カバード糸製造工程における準備作業の自動化に関する研究

氏　　名	堀　　純　也
生　年　月　日	
本　　籍	新潟県
学　位　の　種　類	博士（工学）
学　位　記　番　号	博甲第241号
学位授与の日付	平成10年3月25日
学位授与の要件	課程博士（学位規則第4条第1項）
学位授与の題目	カバード糸製造工程における準備作業の自動化に関する研究
論文審査委員	（主査）新宅　救徳 （副査）岩木　信男，松平　光男，米山　　猛，喜成　年泰

学位論文要旨

Abstract

The trend in apparel market is toward to diversified and also functionally specialized. Recently, popularity of stretchy clothes, such as swimwear, inner wear and apparel, is increasing production of covered yarn. In many covering factories, the operation labor and costs increase with complications of production, multi-product, small-lot production. So, automation of covering process, to improve manufacturing process, save heavy labor and rationalize production system, is hoped. Comparing with larger textile machineries, automated with an auto-doffer presently, there has been few effort to automate smaller covering factories because of technical and economical problems. In this study, automation of covering process is considered and attempted.

First, characteristics of covered yarn and Spandex to be a core yarn are considered, problems of covering process, covering machine and manual doffing operations are explored, and an economical way of automation to be installed easily in smaller factories is examined. In order to give a concrete form to automate doffing operations, subjects to automate a series of doffing operations on covering process are specified and the plans to settle them are clarified. Then, the automated system is developed and examined for a model covering machine. Especially, drawing Spandex, which has superior elasticity, into hollow spindles is so complicated even by manual operation that new techniques are required to handle it. So, the unique methods of handling Spandex, applying air flow effects, are proposed, and developed.

1．緒言

衣料品・繊維製品の市場は多種多様な製品が流通しているが，消費者の健康志向や余暇時間拡大に伴うニーズの多様化により，様々な分野と機能に細分化された製品が求められている．また，売れ筋の製品を消費者へ的確に届けるべく消費-流通-生産間の情報化が進み，従来の大量生産体制から多品種少量生産体制へと生産パターンが移行することで，製造現場ではより多くの労働力が必要とされている．ところが，多くの製造業では従事者の高齢化や慢性的な労働力不足の傾向が続き，作業者への負担も大きくなっている．規模の大きい紡績機やワインダを用いる大手や川上の製造分野では，高度な機械化・自動化が実現されているが，一方で，本研究の対象であるカバリング加工のような比較的中小規模で川中・川下の加工分野では，旧来の加工機械を用いて人手に頼った操業を続けることが多く，労力軽減のために自動化が強く求められている．また，製品の安定供給や品質維持のためにも自動化が望まれている．本研究は，カバード糸を製造するカバリング工程に注目し，その準備諸作業の問題点の考察を行い，カバリング工程の省力化・自動化システムの実現を目的とした．

2．カバリング加工について

カバリング加工は，伸縮性の高いゴムやスパンデックスなどの芯糸を引き伸ばしながら，そのまわりにナイロンや紡績糸などのカバー糸（被覆糸）を巻き付けて，カバード糸を製造する加工工程である．カバード糸は，水着やスポーツウエア，ストッキングのような体にフィットする衣料品に用いられ，近年需要が大きく伸びている．カバリング加工はカバリングマシンによって行われている．カバリングマシンは図１のように，芯糸をフィードローラとデリベリローラの間で伸張しながら，その周りにカバー糸をらせん状に巻き付ける．カバー糸は中空スピンドル上のボビンに保持されている．カバリングマシン１台あたり３００錘以上が装備され，各錘のローラやスピンドルは一斉駆動されるので，図２に示すような材料の交換や玉揚げなどの準備作業は，数日に１度機台全体を停止し，多くの作業者を動員して手作業で行う．カバリング加工は生産性が低く，その改善が期待されている．これまでにカバリングマシンの加工速度の高速化が進められたが，耐久性などの問題から限界と言われ，現在遅れている運転前の準備作業の自動化・省力化が注目されている．

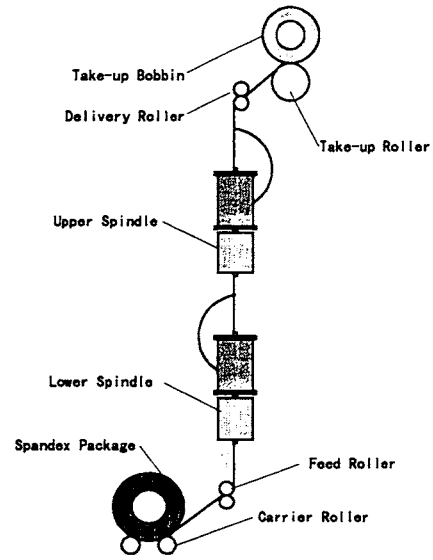

図1　カバリングマシン

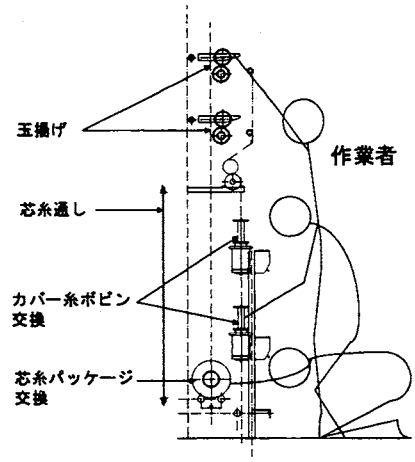

図2　運転前の諸作業と作業姿勢

3．カバリング工程の現状について

カバリングは，中小規模の工場で家内工業的な操業がされている．今までも準備作業の合理化は試みられているが，作業の機械化や自動化は実現されていない．紡績機やワインダのような規模の大きい繊維機械では，ボビン交換や糸掛けを行う装置を予め組み込んだ一斉ドッフ方式によって自動化が実現されているが，この方式をカバリングマシンに適用することは対コスト・規模面で困難である．また，カバリングで扱う材料糸やボビンのスケールが他の繊維機械に比べて小さく，機械では扱いにくいという技術的な問題も自動化を妨げている．特に糸を直接扱う作業は，糸が細い・検知しにくいなどの理由から技術が確立されておらず，機械化・自動化を遅らせている課題の一つである．

4．芯糸通し装置の開発

準備作業のなかで隘路工程となっているのが，芯糸を上下の中空スピンドルに通してゆく作業である．この作業は，芯糸として用いられるスパンデックスが細いうえに伸縮性が非常に高く扱いにくいため，最も時間と熟練を要する作業である．またカバリングマシンの構造上，中空スピンドルの位置が作業者に中腰の姿勢をとらせる高さにあることや，作業者の芯糸通し作業の動線が 1,000mm 近くになることも，作業者にとって大きな負担となっており，この作業の自動化が求められている．そこで本研究では，芯糸通し作業を自動化する方法について検討した結果，比較的簡単な機構で高速かつ確実に上下スピンドルの中空軸に芯糸を通すことが可能な，空気流利用方式（図 3）の芯糸通し装置を提案した．装置は，吹き出し空気流と真空エジェクタにより発生させる吸い込み空気流を組み合わせることで，上下の中空スピンドル内に空気流経路を形成する．この空気流中に芯糸を置くことで芯糸に空気抗力による推力を付加して，上下 2 本の中空スピンドルに芯糸を引き通す．試作した装置の概略を図 4 に示す．装置は上下の中空スピンドルに一度に芯糸を通すことが可能であり，作業時間も数秒と手作業と同等以上で動作できる．この装置を用いてモデルカバリングマシンに対して芯糸通しを行った結果，90 %前後の高い確率で芯糸通しが成功し（図 5），空気流利用方式による芯糸通し作業自動化の実用性を確認できた．

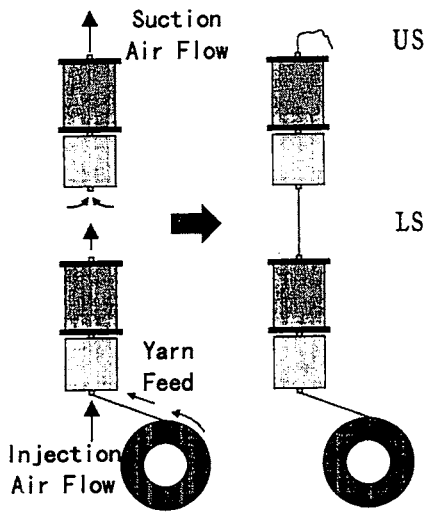

図3　空気流利用方式による芯糸通しの方法

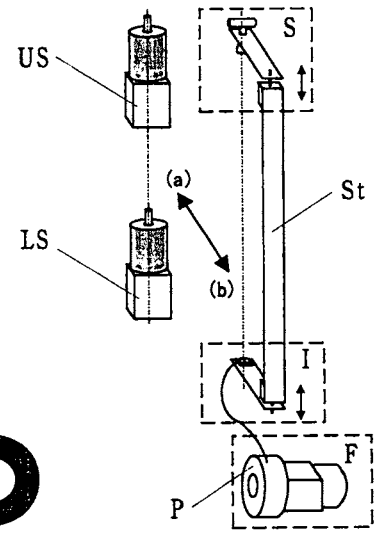

図4　芯糸通し装置

US:Upper Spindle DS:Lower Spindle S:Suction Unit

St:Stay I:Injection Unit F:Feed Unit P:Spandex Package

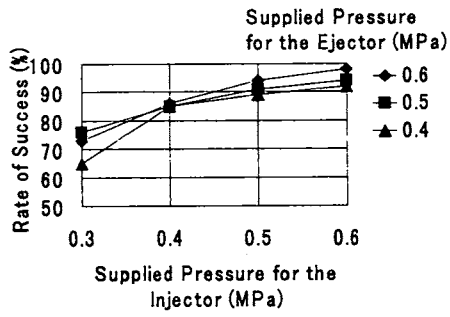

図5　芯糸通し条件と成功率の関係（芯糸送出速度　1.019mm/s）

5．自動芯糸通し装置の開発

実際に工場で使用されているカバリングマシンは，自動化のための大規模な改造が困難である．例えば，側面に簡単なガイドを取り付けるなどの最小限の改造を加えるだけで自動化ができると，導入も簡単で既存の工場設備とカバリングマシンを生かせるため，低コストな自動化に好都合である．本研究では，大規模な設備の更新や改造をせずに，現在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，作業者に代わるか協調して運転前の芯糸通しやボビン交換などの準備作業を行う，自走式の自動化装置を提

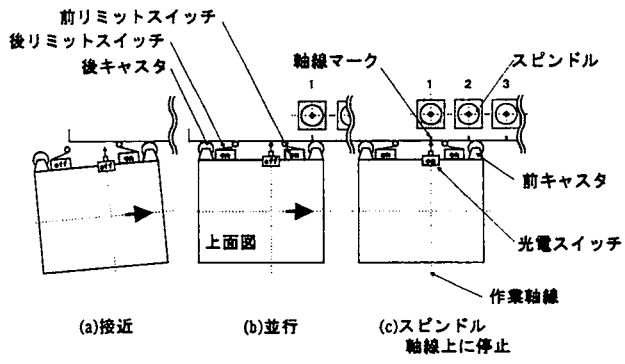

図6　接触式自走台車による自動芯糸通し作業

案した．この方式に基づき，芯糸通し装置が1台につき数百錘装備する実機のカバリングマシンに対して連続した作業を行うために，カバリングマシンとは別個の形態の,自走式台車型の自動芯糸通し装置を開発した．台車部は図6に示すようにカバリングマシンの側面に接触しながら移動する．この台車上に①芯糸パッケージの格納と供給の機能と，②位置決め機構を追加した芯糸通し装置を搭載する．モデルカバリングマシンに沿って錘間を移動しながら次々と芯糸通し作業を行うことができた．

6．芯糸検出装置

自動芯糸通し装置による作業を実機のカバリングマシンへの適用するためには，作業の成功率をさらに高めるとともに，芯糸通しの失敗時にも自動で対処ができる機構が必要とされる．ところが，ストッキング用途の20D，30Dのスパンデックスは大変細いため，熟練した作業者でも扱いにくいと言われている．このようなスパンデックスは直径が数十μmであるが，張力がかかった場合にはさらに細くなるので，従来の機械的・光学的な方法で糸の有無を安定して検出するのは困難であり，このままでは芯糸通しの成否の自動判別が不可能である．そこで，管内流れに置かれた糸が流れを乱す現象を利用した新しい芯糸

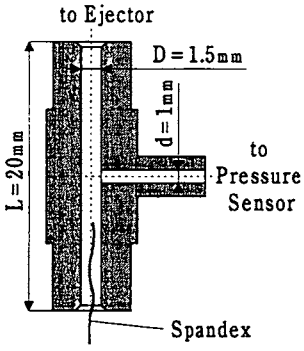

図7　芯糸検出部(DU)

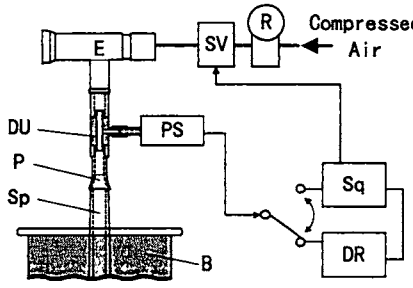

図8　芯糸検出装置

E:Ejector DU:Detect Unit P:Pad Sp:Spindle

R:Regulator B:Bobbin SV:Solenoid Valve

PS:Pressure Sensor　Sq:Sequencer DR:Data Recorder

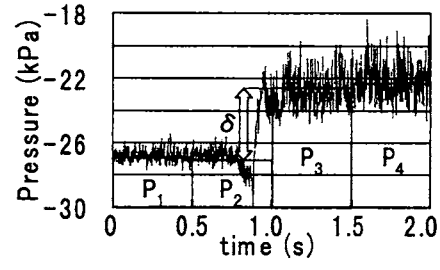

図9　芯糸通過時の圧力変化

(芯糸：スパンデックス420D)

の検出方法を提案し，芯糸通し装置の管路内（図7）への芯糸の通過を判断するための芯糸検出装置（図8）の開発と評価を行った．装置は，図9に示すように管内の芯糸の通過時に生じる圧力の変動幅δを圧力センサに計測し，設定したしきい値と比較して芯糸の通過を判別する．また，この検出装置によって芯糸通し作業が失敗と判別された場合の復帰方法と芯糸通し工程の自動化を検討し，連続した自動芯糸通し作業の手法を開発した．

7．ボビン交換装置

各ボビンの交換や材料・製品の搬送作業も含めたカバリングマシンに対する準備作業全般の自動化について考察し，カバリングマシンとは別個の形態の自走式の台車型糸交換システムを提案した．接触式台車上にカバー糸ボビン交換装置及び巻き取りボビン交換装置を搭載し，糸交換と搬送を含めた作業を行う装置を開発した．

8．おわりに

本研究では，カバード糸製造工程における諸作業の省力化・自動化を実現するために，カバリング工程の現状に考察と検討を加え，必要な自動化技術の開発と評価を行った．本研究の提案する自動化の手法により，従来行われなかった中小規模の繊維加工工場の工程の自動化が期待される．

学位論文審査結果の要旨

平成10年1月26日に第1回学位論文審査委員会を開催し，平成10年2月4日の口頭発表後，第2回学位論文審査委員会において協議の結果，以下のとおり判定した。

本研究は，最近需要が増加し自動化の望まれているカバード糸製造機に対して準備作業の自動化を図ったもので，機械側面に接触しながら移動する自走式台車に，芯糸通し作業とカバー糸ボビンの交換及び製品であるカバード糸のパッケージ交換作業を行う装置を搭載させ，1錘ずつ順次作業を行うシステムを完成している。ここで開発された芯糸通し装置は吹き出し・吸い込み・芯糸送出が適正条件のもとで作動すると共に，管内に置かれた糸が流れを乱す現象を利用した糸検出装置を備え，芯糸が通らなかった場合にも対処しており，これらをシステムとして稼働させることによって，移動式にもかかわらず100%に近い成功率をあげている。また原料の糸と製品の搬送作業も含めたカバリングマシンに対する準備作業全般の自動化について検討し，カバー糸ボビンの交換作業と玉揚げ作業を自動化する装置を完成している。

本研究の成果は，従来行われなかった中小規模の繊維加工工場における工程の自動化・省力化に極めて有益な知見を与えるものである。以上を総合して本論文は博士（工学）の学位を受けるに値すると判定する。