

織布準備工程の合理化に関する研究

—経通し省力化システムの開発(2)—

加藤淳二

要 旨

織布準備工程のなかで特に人手と時間を要する経通し作業をメカトロ化する研究に取り組み、作業を省力化するシステムを試作した。

前回の報告、経通し省力化システムの開発(1)では、経通し作業者の動作を分析し、それぞれの作業を機械に代行させることで省力化を図るシステムの開発を報告した。作業の各要素(綜統を一本分離する、綜統を把持して移動する、経糸を綾から分離する、経糸を運ぶ、綜統の目の位置決めを行う、綜統の目に糸を通す)について、それぞれを代行する要素技術を開発し、それらを統合して連動制御するシステムを試作してみた。

本報告では、さらに複数列の綜統への展開と、各動作の確実性向上に向けた取り組み等について報告する。

1. はじめに

愛知県の尾州地域は日本一の毛織物産地である。この産地は古くから幾千に及ぶ中小企業の活躍で支えられてきている。

尾州の原動力ともいえる中小毛織物企業では、いま労働者の高齢化や熟練労働者の不足が深刻化している。加えて生産の少量短納期化がいつそう進み、業界は、より効率の高い生産の必要から、手間や時間のか

かる作業の合理化、省力化を強く求めている。

毛織物の準備行程の中に「経通し」作業があり、手間と時間のかかる作業の代表となっている。数千本にも及ぶ経糸を、一本ずつ綜統の目に通す大変な作業であるが、織物の製造には不可避である。しかし単純作業の繰り返しなので、機械やロボットの得意な作業であるともいえる。

そこで、メカトロ技術を応用してこの作業の省力化に取り組んだ。

なお、本研究では、すでに各企業に導入されている経通しスタンドや市販の汎用部品を最大限利用し、簡素で安価な機械を提案する方向で取り組んだ。

2. 試作したシステム

(1) 検討課題：複数列の綜統への対応

メール通しの確実性

(ア) 綜統フレームの設計・製作

前回報告したシステムでは、安価なシステムの開発を念頭に置いたため、汎用リーチング台の綜統枠をそのまま利用していた。このため、がたつき等の原因により、繰返し精度がやや不足し、複数列の綜統に対しての運転には課題が残っていた。

そこで精度向上のため、アルミ部材等を使用して専用綜統フレームを新たに試作した。

綜統棒は櫛状の棒に入れ、これを上部から専用棒で押さえ込んで、より確実に固定するように改良した。

これにより、繰り返し精度が向上し、複数列の綜統を装着した運転時の確実性が向上した。

(イ) 綜統分離機構の改良

綜統列の端部とフレームとの間に緩衝材を使用し、押しつけ時のフレックス性を向上させた。これにより、綜統分離を行うバキュームパッドと綜統の面との密着性が向上した。

また、綜統の吸引・分離が行われたかを真空スイッチにより確認する。

(ウ) 分離した綜統を移送する際、メール通しを行う最適位置で停止する位置決め機構の改良を行った。

試行：数値制御利用

リミットスイッチ利用

投受光型光電センサ利用

(オムロン E3C)

近接センサ利用

(サンクス GXL-8H)

試行の結果、本研究においては近接センサによる方法が最も繰り返し精度が良好であった。

(エ) メール通しのエア吹きヘッド製作

従来のシステムを見直したところ、ヘッドと綜統の隙間が大きく、メール通しの確実性に影響が大きいと思われる。そこでヘッドと綜統のすき間をなくす形状のヘッドを新たに試作した。また、メール通しの際、経糸を持ち出す角度を変更した。これらの改良により、糸の吹抜けが安定し、メール通しの確実性が向上した。

(オ) 綜統押付け方法の改良

- ・押付け部材の変更・製作
- ・押付けポイントの変更(2点→1点)

- ・綜統把持ポイントの変更(上下2点→下1点)

・押付け圧力・位置の最適化

・その他部品加工・調整

(カ) 制御系統の簡略化

インタフェース回路を製作し、個別に行っていた2軸ロボットと綜統把持装置の制御を1本化した。これにより複数列運転や仕掛替え等による制御プログラムの変更が容易となった。

(2) 仕様

主要なハードウェアの構成を示す。

ア. 2軸ロボット

アーム移動式直交座標型2軸ロボット

ヤマハ発動機株式会社製 SXY型

DCサーボモータ駆動 80W×2

ボールネジ式 X軸650mm Y軸350mm

アルミ架台付

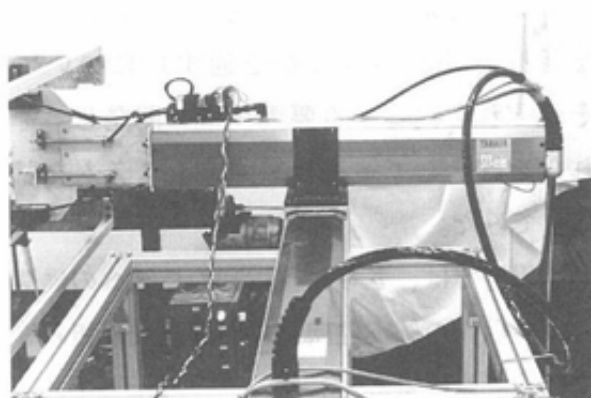


図1 2軸ロボット

プログラミングユニット YPU20

(液晶20文字4行)

専用コントローラ RCH20

(2軸同時制御)

メモリ 64kB

通信用RS232C 1CH

汎用入出力 入力8点 出力8点

電源 AC100V

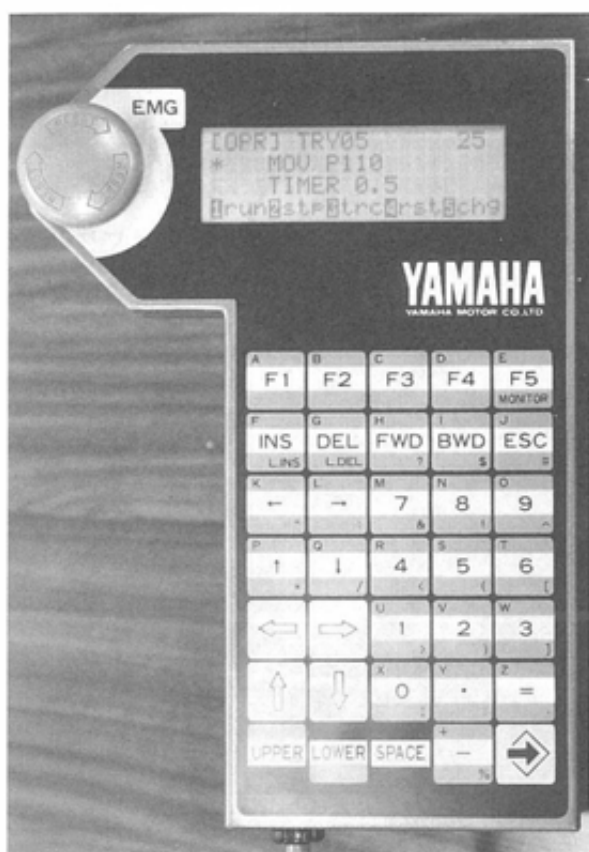


図2 2軸ロボットの端末

イ. 綜統分離・把持装置

真空発生器

ピスコ製 VGH07F-66

真空スイッチ付

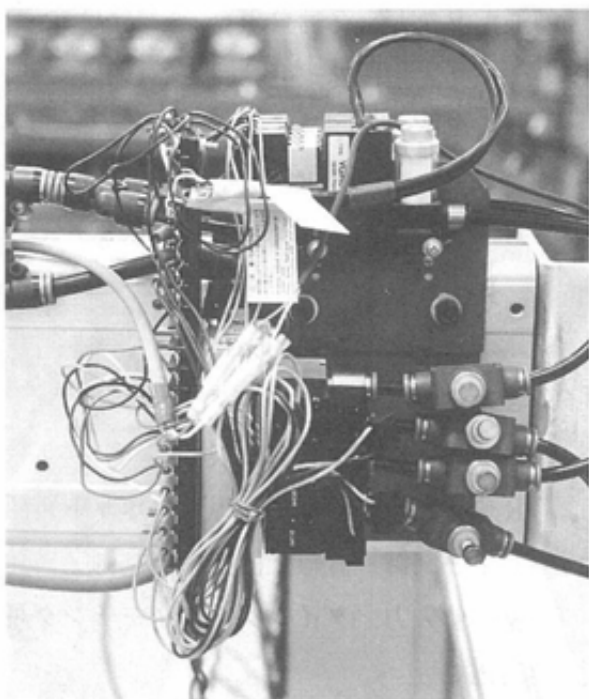


図3 真空発生器と制御バルブ

バキュームパッド

ピスコ製 VPC2RN4J

φ 2 mm

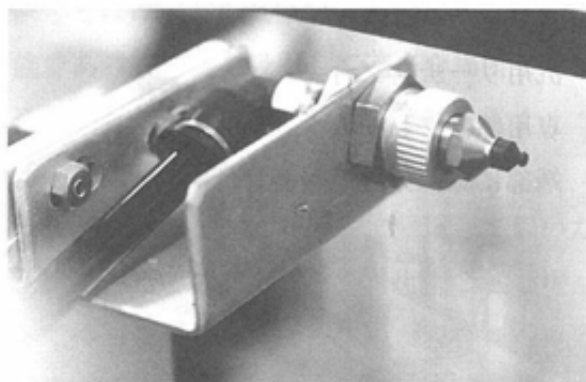


図4 バキュームパッド

エアチャック

CKD製 FH125-O

単動平行ハンド

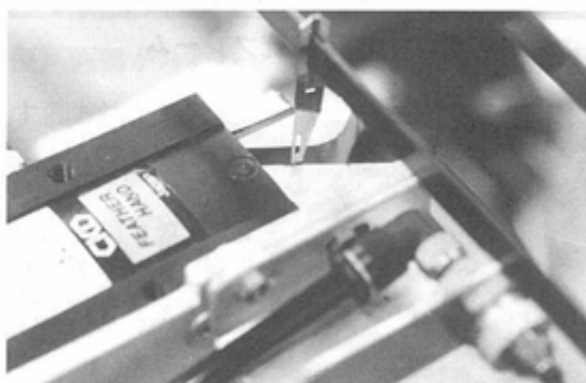


図5 エアチャック

エアシリンダ

CKD製 SCPS2-ML

ペンシル形、単動回り止め形

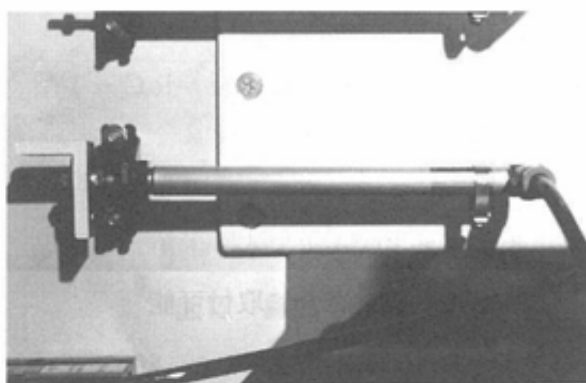


図6 エアシリンダ

エア電動バルブ

CKD製 3PA1

3ポートマニホールド一体型

ウ. リーチング台

汎用リーチング台

専用綜統フレーム

端部に綜統分離用緩衝材付

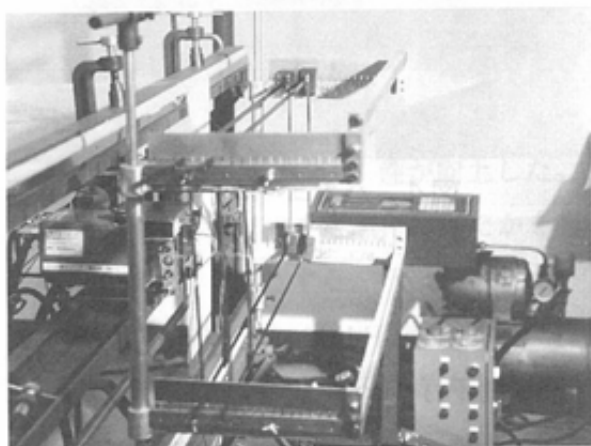


図7 専用綜統フレーム

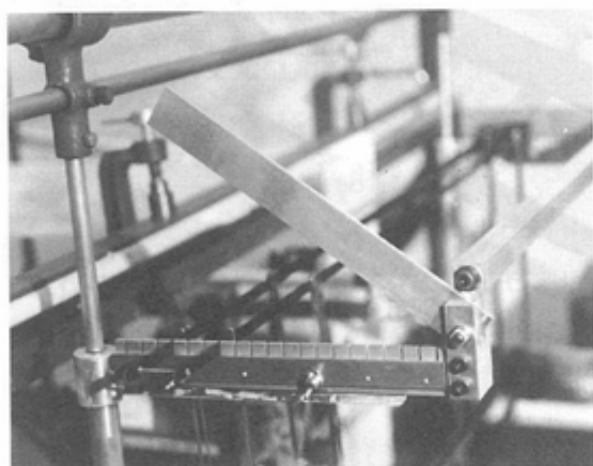


図8 ヘルド棒を固定

エ. 経糸分離装置

一宮フィーダー製作所製 RC-1型

緩押さえフック式

パルスモータ、糸送りリニア機構付

改良型エア吹き出しヘッド

汎用リーチング台に取付可能

・コントローラ

ネオ・フィーラー製 EDC

ステッピングモータドライバ機能

エアバルブ制御回路

柄パターン入力パネル

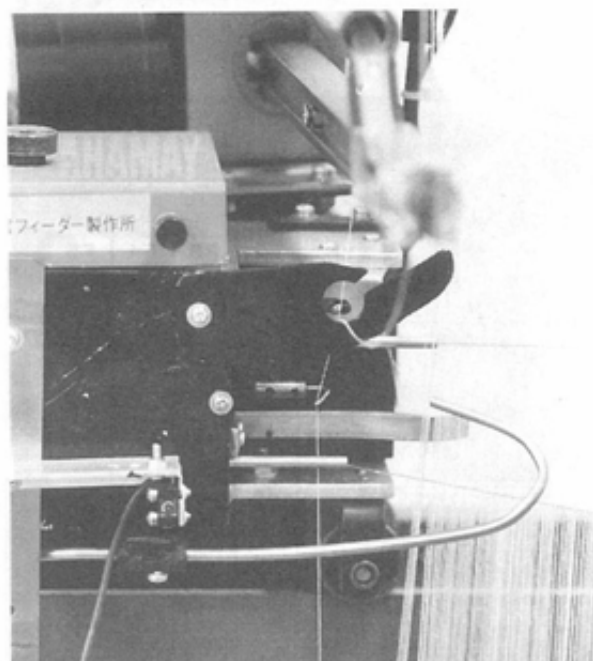


図9 経糸分離装置

カ. その他

インタフェースボックス

リレー、インタフェース回路等

つぎに主要なソフトウェアの構成を示す。

ア. 通信ソフト (2軸ロボット-パソコン間)

ヤマハ発動機株式会社製 CUP

対象データ: メインプログラム、

ポイントデータ、

システムデータ等

通信パラメータ

ボーレート: 9600bps

イ. 2軸ロボット制御プログラム

ヤマハ発動機株式会社製

RCH20コントローラ専用ロボット言語

PTP制御 直線/円弧補間制御

座標値入力/ダイレクトティーチング可

割込処理

I/Oコントロール

(綜統を分離・把持装置を制御)

(3) 各動作

ア. 綜統を一本分離する

真空発生機とφ2mmのパキュームパッドを組合わせ、綜統の上下端付近を、緩衝材を挟んでフレームに押し付けて2点吸引し、綜統群から先頭の一本を分離する。

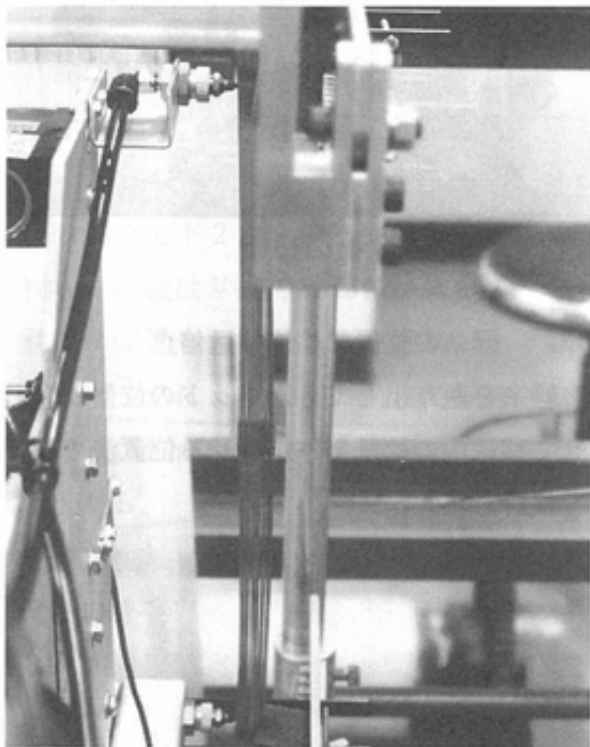


図10 綜統を吸引

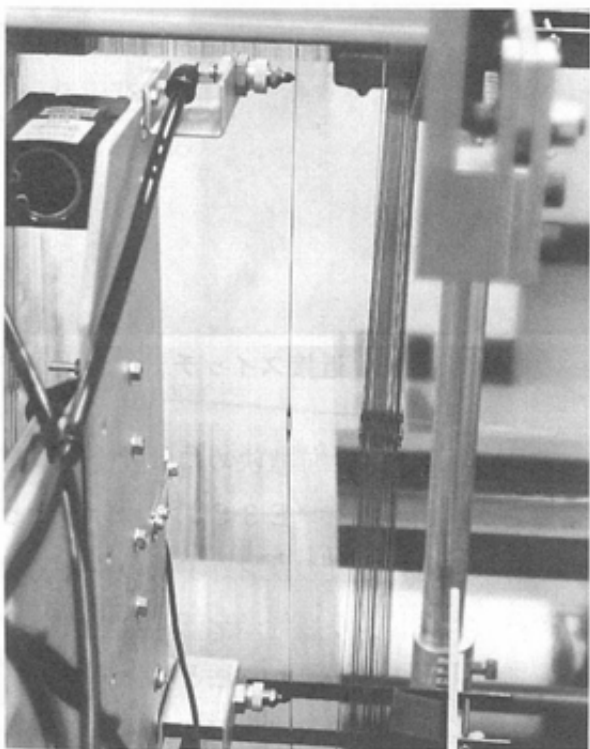


図11 綜統を分離

綜統の吸引・分離が行われたかを真空スイッチにより確認する。

真空発生器には破壊バルブが付いており、信号とほぼ同時に真空を常圧に戻すことが可能である。綜統を吸引して適当な場所まで移送したところで常圧に戻して綜統を置く。

イ. 綜統を把持して移動

群からパキュームパッドで分離して置いた綜統を、先端に把持部材を付けた2軸ロボットで持ちなおし、経通し位置まで棒に沿って移送する。

前回報告した方法では、綜統の上下2ヶ所をエアチャックで把持する方法としていたが、綜統と棒の摩擦が大きすぎるがあった。スムーズな移動のため、エアチャック先端のアルミ削出し加工の爪の間で(約10mmの間隔)両側から把持せず、挟み込むだけで移動する方法とした。

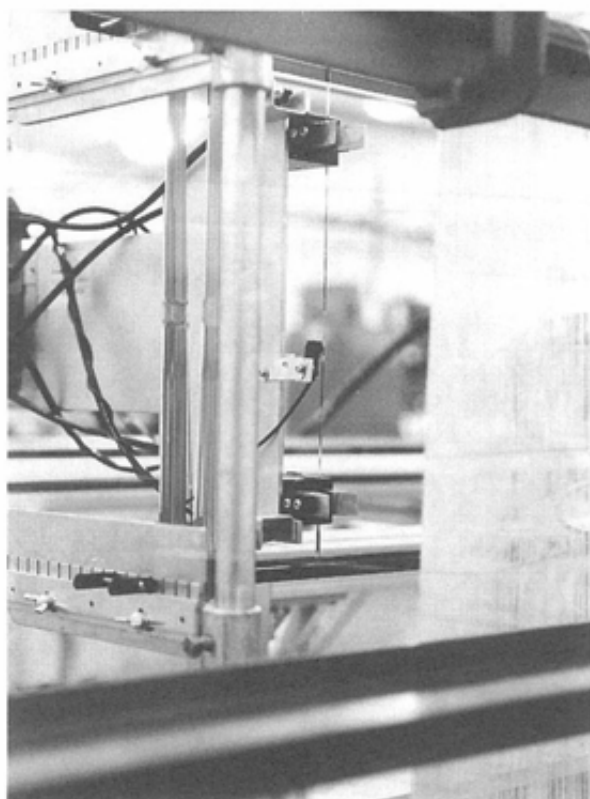


図12 綜統を移動

ウ. 経糸を一本綾から分離する

整経してリーチング台にセットした経糸ビ

ームの綾から経糸を一本分離する。

綾を横から押さえて、先頭の糸を一本選択し、フックで引っかけて分離する方式とした。分離が終了すると次の糸の順番までそのまま待機している。

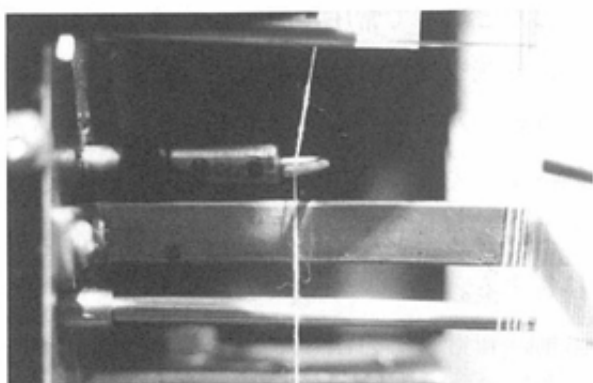


図13 経糸を分離

エ. 経糸を運ぶ

綜統は綜統棒上だけをスライドするので、各列の綜統位置で経通しを行うために、綾から分離した経糸を該当綜統列まで運ぶ。

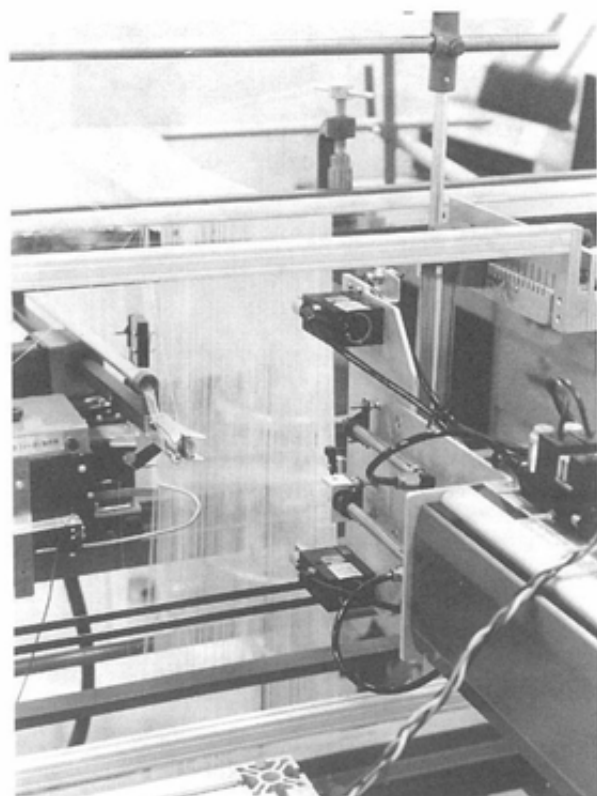


図14 経糸を運んで待機

リニア機構付きのステッピングモータに糸を運ぶヘッド部を付設している。分離されて

待機している経糸を該当綜統列の位置まで送り出す。織物の柄を出すため、1動作ごとに経糸を運ぶ列が変わるので、あらかじめ柄の入力を行う。

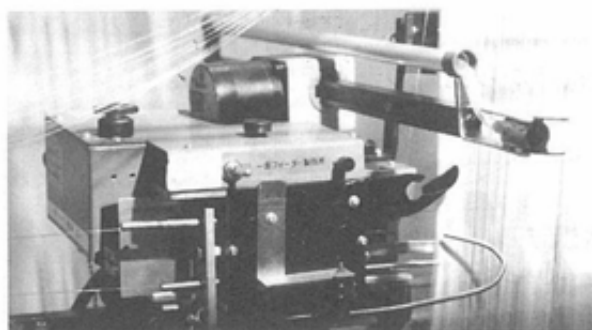


図15

オ. 経糸の位置で綜統移送停止

経糸を送り出してきたヘッドの位置に合わせて移送中の綜統を停止させる位置決め制御を検討した。



図16 近接スイッチ

前回の報告では、位置決めには投受光型光電センサ（オムロン E3C）を用いることとし、取り付け位置の検討と綜統の移動速度の組み合わせにより、経糸を挟んだヘッドの位置で停止する位置決め方法とした。

その位置決め機構の改良に取り組み、数値制御、リミットスイッチ、投受光型光電センサ、

近接センサを試行した。その結果、綜統列毎に微妙に変化するヘッドの位置で2軸ロボット装置が的確に位置決め停止するためには近接センサ（サンクス GXL-8H）の仕様が最も適当であった。これを機構に組込んだ。

カ. 綜統の目の位置決め

前回報告した方法では、回転防止型の小型エアシリンダの先端に上下方向のV溝状に削り出したアルミ加工部材を付設し、綜統の目の上下2点を押しつけて位置決めを行う。綜統はV溝の底部にはまるような状態での位置合わせとなる。綜統の上下はエアチャックにより30度の角度で把持されており、これが綜統の目を裏表逆に押すのを防止する。

確実性向上のため、この綜統押付け方法の改良に着手し、押付け部材の変更・製作を行った。押しつけはフラット面で行い、綜統を無理な力でねじ曲げ、綜統の目が不安定に上下することがないようにした。押付けポイントも2点→1点に変更した。

また、位置決め直前の綜統把持ポイントはこれまで上下2点であったが、綜統押し付け時に無理な力がかかるのを防ぐため、下1点に変更した。

このほか、押付け圧力や位置の見直しを行った。

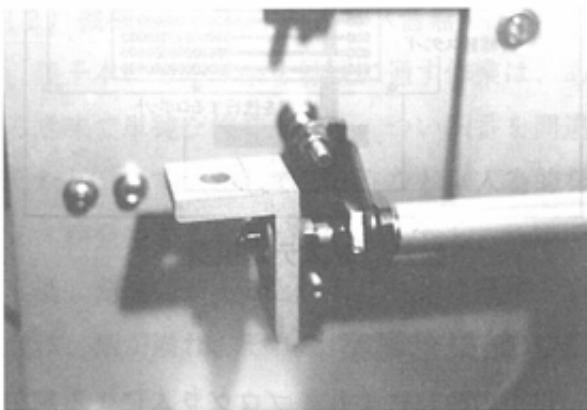


図17 改良した押付け部材

キ. 綜統の目に糸を通す

経糸を運ぶリニア機構のヘッド部中央部に圧縮空気を吹き出す機構があり、綜統の目を位置決めしてエアを噴射すると、糸が目に通る。

糸はヘッドの溝に挟まれたような状態で該当列まで送り出されている。エアシリンダで綜統を押し付けて位置決めし、エアを噴射する。

このメール通しのエア吹きヘッドを新たに改良試作した。前回報告した方法では、ヘッドと綜統の隙間がやや大きく、そのためにメール通し精度に不安定な影響があった。そこで、最適な溝加工にて隙間を大きく減少させた。また、ヘッドが糸を前方へ持ち出す際の角度を変更した。これらの見直しにより、糸の吹抜けが安定し、メール通しの確実性が向上した。

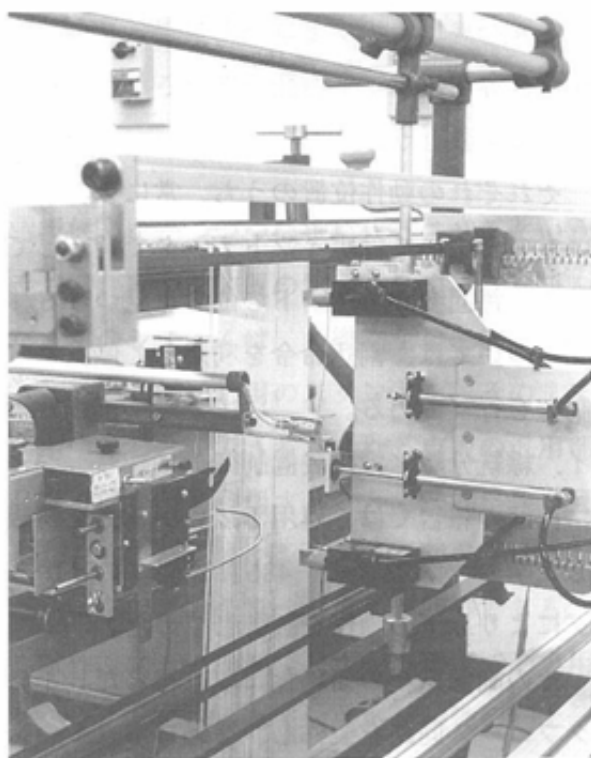


図18

ク. 糸の通った綜統を端へ寄せる

糸通しの終了した綜統を2軸ロボットで棒に沿って端位置まで移送する。

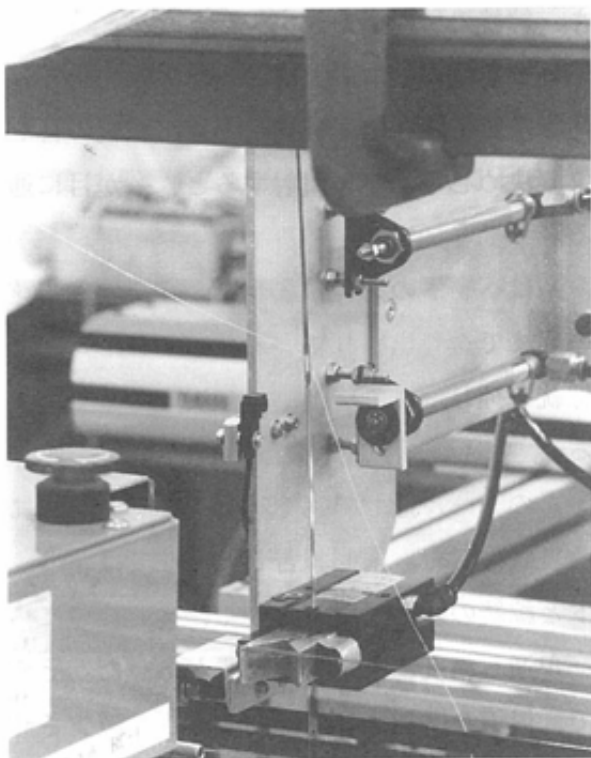


図19 綜統を寄せる

(4) 制 御

ア. 2軸ロボットの制御

ヤマハ専用ロボットコントローラRCH20から、専用ロボット言語で作成されたプログラムにより行う。

それぞれの動作位置のうち、常に変わらないものについてはポイントデータで指定している。毎回変わるヘッドの位置を見つける移動については、割込命令を利用して停止する制御を行っている。

イ. 綜統分離・把持装置制御

前回の報告では、専用I/Oボードを搭載したエプソン製PC-486AS型コンピュータにより以下の動作を制御していた。

その制御システムの簡略化に取り組んだ。インタフェース回路を製作し、2軸ロボットのRCH20コントローラに付属のI/O接点を利用し、個別に行っていた2軸ロボットと綜統把持装置の制御を1本化した。これにより複数列運転や仕掛替え等による制御プログラムの変更が容易となった。

- ・綜統を一本分離する真空発生器（バキュームパッド）の制御

- ・綜統を把持するエアチャックの制御

- ・綜統の目の上下2点を押しつけて位置決めを行うエアシリンダの制御

ウ. ネオ・フィーラー製EDCコントローラのステッピングモータドライバ機能、エアバルブ制御回路、柄パターン入力パネルにより以下の動作を制御する。

- ・経糸を一本綾から分離する
- ・経糸を運ぶ

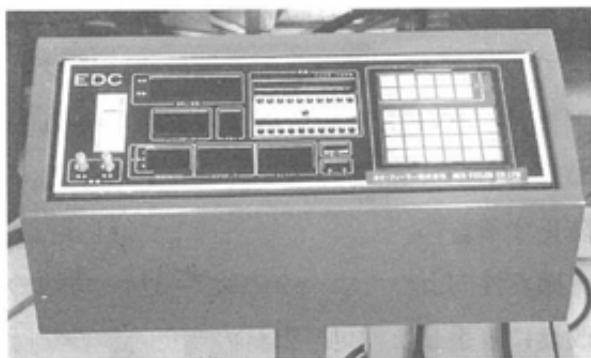


図20 コントローラ

エ. 制御の連動

これらのコントローラをタイミング信号の往復により連動し、装置全体をシステムとして制御している。

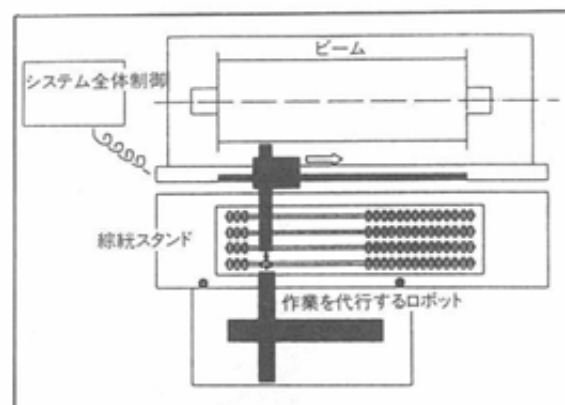


図21 システム概要

3. 結果と考察

以上の改良により、プログラムによる制御で、開発したシステムが複数列の綜統に対応

して作業を代行できるようにした。また、これらの開発・改造により、システムの代行動作の確実性が向上し、より実践的な構造に近づいた。

現場の実用レベルでは、たとえばメール通しにミスがあった場合には、機械が自動的に感知して停止する等、1動作ごとに完了を確認するような、より細かな各種センシング制御が必要となると考える。

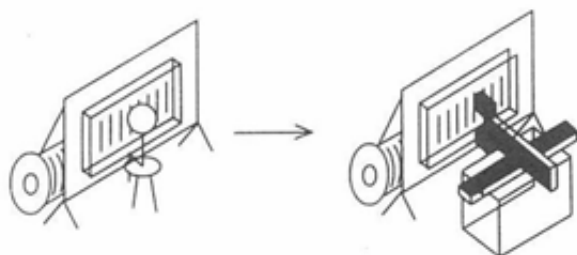


図22 作業を代行

一連の研究の結果、人手に代わり、経通し作業の動作を代行するシステムを開発した。このシステムにより次の効果が期待される。

(1) 経通し作業の省力化

人手と手間のかかる経通し作業を代行することにより、作業の省力化を図る。また、昨今の労働者の高齢化や熟練労働者の不足といった問題にも対応する。

(2) 機械の代行により、ミス皆無

幾千本にも及ぶ糸を綜統に通す作業は、ある意味で単純な作業であり、つい順番を間違えたり、一本抜かしてしまうなど、人為的なミスが発生する危険が高い。しかし、一本でも通し間違いがあると、特に先染め織物の場合は、柄が崩れ、それだけで織物は本来の価値を失ってしまう。

作業を機械に代行させることで、この人為的ミスはなくなる。

(3) 多品種少量短納期生産を支援

機械が作業を代行中は、空いた人手で他の作業に従事できるため、全体としての作業能率が向上し、多品種少量短納期生産を支援する。

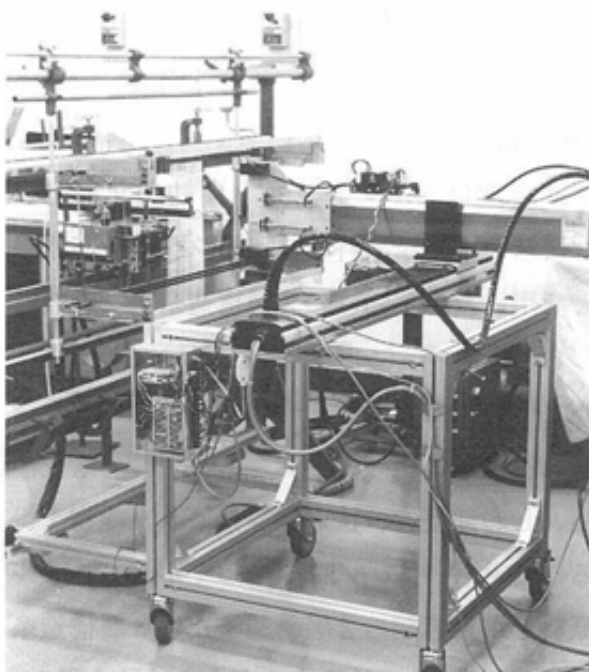


図23

手作業を一つづつ機械に代行させるという手法で、安価な装置の開発を念頭に取り組んだ。このシステムは、各織物工場に広く導入されている経通し用のスタンドを、そのまま利用することができる。また、市販の汎用部品を可能な限り利用することで低価格化を目指し、安価で簡素なシステムを開発・提案した。中小毛織物企業への導入が期待できる。

試作システムを開発したが、現場での実用ということになると、精度・信頼性の向上等、さらに種々の課題がある。

また、綜統の移動だけとか、メール通しだけなど、部分的に自動機構として利用することも可能である。