

Development of an Auto-Doffer for Covering Machines

Part 8 : Vehicle Type Doffing System with Bilateral Open Cradle

Kiyoshi Hatta*, Junya Hori*, Akira Yamazaki**, Toshiyasu Kinari***, Sukenori Shintaku***

Abstract

The vehicle type auto-doffing system for the covering machine has been proposed in order to automate the preparation process of covered yarn. In this report, doffing mechanisms for covered yarn bobbins are developed. A new type cradle system is also proposed, in which both side arms can turn outside in order to correspond to the doffing mechanisms for covered yarn bobbins.

Further more, our auto-doffer for covering machines has proposed the means to automate the preparation process of covered yarn in the small mills. We hope that these works give a guide for automating some kinds of processes not only in the covering yarn mills but in the other kinds of textile mills.

Key Words : Auto doffing, Covering machine, Vehicle type automation system

(Received Feb. 9, 1999)

(Accepted for Publication July 16, 1999)

カバリングマシンの自動糸交換装置の開発

(第8報) 両開きクレードルを利用した台車型ドッキング装置

八田 潔*, 堀 純也*, 山崎 章**, 喜成 年泰***, 新宅 救徳***

1. 緒言

本研究では、カバリングマシンによるカバード糸製造工程の準備作業を自動的に行う台車型糸交換システムを提案し、その各種機構を開発するとともに、それらの装置を載せて移動する自律台車の制御について検討してきた。これまで、第1報¹⁾、第3報²⁾では、空気流により上下2本の中空スピンドルに芯糸のスパンデックス糸を一度に通す装置とカバー糸ボビンの交換について、第7報³⁾では糸通しの成功率向上と空気動力の軽減について検討してきた。また、第4報⁴⁾では、空気圧力の変化によって糸通しの可否を判断するセンサーと、糸通し失敗時のリトライ機構について報告した。さらに、第2報⁵⁾、

第5報⁶⁾、第6報⁷⁾では、これらの装置を載せ、カバリングマシンと並行して移動する作業台車の開発とその走行制御方法について報告した。

これらは、カバード糸製造工程における準備作業の自動化に対して順次要求を満たしてきたが、最後にカバード糸製品の回収と空ボビンの供給作業が残された。この作業は、180cm以上という非常に高い位置での作業となる上、製品は2~3kgと比較的重い。大型のオートドッキングシステムでは、マシン本体に装備された交換装置と工場内に設置されたトランスファーマシンの組み合わせにより、これらの作業が自動的に行われているが、筆者らが提案している小規模工場用の台車型交換システムでは、これらの機能も台車本体に搭載しなければならない。

*会員, Member, 石川工業高等専門学校, Ishikawa National College of Technology, 石川県津幡町, Tsubata, Ishikawa

**金沢大学自然科学研究科, Graduate School of Natural Science, Kanazawa University

***会員, Member, 金沢大学工学部, Faculty of Engineering, Kanazawa University, 金沢市小立野, Kodatsuno, Kanazawa

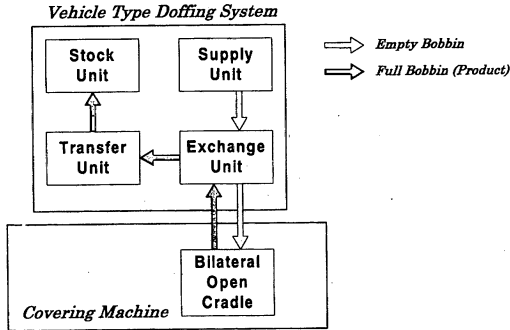


Fig. 1 Components of auto-doffing system

そのため、台車のバランス、製品・空ボビン交換の方法、製品の品質保持が技術的な課題となる。

本報では、製品の回収を中心とした台車型自動ドッキングシステムと、外部からの容易な機械操作で開閉するよう改良された自動化対応の両開きクレードルについて報告する。あわせて、これまで継続して開発・検討してきた「カバリングマシンの自動糸交換装置」について総括する。

2. 自動ドッキング装置

2.1 システム構成

緒言でも述べたように、ドッキング（玉揚げ）の作業は非常に高い場所で、製品の重量もかなりある。したがって、移動台車の最上部に複雑で重い装置を搭載すること、多くの製品を上部に収納したまま台車を移動させることは台車転倒の危険性を増大させる。このような状況をふまえ、本ドッキング装置では、ボビン交換の仕組みが簡単で、製品をできるだけ台車中心部の低い位置に収納できることに重点をおいている。

図1に自動ドッキング装置の構成を示す。この装置は、本システムのために新たに開発された両開きクレードルと組み合わせて使用されるが、大きく以下の4ユニットからなる。満管ボビン（製品）は、ボビン交換ユニットによってクレードルから取り外され台車内へと運ばれる。そして、移し替えユニットによって収納部へと送られ、収納ユニットにより台車下部で一時保管される。一方、台車内に準備された空ボビンは、供給ユニットにより、ドッキング時に交換ユニットへと供給される。以下、各ユニットについて個別に解説する。

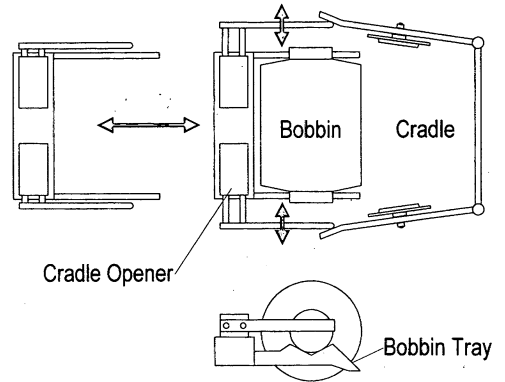


Fig. 2 Bobbin exchange unit

2.2 ボビン交換ユニット

ボビン交換ユニットの概略を図2に示す。満管ボビンは、カバード糸が巻き付けられた製品であり、人手による場合でも取り扱いに大変な注意がはらわれる。従って、製品表面を強い力で機械的に把持することは許されず、ボビンの両端に残された糸のないわずかな部分を2本の金具で支えて扱うことになる。また、支持金具の上にはクレードルを開閉する装置が取り付けられており、さらに、全体が台車からカバリングマシンに向かって出入りするようになっている。

このユニットは、支持金具の前後運動により、ボビンを上下させ、クレードルのもつ高さ保持機構を作動させることができる。満管ボビン回収時の動作を図3に示す。まず、(a)のようにボビン交換ユニットが前進し、支持金具の突起によってボビンがクレードルごと押し上げられ(b)の状態になる。ユニットがさらに前進して(c)の状態になると、ボビンが金具に支持されると同時に、クレードルの高さ保持機構が作動してクレードルはその高さで保持される。ここで、ボビンは開閉装置によりクレードルアームから取り外され、(d)のようにボビン交換ユニットが台車内へ後退して、満管ボビン回収が完了する。

2.3 製品移動ユニット

ボビン交換ユニットが取り込んできた満管ボビンは、ボビン移動ユニットによって収納ユニットに移し替えられる。これは、ボビンの管内部にフックを差し込み、満管ボビンをエアシリンダで持ち上げ運

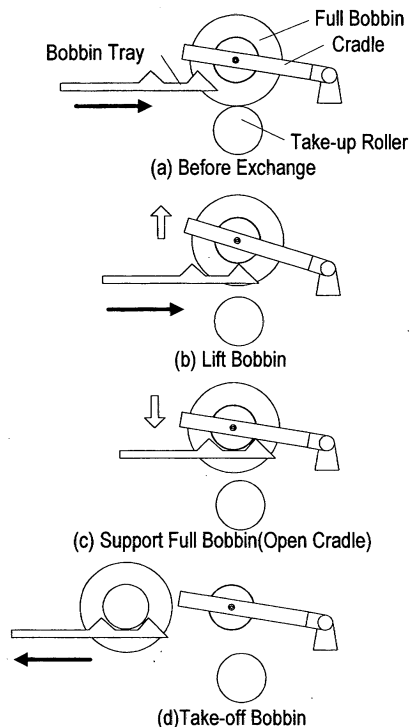


Fig. 3 Process of taking off full bobbin

搬した後、収納ユニットの入口レールに置くものである。

2.4 製品収納ユニット

収納ユニットは、前述のとおり、満管ボビン表面

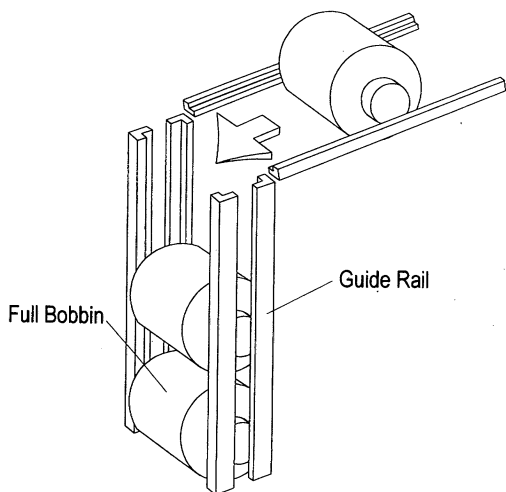


Fig. 4 Product stock unit

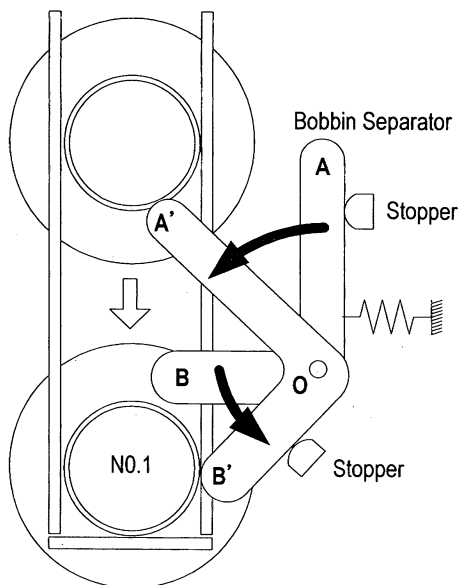


Fig. 5 Mechanism of multiple stock

を把持できないこと、できるだけ台車下部へ収納することなどを考慮し、図4のようなガイドレールに沿ってボビンを転がしていく方法を採用した。これにより、比較的簡単な部品構成で収納が実現できるとともに、台車内収納スペースの節約も可能となる。ただし、収納時にボビンの糸面同士が接触しないように、ボビンを多段で分離収納するための機構が必要となった。

その機構を図5に示す。ボビン分離金具はL形をしており、点Oを中心に回転可能で、ストップによりその動きが制限されている。ボビンがない状態では、金具はバネによって引かれているため、水平な状態AOBにある。収納ユニットに最初のボビンが入ってくると、金具はボビンの落下により回転し、傾いた状態A'OB'となる。これにより、次のボビンが入ってきても、通路の上にA'があるので、一定の間隔を保ったまま、ボビン同士の接触が避けられる。2段目以上のボビン分離金具も同じように動作し、満管ボビンが一定の間隔で積み上げられたように収納される。なお、満管ボビンは収納ユニット最下部から順に取り出すことができる。

2.5 ボビン供給ユニット

供給ユニットは、図6のように交換ユニットの支持金具に空ボビンを落下させて供給する。ボビン供給口は、待機状態では交換ユニットやユニット間の

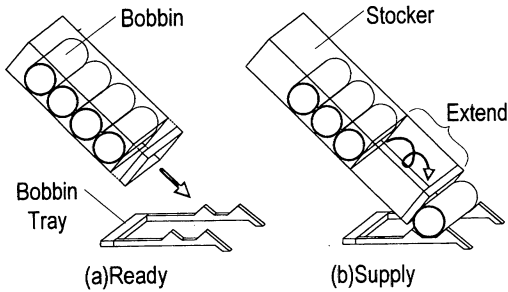


Fig. 6 Bobbin supply unit

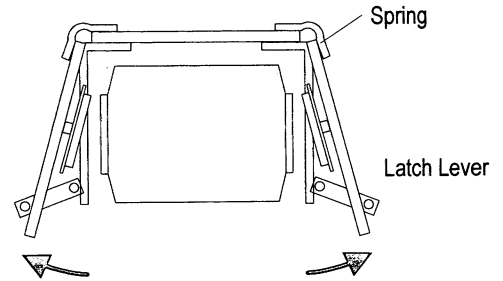


Fig. 8 Bilateral open cradle

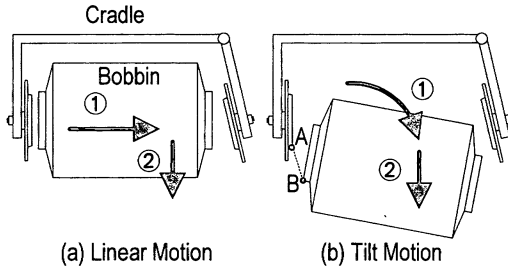


Fig. 7 Motion of exchanging bobbin

動作干渉を起こさないように、(a)のように縮んでいる。空ボビン供給時には、(b)のように、ボビン供給口がエアシリンダでボビン支持金具まで延びる。

3. 自動化対応クレードル

3.1 従来型クレードル

従来型の片開きクレードルを使い、最終製品に傷をつけることなくボビン交換を行うことは、慎重を要する作業ではあるが、手作業によればそれほど難しい作業ではない。しかし、ボビンを傾けながら引き出すような手の動きをまねると、どうしても複雑な装置が必要となる。自動化装置を用いて片開きクレードルに、比較的簡単な動きでボビンを脱着する方法としては図7のような2つがあげられる。1つは、(a)のように①ボビンを横へ少しずらしてから、②手前へ引き出す方法である。もう1つは、(b)のように①ボビンの角BをA点中心に回転させたあと、②手前へ引き出す方法である。(a)の方法では、ボビンを直線的に取り出すので、交換装置の機構は比較的簡単で必要なスペースも小さい。しかし、クレードルの横方向間隔の制約から、取り外しのための横移動量は極めて小さくなる。また、(b)の方法では、ボビンを曲線運動させる必要があり、

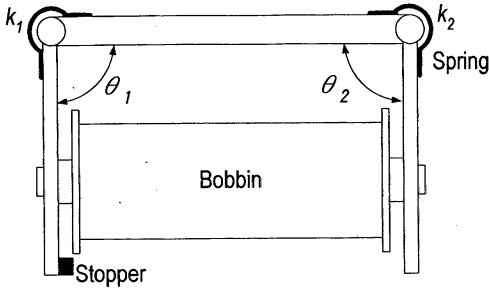
ハンドリングの機構は複雑で大型化する。このため、台車内で製品収納などに割く空間が確保できなくなってしまう。このように、ボビン脱着の自動化において、既存の片開きクレードルを利用することは、技術的にも困難であり、自動化への近道とはいえない。

3.2 両開きクレードル

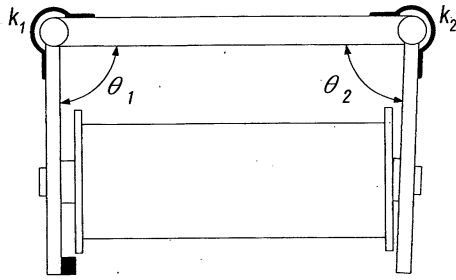
そこで、ボビンの交換が、横移動や回転をすることなく、前後の直線運動のみで行える両開きのクレードルを製作した。このクレードルは、図8のように左右両アーム支点到板バネがついており、両方向に開閉可能で、ボビンはこのアームにより両側から押さえられる。また、アームには、ラッチレバーによる開閉方向の自己保持機能を持たせた。一般に、カバリングマシンにおいては、ボビンの基準位置が取りにくい、軸方向へのふらつきが生じる、などの理由から両開きクレードルの利用はこれまで全く検討されなかった。そこで、両開きクレードルがカバード糸製造時に及ぼす影響について考察を加えることにした。

3.3 実験と考察

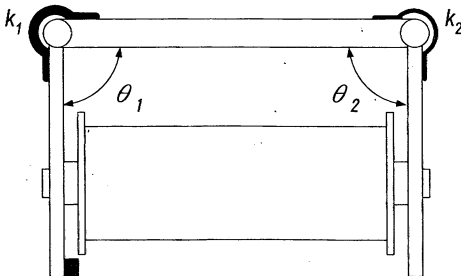
片開きクレードルと両開きクレードルを比較し、カバード糸製造における両開きクレードルの実用性の検証を行った。実験は、カバリングマシン運転中のクレードルのアームに発生する振動・変位をレーザー変位計 (KEYENCE LB-01/LB-60) により上下方向と左右方向から測定した。実験に使用した4種類のクレードルを図9に示す。まず、(a)が基本となるクレードルで、左右のバネが等しくアームの開きは左右ともに 90° である。しかし、これだけでは左右アームが自由に動き、基準点が定まらないので、片方のアームに位置の基準となるストッパーを



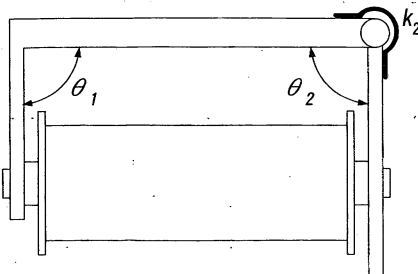
(a) $k_1 = k_2, \theta_1 = \theta_2 \approx 90^\circ$



(b) $k_1 = k_2, \theta_1 \approx 90^\circ, \theta_2 < 90^\circ$

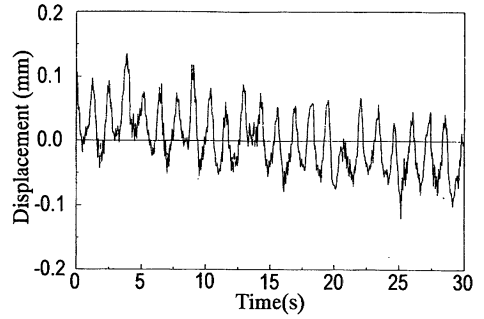


(c) $k_1 > k_2, \theta_1 = \theta_2 \approx 90^\circ$

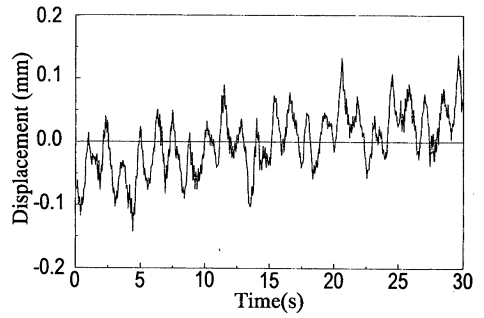


(d) $\theta_1 = 90^\circ, \theta_2 \approx 90^\circ$

Fig. 9 Cradle types for testing



(a) Left arm



(b) Right arm

Fig. 10 Axial displacement of cradle arm on driving covering machine (cradle type (a))

設置した。このとき、アームに作用する力 F は、バネ定数 k と変位角 θ から、

$$F = k\theta$$

で与えられ、このクレードルでは左右アームの押しつけ力は等しくなる。このクレードルを使ってカバリングマシンを運転したときのアームの横振動の様子を図10に示す。(a)、(b)は、それぞれ左右アームの移動量を、外側からレーザー変位計を使って同時に測定したものである。図から、このクレードルでは、ボビンの回転周期1.25sに等しいアームの微振動とともに、ボビン中心の位置が次第に移動していることがわかる。このように、押しつけ力が均等なクレードルでは、左右アームが不安定な状態になるため、定位置でのボビン回転が不可能であると考えられる。以上のことから、両開きクレードルとしては、左右のバネの押しつけ力が等しいものより、基準となるアームを強化し、もう一方の押しつけ力が若干小さくなるほうが望ましいといえる。

そこで、片方の押しつけ力を調整するため、図9 (b)のように変位角 θ を変えたものと、(c)のようにバネを重ねて基準側のバネ定数 k を大きくした

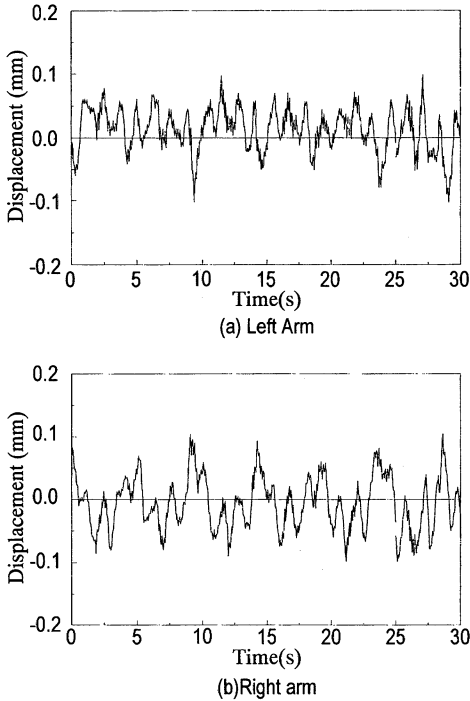


Fig. 11 Axial displacement of cradle arm on driving covering machine (cradle type (c))

ものの2つを用意した。なお、(d)は比較用として、片開きクレードルと条件を揃えるため、(a)の片方のアームを完全に固定したものである。アームの横振動を測定したところ、いずれの場合も振動数・振幅に大きな差異は認められず、(a)で見られたようなボビンの横移動も観察されなかった。その1つとして、クレードル(c)の振動の様子を図11に示す。

ただ、(b)においては、押しつけ力を小さくしたほうのアームで反対側より比較的大きな振動が観測された。これは、片方のアームが若干内側に入ることによって、左右間のボビンの軸心にずれが生じたことに起因するものであり、両開きクレードルの形状は、幾何学的に左右対称である必要があるとの結論に達した。従って、形状が左右対称で、バネの力が非対称な(c)クレードルが、片開きクレードルに最も近い性質を持つことがわかった。また、この場合、両開きクレードルの片方のアームに取り付けられたストッパーも重要な役割をすることがわかった。

以上の検討より、両開きクレードルを利用することは、クレードルの形状やアームを押しさえつけるバネの強さなどの条件が整えば、カバード糸製造工程において、特に問題とならないことが明らかとなった。すなわち、片開きクレードルに近い構造を持ちながら、両開きの機能を持たせることによってこの部分の自動化は図られる。よって、自動化推進のために両開きクレードルを利用することは有効であると確認された。

4. 台車型自動糸交換システム

台車型自動糸交換システムは、本体や工場に大きな改造を加えることができないカバリングマシンの準備作業を自動化するために開発されてきた。これまで一連の研究により、第2報で分析したカバード糸製造工程における準備作業の自動化要求は、表1のようにほぼ満たされたといえる。具体的には、熟練を要する芯糸通しをはじめ、これと同じ作業ライン上で満管ボビンの回収、空ボビンの供給、カバー糸ボビンの交換、芯糸の交換などが行われる。い

Table 1 Doffing operations for 300 head double covering machine

Operation	Force (N)	Position (mm)	Number of Turns	Request of Automations	Developed Device or System for Automations	Number of Reports
Cover Yarn Bobbin Take out	410 *1	600 ~ 1000	600	○	Yarn Exchange Device	Part 1
Core Yarn Package Take out	1	200	300	◎	Yarn Exchange Device, Retry Mechanism for Failure	Part 4
Product Take out	20 ~ 30	2000	300	○	Auto-Doffing Device with Bilateral Open Cradle	Part 8
Cover Yarn Supply	8	600 ~ 1000	600	○	Yarn Exchange Device	Part 1
Core Yarn Supply	10	200	600	◎	Yarn Exchange Device, Retry Mechanism for Failure	Part 4
Yarn Drawing in	-	300 ~ 1000	600	◎	Auto Drawing-in Device, Yarn Detecting System	Part 1,3,4,7
Take-up Bobbin Supply	1	2000	300	○	Auto-Doffing Device with Bilateral Open Cradle	Part 8
Yarn Winding	-	1000 ~ 180	300	△		
Transportation	400 ~ 500N / 10 Spindles			◎	Autonomous Vehicle with Feedback and Fuzzy Control,	Part 2,4,5
Length of Travel	20000mm / One side			◎	Contact Type Vehicle for Newest Covering Machine	

◎ Automation is required strongly ○ Automation is recommended △ Manual operation is advantageous under the current conditions

*1: Maximum force of pull-up device. The device operates nearly maximum force.

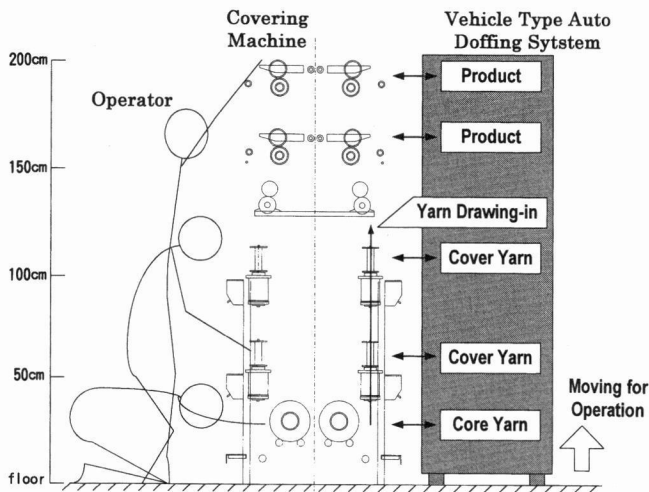


Fig. 12 Automations of manual operation by vehicle type auto-doffing system

れの作業もカバリングマシンのヘッド数あるいはその2倍という作業回数の多さと、図12に示すような20~200cmという作業位置の高低差があり、作業者にとっては長さ方向の移動に加えてかなりの重労働であった。台車型の自動糸交換システムの開発により、カバリングマシンに対する主要な運転準備作業とそれに伴う運搬作業が行われ、大幅な労力軽減が図られると予測される。

本研究では、人間に代わって工場内を移動しながら作業を行う自走式自動化装置の実現を最終的な目標としてきた。開発された作業台車は、縦横高さが60×60×200cmで、特別に設計製作する部品を極力抑え、市販のパーツを中心に組み立てられた。従って、当初必要とされた、①装置自体が自走・自律式であること、②工場・マシン本体への改造が最小限ですむこと、③機能に対して比較的安価なこと、④高い信頼性と汎用性をもつこと、などの各条件についても一定の成果が得られたものと考えられる。

本システムの具体的な使い方としては、①すべての機能を1台の台車に搭載して全作業をさせる、②工場内で必要とされる機能のみを台車に搭載し作業の一部を負担させる、③各機能をそれぞれ1台の台車に分割して搭載し、各台車がリンクして連続的に作業を進めていく、などが考えられる。また、近年

の多品種小ロット生産や見本品生産の増加、定番品の生産に加えてフレキシブルな生産体制にも対応できること、等といった要求にも応えられるものと考えられる。さらに、本システムを応用することにより、将来的には1錘ごとに掛ける糸の種類や運転条件を変えて各錘独立運転するような単錘駆動カバリングマシンと協調して、材料の管理から製品出荷までをカバーする多品種少量生産に対応した自動化システムの構築なども考えられる。

5. 結 言

カバリングマシンによるカバード糸製造工程の準備作業を自動的に行う台車型糸交換システムを提案し、台車上に搭載された装置により行われるカバード糸製品の回収と空ボビンの供給作業の自動化について検討した。また、従来から使用されているクレードルについても、自動化に対応した両開きクレードルを新たに開発し、その実用性を検証した。

これまでの研究より、「カバリングマシンの自動糸交換装置」は、カバード糸製造工程における準備作業の自動化要求をほぼ満たすことができた。これにより、カバリング業のみならず、中小規模の繊維工場において自動化を推進するためのわずかな指標を提供することができたといえる。

謝 辞

本研究を進めるに際し、ご協力を頂いた片岡機械工業(株)に感謝する。また、装置製作にご協力いただいた金沢大学工学部工作センターに感謝する。

文 献

- 1) J. Hori, T. Kinari, S. Shintaku; J. Text. Mach. Soc. Japan (Japanese Ed), 50, T24 (1997)
- 2) J. Hori, K. Hatta, T. Kinari, S. Shintaku; J. Text. Mach. Soc. Japan (Japanese Ed), 51, T42 (1998)
- 3) K. Hatta, J. Hori, T. Kinari, S. Shintaku; J. Text. Mach. Soc. Japan (Japanese Ed), 52, T72 (1999)
- 4) J. Hori, K. Hatta, T. Kinari, S. Shintaku; J. Text. Mach. Soc. Japan (Japanese Ed), 51, T59 (1998)
- 5) K. Hatta, J. Hori, T. Kinari, S. Shintaku; J. Text. Mach. Soc. Japan (Japanese Ed), 50, T341 (1997)
- 6) K. Hatta, J. Hori, T. Kinari, S. Shintaku; J. Text. Mach. Soc. Japan (Japanese Ed), 51, T80 (1998)
- 7) K. Hatta, J. Hori, T. Kinari, S. Shintaku; J. Text. Mach. Soc. Japan (Japanese Ed), 51, T99 (1998)