

## 経常研究

# 広幅の解し織における仮織の自動化に関する研究

井田 恵司\* 堀江 昭次\*

A Study on Automation of Temporary Weaving in Wide Width HOGUSHI-ORI  
IDA Keiji and HORIE Shouji

繊維技術支援センターで開発した試製仮織機織機の巻取部、開口部、飛杼部について電動化等を行い、実際に製織試験を行った。さらに、マイコンボードを活用し巻取部、開口部、飛杼部の連携を図ることで、仮織の自動化に向けたモデルの構築に取り組んだ。その結果、千巻の電動巻取り機構、開口を確認する開口部機構、電動で緯糸を挿入する飛杼機構を製作し、試製仮織機織機に組み込んだ。また、実際に仮織を行い、概ね1本/1.0cm以上であれば任意の緯密度で緯糸の挿入が可能であることを確認した。さらに、仮織の自動化モデルとして、試製仮織機織機に組み込んだ各種センサ等からの情報をマイコンボードに集約するプログラムを開発し、作業者が開口するためのペダルを踏むだけで、緯糸の挿入までの工程を自動化させることに成功した。

Key words: 仮織, 解し織, 織機, 自動化

## 1 はじめに

大正から昭和初期にかけて流行した銘仙（着物）は、足利地域でも主に解し織の技法により、第二次世界大戦頃まで盛んに生産されていたが、洋装の普及に伴い生産量が減少した。さらに、企業数の減少や技術者の高齢化等が追い打ちになり、地域内で安定的に解し織を一貫生産することは困難になっている。

一方で、銘仙の特徴の一つである緋模様が与えるレトロモダンな印象は、国内外を問わず高い評価を得ており、地域の繊維関連企業群では、洋装に対応するための銘仙（生地）の広幅化への取組や、これを含む繊維関連製品のブランド化に向けたPR活動を行い、最近では「足利銘仙」が地域団体商標登録に至っている。

このような背景のもと、当センターでは、解し織に関して洋装に対応するための広幅化や、捺染業を中心とした一貫生産による短納期化及びコストダウンを図る効率的生産体制の確立を目指して、企業支援や共同研究などに取り組んできた。

しかし、試作開発や製品化が進み、将来にわたる安定的な生産体制の確立が必要となる中で、解し織独自の工程である仮織について、広幅化への対応は担い手や規格が限られており、生産への対応が課題となっている。

平成30年度に実施した広幅の解し織における仮織の内製化を目指した共同研究<sup>1)</sup>では、試製織機の開発及び試織は達成し、解し織に使用できることは確認したものの、手動であったため実用性の示唆については十分とは

\* 栃木県産業技術センター繊維技術支援センター

言えず、実用的な仮織機織機の例を示し、企業における実製機の導入促進を図る必要があった。

そこで本研究では、以前の研究成果である試製仮織機織機について、電動化を含む自動化に向けた検討を行い、実用的な仮織モデルの構築を図った。

## 2 研究の方法

### 2.1 織機の動作・駆動方法の検討及び設計

本研究では、経糸を千巻に巻き取る「巻取部」、緯糸を挿入するために経糸を上下に分ける「開口部」、緯糸の挿入に使用する杼を経糸の幅の分だけ往復させる「飛杼部」に着目し、電動化・自動化について検討を行った。試製仮織機織機及び電動化を検討した各部分を図1に示す。

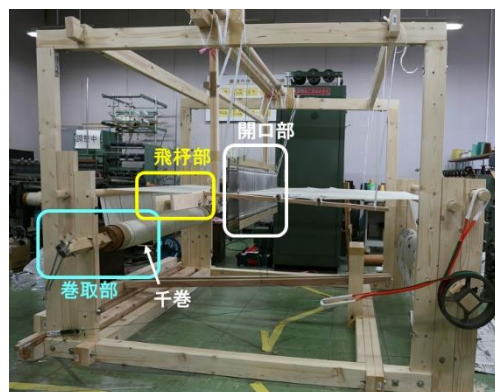


図1 試製仮織機織機の電動化検討部分

各部については、動作を検証した上で、センサ等を用いて糸や操作部分の動きを監視することの必要性や各駆動部分の電動化の必要性を検討した。仮織に従事する技術者の高齢化に伴い、作業者のスキルや経験によらない仮織を実現するため、できる限り手動・目視から電動・センサ監視を積極的に取り入れるとともに、安価で容易に入手できる部材のみを用いるよう設計した。

## 2. 2 織機の改造と製織試験

2. 1で示した検討結果を踏まえ、各部ごとにセンサやモータをはじめとした電動化部材等を試製仮織機に組み込み、動作確認を行った。

各部は、センサ等からの信号を受け取り、作業者に各部の稼働状況を必要な情報としてまとめて提供するため、データの表示や警報の発出が可能なマイコンボードとしてM5 GO, M5 BASIC (M5Stack社製)を接続した。

巻取部、開口部、飛杼部全ての部分の改造後、製織試験を実施した。製織試験で使用した経糸の規格は既報<sup>2)</sup>と同じとした。仮織で挿入した緯糸は、経糸と同糸(絹紡糸、織度2/120〔約150d〕)を用いた。さらに、試織時の緯糸を挿入する間隔(緯密度)は、1本/1.0cm程度を最密とし、1本/5.0cm程度まで、密度を変えながら制御の可否を検討した。

## 2. 3 自動化に向けた検討

仮織作業者のスキルや経験によらず、安定的に仮織を行うことができる実用的な仮織機のモデルを示すため、2. 2で試製仮織機に取り付けたセンサ等から得られた情報を活用し、マイコンボード上で巻取部、開口部、飛杼部を連携させることにより、連続的に仮織工程を行う手法の開発を行った。

## 3 結果及び考察

### 3. 1 織機の動作・駆動方法の検討及び設計

#### 3. 1. 1 巻取部

巻取部は、定速で千巻を回転し、経糸を巻き取る動作を行う部分である。実際の巻取り作業工程では、経糸をあらかじめ任意に指定した長さだけ巻き取り、完了を作業者に知らせる必要があることから、経糸の巻取り量を計測する機構を試製仮織機に組み込むこととした。経糸の巻取り量を計測する機構については、以下に示す2つの機構を選定した。

- (1) 試製仮織機にスイッチを取り付け、千巻の逆回転を防ぐラチェットの歯車がスイッチを押した回数を計測する「スイッチ式」
- (2) 試製仮織機にロータリーエンコーダを千巻と接するように取り付け、千巻の回転量を計測する「エンコーダ式」

#### 3. 1. 2 開口部

開口部は、2枚の綜絊を上下させることで、経糸を上下に動かし、緯糸を挿入するための杼口を作る動作を行う部分である。実際に綜絊を上下させる動作は、改造前の機構をそのまま利用し、足踏み式のペダルで行うこととした。作業者は、緯糸を挿入する際、杼口が開いている状態か、杼口が閉じている状態かを確認する必要があることから、センサを使用し、綜絊が上下した状態すなわち、杼口が開いた状態を検知する機構を加えた。

#### 3. 1. 3 飛杼部

飛杼部は、緯糸を収めた杼を、左右に往復させる動作を行う部分である。改造前は、手で杼を左右に動かしていたが、慣れないと時間を要する工程であることから、ソレノイドを用いて、電動で経糸の幅の分だけ杼を飛ばす機構を選定した。

## 3. 2 織機の改造と製織試験

### 3. 2. 1 巻取部の改造

モータによる駆動で千巻を回転させ、経糸を巻き取る駆動部分を製作し試製仮織機に組み込んだ。製作した駆動部分を図2に示す。



図2 巻取部駆動部分

駆動部分の巻取速度は、モータ制御用コントローラで可変式となっており、経糸の切れやすさや作業者の熟練度に応じて、適切な速度に調節することが可能である。

また、巻取量を計測するため、「スイッチ式」及び「エンコーダ式」の計測機構を試製仮織機に取り付けた。それぞれの機構を試製仮織機へ取り付けた状態とマイコンボードへ計測値を表示した例を図3及び図4に示す。



図3 スイッチ式巻取量計測機構

(左：スイッチ部 右：マイコンボード表示)

各方式で巻取量の計測を行った結果、1本/5.0cm程度の緯密度であれば、どちらの方式でも経糸の巻取量を

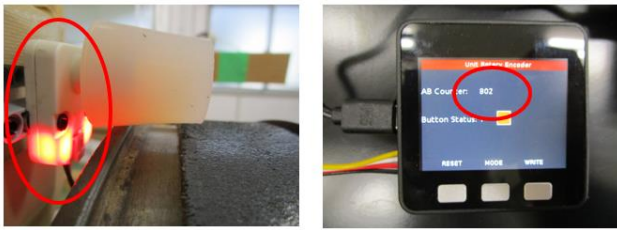


図4 エンコーダ式巻取量計測機構

(左：エンコーダ部 右：マイコンボード表示)

計測することが可能であることを確認した。スイッチ式は、歯車の歯でスイッチを押す設計になっていることから、歯の枚数に合わせて千巻が6°回転した時点でカウント可能となっている。カウントするたびにマイコンボードから警報音を出すように設定し、目視のみならず、聴覚でも巻取量を確認できるようにした。

一方、エンコーダ式は、常に細かく回転を把握することができた。(スイッチ式の約10倍の精度でカウント可能。)ただし、図4左図に示すとおり、回転部分とエンコーダの接点としてゴムを使用しており、この部分がスリップすると正確な回転量を把握できなくなる。作業者が、接点が千巻の回転と同調していることを確認しながら使用する必要がある点については、改善の余地があると考えられる。

それぞれの方式を用いて様々な緯密度となるよう巻取量を変更して製織したところ、実用的に計測可能な緯密度は、スイッチ式で1本/1.5cm以上、エンコーダ式で1本/1.0cm以上であった。

このことから、仮織の際に力糸を密に挿入する場合等、より詳細に緯密度を制御する必要がある場合は「エンコーダ式」で巻取り量を計測することが望ましいと考えられる。

### 3.2.2 開口部の改造

試製仮織織機の足踏みペダル部分に、磁気ホールセンサを取り付け、マイコンボード上で杼口の開閉状態を作業者に知らせる開口部機構を追加した。

図5に足踏みペダル部分に取り付けたセンサと杼口の状態をマイコンボードに表示する開口部機構を示す。

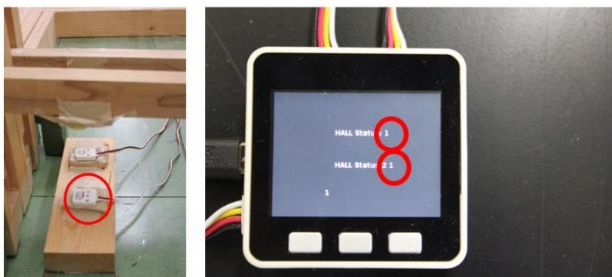


図5 開口部機構

(左：磁気ホールセンサ部 右：マイコンボード表示)

足踏みペダルは左右にあり、製織の際は、作業者が左

右交互に踏む。そのため、センサも左右のペダルに取り付け、マイコンボード上でどちらのペダルが踏まれている状態かを認識できるようにした。

磁気ホールセンサは、踏み込んだペダルの固定場所で固定された際に検知するよう設置したため、作業者が踏み込む際にはセンサが反応せず、杼口が完全に開いた時点で作業者に知らせることが可能である。

### 3.2.3 飛杼部の改造

緯糸を電動で挿入するため、ソレノイドで緯糸を収めた杼を飛ばす飛杼機構を作製し、試製仮織織機の箆部分の左右に取り付けた。図6に作製した飛杼機構を示す。

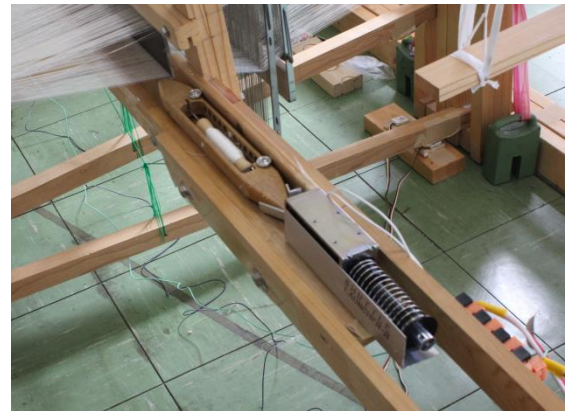


図6 飛杼機構

図6は、3.2.2で示した開口部機構で開いた杼口に向かって、杼を飛ばす直前を撮影したものである。杼を飛ばすタイミングは、リレーを介してマイコンボードから制御できることから、作業者が任意に決定することができる。

### 3.2.4 製織試験

3.2.1～3.2.3で各部を改造した試製仮織織機を使用し、実際の仮織を想定した緯密度で製織試験を行った。図7に製織した仮織生地例を示す。

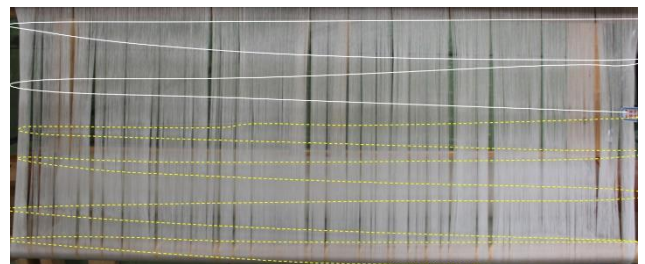


図7 製織試験で仮織を行った生地

エンコーダ式で巻取り量を監視した場合、エンコーダカウンタで約50カウントした時点で緯糸を挿入すると緯密度が1本/4.8cmとなった。(図7実線)

一方、カウンタで約40カウントの時点で緯糸を挿入すると、緯密度は1本/3.6cmとなり(図7破線)、カウンタで約10カウントの時点で緯糸を挿入すると、緯密度は1本/約1.0cm(写真掲載なし)となった。

以上のことから、今回構築したシステムを用いると、緯密度 1.0 cm 以上については、任意に緯密度を設定でき、実際の仮織にも対応できることが明らかとなった。

### 3.3 自動化に向けた検討

3.2で試製仮織機に取り付けた各機構から得られたセンサ情報や電動化機構等を活用し、巻取部、開口部、飛杼部を連携させることで、試製仮織機を自動化し、仮織工程において作業者が手動で操作する工程を減らすモデルの構築に関する検討を行った。

図8に構築した自動化モデルの構成を示す。

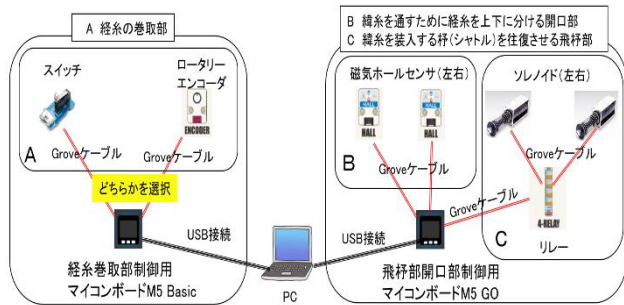


図8 試製仮織機用織機の自動化モデル構成

図8において「A 経糸の巻取部」は、3.1.1で示した2つの巻取量計測機構から片方を選択し、マイコンボードと接続したものである。また、図8において「B 緯糸を通すために経糸を上下に分ける開口部」は、足踏みペダルの状態を検知する磁気ホールセンサとマイコンボードを接続したもので、「C 緯糸を挿入する杼を往復させる飛杼部」は、杼を押し出すソレノイドとマイコンボードを接続したものである。

図8の「B 緯糸を通すために経糸を上下に分ける開口部」、 「C 緯糸を挿入する杼を往復させる飛杼部」に関しては、磁気ホールセンサから得られた開口部情報を開口部・飛杼部制御用マイコンボードが認識した後、リレーを介してソレノイドに信号を送り、任意のタイミングでソレノイドが杼を飛ばす工程を自動で行う「開口部・飛杼部連携プログラム」を開発した。

このプログラムは、Webベースのプログラミングツール「UIFlow<sup>3)</sup>」を用いて作製した。

これにより、作業者は開口するための足踏み式のペダルを踏むだけで、緯糸の挿入までの工程を自動で行うことが可能となった。実際にプログラムを作動させたところ、作業者の慣れに応じて待機時間を自由に設定できることから、仮織作業の初心者から熟練者まで、作業者のペースにあわせて自動で緯糸挿入が可能であることを確認した。

一方、図8に示した「A 経糸の巻取部」に関しても、同様のプログラミングツールを用い、スイッチ又はロータリーエンコーダから千巻の回転情報を経糸巻取部制御用マイコンボードに送るプログラム「巻取部制御プログラム」を作製した。制御マイコンボードに巻取り量を表示するとともに、一定数カウントするごとに警報音を出すようにし、作業者が画面を見なくても、回転状況を把握し、駆動部分を制御することが可能となった。

今後、マイコンボードにおけるコネクタの増設、ポートの割り振り等を検討することで、両プログラムを連携させれば、さらなる自動化を進めることができると考えられる。

## 4 おわりに

本研究では、試製仮織機の巻取部、開口部、飛杼部について、電動化に関する検討を行った。また、電動化等を行った各部分を作動させながら、製織試験を実施した。さらに、マイコンボードを活用して巻取部、開口部、飛杼部の連携を図ることで、試製仮織機用織機の自動化に向けたモデルの構築に取り組んだ。その結果、以下の結果が得られた。

- (1) 試製仮織機の巻取部となる千巻の電動巻取り機構、綜統の状態を監視し、開口を確認する機構、電動で緯糸を挿入する機構の設計を行い、それらを試製仮織機に組み込んだ。
- (2) 電動化機構等を組み込んだ試製仮織機で、実際に仮織を行い、概ね 1.0 cm 以上であれば任意の緯密度で緯糸の挿入が可能であることを確認した。
- (3) 仮織工程における自動化のモデルとして、試製仮織機に組み込んだ各種センサ等からの情報をマイコンボードに集約し、作業者が開口するためのペダルを踏むと、自動で緯糸を挿入するまでの工程を自動で行うプログラムを作製し、動作することを確認した。

## 参考文献

- 1) 佐瀬文彦ら：“栃木県産業技術センター研究報告”，No.16, 41-44, (2019)
- 2) 佐瀬文彦ら：“栃木県産業技術センター研究報告”，No.18, 43-46, (2021)
- 3) M5Stack “UIFlow”  
[https://m5stack.github.io/UIFlow\\_doc/ja/](https://m5stack.github.io/UIFlow_doc/ja/)