カバリ ングマシンの自動糸交換装置の開発

(第1報) 中空スピンドルへの芯糸通し装置

金沢大学工学部	堀	純	也 (会員)
金沢大学工学部	喜	成	年 泰 (会員)
金沢大学工学部	新	宅	救 徳 (会員)

Development of an Auto-Doffer for Covering Machines Part 1: Apparatus for Drawing Spandex into Hollow Spindles

Junya Hori, Toshiyasu Kinari and Sukenori Shintaku

Faculty of Engineering, Kanazawa University

Abstract

Double covered yarn is produced by an double covering machine equipped with hundreds pairs of upper and lower hollow spindles. Drawing Spandex to be a core yarn of covered yarn into the hollow spindles is so complicated that its automation is especially hoped. So we developed an auto drawing-in apparatus that could draw Spandex in both upper and lower hollow spindles simultaneously. Results obtained are as follows:

(1) The auto drawing-in apparatus comprises both an injector and an ejector. Spandex was drawn into the lower spindle by the injection flow driven by the injector and was drawn from the upper spindle by the suction flow driven by the ejector.

(2) Drawing-in was performed for a model covering machine by the developed auto-doffing apparatus. It could draw-in 20D Spandex that was widely used and was too thin to be easily drawn-in even by a manual doffing operation. So this confirmed that the developed auto-doffing apparatus had practical utility in drawing-in operation.

(3) The rates of success of Spandex drawing-in is influenced by the supplied air pressure for the injector, the supplied air pressure for the ejector and the feed rate of Spandex. High certainty of Spandex drawing-in could be accomplished by the proper arrangement of those conditions.

(Received Dec. 7, 1995)

(Accepted for publication July 12, 1996)

摘 要

目的 ダブルカバリ ングマシンによるカバード糸製造時における中空スピンドルへの芯糸通しは作業上ネックとなっており、自動化が期待されている。そこで上下の中空スピンドルに一度に芯糸を通すことのできる自動芯糸通し装置を開発する。

成果 (1) 一対の空気噴き出し口と空気吸い込み口により構成される芯糸通し装置を試作した。装置は下スピンドル下部より噴き出し流を、上スピンドル上部より吸い込み流を作用させることによって芯糸を中空スピンドルに引き通す。

(2) モデルカバリ ングマシンに対し試作した装置に芯糸通し作業を行わせ、多用されている20Dのスパンデックスを通すことができた。

(3) 芯糸通しの成功率は、噴き出し口供給圧、真空エジェクタ供給圧、芯糸送出速度により変化することがわかった。適切な条件を設定することで高い成功率をおさめることができた。

(平成7年12月7日受理)

(平成8年7月12日審査終了)

1. 緒 言

近年、水着・ストッキング・スポーツウェアなどに密着して使用される衣料品の需要が増えている。このような衣料品の材料に、スパンデックスなどの伸縮性の高い芯糸のまわりにナイロンなどの被覆糸をらせん状に巻き付けたカバード糸と呼ばれる糸が用いられている¹⁾。カバード糸は、カバリングマシンにより製造される(図1)。カバリングマシンによるカバード糸の製造のネックとなっている作業は、材料となる芯糸およびカバー糸の交換・取り付け作業と製品の玉揚げ作業である。カバリングマシンは一斉駆動方式のため、機台を停止する短い時間になるべく多くの作業者を動員して、数百にのぼるすべての鍾に対しこれらの作業を手作業で行っている。

カバリングマシンにおいては、他の繊維機械と比べて扱う材料糸および製品のサイズが小さいことや、カバリングを行っている工場の規模があまり大きくないことなどから、現在のところ工程の自動化が進んでいない。また、この業種の従事者の急速な高齢化や求人難、さらに、近年ますます高まる多品種少量生産の要求に対応し、生産性を向上するためにも、カバリングマシンとその周辺の自動化が望ま

Fig. 2 Showing the Way to Draw-in Yarn
(a) Drawing-in with Wire
(b) Breathing in from Mouth

れている。

工程の中で最も時間と熟練を要すのは、芯糸のスパンデックスを中空スピンドル中空軸へ通す作業である。現在のところ、この作業は完全に人手により行われている。人手による芯糸通し作業は図2(a)に示すように、中空スピンドル上部から金属性のワイヤを通して、中空スピンドル下部で芯糸を引っ掛け引き上げるといった方法をとっている。また、図2(b)のように中空スピンドル上部に口を付け、ストローのように芯糸ごと吸い込む作業もある。しかし、芯糸が数十デニールと非常に細いことや中空スピンドルを1鍾に2本備えたダブルカバリングマシンの場合、1台当たり600回近い回数の芯糸通しを行う大変な作業のため、この作業の省力化・自動化が特に求められている。

本研究では新たに大規模な設備の見直しをするのではなく、現在、現場で使用されているカバリングマシンに後付けして用いる形で、人間に代わってこれらの作業を行う低価格の自走式の自動化装置を最終的な目標として、必要な自動化技術の開発を行っている。

本報ではまず、ダブルカバリングマシンの上下スピンドルの中空軸に芯糸を一度で通すことができるエア方式の自動芯糸通し装置を提案し、試作、実験した結果について述べる。

本研究では、なるべく簡単な機構で、高速かつ確実に芯糸をスピンドルに通すことができる自動芯糸通し機の開発を目的に設計・試作を行っている。以下に今回試作した空気流を利用した自動芯糸通し装置について述べる。

Fig. 1 Schematic View of Covering Machine

Fig. 3 Schematic View of Mechanism of Automatic Yarn Drawing-in Machine

2. 自動芯糸通し装置の試作

試作した自動芯糸通し装置の概要を図3に示す。自動芯糸通し装置は吹き出し空気流と吸い込み空気流を組み合わせる用い、芯糸をダブルカバリングマシンの1錠分の下スピンドルおよび上スピンドルの中空軸に一度に通す装置であり、主要部分はエア吹き出し部・エア吸い込み部と芯糸送出装置の3点から構成されている。また、エア吹き出し部とエア吸

い込み部は、それぞれスライドユニットを介し1本の支柱上に設置されている。支柱はエアシリンダーにより奥行き方向に移動し、中空スピンドル上に到達する。それぞれスライドユニット上に設置され、芯糸通し時には、吹き出し口は下スピンドル中空軸下部へ、吸い込み口は上スピンドル中空軸上部へ結合される。

2.1 エア吹き出し部

エア吹き出し口を図4に示す。エア吹き出し口は、一体構造のブロックにより構成される。ブロック下部に管継手を取り付け、管継手にエア供給チューブを接続するとともに、このブロック内にエア噴射口から管継手に連通するエア通路を形成した。

図4に示すようにエア吹き出し口上面の噴射口は、下スピンドル中空軸下部に嵌合するような形状にした。そして、噴射口の上端面にはスピンドル中空軸と嵌合したときに芯糸が通り抜けるための案内溝を設けた。

また、エア吹き出し口に供給される圧縮空気はコンプレッサー・エアフィルターを経て、電磁弁の前に接続されたレギュレーターにより、適当な圧力に調整される。

2.2 エア吸い込み部

図5はエア吸い込み部の概略図である。図に示すようにエア吸い込み部はエア吸い込み口・真空エジェクターの2点より構成される。エア吸い込み口は空気の漏れを防ぐため、市販のゴム製吸着パッドを

Fig. 4 Air Injection Unit

Fig. 5 Vacuum Unit

Fig. 6 Yarn Feed Unit

用い、これをスピンドル中空軸上面に密着させる。吸着パッドに管継手を接続しチューブを介して真空エジェクターの吸い込みポートと接続する。真空エ

ジェクターは、供給ポートが電磁弁と接続されている。排気ポートは大気開放されていて、通過した糸先が排気とともに排出される。

真空エジェクターに供給される圧縮空気はコンプレッサー、エアフィルターを経て、電磁弁の直前に接続されたレギュレーターにより適当な圧力に調整される。

2.3 芯糸送出装置

図6に芯糸送出装置の概略図を示す。芯糸の巻糸体は糸面が接触により崩れやすいため、図に示すように紙管の内径をドラムに差し込み保持している。噴き出し流を糸先に作用させ張力を与えると同時に、巻糸体をドラムに直結したステッピングモーターにより積極的に回転させ、芯糸を解じよする。ステッピングモーターを用いることで回転角速度と回転角度を細かく設定することができるため、芯糸の送出速度と送出量を条件としてあらかじめ正確に与えることができる。

2.4 芯糸通しの動作

上下スピンドルの中空軸に対する一連の芯糸通し動作を図7に基づいて説明する。

- 1) エア噴き出し口が退避位置へ後退した状態で、芯糸を噴き出し口上端面の案内溝に沿うように入り込ませる。また、糸端は自由にしておく。
- 2) エア噴き出し口とエア吸い込み口が糸通し位置

Fig. 7 Drawing-in Process

Fig. 8 Photograph of Yarn Flying between Lower and Upper Spindles

へ移動し、エアシリンダーによってそれぞれ下スピンドル中空軸下部および上スピンドル中空軸上部に密着させられる。

- 3) この状態でエア噴き出し口に圧縮空気を供給すると、ジェットエアが噴射口から下スピンドル中空軸中に上向きに噴射される。この噴射作用により案内溝に負圧が生じ、芯糸は屈曲した状態で自由端の方から下スピンドル中空軸内に導入され、中空軸内の噴流により張力を与えられる。同時に送出装置上の芯糸パッケージを積極的に回転させ、芯糸を一定量ずつ送り出す。
- 4) ジェットエアに乗った芯糸の糸先は下スピンドルを通過し、さらに上スピンドル下部近傍まで達する。上スピンドル中空軸上部から真空エジェクターにより発生させた吸い込み流を作用させ、この糸端を上スピンドル中空軸内に導入する(図8)。
- 5) 糸端は吸い込み流に乗り上スピンドル中空軸を通過し真空エジェクターまで到達し、排気ポートから排気とともに排出される。そこで芯糸の送出が停止する。確実に芯糸が通るような長さ分を送出した後、停止するようにステッピングモーターの回転角度量を設定しておく。
- 6) その後、エア噴き出し口とエア吸い込み口がスピンドルから離れ退避位置まで後退して1鍾分の

Fig. 9 Dimensions of Model Covering Machine
芯糸通し作業を終了する。

3. 実験と結果

試作した自動芯糸通し装置の有効性と実用化の可能性を調べるため、モデルカバリングマシンを用い芯糸通しの実験を行った。

3.1 実験に用いたモデルカバリングマシン

図9に実験に使用したモデルカバリングマシンの概略を示す。使用したスピンドルは中空軸内径5 mm、長さ262mmのものを2個用意し、垂直方向に実機と同じ146mmの間隔をおいて上下のスピンドルを取り付けた。

3.2 実験に使用した芯糸

東洋紡製スパンデックス糸オペロン20Dの1kg巻を使用した。

3.3 芯糸通し実験

モデルカバリングマシンに対し、試作した自動芯糸通し機を用い実際に芯糸を通す実験を行った。各条件に対し66回の芯糸通し試験を行い、大まかな傾

Fig. 10 Relation between Supplied Air Pressure for Injector and Ejector and Rates of Success (1,332mm/sec)

Fig. 11 Relation between Supplied Air Pressure for Injector and Ejector and Rates of Success (1,019mm/sec)

向をつかむことができた。実験の条件として、各供給圧力、芯糸送出速度を変えて実験を行った。エア噴き出し口に供給する空気圧をレギュレーターにより0.6MPa (6kgf/cm²)、0.5MPa、0.4MPa、0.3MPaの4種類に、エジェクター供給空気圧をレギュレーターにより0.6MPa、0.5MPa、0.4MPaの3種類に設定した。また、目標とする作業時間を1秒以内と設定し、試作した送出装置の能力などを考慮した結果、送出速度を1019mm/sec (作業時間0.8sec)、1,332mm/sec (作業時間0.6sec)の2通りに設定し比較を行った。図10、図11に条件と成功率の関係を示す。

(1) エア噴き出しについて

図から、噴き出し口に供給する空気圧が低いほど成功率が低くなっていることがわかる。一般に空気流中を空気流方向に飛走する糸に加わる推進力は糸速と流速の相対速度の自乗に比例する²⁾。この装置では、スピンドル中空軸内を流れる噴き出し流の流速と、芯糸の送出速度との差により芯糸に張力を発生させ巻糸体から芯糸を解じょしているため、十分な空気圧が与えられない場合、スピンドル中空軸内

での流速が不足し、張力の低下により糸先が逆に巻糸体に引っ張られ、巻き付いて失敗することが観察された。送出速度が大きすぎる場合にも相対速度の低下が発生し同様に失敗することがある。この現象が芯糸通し失敗の原因のほとんどを占めた。

(2) エア吸い込みについて

上スピンドル中空軸上部から作用させる吸い込み流は、下スピンドル中空軸から飛走する芯糸の糸先を確実に上スピンドル中空軸内に導入できなければならない。上スピンドル下部に飛走して到達する芯糸は空気流の拡散により位置がかなりばらつく。そのため、なるべく広い範囲から空気を吸い込むとよく、吸い込み空気流量を大きくする必要がある。

実験の結果、噴き出し圧と送出速度が一定のとき、真空エジェクターに供給する圧力が高いほど成功率が高くなることがわかった。また、送出速度が1,019mm/secときは1,332mm/secのときに比べ、真空エジェクターに供給する圧力による成功率のばらつきが少なくなった。これは、失敗の原因のほとんどが空気噴き出し口で空気流に芯糸が乗らないために発生していることから、送出速度を抑えて芯糸が下スピンドルを通過しやすくした場合、成功率に吸い込み空気流はあまり影響していないと思われる。また、観察の結果、下スピンドルを通過した糸のほとんどが上スピンドルを通過できた。使用する真空エジェクターの性能をさらに検討する必要があるが、本装置のエアを組み合わせる方法での芯糸通し作業の有効性を確認した。

(3) 芯糸送出速度について

作業時間の短縮と、圧縮空気の使用量の削減のために芯糸の送出速度は大きい方がよい。しかし、芯糸を解じょする力は噴き出し流の空気抗力によるため、芯糸の送出速度が大きすぎる場合、芯糸が十分な推進力を得られずに逆に巻糸体に巻取られてしまうことがある。実験結果より、同じ吸い込み条件、噴き出し条件ならば送出速度が小さい方が成功率が高くなることがわかった。送出速度と噴き出し部および吸い込み部に供給する圧力を適正に設定すれば、圧縮空気の消費量を最小に抑えながら最大の成功率を得ることが可能である。また、芯糸通しを手作業で行う場合1鍾当たり10秒ほどかかることを考えれば、時間短縮の面でもかなり大きな効果が期待できる。

3.4 まとめ

今回行った芯糸通し実験では、条件のよいときは成功率が100%近くなることもあって、この方法が極めて有効であることが確認ができた。さらに条件を整えれば成功率の向上が期待できる。この装置による芯糸通し実験では、現在のところ芯糸の糸先を実験者が手作業で空気噴き出し口の芯糸案内溝にセットしている。今後は、この作業をはじめ芯糸パッケージの供給、ハンドリング、糸先の検出などの作業を完全自動化する必要がある。また、失敗時のリトライの方法も検討しなければならない。

4. 結 言

カバリングマシンの芯糸通しの自動化の手法について検討を行い、芯糸通し装置の開発と試験を行った。成果は以下の通りである。

- (1) 芯糸を上下のスピンドル中空軸に一度に通す技術について検討を加え、ジェットエア・バキュー

- ムエアを利用する新しい芯糸通し装置を試作した。
- (2) 試作した装置を用い糸通し実験を行い、ジェットエアとバキュームエアを組み合わせる方法の有効性を確認した。
- (3) 比較的簡易な装置で芯糸通しを実現できた。
- (4) 非常に難しいといわれる20Dのスパンデックスを簡単に通すことができた。
- (5) 運転条件によって成功率がある程度変動することがわかった。今後は適正な条件を見つけることが課題である。

本研究を進めるに際し、有意義な意見を頂いた片岡機械工業の片岡洋一氏、広瀬光雄氏に感謝する。また、実験装置製作にご協力頂いた金沢大学工学部工作センターの菊地遵一氏、野崎明夫氏に感謝する。

文献

- 1) 新宅, 喜成; 織機誌, 42, P5 (1989)
- 2) 日本繊維機械学会織機研究会編; “ジェットルーム織布”, p. 16, 日本繊維機械学会 (1989)