参 考 文 献

1）平成 20 年度戦略的基盤技術高度化支援事業研究開発成果報告書

2）平成 22 年度地域イノベーション創出研究開発事業成果報告書

3）平成 23 年度地域イノベーション創出研究開発事業成果報告書

高生産性・短納期対応・廃棄物削減を目指した整経システムの開発

古谷　稔，有年雅敏，藤田浩行，佐伯　靖，中野恵之，東山幸央，瀬川芳孝
（片山象三※1，小紫和彦※1，藤井義久※2，井上栄一※2）

要旨　多品種・少量・短納期での生産が求められている中で、煩雑な手作業に依存し、自動化が遅れている整経工程に着目し、アレンジワインダーを有効に活用した全自動整経機と連携する整経システムを構築した。糸の整列装置と糸端結束装置[1)]、およびアレンジワインダーで作製した糸を効率よく全自動整経機と連携させるデータ作成用ソフトウェアを開発した[2)]。併せて、外観での判別が難しいアレンジワインダーで作製した巻き糸のクリールへの装着ミスを防ぐための IC チップ技術による巻き糸管理技術[2)]を開発した。

1　目　　的

最近、繊維関連業界はアジア諸国からの激しい追い上げに加えて、消費者ニーズが急速に変化するため、多品種・少量・短納期・低コストに対応した生産体制が求められている。このような難題を解決するためには、製造工程の抜本的な見直しが迫られている。

本事業では、製造工程の中で、特に熟練度が必要で煩雑な手作業に依存し、自動化が遅れている整経工程に着目して、整経工程での種々の装置を連携させながら効率的に生産する自動化システムの開発に取り組んだ。

2　連携システムの構築

整経工程の自動化を進めるために、次の４項目の技術課題について研究開発を行った。

1) 整経機の自動化技術の開発（糸の整列装置の開発、糸端結束装置の開発、データ作成ソフトウェアの開発）

2) IC チップ技術による巻き糸管理技術の開発

3) 各種の糸を確実に繋ぐ技術開発

4) 糸長を管理する定長システムの構築（クリール糸貯留装置の開発、各繊維のデータベース作成、ジグザグ筬の試作）について研究開発を行った。図１は、上記の各技術課題をまとめて示した模式図である。

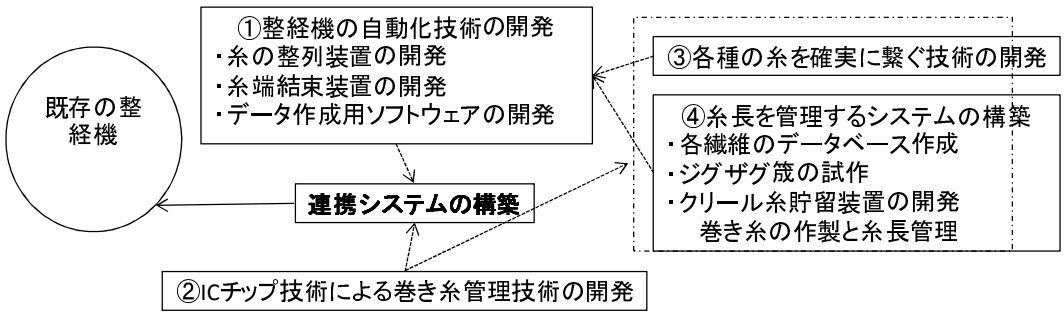


図１　整経工程内を自動化する構成

（※１　株式会社片山商店）
（※２　株式会社丸萬）

２．１　整経機の自動化技術の開発

アレンジワインダーを活用した整経システムの自動化に不可欠な技術として、糸の先頭部を揃える技術と、分断した糸を連続した糸に戻すことが必要である。

本研究では、ばらついた糸を整列させる整列装置と色差感知センサーによる整列検出、およびフィラメント加工糸を用いた糸端結束装置の開発を行った。

２．１．１　糸の整列装置の開発

本研究の整経工程で作製する巻き糸は、巻き糸の作製時や整経時に張力負荷がかかり、糸長に若干のバラツキが生じるため、糸端を定期的に揃えなければならない。

具体的には、糸の繋ぎ目が整列装置手前付近に到着するとその部分を保持しながら 80 本の糸を整列させる。その後、整列装置の前後で色差センサーにより糸の本数を確認する機構である。

先頭部の糸を揃える機構の概念図を図２に示す。

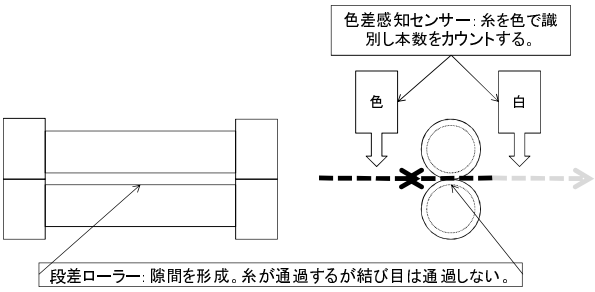


図２　糸を揃える機構の概念

本機構を開発するため、必要とする機能は以下とおりである。

・繋ぎ目を感知する段差ローラーに対応するフィラメントの太さは 75ｄ～250d 程度。
・糸揃えを検知する機構を設置する。
・糸の走行の安定や糸捌きを良くする対策を施す。
・ばらついた糸を検知し整列を確認するまでの時間を１回１分以内に完了する。

上記の要求仕様を満たす装置（図３）を開発した。



糸を揃える段差ローラー



色差感知センサー

図３　糸の整列装置の主要部

２．１．２　糸端結束装置の開発

次に、分断した糸同士を繋がった状態にする必要がある。これを実現するために、クリール側の糸端と整経ドラム側の糸端を結束させる装置の開発が必要となる。糸端の結束を筬の常に整経機側にすることで、分断した糸同士を繋いで連続した状態に保つことが可能となる。

必要とする機能は次のとおりである。

・整経中(不使用時)、結束装置が退避。
・糸結束装置を定位置に移動する。
・クリール側の糸をカットし、その糸を維持する。
・作動時に糸が弛まないこと。
・部分整経機の制御信号にノイズ発生対策をとる。
・不要な糸を吸引・廃棄する。
・80 本の糸端同士を 1 回 1 分以内、万一、糸抜けした場合でも 3 分以内に復旧させる。

糸端を結束する機構の摸式図を図４に示す。上記の仕様を満たす糸端結束装置を開発した。その動きを(ａ)、(ｂ)、(ｃ)に示す。

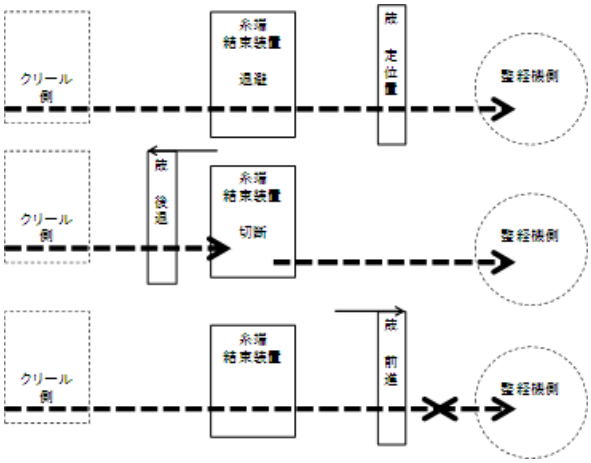
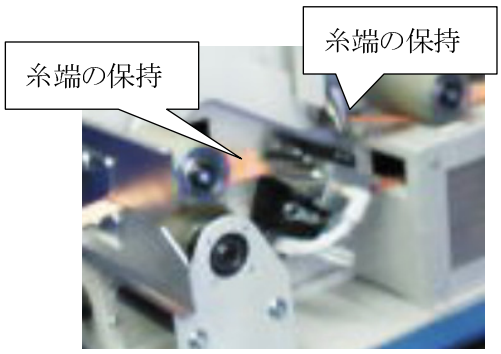
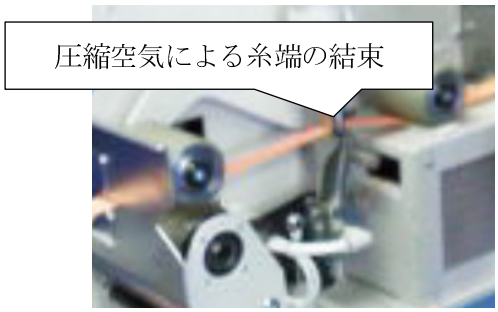


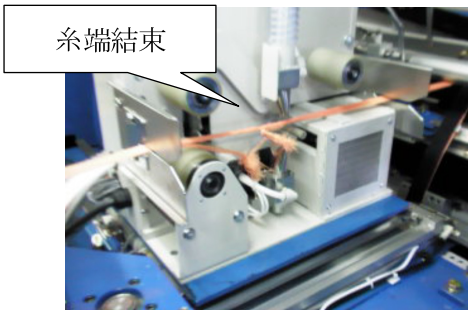
図４　糸端を結束する機構の摸式図



(a)糸端の切断・保持



(b)糸端結束



(c)結束完了

図５　糸端結束装置による糸端結束の流れ

２．１．３　データ作成用ソフトウェアの開発

本研究では、巻き糸作製に使用するアレンジワインダー用のデータ作成ソフトの開発を行った。開発した内容は、テストバンド機能、バンド間マーカー、準備方式の設定方法、帳票、AW配台、糸と配色および生産情報データ入力である。

このソフトウェアの運用実験を行うにあたり、生産情報データを作成するため、複数年の生産実態の調査を行った。実施した調査の内容は次のとおりである。

・巻き１本あたりに使用されている柄配色数
・縦糸本数のランキング（1インチ間密度）
・巻１本当りに使用されている色数
・巻き捺り方向・単双糸使用割合

調査結果を踏まえて、開発したソフトウェアのデータによる巻き糸の作製、全自動整経機との連動運転の実証実験を行い、その結果を運転マニュアルに反映させた。

２．２　巻き糸管理技術の開発

一般的には、巻き糸は色で判別できるが、本研究で使用する巻き糸は、形状・色などの外観から見分けることが難しい。さらに、これを正確に指定のクリール位置に装着する必要がある。

そこで IC タグを用いて個別に管理する技術について検討した。図６に IC タグ装着・認識装置の模式図を示す。

IC タグ装着・認識装置は、赤外線センサーICタグを利用して、アレンジワインダーへのコーンの投入間違いを防止するシステムである。

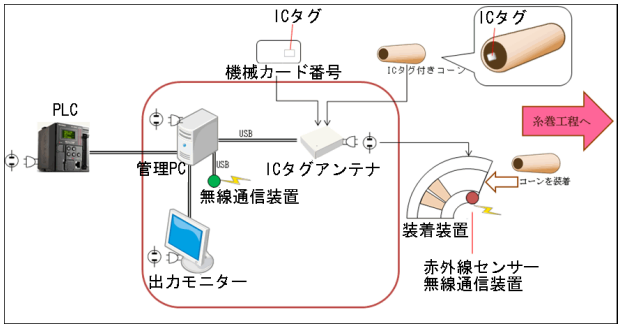
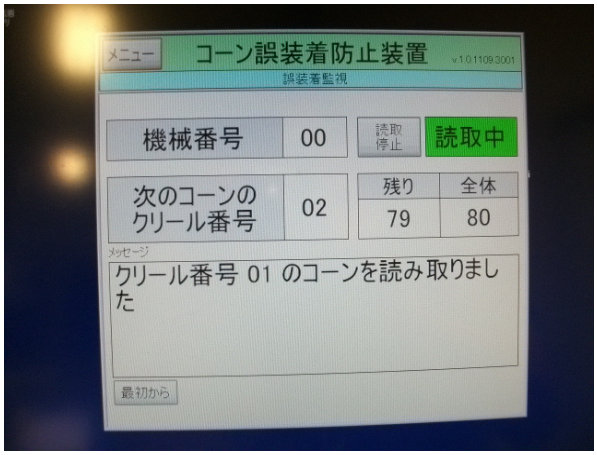


図６　IC タグ装着・認識装置の摸式図

本装置は、巻き糸を作製する時に糸巻きコーンに内蔵した IC チップに番号を書き込んだ後、巻き糸のクリール装填時、クリールに内蔵した IC タグとコーンに内蔵した IC チップが番号の確認を行うシステムである。不一致の場合に、アラームとモニター表示によるエラーメッセージ維持を発することで誤装填が未然に防止できる。



(a) コーン認識の様子



(b) コーン認識完了

図７　開発した IC タグ装着・認識装置

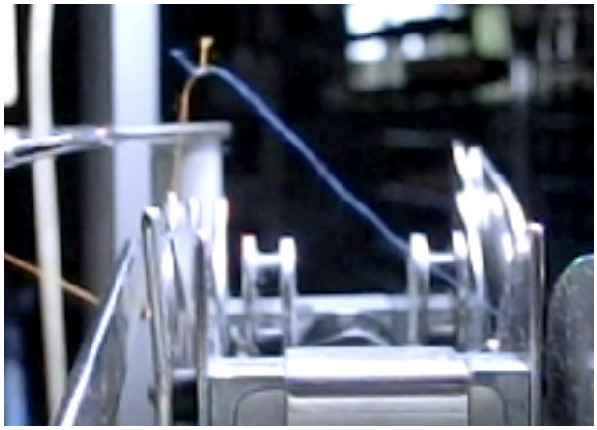
２．３　各種の糸を確実に繋ぐ技術の開発

本研究で開発するシステムは、フィラメント加工糸のバンド間のばらつきの解消と、糸端結束に用いる。そこで、汎用繊維とフィラメント加工糸とを繋ぐ技術に関して、確実に繋ぐ技術の確立について検討した。実施した内容は以下のとおりである。

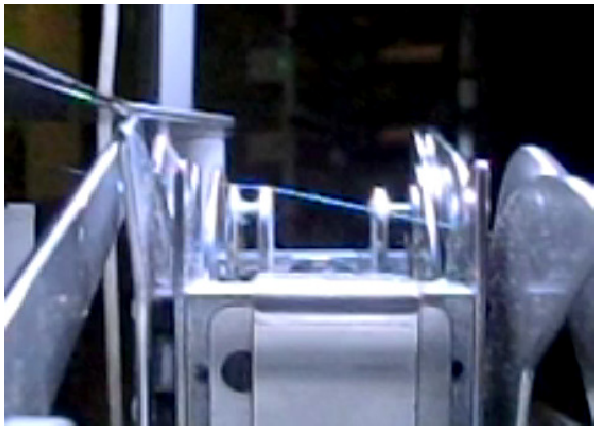
・アレンジワインダーの調整可能箇所及び糸繋ぎの構造の観察および検証

・アレンジワインダーの測長部分が回転を開始するタイミングの適正化の検証

実験中の状況を図８に示す。本研究で行った実験は、巻き糸作成に使用するアレンジワインダーにおいて、糸繋ぎ時の測長装置が始動する作動設定時間を変更しその糸の挙動を検証した。0.80 秒（図７(a)）の設定では、繋ぎ目が大きく吹きあがることでノッター内の突起部分等による糸切れが発生する確率が高い。0.66 秒以下の設定では、ノッター内の糸がロックされるため、糸切れが頻発する。0.67 秒の設定（図(b)）では糸が吹きあがらずに安定し、糸繋ぎミスの発生が激減する。



(a) 作動設定：0.80 秒



(b) 作動設定：0.67 秒

図８　作動設定による糸の挙動

実験の結果（表 1）に示すとおり、糸繋ぎを失敗する確立は 0.1％以下の目標を達成した。

表１　ノッター調整後の糸繋ぎの連続実験結果

	糸①	糸②	結果		
			ミス回数	総繋ぎ回数	ミス率
実験①	80番双糸(綿)	80番双糸(綿)	0	36,024	0.00%
実験②	60番双糸(綿)	60番双糸(綿)	0	36,024	0.00%
実験③	フィラメント加工糸	60番双糸	5	21,014	0.00%
実験④	フィラメント加工糸	30番単糸(綿)	17	21,014	0.10%
実験⑤	綿40番	ナイロン40番	20	15,010	0.10%
実験⑥	フィラメント加工糸	40番単糸（ナイロン）	8	30,020	0.00%
実験⑦	フィラメント加工糸	40番単糸（レーヨン）	12	30,020	0.00%

２．４　糸長を管理するシステムの構築

アレンジワインダーで巻き糸を作製する場合、張力による糸の伸びが整経工程における糸長の精度に及ぼす影響を最小限にするための研究を行った。

２．４．１　クリール糸貯留装置の開発

クリール糸貯留装置の開発条件は次のとおりである。

・アレンジワインダーの給糸クリールの 1 番から 16 番までの糸に対応し、アレンジワインダークリールの間に設置する。

・糸切れ感知機能を有する。

上記の条件から、クリール糸貯留装置（図９）を開発した。求める性能の確認実験を行った結果として、張力調整機能による糸の伸長量の例を図 10 示す。



図９　張力を一定にする貯留装置

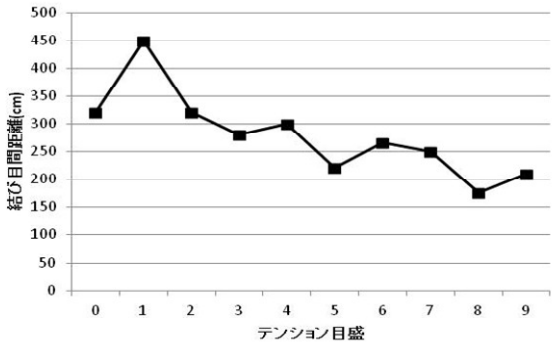


図 10　張力調整機能（糸の伸長量）

２．４．２　各繊維のデータベース作成

繊維各種測定（摩擦係数・強伸度等）を行い、染色、糸の太さが、シルケット加工が糸の張力に及ぼす影響を調べ、各繊維のデータベースを作成した。整経の実証実験などをもとにして、整経における糸長誤差を解消するための補正係数を得ることができた。作成したデータベースをもとに予測した整経長と実際の整経長の関係を図 11 に示す。

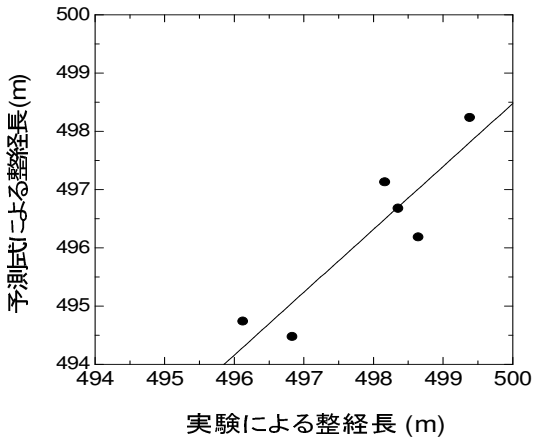


図 11　データベースの例
（整経時の糸の伸びの予測）

２．４．３　ジグザグ筬の試作

各繊維における糸長などの差異から、糸を引き出す時の摩擦張力の変動で糸の長さに誤差が発生したため、ジグザグ筬の設計・試作を行った。ジグザグ筬は、パンタグラフ構造で糸全体の巾を設定することができる。ジグザグ部分が稼動領域を越さないようにリミットスイッチの

追加と巻き返し部分のコントロールボックスに稼動スイッチを設置した。

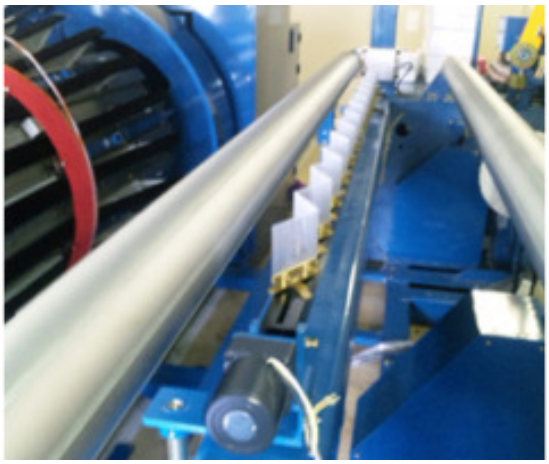


図 12　開発したジグザグ筬

3　結果と考察

3．1　整経機の自動化技術の開発

色差感知センサーによる感知並びに整列装置の開発では、整列する時間は 1 回 1 分→約 50 秒で整列、精度 5cm 以内→誤差 3cm など目標値を上回る性能を達成することができた。フィラメント加工糸を用いた実験では、色差センサーおよび、カウンターによる糸の計数も正常に作動した。また全数整列の確認の電気信号を受けた、ゲージローラ開の動作も正常であることが明らかになった。

また、糸端結束装置の開発では、糸端を切断する時に糸端結束装置に設置したニップローラーで糸束を挟み込んで保持するが、糸端の脱落は発生しなかった。また、糸が抜けた場合でも 3 分以内に復旧させる目標を達成している。その結果、幅 550mm×奥行 770mm×高さ 320mm で従来装置よりも小型化することができた。
糸繋ぎ装置の空気圧は通常のコンプレッサーでは 6kg/㎠程度であるが、糸繋ぎでのミスが発生したため増圧装置を設置した。これにより空気圧力を 9kg/㎠程度にまで上げることによって糸繋ぎのミスが皆無になった。

データ作成用ソフトウェアの開発では、これまで熟練技術者が 16～24 時間要していた整経データ作成時間を、既存のデザインソフトデータから自動作成することによってわずか 10 分に短縮することができた。今回の作動試験では、全自動部分整経機と整列装置との間で、特にトラブルとなる連動ミスは発生しなかった。装置開発後、全自動整経機と総合的な連動実験を行い連携システムを稼働させるために必要なマニュアルを作成した。

3．2　IC チップ技術による巻き糸管理技術

IC タグ装着・認識装置と、整経クリール IC タグセンサーを併せて用いることで、人為ミスを 100%防止できることが明らかとなった。図 13 にクリール装填時のミス部分を赤く（ここでは 11 番）表示することで装着ミスがあったことを警告した例を示す。

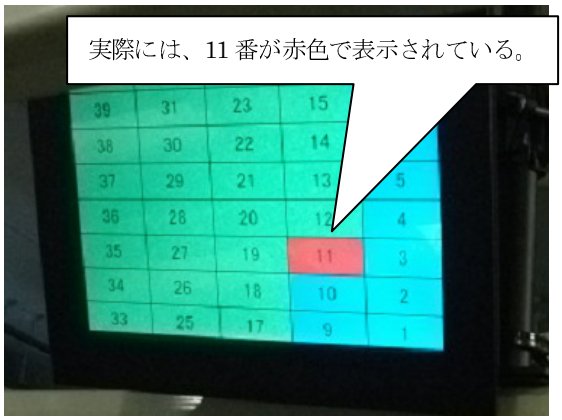


図 13　クリール装填時のミスの認識確認の例

3．3　各種の同士を繋ぐ技術開発

クリール糸貯留装置の開発により、一般繊維とフィラメント糸を繋ぐ場合のミスの発生率が 20%程度と高かったものが、通常の糸同士のミス率程度である 0.1%以下に低減することができた。また、アレンジワインダーの給糸数を従来の 9 個から 18 個に増やしたことによる難易度にも充分対応できた。実験結果から、作動時間の調整は、アキュムレータの作動開始から 0.67 秒が最小値であると特定できた。0.66 秒以下では、アキュムレータの始動が早くノッティングミスが頻発した。この結果、アキュムレータの作動開始から 0.70 秒前後の値を使用ことで、確実に糸を繋ぐ運転が実現することができた。

３．４　糸長を管理する定長システムの構築

各繊維のデータベース作成および検証では、整経の実証実験などを基に、整経における糸長誤差を解消するための補正係数を得ることができた。これは、糸長が500ｍの整経で約10ｍ程度（約2%）糸長の誤差が発生している現状に対して、各繊維の特性をデータベース化し、均一張力で巻き取る装置を開発した結果、糸長の誤差を上記の0.5%（1/4程度)に低減することができた。

また、糸を引き出す時の摩擦張力の変動で糸の長さに誤差が生じるためジグザグ筬の設計・試作を行った。この結果、各繊維の種類の差異から発生する長さの誤差を解消し、張力の一定した巻き返し状態を実現することができた。

4　結　　論

整経工程の自動化レベルの向上を目指した研究開発を行い、目標を達成することができた。

各項目の研究課題を解決した後に、開発技術を含む織物製造工程の総合的な実験を行った。

この結果、開発した装置で整経したたて糸が実際の製織において問題なく製織することができた。これにより、実用化に向けた取り組みに有効な知見が得られた。

特に、整経機の自動化技術の開発における、糸の整列装置と糸端結束装置は、全自動整経技術の中核となる装置であるため実用化が期待される。また、各繊維のデータベースは、これまで研究が皆無であったため繊維産業への貢献が期待される。さらに、ICタグによる管理技術は、汎用性の高い技術して今後の実用化に期待している。

謝　　辞

システム開発にあたり、装置開発について美馬博志氏（村田機械㈱)、ICタグ関連技術について内橋義人氏（㈱ワイズ・ラブ）に、多大なご協力をいただいたことに謝意を述べる。

参 考 文 献

1）平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業研究開発　　成果報告書

2）平成22-23年度戦略的基盤技術高度化支援事業研究　　開発成果等報告書

刺繍織(スワイベル織)による無縫製織物ドレス実用化の研究開発

古谷　稔，有年雅敏，藤田浩行，佐伯　靖，中野恵之，東山幸央
（片山象三※1，小紫和彦※1，真鍋　巧※2，谷田忠司※3，井上真理※4）

要旨　消費者ニーズの個性化や嗜好の多様化が進む中で、播州織の新商品開発が急務となっている。そこで播州織の伝統的な刺繍織（スワイベル織）の原理を応用した無縫製織物ドレス製造の実用化に向けた研究開発として、新機構のスワイベル装置、新機構のスワイベル装置と織機の連動技術および無縫製ドレスの生産技術を開発した。

1　目　　的

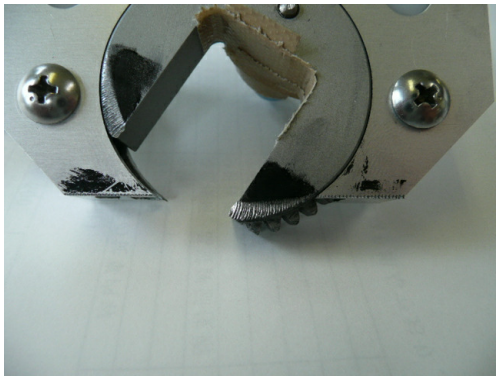
衣料・生活資材分野では、従来の爆発的な流行が減少し消費者ニーズの個性化、嗜好の多様化が進んでいる。また、流行の変化が早いため、衣料品メーカーでは、売れ残りのリクスを回避するため少量・低コスト・短納期生産が求められている。しかし、織物分野は、ニット分野と異なり、糸染・たて糸の準備・製織・仕上げ加工など、数多くの生産工程があるため、多品種・短納期化への迅速な対応が困難である。

このような背景の中で、多品種少量生産に対応でき、かつ消費者ニーズにも対応が可能な衣料を生産できる生産システムの開発に取り組んだ。過去に伝統的な刺繍織（スワイベル織）の原理を応用して、無縫製織物ドレスの製造技術を開発[1）2）]したが、装置稼働時の筬等の損傷や織段（織物の密度斑による意図しない横縞）の発生等の様々の課題が残った。

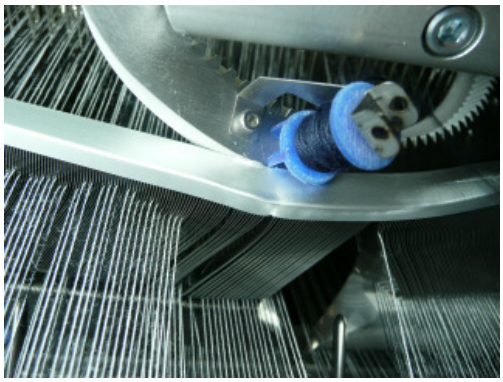
本事業では、これらの課題を解決するとともに、実用化に向けた技術の確立を目的とした研究開発を実施した。

2　スワイベル装置の新機構の開発

スワイベル装置の誤動作により、筬・スワイベルヘッドの損傷（図１(a)）や経糸の切れが発生し、特殊筬やスワイベルヘッド等の補修（図１(b)）や、数百本程度の糸の修復に時間がかかり、装置が停止し高コストに繋がっていた。



(a)筬との接触による傷



(b)筬とヘッドの衝突事故

図１　スワイベル装置の事故発生時の状況

（※１　株式会社片山商店）
（※２　桑村繊維株式会社）
（※３　播州織工業協同組合）
（※４　独立行政法人神戸大学大学院）

そこで、種々の技術課題を解決するため、新しい機構を備えたスワイベル装置開発[3)]を以下の手順で取組んだ。

２．１　スワイベル装置の開発・製作

以前に試作したスワイベル装置１号機（図２）は、遥動により所定の位置に侵入し、スワイベル作動（ボビンの回転）を行い、２号機（図３）は、筬と干渉しない位置にスワイベル装置を固定し、スワイベル作動時にボビンが回転する機構である。いずれも、織機の運動（筬の前後運動）とスワイベル装置の運動を、二つの装置を信号で制御するため、信号転送時の電気ノイズによる装置間の始動や作動のタイミングのずれや糸の絡みによる不規則な負荷からスワイベル装置が誤動作し、その結果、筬やスワイベル装置の破損等が発生した。そこで、これらの誤作動を防止する新しい機構の開発に取り組んだ。



図２　１号機（遥動機構）

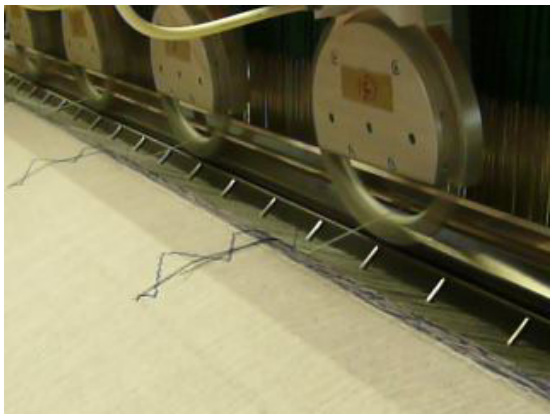
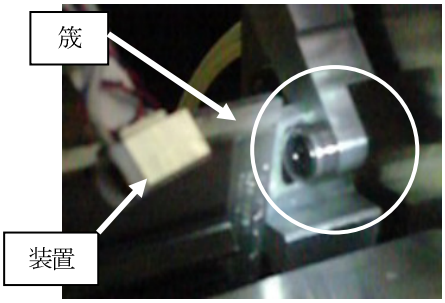


図３　２号機（固定機構）

２．１．１　織機とスワイベル装置が連動する機構の開発

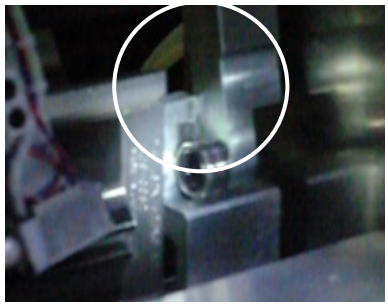
上記の課題を解決するため、織機の運動機構とスワイベル装置が連動する機構（図４）を開発した。本機構は、織機の筬打ち装置上に取り付けたガイドに圧縮空気を用いて、スワイベル装置を押し下げてガイドに密着することで連動するシステムとなっている。筬と装置が接触して追随する様子を図４（(a)→(b)→(c)）に示す。



(a)



(b)



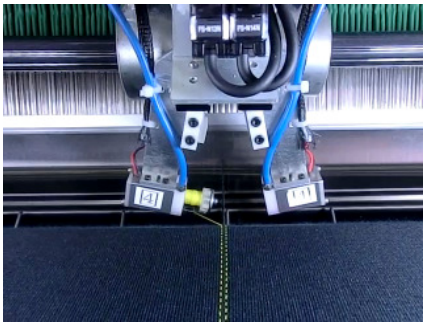
(c)

図４　織機の運動機構とスワベル装置を連動する機構

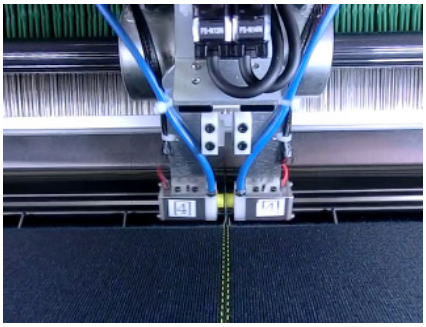
２．１．２　ボビンの移動機構の開発

新規開発する機構では、筬とスワイベル装置が接触連動するため、筬への負荷を軽減する目

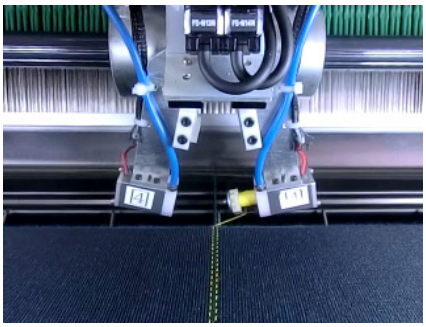
的で、軽量化が必要である。そこで本研究では、ボビンの移動を回転方式から、ボビンを持ち替える機構について検討した。持ち替える方法は、片側にボビンを保持する時（図５(a)、(c)）は永久磁石の磁力でボビンを保持し、受け渡しを行う時（図５(b)）は、永久磁石の磁力を打ち消す電磁石を作動させる方式を採用した。



(a)ボビンを左に保持



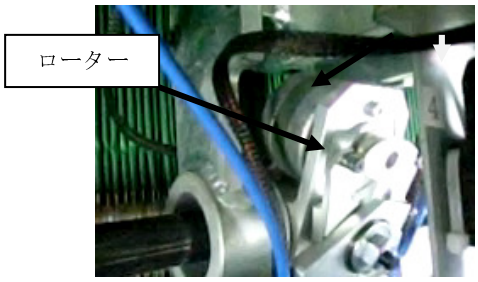
(b) ボビンを受渡し



(c) ボビンを右に保持

図５　ボビンの受渡し時の状態

スワイベル装置の開閉には、ロータリーアクチュエータ（図６）を採用し、動作は制御プログラムからの信号でアームを高速開閉する。アームの閉ざす時にはコイルばねの復元力を使い、開く時にはロータリーアクチュエータに取り付けた楕円番でアームを押し広げる。開閉ともに81ms 以内に完了を実現している。



水平で開く



垂直で閉じる

図６　装置の開閉を高速に行うロータリーアクチュエータ

２．１．３　糸張力の安定対策

スワイベル装置のボビンに巻いた糸の張力を一定に維持するために、圧縮空気でボビンを回転させることにより張力を安定させる方式を採用した。ボビンが左右に移動するため、ボビンの両サイドに羽（図７）を設けた。この方式により、スワイベル装置の遥動時や、ボビンの移動時に発生する糸の弛みを解消できるようになった。

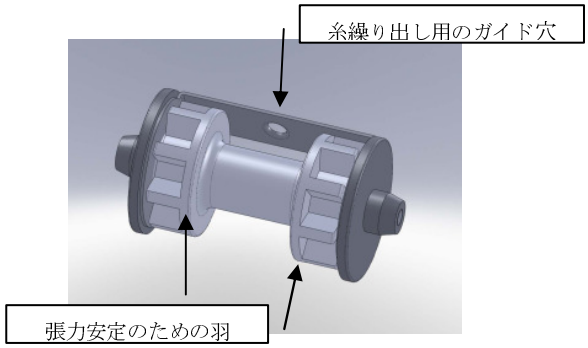


図７　スワイベル装置用に試作したボビンの外観

さらに、ボビンから繰り出した糸がボビン自身に絡まることを防止するため、糸が繰り出す時の位置（図７）を固定する穴を設け、ボビン

の受渡時に起こる僅かな回転の積み重ねが原因で発生するボビンの脱落を防止（図８）等の対策を取ることにより、糸張力を維持できるようになった。

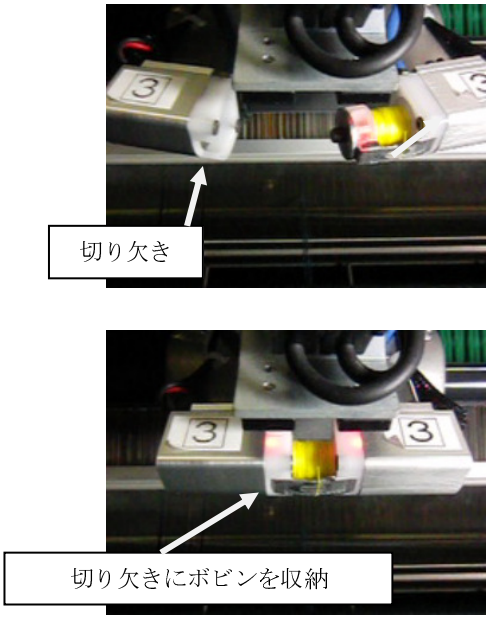


図８　ボビンフォルダーに取り付けた
回転防止用の切り欠き

２．２　スワイベル装置の試作機によるシステム構築

装置開発に必要な機構の設計をもとにして、事前確認用の試作機を作製し再現性などを確認するための実験を行った。また、開発した装置を使った織物の試作実験を行った。

２．２．１　実験用試作機による事前確認の実施

新規スワイベル装置の試作機を製造する前に、開発装置及び織機と同様の動きをするスワイベルヘッド動作システム（図９）を試作した。

スワイベル装置と織機の運動と同じ状態を再現し、かつアームの開閉やボビンの受け渡しおよびスワイベル装置の遥動運動についてコンピュータ解析した。実験結果をもとに、装置の試作や、現有の設備（織機、ジャカード開口装置等）との運動の連動等に反映した。

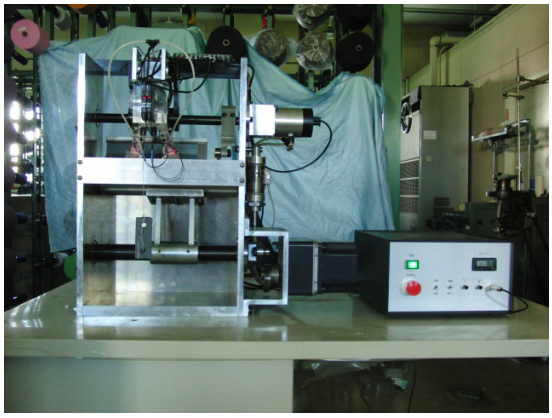


図９　事前確認を行うために試作した装置

２．２．２　織機の機構改造

織機の運転機構をクランク機構からカム機構に改造することによる影響を検証した。

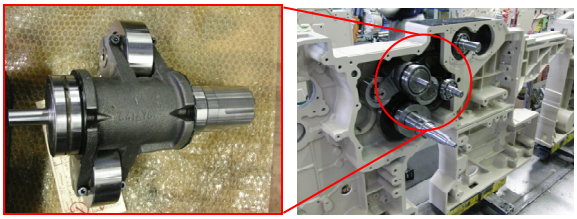


図 10　クランク機構からカム機構への改造箇所

クランク機構からカム機構への改造は、織段の低減を目的に行った改造で、織段発生の低減を確認した。また、カム機構の特性から筬打ちの後方待機時間が長くなり新たなスワイベル装置の作動可能時間を約 30%程度延長することができた。

２．２．３　テンプルの変更

織機のテンプルをバーテンプル（図 11 右）から上置き型のテンプル（図 11 左）に変更することによる影響について検証した。

二重織が基本のスワイベルドレスでは、よこ糸密度を上げると内側に大きく縮み、エアージェット織機の特殊筬が織物を切断して縮みを解消する顎打ち現象（図 12）が発生する。この問題を解決するために、バーテンプルから上置きテンプルへの改造を行った。この結果、上置きテンプルの斜めに取り付けたピンが強制的に製織中の織物を広げる効果により、縮みの少な

い織物(図 13)が得られた。

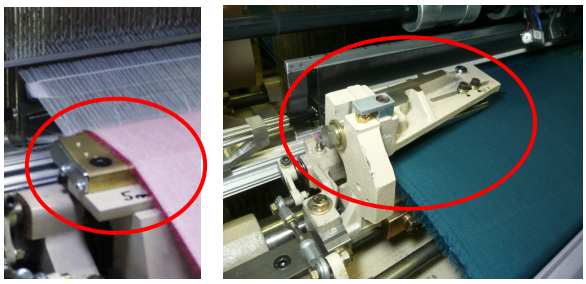


図 11　バーテンプル(左)から上置テンプル(右)に変更

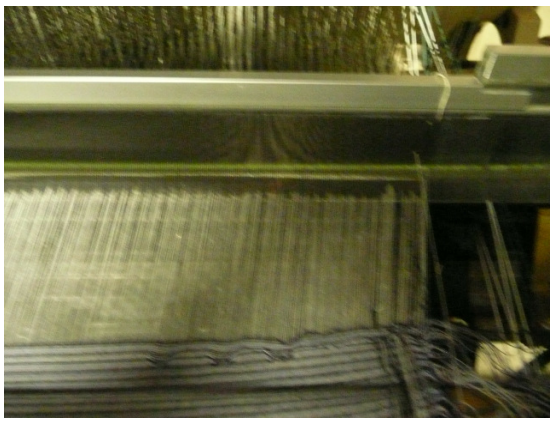


図 12　変更前（バーテンプル）

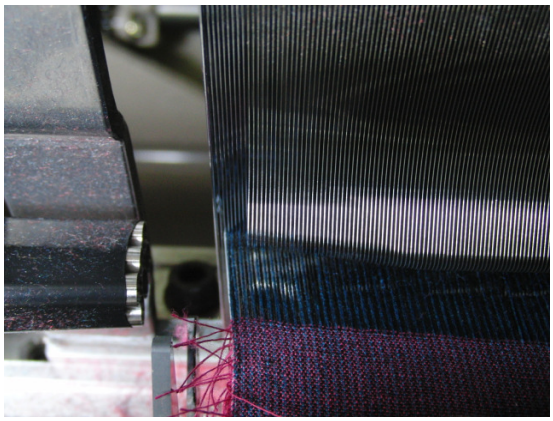


図 13　変更後(上置テンプル)

２．２．４　ジャカードの改造

ジャカード開口装置の開口のタイミングを sin60°でジャカードの開口量が 50%開口するＰＯ型から、sin60°でジャカードの開口量が 600%開口するＰ１型に変更することで、ジャカード装置の開口タイミングを早めた。

また、前述のクランク駆動からカム駆動に変更したことに併せてスワイベル装置の作動可能な角度を 150°から 180°に拡大し、作動可能時間を 42ms から 60ms に改善した。

２．２．５　スワイベル装置の改良

スワイベルヘッド動作システムおよび新規スワイベル装置を織機に実装した後に発生した諸現象に対応させるための変更を行った。

２．２．５．１　ボビン受け渡しの改良

ロータリーソレノイドの作動および待機時間のタイミンミングを調整および、ロータリーソレノイド電圧を引き上げ（12V→24V）でボビンの吸着力を向上させることができた。

２．２．５．２　スワイベルアームの振動の改良

スワイベルアームの開閉時に発生する衝突振動の軽減のため、アームが閉じる時に距離を調整している部分にアルファゲル（薄型衝撃吸収材）を取り付けることにより、衝撃吸収特性を改善することができた。

２．２．５．３　スワイベル装置の遥動の改良

スワイベル装置を織機に実装した連動装置のガイドとの接触時のタイミングを高速度カメラ撮影(1000 ｺﾏ/ｓ)で確認しながら、圧縮空気によりスワイベル装置の遥動を開始するタイミングの最適化を図ることができた。

２．２．６　スワイベル装置の作動時の糸の安定化

スワイベル装置を織機に実装し実験中に見られるボビンから繰り出す糸の不安定な糸の挙動を撮影(480 ｺﾏ/ｓ)して観察し、スワイベル装置の遥動完了時の糸の安定化のため、弱い空気をボビンの羽に常時吹きつけるためのエアーブローを追加した。

３　縫製品としての品質向上を目指した開発

スワイベル織の製織時に発生する織段に対する対策と、織物製造時に縫製を行うことによる通常の縫製品との品質レベルを同一にする対策が必要である[3)]。

３．１　織段の解消対策

スワイベル織の場合、開口されたたて糸をスワイベルボビンが潜ることにより織組織が形成

される。したがって、通常の織物に比べて、経糸の開口量を大きくすることが必要なため、経糸のバランスや張力が崩れ易く、スワイベル動作時に織機スピードが 60rpm まで減速するという特異性がある。これらの要因が複合して織段（図 14）を引き起こすため、以下の改善を行った。

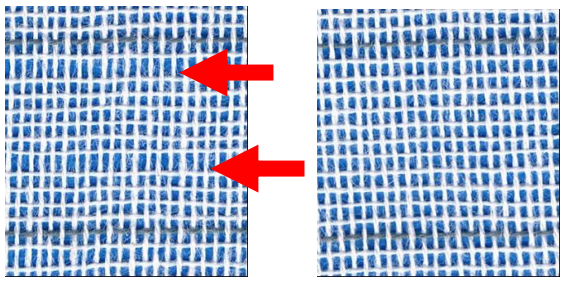


図 14　織段の発生と発生個所
（左：織段発生、右：正常）

３．１．１　織機の筬打ち方式の変更（改造）による対策

織機の筬打ちは、通常クランク運動で行っており、この場合は、一定のタイミングで筬後退と筬打ちを行う。

この筬打ち方式をカム方式で駆動させることにより、筬の最大前進位置（筬打ち状態）および筬の最後退位置での待機時間(静止角 10 度)がクランク方式に比較して長くなり、よこ糸打ち込みが均質化し織段現象が低減した。

３．１．２　織り条件を均一化するソフトウェアの開発

前項と逆の発想で、織段をデザイン化するソフトウェアを開発した。スワイベル織部分で、ごく一部の糸(5,000 本に対し８本程度)が上がり織段を発生する要因の一つと考えられる。そこで、スワイベル織をしない部分でもスワイベル織と同一の織条件を設定し、織段を強制的に発生させることで、織段をデザインとして見せることができる。この手法をスワイベル織ジャカードデータ作成ソフトに組み込むことより解決することができた。

３．２　縫製品としての品質向上を目指した開発

衣服の着用感の基準である衣服内気候（皮膚と最内層の布との間の気温、湿度、気流のこと）、衣服圧（着用時に衣服によって身体にかかる圧力）、風合い（布の触感）の計測に基づいて、従来品と同程度のものができるように織・加工条件を種々変更して試作を行い安定した高品質の無縫製織物ドレスの実用化を目指した。

４　新規スワイベル装置の開発と無縫製ドレスの試作

４．１　新たなスワイベル装置の開発

スワイベル装置の新しい機構として、スワイベル装置を筬と連動させた。筬と連動するために軽量化が必要で装置をアルミ製とした。また、ボビンの移動方式を持ち替える機構にすることにより、重量が以前の 1/10 程度まで軽量化を実現した。この結果、一回に切れるタテ糸の本数が数百本から 4 本に大幅に低減さすことができた。

４．２　新たなスワイベル装置による試作

開発した装置を用いて実験を行い、スワイベル装置の調整や織機等の改造・改善により、円滑なスワイベル織の試作ができるよう様々な対応を図った。

一連の検証は、“２　スワイベル装置の新機構の開発”、“３　縫製品としての品質向上を目指した開発”に記したとおりである。　これらの対策を行うことにより、スワイベル装置の安定運転を実現した。

新たなスワイベル装置の開発により当初の目的を達成するスワイベル織によりドレスを試作する技術が確立できた。

４．３　無縫製ドレスの試作

縫製品としての品質向上を目指した開発においては、着用感の基準である衣服内気候・衣服圧・風合いの計測に基づいて、得られた評価結果を研究開発へフィードバックし、織・加工条

件を種々変更して試作を行い安定した高品質の無縫製織物ドレスを試作した。

目標値である着用感基準を±３％以内の品質に向上させることができた。また織条件・加工条件を変えながら、衣服内気候・衣服圧・風合いを測定し、織・加工条件を確定させることができた。

これらの研究開発を通じて、当初の目的であるスワイベル織を用いた無縫製ドレスの製造技術（図 15）の開発することができた。

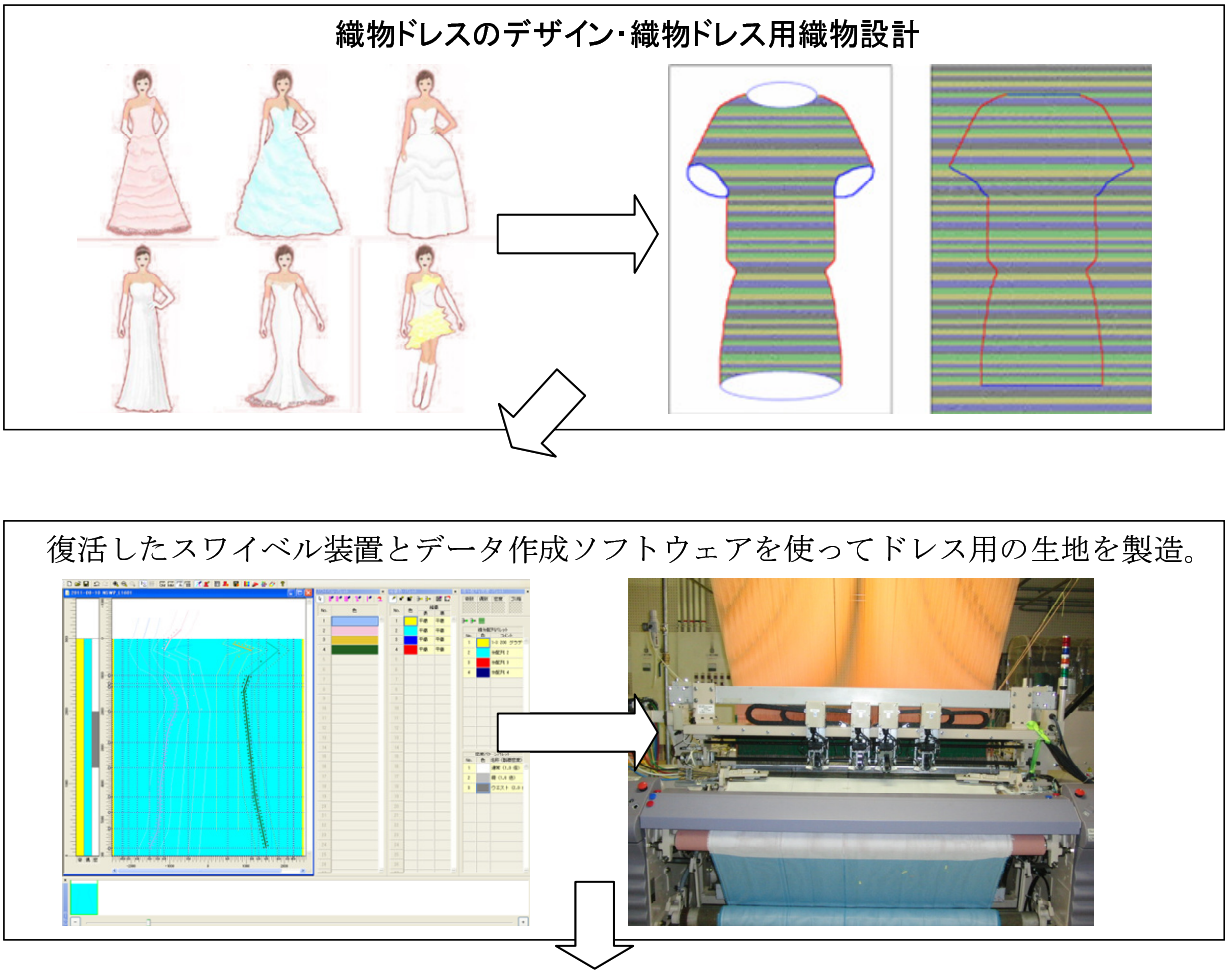


図 15　スワイベル織を用いた無縫製ドレスの製造技術

4　結　　論

本研究開発は、平成 20 年度～21 年度地域資源活用型研究開発事業「播州固有の変織技法による世界初の無縫製織物ドレスの研究開発」で行った研究をもとにした実用化研究である。本研究では、上記研究開発事業で残された課題を解決し新規スワイベル装置を開発した。本装置を用いて実証実験を行った結果、新規スワイベル装置による無縫製ドレスの試作に成功した。

謝　　辞

装置開発にあたり村尾良男氏（㈲サイエンティフィックテクノロジーズ）には、多大なご協力をいただいたことに謝意を表す。

参 考 文 献

1) 平成 20 年度地域資源活用型研究開発事業成果報告書

2) 平成 21 年度地域資源活用型研究開発事業成果報告書

3) 平成 22 年度戦略的基盤技術高度化支援事業成果報告書

「JST研究成果最適展開支援事業（A-STEP）FSステージ探索タイプ」

縫合技術を用いたカーボン複合糸から作製する高耐久性バネ材料の開発

藤田浩行

要旨　板バネの耐久性向上を目的に、熱可塑性樹脂をマトリックスとした炭素繊維強化複合材料を、ミシンで作製した複合糸を利用して開発し、既存材料と比較することでその特徴などを明らかにした。その結果、板バネは長期間の振動に伴う、亀裂発生と進展が耐久性を低下させるが、熱可塑性樹脂をマトリックスとした板バネは、多湿環境下においても耐久性低下は小さかった。複合糸から作製した材料は、炭素繊維が大きくうねった断面構造であるため、高い曲げ強度と層間せん断強度を持ち、市販織物を表面層に配置することで、曲げ弾性率にも優れた材料とすることができた。

1　緒　　言

振動コンベアは、搬送面下部に固定された板バネを共振周波数で振動させて材料を搬送させる装置である。搬送面を移動させることなく材料搬送できるため、小さな電力で稼働でき、小型化できる。また、共振周波数での振動は、必要なエネルギーも小さくできる。しかし、振動コンベアは、長期間に渡る安定した材料搬送への要求や食品搬送にも多用されるため多湿環境下での使用も多い。したがって、板バネの特性およびその雰囲気下での耐久性の把握は、振動コンベアの搬送能力と長期の安定使用の向上において、非常に重要である。

一方、板バネの素材は、金属製に替わり繊維強化複合材料製が主流となり、その強化繊維もガラス繊維から炭素繊維製の板バネが主に使用されるようになった。しかし、軽量で高い共振周波数は得られるものの多湿環境下では、マトリックス樹脂である熱硬化性のエポキシ樹脂が吸水の影響を受けて弾性率が低下し、３～６ヶ月で搬送能力を失うのが現状である。マトリックス樹脂に耐水性ある熱可塑性樹脂を使用することで耐久性向上は期待できるが、樹脂の含浸性や低い生産性など課題も多い。

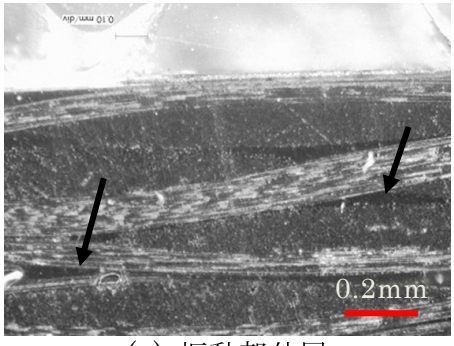
本研究は、まず現在使用されているエポキシ樹脂を用いた炭素繊維強化の板バネについて耐久性試験後の内部観察を行い、剛性低下の要因について検討する。また、熱可塑性樹脂を使用した板バネについて、既存の板バネと比較することで、多湿環境下での耐久性向上効果を明らかにする。さらに、以前に開発した複合技術[1)]を用いて作製した炭素繊維と熱可塑性樹脂糸の複合糸から複合織物を製織、それを複数積層して成形した板バネの剛性向上を試みるため、既存の炭素繊維織物を組合せた材料成形も実施したので、その結果も併せて報告する。

2　実験と考察

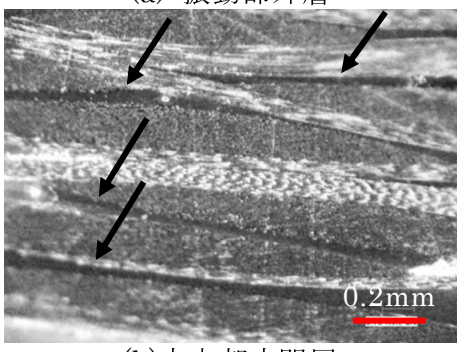
2.1　板バネの内部観察

エポキシ樹脂を用いた板バネについて、振動耐久性試験を実施した直後の材料内部の観察を行った。なお、試験方法および試料サイズは、既報[1)]のとおりである。試験片は、平織炭素繊維ｸﾛｽﾌﾟﾘﾌﾟﾚｸﾞ(TR3110M/331GMP,

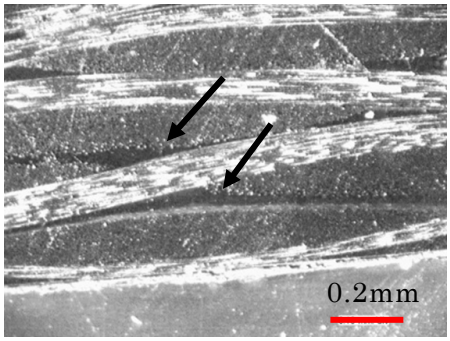
三菱レイヨン（株）製）を８枚積層し130℃で３時間ヒートプレスの後、切り出して作製した。１億回振動させた後の試験片中央部を長手方向に切り出し、各内部を示したのが図１である。板バネは、表面層に近いほど曲げ変形に伴う繰り返しの引張と圧縮荷重が大きくなり、中立線付近は曲げによる変形はない。しかし、内部に見られる亀裂（矢印）は、中間層に多数見られるため、引張-圧縮変形よりせん断変形の影響を大きく受けていると考えられる。なお、亀裂の起点は繊維と樹脂の界面となっていることがほとんどで、耐久性向上は、亀裂発生とその進展防止が重要である。



(a) 振動部外層



(b)中央部中間層



(c)固定部外層

図１　振動耐久性試験後の試料断面

２.２　板バネの剛性低下の雰囲気の影響

熱可塑性樹脂であるポリエステル(PET)をマトリックス樹脂とした炭素繊維強化の板バネを作製し、エポキシ樹脂の板バネとの耐久性を比較した。なお、室温で50%RHおよび95%RHの環境下で評価した。PETからなる板バネは、２.１のエポキシ樹脂からなる規格と同一の炭素繊維織物８枚とPETフィルム(厚み0.5mm)を交互に９枚重ねて成形した。275℃、5MPa、５分間で、その後急冷した。振動耐久性試験における総振動数と共振周波数の変化の関係を図２に示す。その結果、エポキシ樹脂の板バネは、95%RHでは約6000万回以降、急激に共振周波数が減少し、大幅な剛性低下が見られる。これは、図１のような材料内部の亀裂発生と進展のためであると考えられる。

一方、PETの場合、湿度の影響は小さい。しかし、振動による剛性低下は進行しており、周波数低下を抑制する板バネの材料設計が必要である。

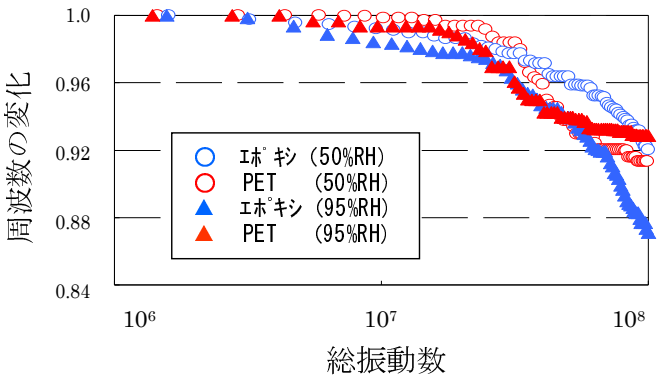
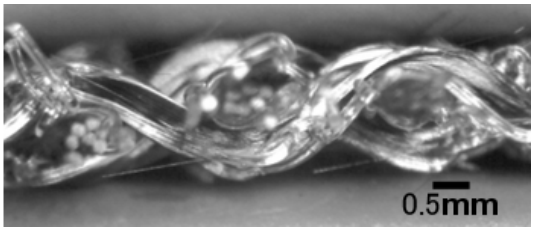


図２　板バネのマトリックス樹脂の種類と共振周波数の変化

２.３　複合糸から作製した板バネの特性評価

２.３.１　曲げ特性

複合糸は熱可塑性樹脂糸が周囲にあるため糸は太くなり、織物内の炭素繊維は大きくうねる（図３(a)）。市販の炭素繊維織物は糸を拡げた開繊糸を用いて製織するため、炭素繊



(a) 複合糸から作製した織物



(b) 市販の織物

図３　炭素繊維からなる織物断面

維のうねりは小さい（図３(b)）。この構造的な差違が、成形材料の機械的性質に影響を与えることは容易に予想できる。

そこで、ポリエステル樹脂と炭素繊維織物からなる成形材料について、表１に示す、炭素繊維織物を８枚積層した３種類の材料を成形し、曲げ特性を比較した。ここで、複合糸から作製した織物をⒶ、市販の平織炭素繊維織物(三菱レイヨン（株）製）をⒷ、PETフィルム（厚さ0.5mm）を”Ｆ”とする。なお、織物Ⓐは平織で、織密度は、ﾀﾃ13本/ｲﾝﾁ×ﾖｺ11本/ｲﾝﾁ、市販織物の炭素繊維の太さは3K、織密度はⒶとほぼ同じである。成形は、275℃、5MPa、５分間で、その後急冷した。成形板から、幅が約15mm、厚み約1.7mmの試験片を切り出し、支点間距離80mmで３点曲げ試験を実施した。試験片における炭素繊維の含有率は、いずれも約45wt%である。

３点曲げ試験の結果を表２に示す。試料Ａの曲げ強度が最大となったが、曲げ弾性率は最小となった。一方、試料Ｂの曲げ強度は最小であるが、曲げ弾性率は最も大きくなった。なお、試料Ｃは、試料ＡとＢとの間の値を示した。図３に試料AとBの厚さ方向の断面を示す。試料Aは織物の層間がはっきりせず、上下の織物に干渉した構造である。一方、試料Bの層間は明確で糸のうねりも小さい。

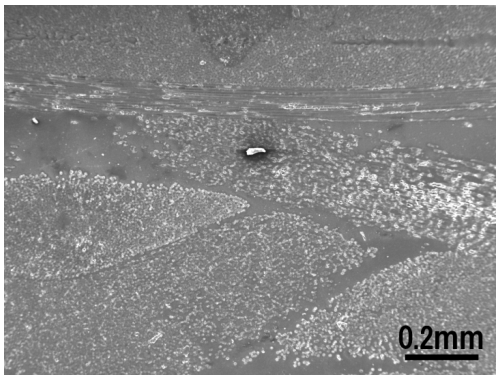
試料Aは、炭素繊維が大きくうねっているため曲げ弾性率は小さくなったが、層間強度が向上したことで高い曲げ強度を示したと考えられる。試料Cは、糸のうねりの異なる織物を組み合わせることで、強度および弾性率とも優れた値を示すことができた。

表１　成形したCF/PET複合材料の積層構成

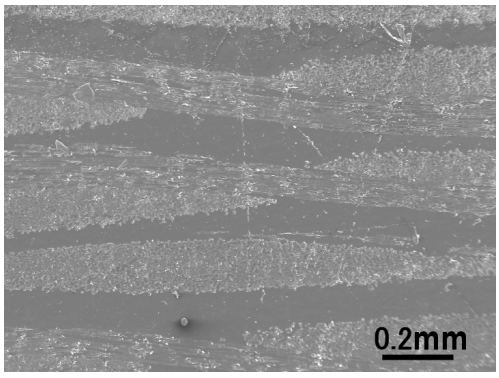
試料名	積層構成
A	ⒶⒶⒶⒶⒶⒶⒶⒶ
B	FⒷFⒷFⒷFⒷFⒷFⒷFⒷF
C	FⒷFⒷⒶⒶⒶⒶFⒷFⒷ

表２　曲げ強度と曲げ弾性率

試料名	曲げ強度 (MPa)	曲げ弾性率 (GPa)
A	571.1	40.3
B	407.7	48.4
C	480.5	47.9



(a) 試料A



(b) 試料B

図３　CF/PET織物強化複合材料の断面

２.３.２　層間せん断強度

２.３.１の結果から、試料Cが強度および弾性率ともバランスの取れた数値を示した。そこで、試料BとCの層間せん断強度を評価した。また、冷却速度の層間せん断強度への影響についても検討した。試験において、織物の積層枚数は16枚とした。なお、層間せん断強度試験は、短冊形状試料の両面から厚さの中央面までそれぞれ細い溝の幅で平行に入れて、長さ方向に引張または圧縮の負荷を行うことにより、両溝の底を結ぶ面上で層間せん断破壊を生じさせる試験法である。試験片の形状と寸法を図４に示す。本試験では圧縮荷重により実施した。その結果を表３に示す。また、図５に冷却方法を変えた試料Bの層間の破断面を示す。 徐冷した方が、はく離に伴う凹凸もなく、層間せん断強度も高い。しかし、急冷でも複合糸を使用した試料Cは、層間せん断強度はさらに高くなっており、炭素繊維のうねりの構造的効果が得られたと思われる。

３　結　　言

板バネの耐久性向上を目的に、熱可塑性樹脂をマトリックスとした炭素繊維強化複合材料を、ミシンで作製した複合糸を利用して開発し、既存材料と比較することでその特徴を明らかにした。得られた主な成果を以下に示す。

（１）板バネは長期間の振動に伴う、亀裂発生と進展が耐久性を低下させる。

（２）熱可塑性樹脂をマトリックスとした板バネは、多湿環境下においても耐久性低下は小さい。

（３）複合糸から作製した織物を積層した材料は、炭素繊維が大きくうねった断面構造であるため、高い曲げ強度と層間せん断強度を持った材料である。

（４）複合糸の織物を中間層に、市販織物を表面層に配置した材料は、曲げ強度および曲げ弾性率とも優れた特性を持つ材料である。

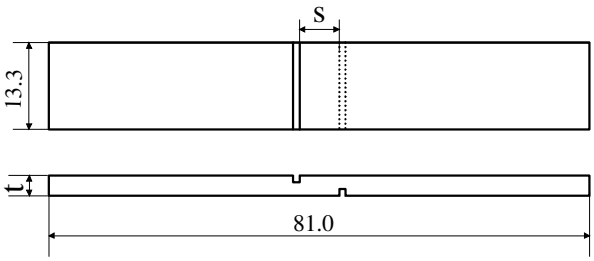
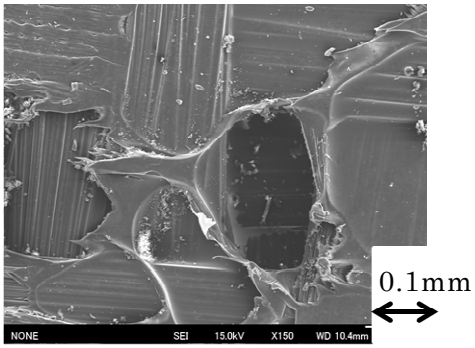


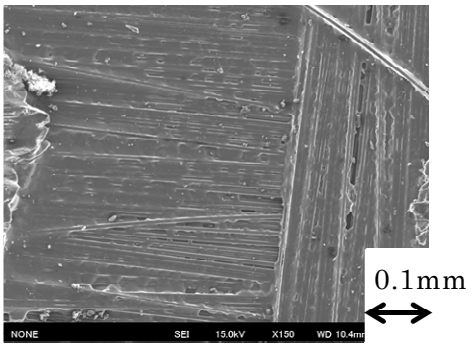
図４　層間せん断試験の試料形状

表３　層間せん断強度(MPa)

試料B（急冷）	試料B（徐冷）	試料C（急冷）
26.6	37.1	48.8



(a) 急冷



(b) 徐冷

図５　層間せん断試験後の破断面

参 考 文 献

1) 藤田, ”複合糸から開発した熱可塑性炭素繊維強化複合材料”, ケミカル･エンジニアリング,Vol,57,No.5, pp23-29 (2012)化学工業社

謝　辞

本研究は、同志社大学理工学部、藤邦織物(株)、宮田布帛(有)との共同研究により実施しました。関係者の方々に深く感謝いたします。

「経常研究」

縫合複合糸から作製する織物強化複合材料の曲面成形技術の開発

藤田浩行、古谷　稔

要旨　繊維ペレットで実現できない機械的性質を持った立体形状の成形品を、ミシンの巻縫い機構を応用した製造方法で作製した炭素繊維と熱可塑性樹脂繊維からなる複合糸で開発することを目的として行った。その結果、糸張力を変化させることで炭素繊維を蛇行させた形態の複合糸を作製することができた。また、その複合糸を用いた織物から半球状の成形品を試作したところ、炭素繊維の断裂もなく、金型形状に即した成形品を作製することができた。

1　緒　　言

小型かつ複雑形状のプラスチックの成形品の製造に、繊維長5～10mmの繊維ペレットを用いた射出成形法がある[1)]。従来、チョップドストランドという不連続な強化繊維から作製した短繊維ペレットを用いることが主流であったが補強効果が小さく用途が限定されるため、ロービングから作製する長繊維ペレットを用いた用途開発が活発である。しかし、長さ5～10mmの炭素繊維は射出成形におけるせん断力で繊維が破砕して繊維長が短くなる。また、繊維の均一な分散性を得るため、繊維含有率も最大30wt%程度が現状である。

機械材料としての用途が大いに期待される熱可塑性樹脂炭素繊維強化複合材料だが、プリプレグの立体形状への賦形性や繊維ペレットを用いた射出成形品の強度不足および樹脂の含浸性やコストなど多くの技術課題の解決が求められている。

本研究では、以前に開発した炭素繊維と熱可塑性樹脂糸からなる複合糸の作製において、構成する各糸の張力変化により、炭素繊維がクリンプした構造の複合糸の作製を試みた。炭素繊維がクリンプすることで、複合糸の見掛け長さよりも炭素繊維は長く存在するため、曲面成形への賦形が容易になると考えられる。また、開発した複合糸から織物を試作し、曲面形状の材料成形を試みたので、その結果も示す。

2　実験結果と考察

2.1　複合糸の作製

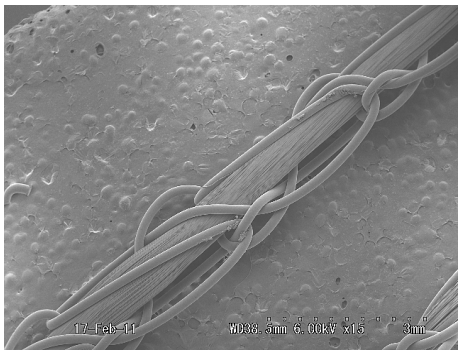
複合糸は、強化繊維糸、縫合糸および引き揃え糸の三種類で構成される。各糸はメローミシンに給糸され作製されるが、給糸時の張力の大小やバランスにより複合糸の形態変化が予想される。そこで、表１の規格の複合糸を、強化繊維糸と縫合糸の張力が表２となるよう調整して複合糸の作製を試みた。なお、引き揃え糸は挿入しなかった。作製した複合糸の外観を図１に示す。その結果、強化繊維糸の張力に対して縫合糸の張力が小さければ、強化繊維糸は真っ直ぐに配置されるが、縫合糸の張力が相対的に大きくなれば、強化繊維糸は蛇行した形態へ変化することがわかる。これは、縫合糸の張力が、強化繊維にせん断力として作用したためであり、両者のバランスにより形態は変化したと考えられる。

表１　作製した複合糸の規格

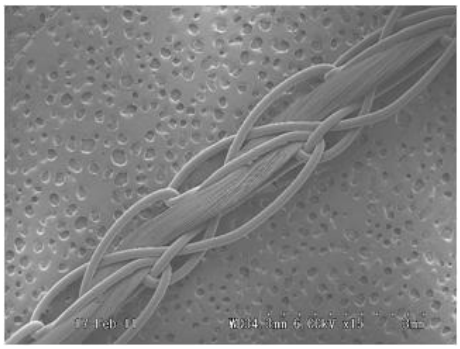
	素材	太さ	本数
強化繊維糸	炭素繊維	3K	1
縫合糸	ポリエステル	300D	3

表２　各糸の平均張力（cN）

条件	強化繊維糸	縫合糸
①	200	50
②	20	50



(a)条件①



(b) 条件②

図１　複合糸の形態変化

２.２　織物強化複合材料の曲面成形

条件②で作製した複合糸から織物を試作し、半球状の金型を用いて立体形状の成形を試みた。織密度は、たて・よこともに11本/インチである。織物は３枚積層し、曲率半径が15mmと25mmの金型を用いて、加熱圧縮成形を試みた。なお、280℃で５分間加熱した。また、比較実験として市販炭素繊維織物（三菱レイヨン（株）製）３枚とポリエステルフィルム４枚を交互に挟み、同様に成形した。市販炭素繊維織物の炭素繊維の太さは3K、織密度は試作織物と同じである。また、ポリエステルフィルムの厚みは0.5mmとした。成形品の外観を図２および図３に示す。

複合糸から作製した成形品は、炭素繊維糸の断裂箇所も見られず、きれいな半球状の成形品が得られた。一方、市販織物の成形品は、矢印の箇所で完全に炭素繊維糸が切れて樹脂のみが存在する成形品となった。

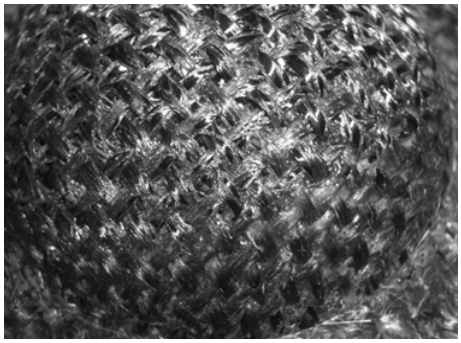
複合糸は熱可塑性樹脂糸が周囲にあるため糸は太くなり、織物内の炭素繊維は大きくうねる。市販の炭素繊維織物は糸を拡げた開繊糸を用いて製織するため、炭素繊維のうねりは小さい。炭素繊維が大きくうねった構造の方が、糸の長さに余裕があり、金型形状に無理なく沿った形態で成形できたと考えられる。

３　結　　言

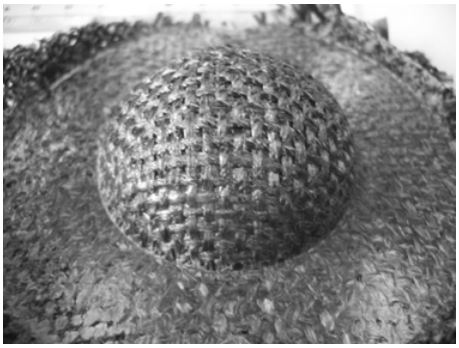
繊維ペレットで実現できない機械的性質を持った立体形状の成形品開発を、ミシンの巻縫い機構を応用した製造方法で作製した炭素繊維と熱可塑性樹脂繊維からなる複合糸で開発することを目的として行った。得られた成果を以下に示す。

（１）複合糸作製時の糸張力を変化させることで、炭素繊維を蛇行させた形態の複合糸を作製することができた。

（２）複合糸を用いた織物から半球状の成形品を試作したところ、炭素繊維の断裂もなく、金型形状に即した成形品を作製することができた。

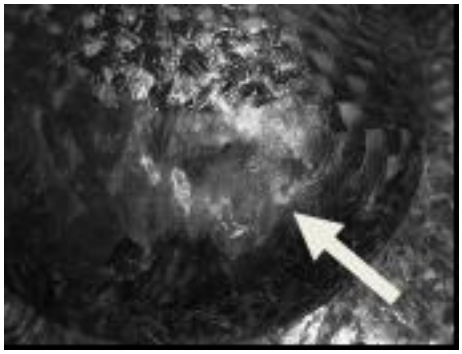


(a) 曲率半径 15mm



(b) 曲率半径 25mm

図２　複合糸から作製した織物の成形品



(a) 曲率半径15mm



(b) 曲率半径25mm

図３　市販炭素繊維織物の成形品

謝　辞

本研究を実施するに当たり、同志社大学理工学部の藤井透教授、松岡敬教授、藤邦織物（株）および宮田布帛（有）の関係者の方々に深く感謝いたします。

参考文献

1) 本間精一, 工業材料, Vol.54, No.4, p.23-27 (2006).

「技術改善研究」

縫合技術を用いた高機能複合糸の開発に関する研究

藤田浩行，古谷　稔，東山幸央，佐伯　靖，中野恵之，瀬川芳孝，近藤みはる，有年雅敏

要旨　織物の高機能化やデザイン性に優れた織物開発を目的に、ミシンの縫合技術を活かした新たな複合糸の開発を行った。複合糸は、構成する糸の素材、色、太さなどを容易に組合せて作製することができ、従来の複合糸とは異なった構造をしている。そのため、撚糸からの複合糸よりも柔軟性に優れ、導電性や伸縮性など機能性も付与した複合糸を作製することができた。また、意匠性ある複合糸を用いた織物を試作して展示会へも出展した。

1　緒　　言

繊維製品の差別化および高付加価値化に複合素材による製品開発があり、異なる糸の交織や複合糸による開発が実施されている。複合糸は、糸自身に各素材の特性を生かした機能を付与できる特長があることから、交織とは異なり多くの繊維製品へ応用できる。

本研究では、縫合技術を用いた新たな方法により複合糸を開発する。これは既存のミシンの縫合（巻縫いともいう）機構を応用した複合方法である。従来の混紡糸や撚糸による複合糸とは異なる幾何形状を持った糸を作製できるため、新たな機能性やデザイン性を付与した糸の開発が期待でき、高付加価値織物の開発に役立てられる。

本報告では、様々な繊維素材や異なる色相の糸からなる複合糸の作製を試み、視覚的特徴や従来の複合糸では得られなかった特性について比較評価したので報告する。また、作製したカラフルな複合糸を、たて糸に用いた織物試作も実施したので紹介する。

2　実　　験

2.1　複合糸の規格と作製

複合糸は、メローミシンの巻縫い機構を用いて作製した。複合糸の形態モデルを図１に示す。ミシンに給糸された３本の糸（縫合糸という）は、各々ループで連結され、中央糸の周囲を覆うように長さ方向に連続した形態をしている。なお、縫合糸のみでも作製も可能である。図２に、縫合技術による複合糸と従来の複合化技術である撚糸工程で作製された複合糸（綿撚糸）を示す。糸の幾何形状が明らかに異なっている。そこで、構成する糸の素材や複合糸の形態が、糸の特性などに及ぼす影響を検討するため、表１に示す素材および色相が異なる糸を用い、表２に示す規格で複合糸を作製した。

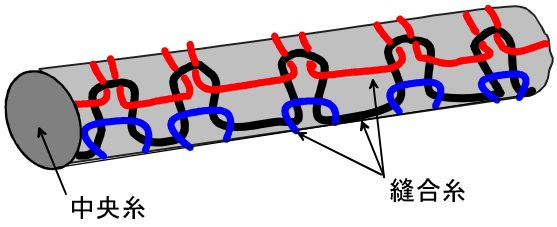


図１　縫合技術から作製される複合糸の構造

表１　複合糸に用いた糸の規格

糸番号	素材	太さ		色
		構成	dtex	
＃１	レーヨン	120d/2	266.6	薄青色
＃２	レーヨン	120d/2	266.6	紺色
＃３	レーヨン	120d/2	266.6	金色
＃４	PET	40/2^{s}	295.3	水色
＃５	綿	5/2^{s}	2362.2	絣調
＃６	PET	850d/2	1888.7	蛍光色
＃７	PET	60/3^{s}	295.3	橙色
＃８	PP	300d	333.3	透明
＃９	SUS	φ0.12	881.7	銀色

※　PET:ﾎﾟﾘｴｽﾃﾙ、PP:ﾎﾟﾘﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝ、
SUS:ｽﾃﾝﾚｽ

表２ 縫合技術から作製した複合糸の構成

試料	縫合糸			中央糸	太さ(dtex)
A	＃１	＃２	＃３	なし	1592
B	＃１	＃２	＃３	＃８	1970
C	＃１	＃２	＃３	＃９	2348
D	＃１	＃２	＃３	＃５	4035
E	＃１	＃２	＃３	＃６	3580
F	＃１	＃２	＃３	＃４	1941
G	＃７	＃７	＃４	＃３	2136

２.２　複合糸の特性評価と形態変化

縫合技術から作製した複合糸の物性を明らかにするため、複合糸の引張特性および圧縮特性について評価した。引張特性は、試料長200mm、引張速度100mm/minで実施した。また、圧縮特性は、圧縮試験機（カトーテック（株）製）を用いて、変形速度0.4mm/minで最大荷重20N になるまで圧縮した。試料長さは16mmである。なお、図２の綿撚糸についても同様の試験を行った。

また、複合糸の形態変化を試みるため、180℃で30s間熱処理を実施した。

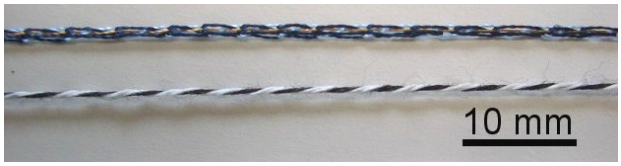


図２　複合糸の外観
（上：縫合技術、下：綿撚糸）

３　実験結果と考察

３.１　複合糸の特性評価

試料Aと構成する＃１のレーヨン糸および綿撚糸の引張特性を、dtex当たりに換算して図３に示す。なお、綿撚糸と試料Aの太さは、ほぼ同一番手である。その結果、縫合技術からなる複合糸は、他の糸と比較して、荷重-伸度曲線の傾きは小さく、伸びやすい糸であることがわかる。これは、ループ状の形態の構成によるものと考えられる。

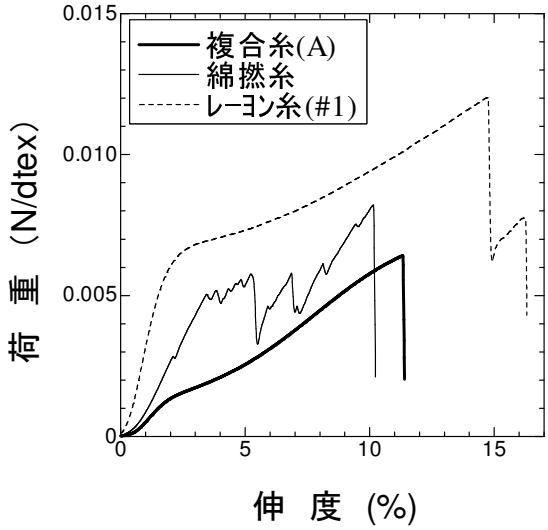


図３　複合糸の引張特性

試料Aと綿撚糸の圧縮試験の結果、図４に示すように、ほぼ同じ厚みではあるが、試料Aの方が変形量が大きく圧縮変形しやすい糸であることがわかる。これも引張特性の場合と同様に構造的な差異によるものである。

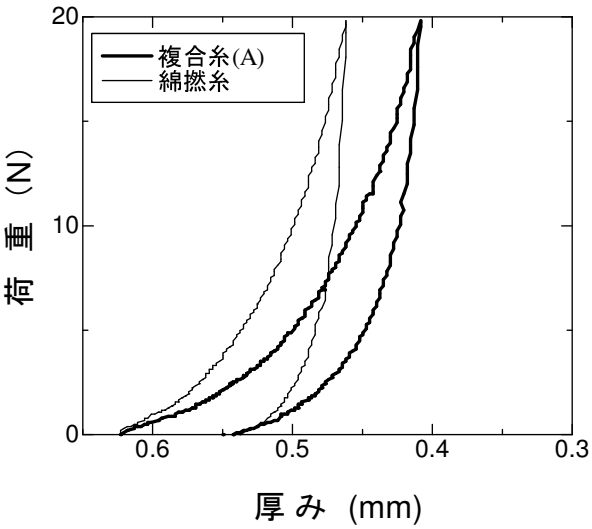


図４　複合糸の圧縮特性

PP のモノフィラメント糸（＃８）を中心糸とした複合糸（試料 B）の熱処理後の形態を図７に示す。PP の熱収縮により大きく形態変化した糸が得られ、伸縮性に優れた糸となった。

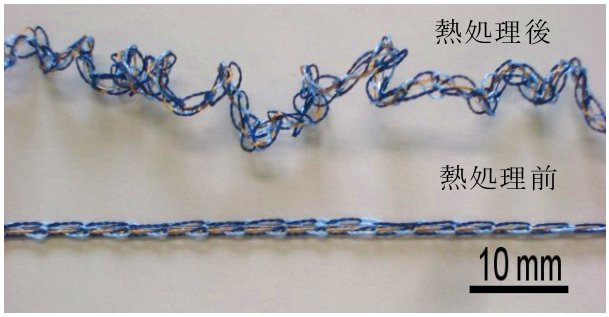


図７　熱処理した複合糸（試料B）

３.２　複合糸の形態評価

＃５のカスリ調の糸を中心糸として作製した複合糸（試料D）を図５に示す。＃５の糸は、色相変化とともに太さ変化のあるスラブ糸である。周囲にある縫合糸により、色合いに変化が見られる糸となった。

また、図６に、ステンレス糸（＃９）を中心糸として作製した複合糸（試料C）を示す。芯に金属製の糸を配置することで、帯電防止や電磁波シールドなどへ応用できる糸である。



図５　カスリ調スラブ糸を用いた複合糸（試料 D）



図６　ステンレス糸を中心糸とした複合糸（試料C）

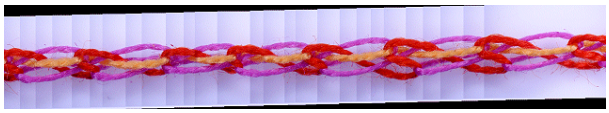
表１および表２のとおり、複合糸の作製は様々の素材や糸の組み合わせが可能である。例えば、試料F、Gのように、親水性および疎水性の糸を複合糸の外側（縫合糸）および内側（中心糸）に配置することで、吸水性と表面のドライ感を持つ素材開発など、両者の機能性を有効利用した繊維製品の開発が期待できる。

３.３　複合糸の製織

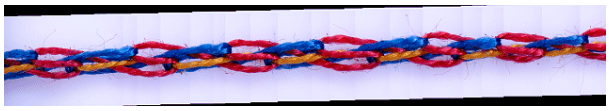
縫合技術から作製した複合糸は、従来の複合糸と異なる構造を持つため、色の組合せなどの工夫でデザイン性に優れた織物開発が期待できる。そこで、カラフルな複合糸を複数作製し、ストライプ柄となるような織物を試作した。

図８に試作した複合糸の一例を示す。中央糸は使用せず、３本の縫合糸のみで構成した。また、縫合糸の配色の組み合わせは、全て変えて作製した。

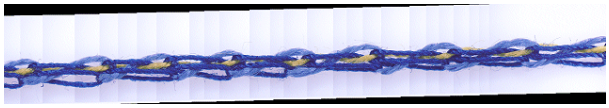
複合糸をたて糸に挿入して製織した織物の外観を図９に示す。複合糸を挿入した箇所は、柄が目立つ織組織とした。試作した織物は、富山県南砺市で開催された第50回全国繊維技術交流プラザにも出展した。



(a) No.1（赤色＆ピンク色＆橙色）



(b) No.2（赤色＆橙色＆水色）



(c) No.3（青色＆水色＆黄色）



(d) No.4（茶色＆黄色＆橙色）

図８　試作した複合糸

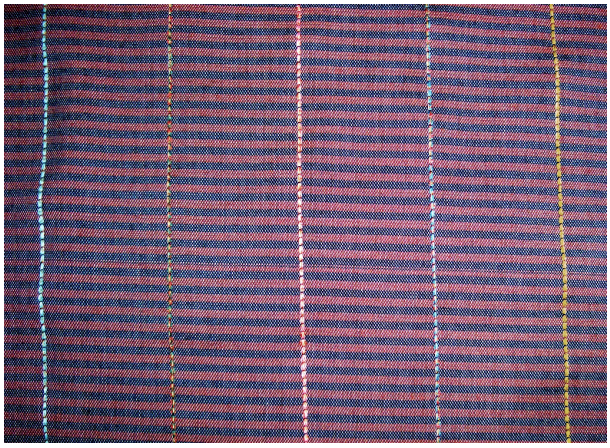


図９　試作織物



図10　繊維技術交流プラザの出展模様

4　結　　言

織物の高機能化やデザイン性に優れた織物開発を目的に、ミシンの縫合技術を活かした新たな複合糸の開発を行った。複合糸は、構成する糸の素材、色、太さなどを容易に組合せて作製することができ、従来の複合糸とは異なった構造をしている。そのため、撚糸からの複合糸よりも柔軟性を優れ、導電性や伸縮性など機能性も付与した複合糸を作製することができた。また、意匠性ある複合糸を用いた織物を試作し、展示会へも出展した。

今後、この開発技術が、播州織産地における新規織物開発の一助になれば幸いである。

「重点領域研究」

ナノファイバー織物製造技術の研究開発

―ナノファイバー糸の高能率製造技術の開発―

東山幸央，中野恵之，佐伯　靖，近藤みはる，瀬川芳孝，藤田浩行，古谷　稔，有年雅敏

要旨　エレクトロスピニング法（以下、ESP法）により作製した不織布状のナノファイバーを、連続した糸形状にすることができる加工技術および加工装置を開発した。水溶性ビニロンフィルム表面にナノファイバーを吹き付け加工した後、裁断して撚糸することで、製造効率の改良を実現した。また、水溶性ビニロンフィルムにより、製織に必要な強度も確保でき、製織工程への適用が期待できる。

1　緒　　言

当支援センターでは、ESP 法を用いた糸表面加工技術および加工装置の開発に関する研究を行っている。これまで、研究室レベルではあるが、綿糸表面にポリエステル・ナノファイバーを吹き付け加工してから撚糸することによって、綿糸がナノファイバーで被覆された ESP 表面加工糸の作製に成功した。

本研究では、ESP 法で課題となるナノファイバーの製造効率をさらに改良するため、高能率で製造する方法について検討した。

2　実験方法

2.1　実験装置の作製

表面にナノファイバーを吹き付け加工した水溶性ビニロンフィルムを、任意の幅で細長く裁断するための装置を製作した。装置設計のための情報収集から、フィルムに負荷する張力や裁断刃の形状等に留意して製作したフィルム裁断・巻取装置を図１に示す。

張力制御機構付きの巻出部から巻き出された水溶性ビニロンのフィルムは、捕集部にてナノファイバーを吹き付け加工された後、裁断部で任意の幅に裁断されて巻取部にて巻き取られる。



図１　フィルム裁断・巻取装置

2.2　巻取試験

巻取試験は、水溶性ビニロンフィルムとしてクラレビニロンフィルム（株式会社クラレ製)、ハイセロンフィルム（日本合成化学工業株式会社製）および記録用チャートロール紙を用いた。巻取幅は、ESPにおけるノズル１本の噴射幅とほぼ同等の30mmとし、巻取速度は最大300mm/minとした。

ナノファイバー表面加工のためのESP条件は、ポリエチレンテレフタレートのヘキサフルオロイソプロパノール溶液（12.5wt%）を用い、印加電圧10kV、ノズ

ルー捕集部間距離100mm、ノズル径18G(外径1.2mm/内径0.94mm)、ノズル本数は１本、溶液吐出量0.24ml/minにて行った。

２.３　裁断試験

裁断試験は、２.２で述べた巻取試験の試験中に、図２に示す裁断刃にフィルムを通すことにより行った。これは、フェザー剃刀S(片刃)を樹脂板と重ね合わせており、樹脂板の厚みおよび剃刀の枚数を変えることで、任意の幅および所望の本数にフィルムを裁断することができる。

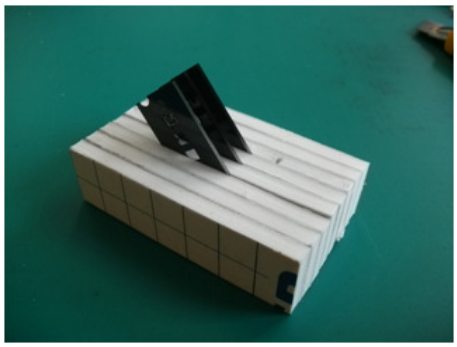


図２　作製した裁断刃

２.４　撚糸試験

撚糸試験は、家庭用撚糸機「ねじりっこ」（株式会社ビエント製）を用いた。撚り数は80回/m、Z撚とした。

３　結果と考察

３.１　巻取実験

巻取実験の様子を図３に示す。記録用チャートロール紙による試運転の結果、10m巻取運転後の蛇行誤差は 1mm 程度で、良好な巻取状態であった。

クラレビニロンフィルムを用い、巻取速度 200mm/min にて ESP 噴射を行いながら巻取試験を行うと、フィルムの 30mm 幅に対し、20-25mm 幅でナノファイバーが連続的に表面加工された。巻取時の蛇行は発生しなかったが、巻取方向に対して縦方向に皺が寄ったまま巻取られた。



図３　巻取実験の様子

皺が発生する原因として、水溶性ビニロンフィルムは紙と比較して柔らかく、張力に対する伸びが大きいため、巻取時の張力で横方向に収縮することで皺が発生したと考えられる。

３.２　裁断実験

クラレビニロンフィルムの裁断実験の様子を図４に示す。裁断刃は３枚、間隔は 5mm 幅とした。３筋の切れ目が確認できる。巻取長 10m の裁断試験で切断不良等は見られなかったが、巻取時と同様に横方向の皺に起因すると思われる切れ目の蛇行が複数箇所で確認された。



図４　フィルムのみの裁断実験

ESP 噴射を伴う裁断実験の状況を図５に示す。巻取速度は 200mm/min とした。実験開始直後は図５に示した手順どおり問題なく裁断できるが、特にナノファイバーの付着具合が、フィルムの幅方向に不均一と

なった場合に、大きく裁断幅が変化したり、途中で切断される等の不具合が発生した。その原因として、各裁断刃における裁断抵抗が不均一となることで、フィルムの皺や緩みが増幅してしまうことが考えられる。

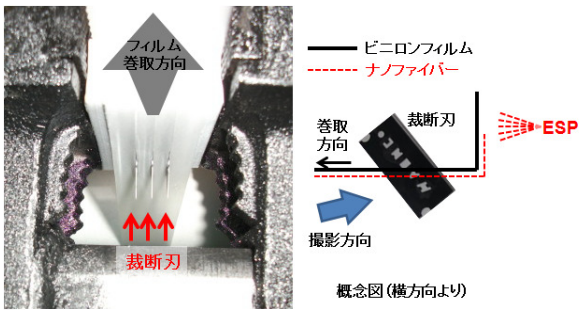


図５　ESP 加工しながらの裁断実験

３.３　撚糸実験

巻取長 10m の連続裁断に成功した 5mm 幅のクラレビニロンフィルムの撚糸実験の様子を図６に示す。設定した通りに撚糸することができた。

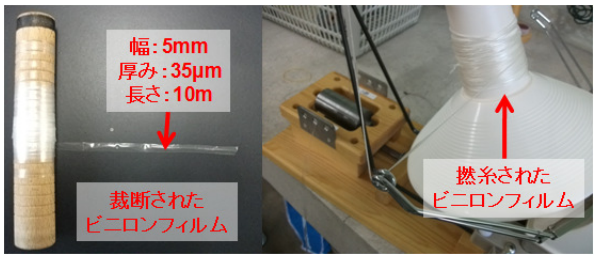


図６　撚糸実験の様子

以上の実験結果から、ESP 加工しながらのビニロンフィルム裁断で、最大の問題点となるのが、巻取張力により発生する皺である。この皺はビニロンフィルムがロール等の対象物に密着していない箇所で発生することが明らかになった。フィルムの裁断も、図５に示すようにフィルムがロールから浮いている箇所で行っているため、ガイド等にフィルムを密着させた状態で裁断する方法が問題の解決策として有効である。

３.４　織物試作

図６の撚糸試験で得られた「撚糸されたビニロンフィルム」を緯糸に用い、卓上用手織り機にて作製したサンプルの写真を図７に示す。経糸は、30 番双糸を三子撚りした綿糸を用いた。今後、ESP 加工品柄の裁断実験に成功し、緯糸のビニロンフィルムを溶解除去すれば、緯糸がナノファイバーのみからなる織物の作製が可能となる。

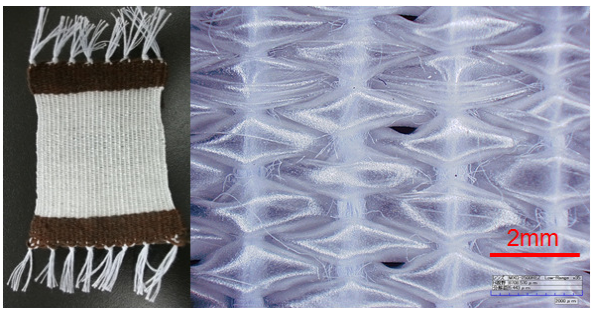


図７　撚糸されたビニロンフィルムを緯糸に用いた織物（経糸：綿）

４　結　　言

ESP法によるナノファイバー糸の高能率製造技術の開発において、水溶性ビニロンフィルムの安定裁断・巻取・撚糸までの検討に成功した。

ノズル１本あたりのESP加工幅は、20-25mmであるため、例えば5mm幅で裁断すれば４本に分割できる。本実験では200mm/minの巻取速度で検討を行ったが、ナノファイバーの連続糸の実質的な生産速度はその４倍の800mm/minとなる。更にノズルを増やしてESP加工幅を広げれば、更なる生産速度の向上が可能となる。

「重点領域研究」

エジプト綿を用いた播州織の試作に向けての調査および研究

中野恵之，東山幸央，佐伯　靖，近藤みはる，瀬川芳孝，藤田浩行，古谷 稔

要旨　兵庫県立工業技術センターは、京都工芸繊維大学繊維科学センターと連携協定を締結した。その連携の一環として「ギザ87プロジェクト」を実施した。高品位なエジプト綿を使用して、原綿から紡績糸を製造し、生地の試作、縫製品の試作、さらに京都の伝統工芸技術付与を行い、原料から製品まで管理した商品創りのモデルを実践することができた。中国製品との差別化において国内製品は高級品への移行が必要不可欠と考えられており、それらの試作品はそのニーズに応えるものである。これら日本の高度な技術を融合させて商品開発を進めることは、海外企業に容易に模倣されることは無く、高級な国内製品開発の一助になると考える。

1　目　　的

平成 22 年６月に兵庫県立工業技術センターは、京都工芸繊維大学繊維科学センターと連携協定を締結した。連携事業の一環として「ギザ 87 プロジェクト」を実施した。

「ギザ87」プロジェクトは、同大学繊維科学センターが各研究機関、企業等と連携して実際の「ものづくり」に参加することで、繊維産業におけるサプライチェーンの実態を再確認し、繊維科学センターの果たす役割を検討するために取り組んだ事業である。すなわち、同事業は繊維産業の現状を掌握し、産官学連携の技術開発を模索することを目的としている。本事業を契機に、中小の繊維業界と研究開発機関のより密接な連携を図りながら、技術開発の場を拡げていきたいと考えている。

2　ギザ87プロジェクトの全容

平成20年１月に京都工芸繊維大学繊維科学センターとエジプトのヘルワン大学(カイロ)が研究連携を締結した。また、平成22年６月には、国内最大の先染綿織物産地がある兵庫県の県立工業技術センターと連携協定が結ばれ、平成22年10月には京都市産業技術研究所とも研究等連携に関する覚書が締結された。そこで、エジプトの最高級綿である「ギザ87」を利用した試作事業をたちあげ、サプライチェーンマネジメントに参加した。ヘルワン大学から送られた「ギザ87」150kgを大正紡績㈱(大阪府)の協力を得て、80綿番手、120綿番手の２種類の紡績糸を作製した(図１参照)。試作した紡績糸を同大学澤田美恵子教授のデザイン監修の下、兵庫県では(財)北播磨地場産業開発機構(西脇市)が主体となり、㈱齋藤商店(西脇市)、オザワ繊維㈱(西脇市)が織物試作を担当した。京都市では、㈱深田商店がニットと織物試作を担当し、撚糸や改質の加工技術を用いて紡績糸を再度加工した。ニットは、㈱森下メリヤス工場(和歌山県)織物は高橋織物㈱(滋賀県)にて試作を行った。試作した生地は㈱ミスティミスト(大阪市)と㈱タカラ(岡山県)にて縫製し製品試作とした。

3　糸の試作

ギザ87の原綿について、基本的な性質を測定した結果、表１に示すように、最高クラスと言われているギザ45と比べても繊維長や繊度の特性が良いことがわかった。やや黄度では劣るが、精練・染色技術において高級感を損なうことな

く製品化することは可能であると判断した。繊維長が長く繊度が小さいことは、細くて柔らかい紡績糸が製造可能であり、高品位な繊物や編物の生地製造が可能となる。

高品位なギザ87を原綿として、80番単糸、120番単糸の糸を紡績し、また80番単糸と双糸、120番単糸と双糸の各強撚糸を試作した。さらに糸の風合いを改善するために、ニット用の強撚糸にはソフト感と洗濯寸法安定性を付与する糸の改質加工を施した。

4　生地の試作

生地試作については、80番単糸の綿ポプリン(密度:110×90(本/2.54cm))を試作した。また、120番双糸を用いてジャガード織(密度:140×100(本/2.54cm))も試織した(図２、図３参照)。強撚糸を使用した織物では、80番単糸の楊柳および、タテ糸80番単糸、ヨコ糸120番単糸と双糸の2種類のローンを試織した。ソフト強撚糸のニットでは、80番単糸のフライス、80番双糸の天竺、120番双糸のフライスを試編した(図４参照)。

図５に試作した縫製品の写真を示す。ジャガード織物を用いたブラウスとシャツであるが、しなやかな手触りとやわらかい生地により着心地の良い仕上がりを得た。

また、付加価値を高めるための試みとして、京都の伝統工芸技術を製品に取り入れた。図６に試作例の写真を示す。一つは金彩で、職人が筆にて生地に絵を書き込んだもので、もう一つは、京絞りという技法である。写真の京絞りは、中央付近に金彩を施しており、高級感を付与している。

表１　各エジプト綿の性質

	繊維長 (mm)	繊度 (Mic)	伸度(%)	反射率 (Rd)	黄度 (+d)
ギザ87	35.85	3.37	5.0	73.0	9.0
ギザ45	35.70	3.40	5.0	74.2	8.8
ギザ88	35.52	3.79	4.7	67.2	12.2
ギザ70	34.09	3.99	5.0	73.0	9.7
ギザ90	28.74	4.21	6.5	66.8	12.0

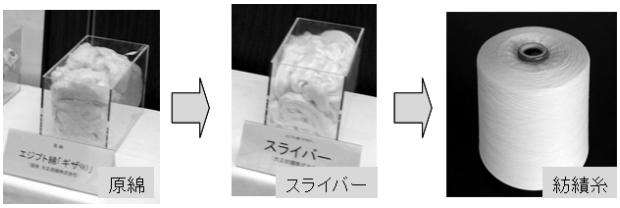


図１　原綿から紡績糸の試作

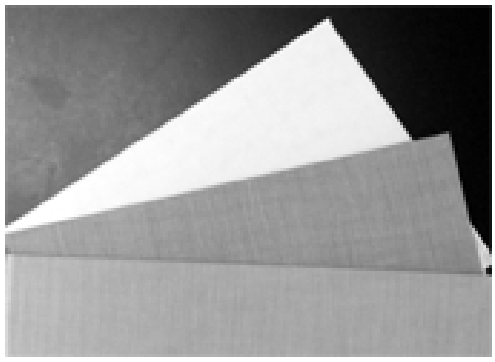


図２　綿ポプリン（㈱齋藤商店製）



図３　ジャガード織物（オザワ繊維㈱製）



図４　ソフト強撚糸ニット
（㈱森下メリヤス工場製）




図５　播州織で試作したブラウス（左）とシャツ（右）




図６　袖に施した金彩（左）と京絞り（右）



図７　京都工芸繊維大学繊維科学センター第３回大阪地区講演会での展示

５　結果と考察

高級エジプト綿を使用して、原綿から紡績糸を製造し、生地の試作、縫製品の試作、さらに京都の伝統工芸技術付与を行い、原料から製品まで管理した商品創りのモデルを実践することができた。これまで、紡績糸は各原綿のブレンド技術や撚り数等の製造条件によって良し悪しが判断されていたが、今回のように紡績糸の原料に価値を持たせた商品開発にも可能性を見いだすことが出来た。今回の試作品は、コストは高価となるが、中国製品との差別化において国内製品は高級品への移行が必要不可欠と考えられており、それらの試作品はそのニーズに応えるものである。

現段階では、ギザ87のような付加価値がある原綿を継続的に入手できるか等の商業的な課題はあるが、京都市の伝統工芸技術を取り入れた商品開発はアジア諸国では実現不可能である。しかし、日本の高度な技術を融合させて商品開発を進めることは、日本文化を世界に紹介するとともに、海外企業に容易に模倣されることは無く、高級な国内製品開発に結びつくと考える。また、国内の繊維産地間において共同で製品開発を進める重要性を実証することができた。

６　まとめ

ギザ87プロジェクトにおいて国内繊維産業の産官学共同での“ものづくり”を実践することができた。また、本成果は平成23年11月22日に綿業会館（大阪）にて開催された京都工芸繊維大学繊維科学センター第３回大阪地区講演会にて発表[1)]と試作製品の展示（図７参照）を行った。参加者は繊維業関係者150名を超え、広く活動を普及することができた。

今後、この経験を生かして産官学連携による技術開発や商品づくりを継続して推進し、兵庫県立工業技術センターや京都工芸繊維大学の研究成果等の普及および国内繊維関連企業の競争力強化に繋げていきたいと考える。

謝　　辞

本プロジェクトを推進された京都工芸繊維大学をはじめ、ご協力いただきました関係者の皆様に厚くお礼を申し上げます。

参考文献

1) 京都工芸繊維大学繊維科学センター第３回大阪地区講演会講演要旨集 2011 P9-10

「重点領域研究」

ゼオライト等吸着剤による播州織染色排水の無色化に関する研究

佐伯　靖，瀬川芳孝，藤田浩行，有年雅敏

要旨　近年、播州織染色排水の処理に対して、環境に配慮した安価な排水処理技術が、繊維業界から必要とされている。染色排水を無色化するために活性炭を多用するとコスト高になるため、活性炭と同様の脱色性能を有し、かつ安価な脱色剤の検討を行った。使用量を削減した活性炭と人工ゼオライト、活性白土等と凝集剤を併用して処理を行った結果、処理水の着色の低減が可能になることが明らかになった。ただし、この処理水のCODは染色排水処理場での従来処理(36.2mg/ℓ)と比べるとほぼ２倍であるため、今後CODを削減するために、最近排水処理剤として利用が検討されている天然粘性物質等の処理技術の利用が今後必要になると考えられる。

1　目　　的

播州織の染色排水の浄化に関しては、環境に優しく、安価な排水処理技術の開発が関連企業から要望されている。染色排水を無色化するために吸着性の高い活性炭を多用すると処理費用が高くなるため、活性炭とほぼ同様の脱色性能を有し、かつ安価な脱色剤を検討する必要がある。本研究は、高価な活性炭に替わる脱色剤として、ゼオライトやシリカアルミナ系活性白土による脱色性能を評価するとともに、染色排水への適用の可能性について検討を行った。

2　実験方法

脱色剤として天然ゼオライトおよび人工ゼオライト(シーキュラス Caタイプ：中部電力(株)製)、酸性白土[ニッカナイトS-200]、活性白土強、フロナイト723[シリカアルミナ系排水処理剤]、[シリカアルミナ系合成ゲル](いずれも東新化成㈱製)にポリ塩化アルミニウム(PAC)＋ポリアクリルアミド(PAA)を併用して赤、青、黄色系反応染料排水を処理した。処理水の着色を目視および分光光度計(U-2000 Spectorophotometer : HITACHI製)で300-800nm間で吸光度を測定し、脱色性を評価した。

次に、活性炭(S-W50：二村化学㈱製)、人工ゼオライト、活性白土強、フロナイト 723 に PAC＋PAA を併用して播州織染色排水の処理実験を行った。排水処理水の着色を目視および分光光度計で吸光度の測定を行い、排水処理水の化学的酸素要求量(COD)の測定を行った。

3　結果と考察

一般に、繊維に使用される染料は、三原色(シアン、マゼンタ、イエロー)の組み合わせにより調色されている。図１に各三原色反応染料の吸光度スペクトルを示す。赤色染料の場合は、赤色の補色である青色から緑色の光が吸収されるため、450mnから570nmの吸収がみられた。この吸収スペクトルの最大吸光度の波長540nm付近を赤色染料の指標とした。すなわち、波長540nmの吸光度が低いと赤色染料が少ないことを意味する。同様に

青色染料の場合は黄色から赤色の光が吸収されるため、この吸収スペクトルの最大吸光度の波長597nm付近を青色染料の指標とした。黄色染料の場合は紫から紺色の光が吸収されるため、この吸収スペクトルの最大吸光度の波長398nm付近を黄色染料の指標とした。

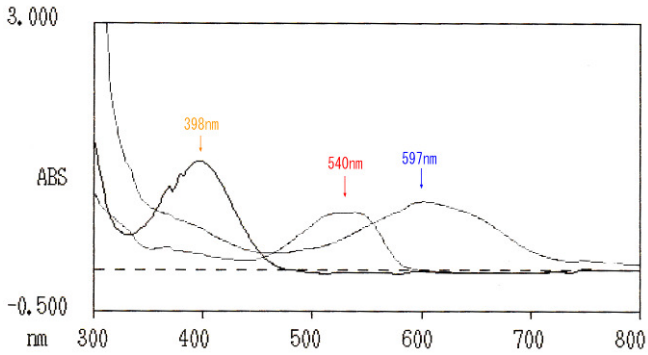


図１　黄、赤、青色系反応染料の吸光度スペクトル

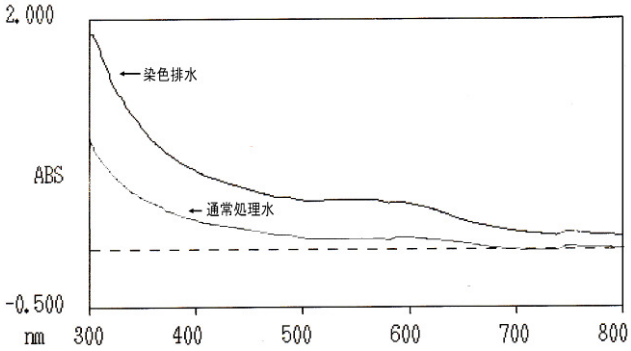


図２　播州織染色排水と処理水の吸光度スペクトル

播州織染色排水は黒濁色である。これは図２の吸光度スペクトルから認められるように、ほとんどの色の吸収スペクトルが混在しているため黒色にみえる。通常の処理水では赤色や青色染料に起因する吸収スペクトルが大きく減少していることから、やや黄色味を帯びた色成分を持つことが分かった。蒸留水や活性炭により無色化した処理水の場合は400nm～800nmにかけて吸収スペクトルはみられなかった。

ゼオライトとPAC＋PAAと併用して処理した反応染色排水の吸着性は、表１および図３の処理水の吸光度に示すように、黄色系染色排水、青色系染色排水の場合は、人工ゼオライトでは吸着性は良好であるが、赤色系染色排水の場合は吸着性が低いことが明らかになった。これは反応染色の色素母体の差異に起因すると考えられる。すなわち、黄色系のピラゾロンアゾ系や青色系のアントラキノン系より赤色系Ｈ酸アゾ系の色素母体分子が長いため、凝集体に取込まれにくかったためではないかと考えられる。

表１　反応染色排水のゼオライト処理水の吸光度

吸光波長	398nm	538nm	596nm
人工ゼオライト300mg	―	0.608	―
赤色系染色排水(50ml)	―	0.713	―
天然ゼオライト300mg	―	―	0.225
人工ゼオライト300mg	―	―	**0.082**
青色系染色排水(50ml)	―	―	0.828
天然ゼオライト 50mg	0.128		
人工ゼオライト 50mg	**0.048**	―	―
黄色系染色排水(50ml)	1.176	―	―

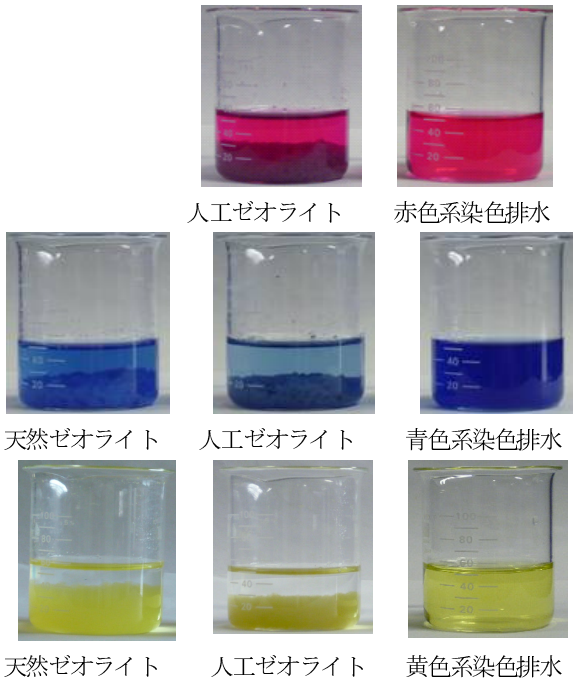


図３　ゼオライトによる赤色および青色、黄色の反応染色排水の吸着実験結果

各種活性白土とPAC＋PAAと併用して処理した染色排水の吸着実験の結果、表２および図４に示すように活性白土強、フロナイト723[シリカアルミナ系]が黄色系や青色系染色排水に高い吸着性を示す。

一方、赤色系染色排水の場合は、ゼオライト吸着剤と同様に吸着性が低下した。活性炭と異なり、活性白土等は反応染料排水の単独処理での吸着は低かったため、PAC等の凝集効果を補強しフロックの形成を促進して、その結果染料排水を凝集体に取込み易くしているものと考えられる。

表２　反応染色排水の活性白土処理水の吸光度

吸光波長	398nm	540nm	597nm
活性白土強 100mg		0.704	－
フロナイト723 100mg		0.618	－
活性炭S-W50 50mg		**0.000**	－
赤色系染色排水(50ml)		0.767	－
酸性白土 300mg		－	0.184
活性白土強 50mg		－	**0.045**
フロナイト723 50mg		－	**0.041**
ニッカゲルS 300mg		－	0.171
青色系染色排水(50ml)		－	0.559
活性白土強 50mg	**0.057**		
フロナイト723 50mg	**0.056**		
黄色系染色排水(50ml)	1.324		

表３および図５に示すように、播州織染色排水の吸着性は活性炭とPAC＋PAAとの併用処理が最も高い。排水１㎥当たり活性炭の使用量は１kgの計算となった。処理費用の中でこの活性炭が最もコスト高になると考えられる。排水処理コストを抑えるために、染色排水の処理剤として、人工ゼオライトや活性白土等とPAC＋PAAとの併用処理を検討した結果、処理水の着色度は減少するが、赤みがかった着色が残り、良好な脱色は得られなかった。そこで、着色を減少させるため、使用量を半減した活性炭と人工ゼオライトや活性白土等とPAC＋PAAと併用して処理した結果、処理水のかなりの着色の低減が可能になることが明らかになった。

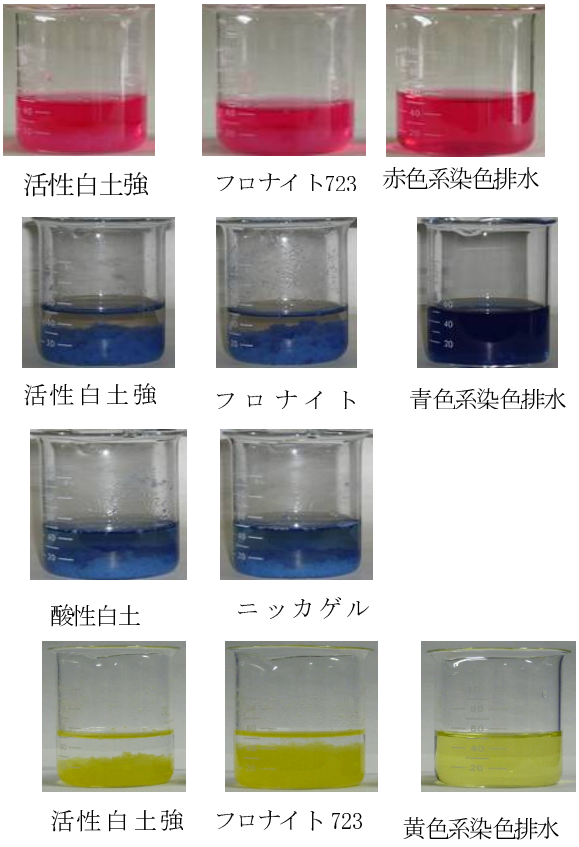


図４　活性白土による赤色および青色、黄色の反応染色排水の吸着実験結果

表３　播州織染色排水の各処理水の吸光度

吸光波長	540nm	590nm
染色排水	0.313	0.313
活性炭 S-W50 (500mg)	**0.000**	**0.004**
人工ゼオライト(300mg)	0.071	0.062
活性白土強(300mg)	0.069	0.061
フロナイト723(300mg)	0.070	0.063
活性炭(200mg)＋人工ゼオライト(300mg)	**0.029**	**0.031**
活性炭(200mg)＋活性白土強(300mg)	**0.022**	**0.024**
活性炭(200mg)＋フロナイト723(300mg)	**0.006**	**0.010**

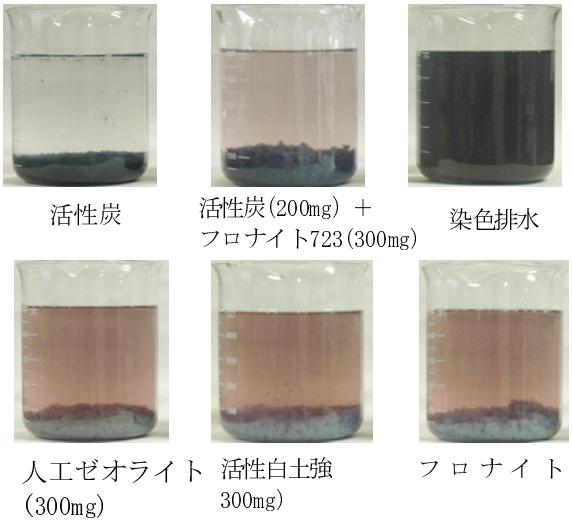


図５　播州織染色排水の吸着剤による処理実験

表４　播州織染色排水の各処理水のCOD

染色排水(500ml)に対する処理剤の量(mg)					COD (mg/ℓ)
活性炭 S-W50	人工ゼオライト	活性白土強	フロナイト 723	PAC (ml)	
500	－	－	－	2	49.0
200	300	－	－	2	**68.3**
200	－	300	－	2	**64.7**
200	－	－	300	2	**61.1**
－	300	－	－	2	122.6
－	－	300	－	2	113.6
－	－	－	300	2	120.6
－	－	－	－	2	107.5
播州織染色排水					245.2

また、表４に示すように、この処理水のCODは、染色排水処理場での従来処理(36.2mg/ℓ)と比べるとほぼ２倍であるため、今後CODを削減することを考えて、最近排水処理剤として利用が検討されている天然粘性物質等の処理技術の利用が、今後必要になると考えられる。

４　結　　論

人工ゼオライトや活性白土等に活性炭を併用した色素吸着剤と凝集剤を使用して播州織染色排水を処理した結果、染色処理水の着色をかなり低減できることが明らかになった。本実験範囲内では、CODが従来処理水に比べ、２倍程度と高いため、近年、排水処理剤として注目されている天然粘性物質等によるCOD削減効果について、今後さらに研究を進めることが必要である。

「経常研究」

パックテストを利用した繊維製品の遊離ホルムアルデヒドの簡易測定法の検討

佐伯　靖，藤田浩行

要旨　繊維製品の遊離ホルムアルデヒド量の測定は、厚生労働省令や日本工業規格に規定されているアセチルアセトン法が使用されているが、試験時間が長い等の問題点がある。本研究では、この問題を解決するため、パックテストMBTH(2－methyl－2－benzothiazolinehydrazon)法を利用した簡易測定による遊離ホルムアルデヒドの測定方法をについて検討を行った。その結果、従来のアセチルアセトン法に比べ処理時間が短縮でき、吸光度測定による検量線の相関も良いことから簡易測定法として利用できると考えられる。

1　目　　的

繊維製品の遊離ホルムアルデヒド量の測定に関しては厚生省令やJIS規格によるアセチルアセトン法が使用されているが、試験時間が長いという問題点がある。本研究では、パックテストMBTH(2－methyl－2－benzothiazolinehydrazon)法を利用した簡易測定による遊離ホルムアルデヒドの測定方法について基礎的な検討を行った。

2　実験方法

ホルムアルデヒドパックテスト(WAK-FOR：㈱共立理化学研究所製)のK-1試薬（MBTH）を０、１、２、５、10、20μgホルムアルデヒドを含む溶液5mlに添加撹拌し、３分後に黄色試薬(酸化型MBTH)を加えて撹拌、さらに１分間静置後、分光光度計(U-2000 Spectorophotometer：HITACHI製)で300-800nm間の吸光度を測定し、MBTH法での最大吸光度波長を求めた。次に、JIS L1041 8.1.2 ホルムアルデヒド標準試料(3.75μg/ml) ０、0.5、１、２、３mlを蒸留水で各々10mlに希釈し、分光光度計により波長625nmでMBTH法による検量線を求めた。ホルムアルデヒド処理綿布(試料１、２)をJIS L1041 8.1.4 B法による抽出処理を行い、抽出液５mlの遊離ホルムアルデヒド量をMBTH法とアセチルアセトン法で試験を行った。

3　結果と考察

ホルムアルデヒド溶液は、MBTH法により黄色(０μg)から濃青色(20μg)に呈色した。図１に示すように吸光度のピークは620～630nmに有るため、MBTH法による

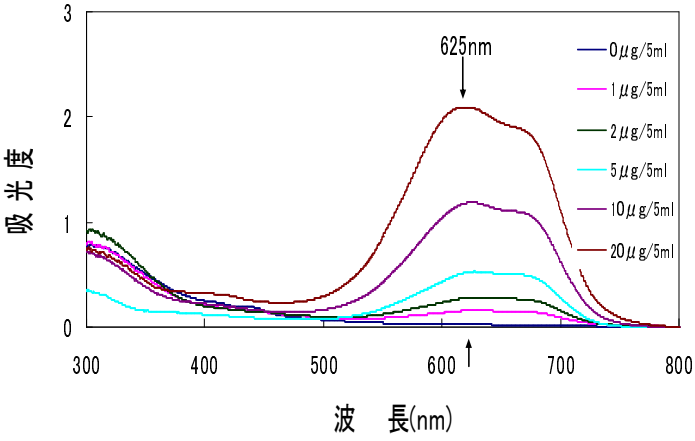


図１　各ホルムアルデヒド溶液に対するMBTH法による吸光度スペクトル

吸光度測定波長を625nmとした。

図２はホルムアルデヒド標準試料(3.75μg/ml)が０、0.5、１、２、３mlのMBTHによる発色を示したものである。

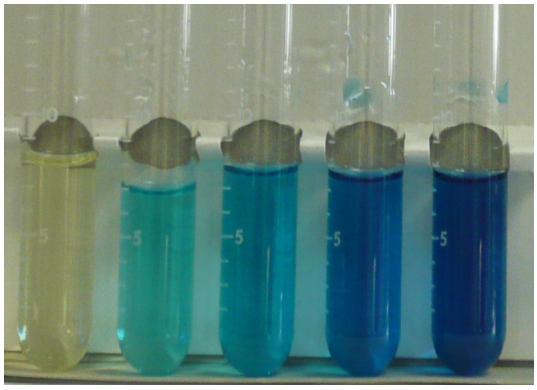


図２　ホルムアルデヒド標準試料(3.75μg/ml)のMBTHによる発色(左から０、0.5、１、２、３ml添加)

図３に示すとおり、MBTH法によるホルムアルデヒド標準試料の検量線は直線性が高く、相関係数が0.997と正の相関を示している。この検量線により、ホルムアルデヒド処理綿布の遊離ホルムアルデヒド量を求めアセチルアセトン法と比較した結果を表１に示す。いずれの試料１、２ともにMBTH法は、アセチルアセトン法の遊離ホルムアルデヒド量と近い値を示した。アセチルアセトン法が処理に40℃で30分加温、30分静置するのに対して、MBTH法では約４分で処理(室温)できることから簡易測定として利用可能である。

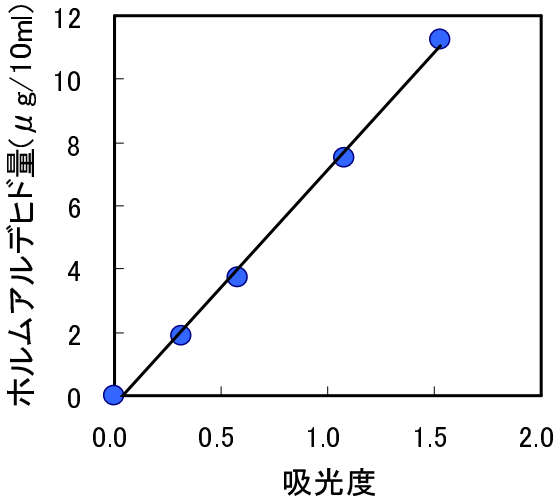


図３　パックテストMBTH法による検量線

表１　MBTH法とアセチルアセトン法による遊離ホルムアルデヒド量

遊離ホルムアルデヒド量	MBTH法 (μg/g)	アセチルアセトン法 (μg/g)
試料１	52.2	50.6
試料２	200.9	188.6

４　結　　論

ホルムアルデヒドパックテストMBTH法を利用した遊離ホルムアルデヒドの測定は、従来のアセチルアセトン法に比べ処理時間の短縮が可能であり、吸光度測定による検量線の相関も良いことから予備試験としての簡易測定法として、今後利用可能である。

研究報告既刊一覧

No. 1	(1965年　8月)	No.23	(1987年10月)
No. 2	(1966年　5月)	No.24	(1988年10月)
No. 3	(1967年　6月)	No.25	(1989年10月)
No. 4	(1968年　8月)	No.26	(1990年10月)
No. 5	(1969年　8月)	No.27	(1995年10月)
No. 6	(1970年　8月)	No.28	(1996年10月)
No. 7	(1971年　6月)	No.29	(1997年10月)
No. 8	(1972年　　)	No.30	(1998年11月)
No. 9	(1973年　　)	No.31	(2000年　1月)
No.10	(1974年　　)	No.32	(2001年　1月)
No.11	(1975年　　)	No.33	(2002年　2月)
No.12	(1976年　　)	No.34	(2003年　3月)
No.13	(1977年　　)	No.35	(2004年　3月)
No.14	(1978年10月)	No.36	(2004年11月)
No.15	(1979年10月)	No.37	(2005年11月)
No.16	(1980年10月)	No.38	(2006年11月)
No.17	(1981年10月)	No.39	(2007年11月)
No.18	(1982年10月)	No.40	(2008年11月)
No.19	(1983年10月)	No.41	(2009年12月)
No.20	(1984年10月)	No.42	(2011年　3月)
No.21	(1985年10月)	No.43	(2012年　3月)
No.22	(1986年10月)	No.44	(2013年　2月)

研究報告(第44号)

平成25年2月28日発行

編集　　兵庫県立工業技術センター繊維工業技術支援センター
発行　　〒677-0054　兵庫県西脇市野村町1790-496
TEL (0795)22-2041　FAX (0795)22-3671

２４産Ⓣ１－００９Ａ４