
圧延工場における各種結束機

Banding Machines for Rolling Mill Plant

松田 羊一 (Youichi Matsuda) 飛沢 宏哉 (Hiroya Tobisawa) 豊島 貢 (Kou Toyoshima) 土屋 剛 (Tsuyoshi Tsuchiya)

要旨：

コイルの結束・梱包作業の自動化，省力化を図るため，アップエンドコイル用結束機（U型），ダウンエンドコイル用結束機（D型）および梱包用ラジアル型結束機（R型）を開発した。これらの結束機に共通する特長は，バンドの接合に点溶接方式を採用したことであり，D型の大きな特長は，可動流体素子による全空気圧制御方式を採用したことである。R型では3本のバンドを同時に結束でき，しかも完全自動運転が可能である。本稿ではこれら結束機の構造・動作概略，特長，稼働状況について紹介している。

Synopsis：

For automation and labor-saving of banding and packaging of coils, the Company developed the up-end coil banding machine (U-type), the down-end coil banding machine (D-type) and the radial-type banding-packaging machine (R-type). Characteristic features common to these machines is the use of spot-welding system for band welding purpose. Special features of D-type are the use of all-air control unit composed of moving part pneumatic logics. R-type can tie three bands at one time in full automation. This report outlines these machines in respect of mechanism, operation and main features.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

圧延工場における各種結束機

Banding Machines for Rolling Mill Plant

松 田 羊 一*

Youichi Matsuda

豊 島 貢***

Kou Toyoshima

飛 沢 宏 哉**

Hiroya Tobisawa

土 屋 剛****

Tsuyoshi Tsuchiya

Synopsis :

For automation and labor-saving of banding and packaging of coils, the Company developed the up-end coil banding machine (U-type), the down-end coil banding machine (D-type) and the radial-type banding-packaging machine (R-type).

Characteristic features common to these machines is the use of spot-welding system for band welding purpose. Special features of D-type are the use of all-air control unit composed of moving part pneumatic logics. R-type can tie three bands at one time in full automation.

This report outlines these machines in respect of mechanism, operation and main features.

1. 諸 言

圧延工場における生産設備の機械化、自動化について眺めて見ると、その中核となる圧延機を含む各種処理ラインそのものは、比較的早くから手がけられ、機械化自動化としては相当の域にまで達しているのに対し、製品および各工程間の搬送、梱包を含む付帯設備に関しては、作業の大半を人手に頼っている所が少くない。中でも中間工程での結束、複雑な各種梱包様式を持つ最終製品での梱包結束は、自動化、省力化を進める壁となっている。しかしながら、需要者側の協力を得ながら、必要な自動化を進めて行かねばならないと

考えている。

製鉄所における結束作業は、ホットストリップのコイラー巻取り後の結束に始まり、各種処理工程での中間結束を経て、最終製品での結束に到るまで、また線材、形鋼、鋼管などにおいても、数多くの結束を行なわなければならない。

ホットコイル結束作業における高熱作業環境改善、コイルの大径化にともなう安全作業および能率向上、梱包作業における自動化、省力化を目的として、数年前から当社独自の自動結束機の開発を進めて来たので、ここにその概要を紹介し、業界における今後の省力化に役立つよう希望したい。

* 千葉製鉄所設計部第3設計課設計課長
(現在川崎電機工業K. K勤務)

*** 千葉製鉄所設計部第2設計課

** 千葉製鉄所設計部第2設計課設計課長

**** 千葉製鉄所設計部第3設計課

2. 開発の経過

最近の設備では、コイル結束機の設置は設備の一部として、常識化されているが、筆者らが開発計画を手がけた1965年当時は国内においては、機械による結束は行なわれていなかった。その頃からしだいに人手不足が深刻になり始め、特に高熱作業環境におけるホットコイルの結束は作業員から敬遠されがちで、まっ先に機械化されなければならない場所として挙げられ、開発の対象となった。バンド接合の点溶接実験から始め、1968年試作機が完成し、オンライン化したが、既設コンベアーの停止精度等に起因する種々のトラブルが発生し、実用には到らなかった。しかしながら実用化への確信を得たので、試作機におけるこれらの問題点と経験を基にして新規設計製作がなされた。

1号機は第2ホットストリップ工場 No. 1 エンダーラインに設置され、1970年より順調に稼動を続けている。さらに同 No. 2 エンダーラインにも同型機が設置された。ホットにおけるアップエンドコイル用結束機(U型)の試作テストとあい前後して、中間工程における結束および、梱包ラインにおける結束の機械化が計画された。ホット以降の中間工程ではコイルの状態はダウンエンドであるが、結束部の機能および構造はほぼU型結束機にならって計画された。

U型結束機は油圧作動であったが、中間工程での結束は油の付着をきらう場所もあり、また最終製品としても、油の付着は好ましくないので空気圧作動を採用した。このダウンエンドコイル用結束機(D1型)は1970年、No. 3, 4 ピックリングライン集合コンベアーラインに設置され、以来No. 1 タンデムミル、No. 5 ピックリングラインにそれぞれ設置され、稼動している。さらに小形化、経済化を計って全空気圧制御を採用したD2型を開発した。

梱包用結束機としては、コイル半径方向に同時に3本のバンドを結束するラジアル型(以下R型)結束機の開発が1968年より行なわれ、1970年1号機が完成、稼動した。本機は当時のも

り、現在でも世界中他に例のない当社独自のものであり、省力化機械として今後業界での活用が期待される。1号機は試作機としての性格が強く、稼動成績も良くないが、2号機は1972年水島製鉄所に設置され、良好な運転を続けている。

3. 開発機の特徴

(1) 点溶接式接合方法の採用

スチールバンドの接合法には従来の手梱包ツールより発達したバックル式接合が多く使用されているが、筆者らは点溶接によりバンド相互を点状に溶接する方法を採用した。点溶接方法としては、一般的にシリーズスポット法とインダイレクトスポット法があるが、U型、D型に対してはバック電極を使用したインダイレクトスポット法で、溶接の確実性と溶接トランスの経済性を考慮し、1点ずつ各個に2点溶接する方法をとった。R形においては、機構上の問題からシリーズスポット法を採用している。この方法でも、銅バック電極を併用し、溶接性の向上を計っている。通常の点溶接は、いわゆる凸電極対凸電極対向の溶接であるのに対して、本結束機では平板電極対凸電極の溶接であり、電流通路の分散化、したがって発生熱の集中化がないために、加圧力、通電電流、通電時間などが一般的な溶接条件とは大分異なっている。しかしながら、バック電極に凸部を設けることにより凸電極対向の条件に近い溶接性能を得ることができ、一部に採用された。点溶接接合方式の利点として次の事項があげられる。

- (a) 接合機構が簡単である。
- (b) バックルが不要なので、電極の消耗を考えたランニングコストが安い。
- (c) 接合部の強度をバンド強度と同等以上にとれる。
- (d) 接合部はバンド2枚分の厚みしかないので接合部での圧痕が入りにくい。
- (e) バンド材を特に吟味する必要がない。

(2) ラジアル型結束機

この結束機の開発は世界に先がけて手がけたものだけに実用化には長い歳月を費した。コイル内径部分に入る結束部は、クランプ、引締め、溶接

接合、シャー、マンドレル拡張などすべての部分に意を配った設計がなされた。各部の機構が調和して結合され、結束機能を果たし、順調な実用運転にはいっている。

(3) 全空気圧式結束部の採用

結束部のアクチュエーターは空気作動となっているため、それらの制御を含めすべて空気圧化した。すなわち結束部本体に可動形流体素子によるシーケンス制御回路を組み込み、結束部の相互流用可能なよう考慮しており、外部との信号伝受は、空気—電気変換を通して行なっている。従来の電気式制御に比べ、信頼性、寿命、軽量小形化の点で優れた性能を有している。

4. U 型結束機

4-1 構造の概略および仕様

本機の構造は、バンドの送り出し、巻もどしを行なう結束部、結束部をコイルのバンド掛位置にセットする昇降部、コイルの停止位置にあわせ全体を移動する移動部、の3つに大別できる。配置図を図1、全体図を図2に示す。仕様を表1に示す。

(1) 移動部

コンベアと平行に敷いたレール内を、油圧シリンダーにより移動する門形フレームよりなる。

(2) 昇降部

門形フレームの支柱内をチェーンで同調し

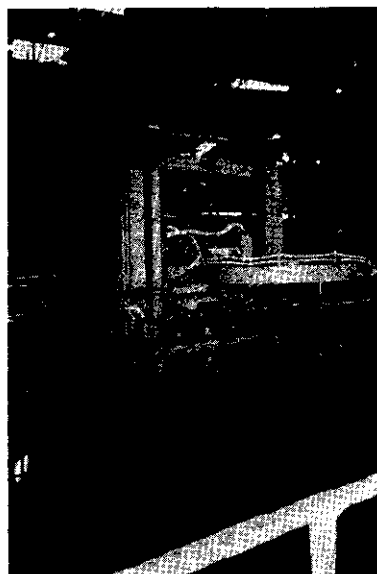


写真1 U型機全体

て、油圧シリンダーにより垂直に昇降する基台、基台にピンで取付け、水平に定角度回転する回転台。回転台に対して後部をピンで取付けのせ、非常の場合は鉛直方向に回転台より持上がる中枠の3部分よりなる。

(3) 結束部

中枠に対し、油圧シリンダーにより前後進するガイドロッドを備えた上枠が結束部の共通ベースとなり、上枠の前方にバンドフープを作るためのサークルガイド、後端にバンドリールを取付けている。中間に結束機構をブロック構造で配置し、各ブロックは単独で上枠より取外す

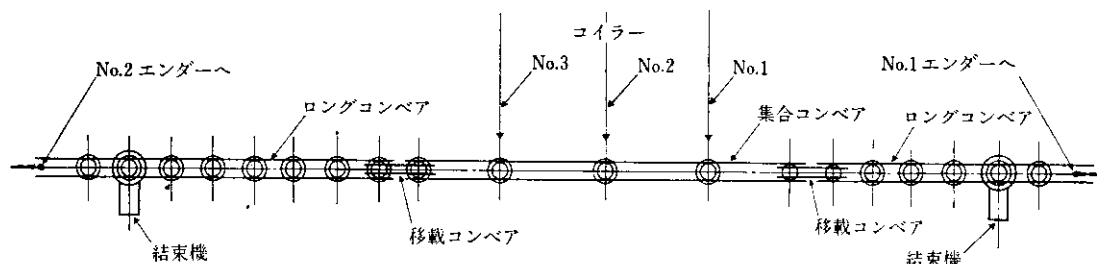


図1 配置図

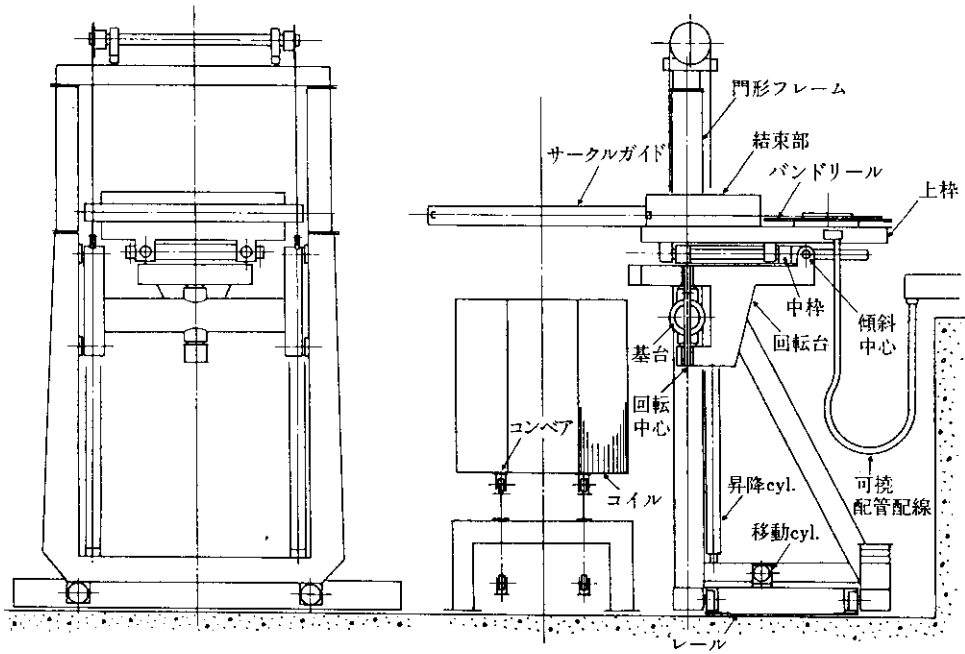


図2 U型全体図

ことができる。平面図を図3に示す。
各ブロックは次の通りである。

- (a) ピンチロールブロック
- (b) 引締装置ブロック
- (c) シャー, 第1クランプブロック

- (d) ガイド, 電極ブロック
- (e) バック電極ブロック

これらのブロックの中をバンドは通過し、ブロック相互は継ぎガイドで結んでいる。各ブロックのアクチュエーターは、ピンチロール駆動以外は

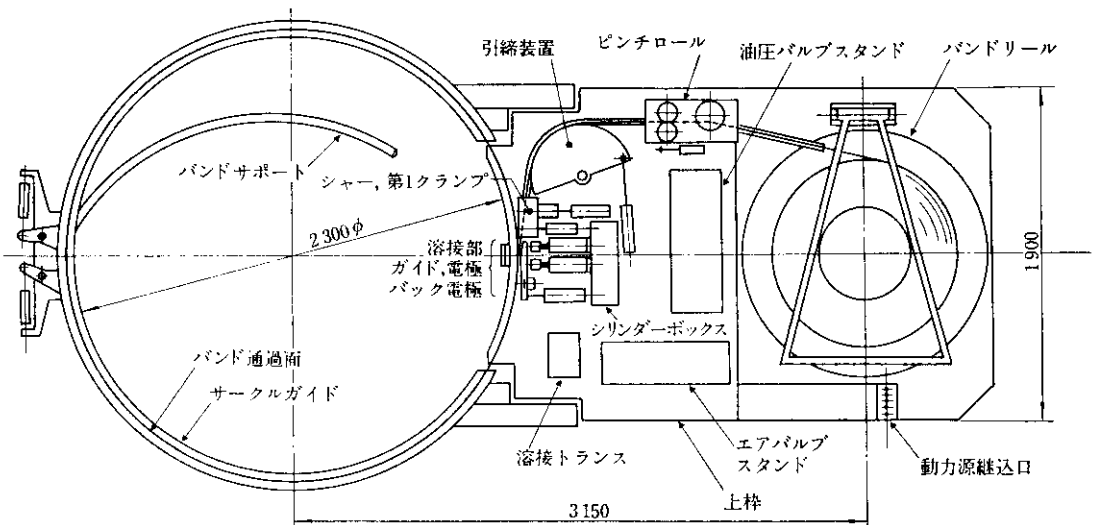


図3 U型結束部平面図

表 1 U 型 結 束 機 仕 様

結 束 コ イ ル	外 径 (mm)	1100φ~1854φ
	内 径 (mm)	762φ
	幅 板 厚 (mm)	500~1880
	温 度 (°C)	1.2~12
	鋼 種	約 600 鎢鋼板以外の熱間圧延材
バ ン ド コ イ ル	搬 送 コ ン ベ ア	ア ッ プ エ ン ド コ ン ベ ア
	外 径 (mm)	最 大 1200φ
	内 径 (mm)	508φ
	幅 板 厚 (mm)	32
	材 質	1 C=0.25以下のミガキ鋼板
抗 張 力 (kg/mm ²)	最 小	50
	コイル停止位置補正量 (mm)	横 行 ± 500
	(mm)	回 転 ± 150
	バンド結束本数	1~2
	〃 位置	任 意
結 束 機	バンド接合法	インダイレクトスポット2点溶接
	接 合 部 強 度	母材強度以上
	バンド締力 (kg)	800
	制 御	タイマーによるプログラム制御
	方 式	1本掛 40
機 架	1 サイクル時間 (sec)	2本掛 65
	溶 接 装 置	変 圧 器 容 量 (kVA) 65
	1 次 電 源 (V)	400
	制 御 装 置	準 同 期 式
	主回路開閉器	イグナイトロンCサイズ
油 圧 (kg/cm ²)	油 圧 (kg/cm ²)	70
	空 圧 (kg/cm ²)	5

すべてエア、または油圧シリンダーの標準品を使用している。作動油はコイラー油圧ユニットと共通であり、水-エチレングリコール系である。

各シリンダーのソレノイドバルブは、エア・油圧とそれぞれに上枠上のパネルタイプバルブスタンドに収め、フレックスチューブで外部の本管と継ぎ、制御ケーブル、溶接電源ケーブル、トランス冷却用水冷チューブと束ねて可撓性をもたせている。

4.2 動作の概略

サークルガイドは、中にバンドを通した状態でコイル停止位置上方に待機している。コイルがコンベアで搬送され停止すると、コイル中心とサー

クル中心が 150 mm 以上ずれている場合は、移動部を横行して 150 mm 以内の中心のずれに収め、バンド掛高さまで昇降台を降下する。ここまでの動作は手動で行ない、以後は自動運転となる。自動起動により、上枠はコイルに接近し、コイルと接触すると中心のずれだけ回転して、電極ブロックを取付けた上枠中央部でコイルと接触し、接触検出信号でシリンダーをブロックして停止する。結束部の動きはシーケンスチャート図 4 に示す。

リールは同心に渦巻バネを、スリップクラッチを介して取付けてあり、バンド送り出しのときは、スリップクラッチ設定トルクまで渦巻バネを巻上げ、巻もどしのときは渦巻バネのトルクによ

り、リールは逆転する。上枠が後退限に達したとき、バンドガイドがしまり、ピンチロールが正転し、バンドを送り出す。バンドがサークルガイド終端のリミットスイッチを切り所定時間経過すると、バンドガイドが開き自動起動条件が成立する。

上昇は、上枠が後退限に達するとともに始まり、上限に達したとき1サイクルを完了し、コンベアとのインターロックを解く。降下開始より上限にもどり1サイクルを完了するまでの所要時間は30~40secである。

結束部の動作のタイミングは、ほとんどタイマー設定によるプログラム制御であるが、おのおののシリンダーのストロークが短かいので応答が良いため、タイムラグの設定は0.3secもとれば良く、リミットスイッチによりシーケンスを組む場合に比べ、時間的な遅れはわずかである。

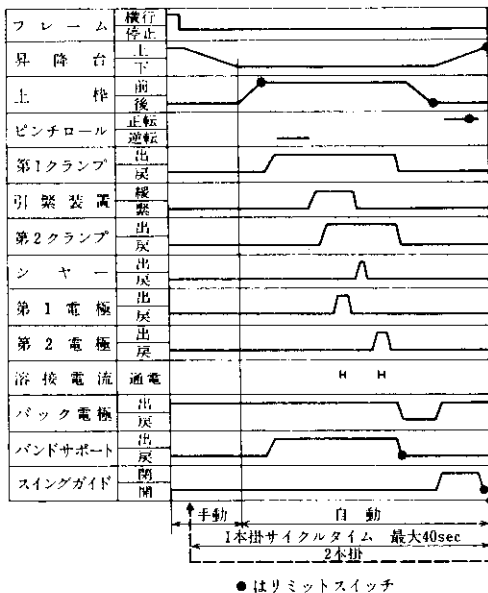


図4 U型シーケンスチャート

4.3 本機の特徴

(1) 点溶接接合の採用

本機では、図5のような溶接法を採用している。ホットコイルの場合、コイル自身が高温であるため、溶接部はその熱により焼鈍されて、

使用バンド中のC量の多少は問題にならない。

(2) コイル停止誤差の自動補正

既設ラインにバインダーを取付ける場合、取付けスペース確保のための改造を最小限にするには、ロングコンベアに取付ける以外にない。しかし、コイルは集合コンベアおよび、ロングコンベアの停止誤差と、移載コンベアでのコイルとコンベアのすべりを加えた分だけ所定位置に誤差を生じて止まる。この量は、前者が、±100 mm、後者は通常無視できるが、300 mm程度は珍らしくない。

コイル中心と結束機中心がずれている場合図6(a)に示すように、サークルガイドがコイルを包むように降下し、自動起動がはいると上

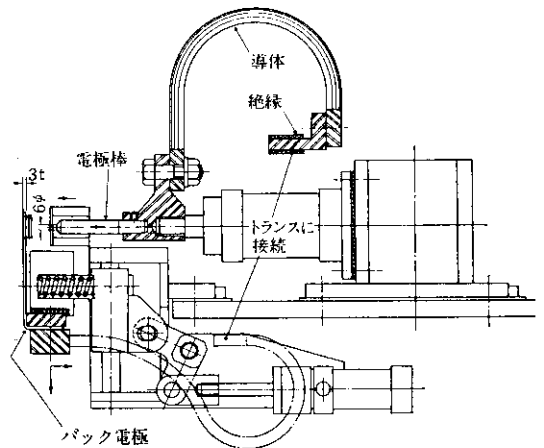
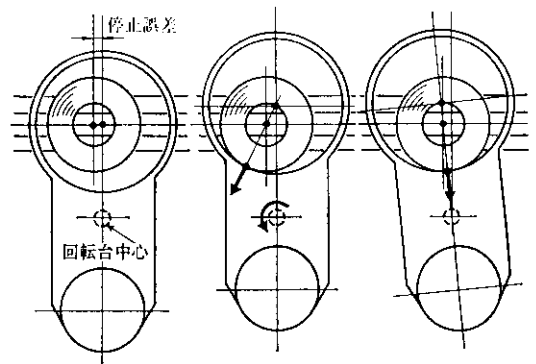


図5 U型溶接部分図



(a) 上枠前進前 (b) コイル接触開始 (c) 停止

図6 停止誤差自動補正

棒が前進して、上棒の一部とコイルが接触しはじめる (b)。さらに上棒は前進を続けるので、接触部にコイルより力を受け、ガイドロッドを介して上棒の力が中棒、回転台へ伝わり、回転台は基台に対して回転する。このため上棒は、コイルとの接触点を中央へ移しながら前進して中央部でコイルが接触したとき、取付軸周りのモーメントが零になり、コイル中心、接触点、取付軸が一直線上に並んで安定して停止する (c)。

この動作で、上棒中央の電極部分がコイルと密着し、確実な溶接が行なえる。

(3) サークルガイド保護装置

誤操作などにより、万一コイルとサークルガイドが衝突しても、ガイドが破損しない構造となっている。

サークルガイドは、上棒前面に固定し、上棒は中棒とガイドロッドでつながっている。中棒は回転台に対し、後部は軸取付であるが、前部は自重を載せるだけの構造である。サークルガイド下面がコイルと接触すると、中棒から上の部分が回転台後部の取付軸を中心として、全体がコイルに乗りかかるかっこうで上方に傾く。中棒前部で押えこんでいた回転台に取付けたリミットスイッチの解放信号で、降下を上昇に切換え、上限まで昇降台を上昇させる。この後、位置を補正して運転を直ちに再開することができる。

(4) 引締装置

板厚の厚い場合には、コイル尾端の拡がりは、ピンチロールの引締力のみでは引締められないので、円弧状のバンドガイドの一部にバンドをクランプさせて、油圧シリンダーでガイドに回転運動を与え、強力な引締力を発生させる。

最終引締力をピンチロールで得ようとする、駆動モーターが大きくなり、バンドとロールのスリップも問題となるが、強引締力を要するストロークはわずかなので、引締力を2段としてモーターの小形化を計っている。

4-4 稼動状況

稼動して1年足らずのNo. 2 エンダーライン設

置のものは、まだ補修の必要は生じていないが2年経過して処理コイル数が20万回に近い No. 1 エンダーラインの方は、しだいに補修の回数が増しているが、ともに順調な稼動を続けている。

消耗品の交換頻度としては、ピンチロールは、スリップクラッチ設定が適切であれば、3ヶ月以上使用に耐える。電極の交換は、当初2000~3000回で交替していたが、溶接が不良になる限界、1万回位までは使用できる。

その他、引締装置、クランプ等のチップ、シャークナイフは3ヶ月程度の交換割合であるが、使用限界に達していない。

5. D型結束機

5-1 構造の概略および仕様

構造を移動部、昇降部、結束部に大別できる。全体を図7に示す。仕様を表2に示す。

(1) 移動部

結束機は原則としてラインと同方向に流れるコンベア側方に設置する。コンベアに対して出入りするフレームは門形台車であり、コンベアと直角に敷いたレールに案内されて、油圧シリンダーで移動する。コンベアレールの間には、サドル幅より若干長いバンドガイドを固定し、移動部がコンベア内に入ると、サークルガイドとつながりバンドの通路を構成する構造になっている。

(2) 昇降部

結束部をコイルと接触させるため、門形フレー

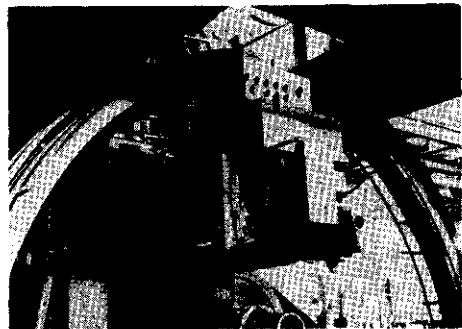


写真2 D2型機ヘッド部

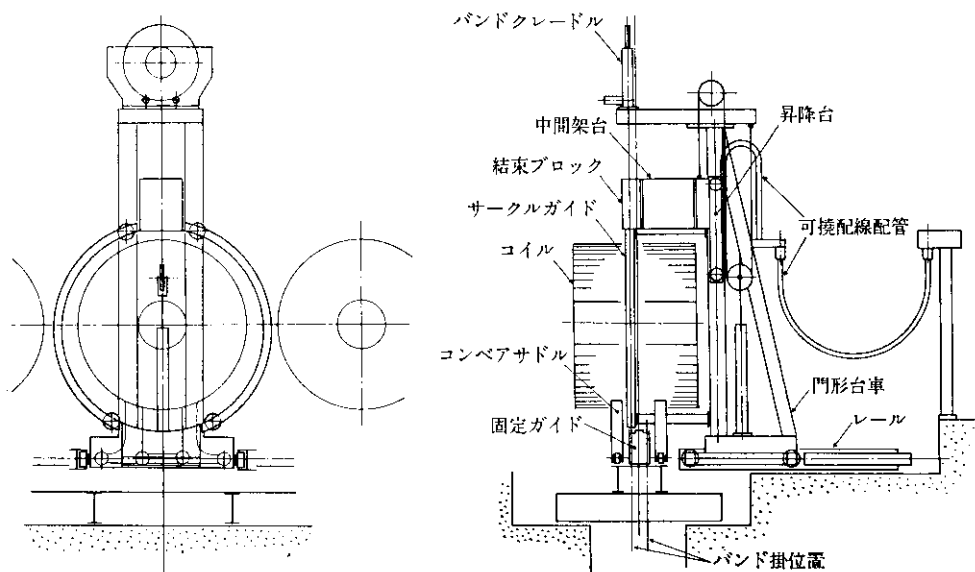


図 7 D 2 型 全 体 図

表 2 D 型 結 束 機 仕 様

() 内はD2型である

結 束 コイル	外 径	(mm)	914φ~2540φ
	内 径	(mm)	508φor610φ
コイル	幅 板 厚	(mm)	600~1600
	鋼 種	(mm)	0.2~5.5
搬送コンベア	搬送コンベア	(mm)	冷間圧延材
	搬送コンベア	(mm)	アップエンドコンベア
バ ン ド コイル	外 径	(mm)	最 大 1200φ
	内 径	(mm)	508φ
コイル	幅 板 厚	(mm)	32
	材 質	(mm)	1
抗 張 力	抗 張 力	(kg/mm ²)	C=0.2以下のミガキ鋼板
	抗 張 力	(kg/mm ²)	最 小 50
結 束 機	バンド結束本数 位置 バンド接合法		1~3 コイル中央部 インダイレクトスポット2点溶接 後熱回路付き 母材強度以上
	接 合 部 強 度 バンド締力	(kg)	900 (200 空圧 5kg/cm ² のとき)
制 御	方 式		モータータイマーによるプログラム制御 (流体素子によるシーケンス制御)
	1 サイクル時間	(sec)	1 本掛 60 2 本掛 100
機	変 圧 器 容 量	(kVA)	100 (35)
	1 次 電 源 制 御 装 置 主回路開閉器	(V)	400 準 同 期 式 イグナイトロン
油 ・ 圧	油 ・ 圧	(kg/cm ²)	70
	空 圧	(kg/cm ²)	5

ム内のレールに案内されて上下する昇降台をチェーンで吊下げ、門形上部につけたスプロケットを介して反対側の油圧シリンダーにつなぐ、コイルと接触したとき必要な力だけをコイルに与え、圧痕の発生を防止するよう、昇降台はカウンターウェイトバルブでシリンダーに背圧を与えながら自重で降下する。

通常の停止位置はサークルガイドと結束部下面が一致する場所であるが、ストッパーをはずせば、さらに700 mm位上昇して、サークルガイド上端とはほぼ同一レベルに取付けたデッキ上で結束部の保守点検が行なえる。

動力源は、外部よりホース、チューブで昇降台に継ぎ込むが、前後上下の動きでたわみ得る部分が他と接触干渉する場合は、外部と移動部、移動部と昇降部の2段たわみ継ぎとする。

(3) 結束部

移動部、昇降部は設置するラインにより若干の差異はあるが、設計は共通の機能構造に基づいている。結束部ではバンドを扱う機能は共通性があるものの構造は全く異なっている。

(a) D1型

昇降台に中間架台を取付け、各動作要素をその前面の共通ベースに配置する。

動力源はピンチロール駆動以外すべて、標準エアシリンダーである。各動作要素はまとまるものはブロック化して、各々のシリンダーと共通ベースに取付けている。

中間架台は、ピンチロールモーター、バンドクレードルを載せるとともに、エアバルブスタンドを兼ねる。

ピンチロール駆動はパウダーカップリングを入れ、バンド送り力を調整するとともに、バンドクレードルを回転する負荷がかかり、バンドとロール間でスリップを生じないように、クレードルも同速で駆動している。

巻癖が送り込み不良を起す恐れがあるので、矯正用の3本レベラーをピンチロールの後に配置している。

(b) D2型

動力源はすべてエアである。一部が流体素子に使用されるので、継ぎ込み口にミストセパレ

ーターを入れ清浄化をはかっている。

ピンチロール駆動は減速機付エアモーターを直結し、シリンダーは、自動車エンジンのように、外筒を1ブロック構造とし、共通ブロックに複数ボーリングを施し、上下面をフランジでシールして内部にピストンロッドを組込んでいる。ロッドは上下のフランジを貫通し、下面はユニオンタイプ取付金具で、動作要素とつなぎ、上側はリミットバルブのシューとしてソケットを付ける。

配管口はブロック上端に並べ、各シリンダーの上下への圧力供給はブロック内に加工した通路により分岐させている。

シリンダーは内径寸法をできるだけ小さくしてブロック全体を小型化するため、必要な部分はタンデムとして倍力し、動作の兼ねられるものは、異径3ポジションシリンダーとしている。シリンダーをブロック化したため、マウントが固定されるので、動作要素の動きを直線とし、スラスト力の生じるものは上下フランジで受けている。

各動作要素の動きはシリンダーの方向と同一であり、ほぼ対応するシリンダーの直下に配置してあるが、バック電極の引き抜き方向のみこれと異なるので、ラックピニオンにより方向を変換するとともに、位置をずらしてシリンダーブロックの配置のバランスをとっている。

動作要素は、ピンチロール、シャークランブ、電極ガイドの3ブロックに分け、シリンダーブロックとの間の取付金具を外せば、簡単に機外へ取出せる。

各ブロックと昇降台の間の中間架台は箱形であり、この中に、シリンダー切換弁、制御用流体素子、溶接トランスを収め、バンドクレードルは、門形フレームに固定し、エアモーターで独立に駆動している。

マスターバルブを切換弁として、1次側を共通としたマニホールドで横一列に連結し、それぞれ対応するシリンダーの近傍に並ぶよう配列してあるので、配管は簡潔にシリンダーブロックと接続している。

ピンチロール駆動にエアモーターを使用して

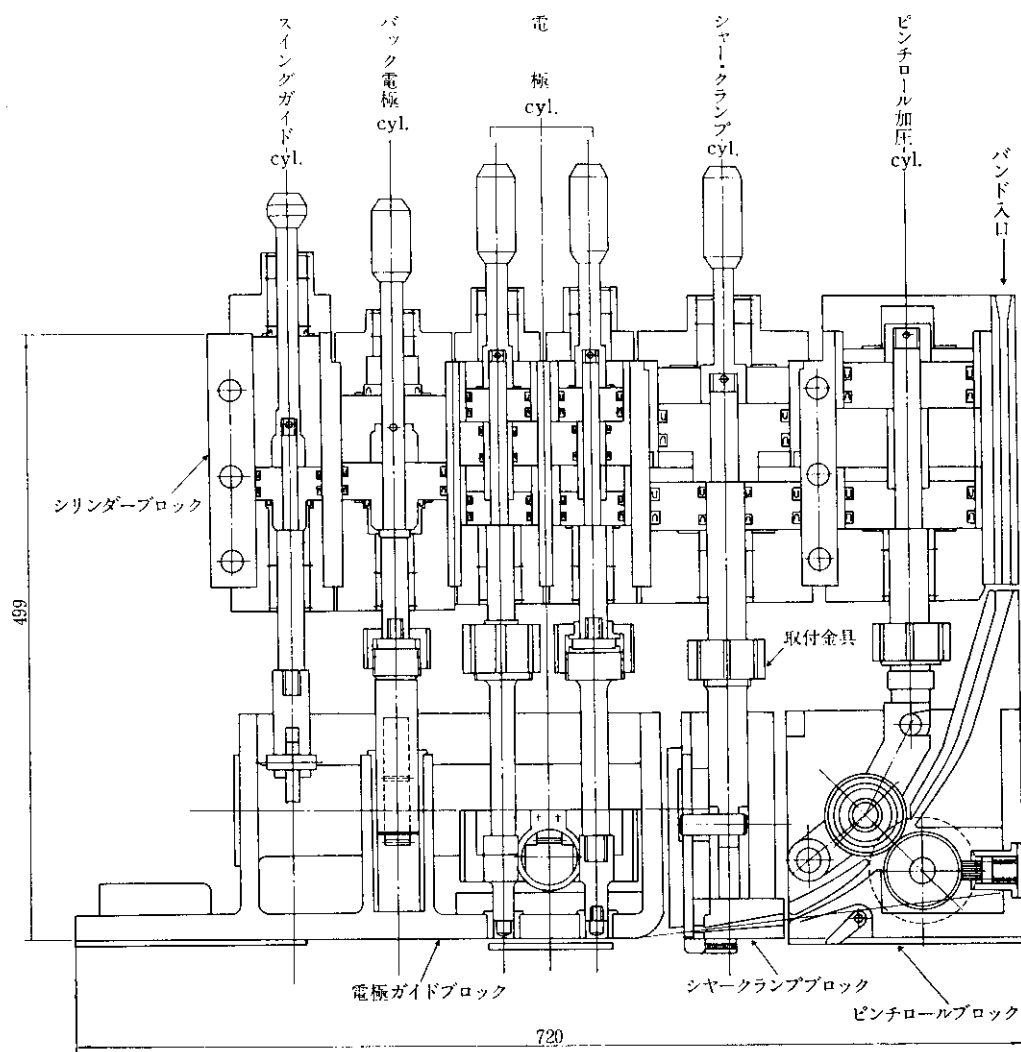


図 8 D 2 型結束部断面図

いるので、最終張力がかかったことを、エアモーターの停止で検出できる。対象が冷間圧延済みコイルであるので、最終張力はピンチロールのみで、200kg 与えさらに大きな張力の必要な場合には引締装置をクレードル近傍に別置するよう考えている。

サークル・ガイドのバンド通過面は、一体物としてバンドを送り込んだ後、全体を引き抜く構造としているのでレベラーは省いた。断面図を図 8 に示す。

5.2 動作の概略

コイルが停止するとフレームがコンベアに向かって前進し、バンド掛位置で止まりバンドを送り出す。ここまでの動作は、D 1 型、D 2 型とも同じである。

D 2 型では図 9 に示すように、バンドをつかむとスイングガイドが開き、サークルガイドを開放して、ピンチロールを止めたままで降下する。コイルに接触すると同時に、ピンチロールが逆転し、ピンチロールの停止信号で第 1 溶接を行なう。

溶接完了信号でクランプを解放する動作で同時

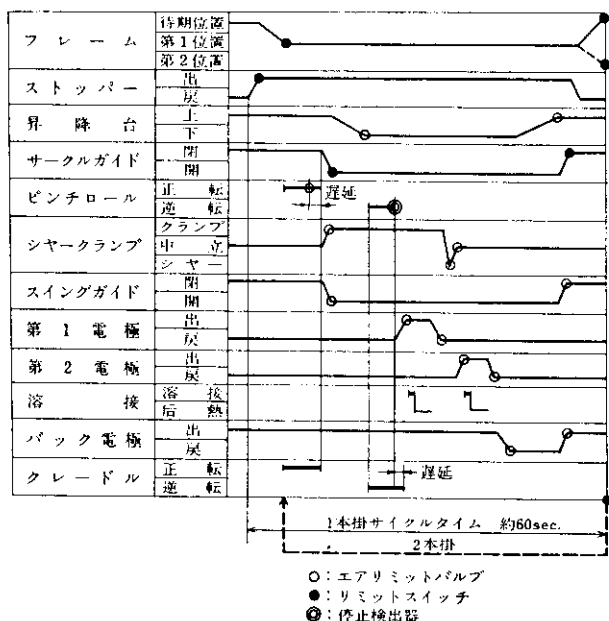


図9 D2型シーケンスチャート

に、バンドを切断してから、2点目を溶接する。以後の動作はD1型と同じであり、結束要素が減った分だけ動作は簡単である。

D2型の各動作は、結束部はエアリミットバルブで、昇降部、移動部はリミットスイッチで検出し、各々の信号でシーケンス制御を行なう。

D1型の動作は、主としてドラムタイマーによるプログラム制御により、動作時間の長いものは、ドラムの回転を停止して、リミットスイッチの信号により動作を確認し、再回転する方法をとっている。

動作時間はともに、1本掛の場合約60secである。

5.3 本機の特徴

(1) 溶接に後熱方式を採用

本機では、U型と同一の溶接法を行なっているが、ホットコイルでの焼鈍効果が、コールドコイルの場合期待できないので、後熱法を付加して引裂き強度の向上をはかっている。

これにより、炭素量0.2%位までのバンドは支障なく使用できる。

(2) シリンダーの一体化

D2型では、シリンダーを一体化することにより、次の利点を生じている。

- シリンダー相互を最小間隔で配置でき、取付部が共通となるので、所要スペースが単体取付より大幅に減少した。
 - 配管口が上部に集まるので配管が簡潔になり、最短距離で行なえる。
 - シリンダーロッドを両軸で設計できるので、ロッド端に、動作部分には取付困難なリミットバルブを配置して、各動作が検出確認できる。
- (3) 空気圧制御の採用

結束部では動力源をすべて空気圧と考えたので、結束部は空気圧で制御することとし、結束部の制御はすべて中間架台に組み込んだ可動形流体素子で行なっている。外部との信号の伝受は、電気信号に変換して行ない、空気圧の欠点である伝達遅れを除いている。

シリンダーの切替弁は、従来のソレノイドバルブに代り、エアパイロットマスターバルブになったので、ソレノイド部分が省略された分だけ小形化するという効果も出た。

結束部は、制御関係を中間架台に取り付けた結果、結束ヘッドとして独立して作動することが可能となり、シート梱包などの梱包に使用するとき、単体としてそのまま結束機能を果たすことができる。

5.4 稼動状況

D1型では、ライン設置後に固定ガイドとサークルガイドの継ぎ目が、振動などにより狂いが出ることと、溶接接合部の外れという問題が生じたが前者はガイドどうしをラップすることにより、後者は後熱処理の採用により解決し、いずれも現在順調に稼動している。

D2型では、ラインの都合により、クランプをつかみ式より押え式に改造しているが、鋼管、線材など、押え面のないもの、梱包紙で外装する最終梱包では、押え式クランプは使えないので、つかみ式クランプが不可欠である。汎用性を失わず、薄物コイルにも使用できるようにクランプブロック部分の取り付けを共通にして、両方式のクラ

表 3 R型結束機各装置の仕様

結束 コイル	外 径 (mm) 内 径 (mm) 幅 (mm) 重量 (最大) (t) 梱 包 仕 様	915φ~2000φ 610φあるいは762φ 600~2100 30 裸あるいは紙梱包
バンド コイル	外 径 (mm) 内 径 (mm) 幅 (mm) 厚 (mm) 重量 (最大) (kg) 材 質 抗 張 力 (kg/mm ²)	800φ以下 410φ 25 0.8 55 C=0.15%以下 70
結 束 機	バンド結束本数 バンド接合方法 点溶接引張強さ (kg) バンド締め力 (最大) (kg) サイクル時間 (sec) 制御方法 油圧 (kg/cm ²) 空圧 (kg/cm ²)	3 (120°ピッチ) 直列点溶接 (2点) 1400以上 900 120以下 ステッピングプログラムタイマ 70 5
点 溶 接 装 置	変圧器容量 (kVA) 制御装置 (V) 主回路開閉器	135 400 準同期式 イグナイトロンCサイズ
調 心 装 置	リフタ形式 調心精度 (mm) 許容調心精度 (mm) リフタ速度 (mm/sec)	Xリンク式 0.5 5 高速 100 低速 10
コン ベ ア	ビ ッ チ 度 (mm) 速 止 精 度 (m/min) サイクル時間 (mm) サイクル時間 (min)	3750 9 ±10 3 以内

ンブに互換性をもたせるよう改造している。

本稿では基本形として、改造前のつかみ式クランプについて扱っている。

6. R型結束機

6.1 構造の概略

および仕様

R型結束機の構成は大きく2つに分けられる。結束機本体とコンベア上のコイルに本体を調心させるための調心装置である。本体はバンドガイド部、マンドレル、バンド駆動部としてバルブスタンドから成る。本機の仕様を表3に全体組立を図10に示す。

結束機本体はコンベア上のコイルを結束するために、主側、補側に分割される、結束機の重要部分はすべて主側に

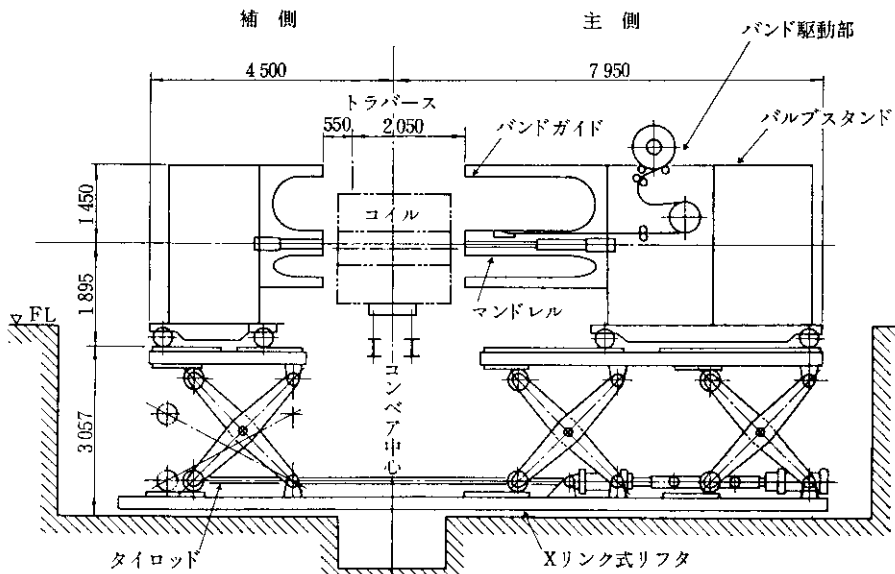


図 10 R型結束機全体図

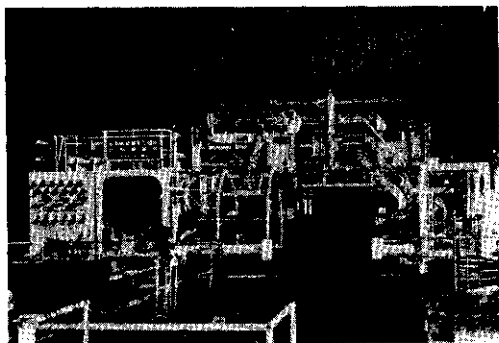


写真 R 型 結束機

集中されている。主補のフレームは車輪を持ち、それぞれリフト上をトラバースすることによりバンドガイドのサークルが形成される。

(1) マンドレル

マンドレル上には結束ヘッドと呼ぶシリンダ類

をユニット化したブロック、ヘッドをコイル内径面に押付けるためのエキスパンド装置、バンドガイドおよびバンド締装置のそれぞれ3組が図11のように配置されている。コイル内径に差し込むことができるよう、マンドレル外径は520φである。ただしコイル内径508φ用として420φも可能。

(a) 結束ヘッド

大きさは430mm×130mm×80mmであり、5本の油圧シリンダを持ち、その内訳と配列は図12のとおりである。バック電極はヘッド部のバンドガイドカバーも兼ねており、油圧シリンダにより紙面に垂直な方向に動作する。電流密度を高めるよう工夫された特殊形状のバック電極とバンド密着押付けシリンダの効果は著しく、点溶接性能を高めている。

バンドカットはギロチン形、バンドクランプ

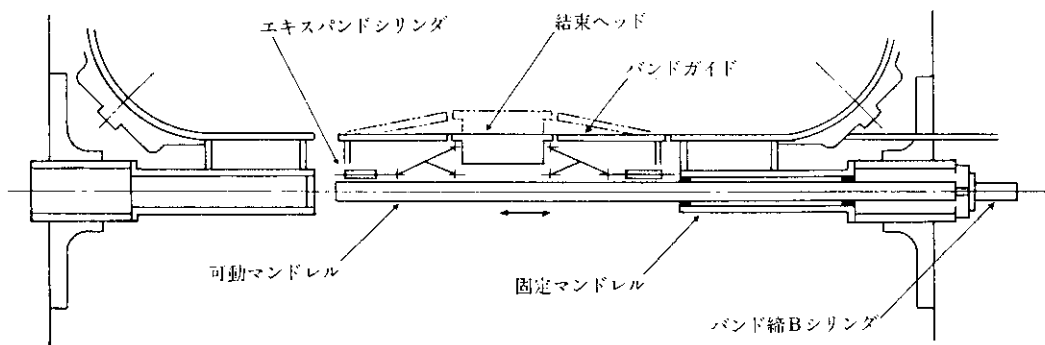


図 11 マ ン ド レ ル

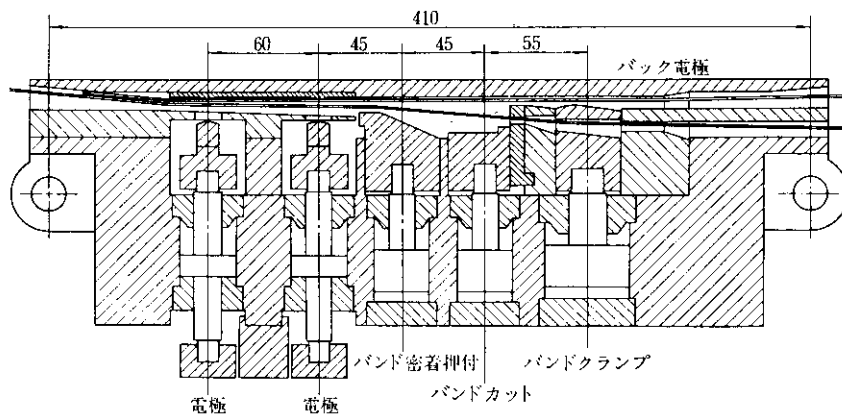


図 12 結 束 ヘ ッ ド

はバック電極にバンドを押付けることによる摩擦で900kgの張力に対し十分耐えられる。

(b) バンド締装置

マンドレルに取付けられているのはバンドの先端方向に張力をかける装置であり、バンド締Bと呼ぶ。ヘッドがバンドクランプの状態のとき、ヘッドの取付いている可動マンドレルを油圧シリンダにより固定マンドレル内でストロークさせれば締め動作が行なわれる。裸コイルのように角のある結束物の場合には一方向からバンドを締めるだけでは、角の摩擦により張力が十分に他端まで伝わらないので2方向締めは不可欠のものである。

(c) エキスパン装置

ヘッドは最大130mmエキスパンドする。コイル内径面に押付けられたヘッドがバンド締Bの動作時に製品表面あるいは梱包紙を傷つけないよう、エキスパンド後2~3mmコラプスして停止する機構になっている。

(2) バンドガイド

マンドレル以外のバンドガイドは図13(a)のように平行リンクを利用、マンドレルのものは(b)のように揺動空圧モータにてカバーの開閉を行なう。いずれにせよ完全閉断面を形成する。

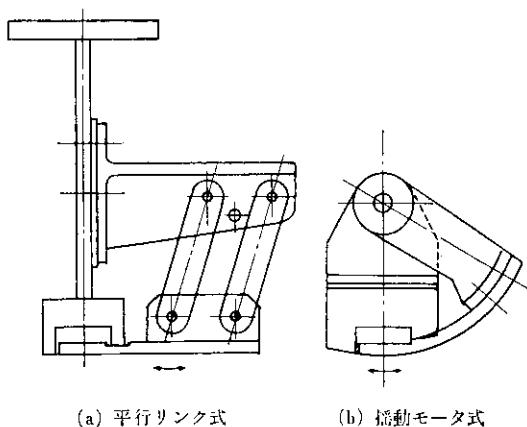


図13 バンドガイド

(3) バンド駆動部

バンドの送り、巻きもどし、締めを行なう装置

からなり、3組のバンド駆動部のうち鉛直面にある1組はバンドコイルがクレードルロールによって駆動され、他の2組はリール式である。図14にその構成を示す。

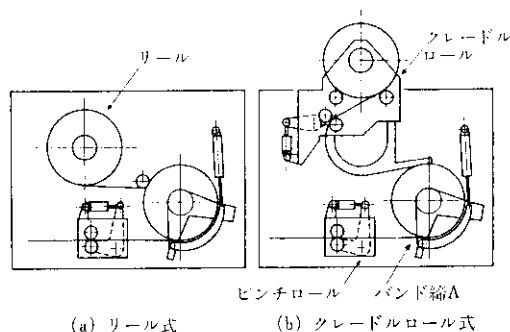


図14 バンド駆動部

(a) ピンチロール

油圧モータで駆動されるピンチロールのトルクとアイドルロールの加圧力はバンドの送り、巻きもどしに必要な最小限に設定しており、バンド張力にして約100kgである。これによりピンチロールがスリップしてバンドを削ることや、バンドが圧延されることは全くない。

ピンチロール軸に取付けられたパルス発信器によりバンド送り時の先端位置停止の制御、および巻きもどし完了検出を行なっている。万が一のバンド座屈によるトラブルを防ぐためピンチロール出側には座屈検出装置を設け、重大なトラブルに陥る前に送りを停止することができる。

(b) クレードルロールとリール

バンドコイルの装着作業の省力化をねらってクレードルロールを採用しており、バンドの自動スレディングが可能である。一方リールの方はより確実な動作が行なわれるという特徴を持つ。両者ともにバンドコイル残量検出装置を持つので、監視作業は軽減されている。

(c) バンド締装置

バンドの後端方向に張力をかけるもので、バンド締Aと呼ぶ。1本の油圧シリンダでバンドつかみ、締め、離し、もどりの順に動作させら

れることが特徴であり、バンドが十分締まるまで何回もサイクルをくりかえすことができる。

(4) 点溶接装置

3本のバンドを同時に点溶接するためにはトランスが大容量になるため1本ずつ行なう。時間的には8~9sec内に3本の点溶接が終るので問題とはならない。点溶接性を左右するものに電極加圧力、電流、通電時間があるが、電流のみ1本ずつ独立に設定ができ他は共通である。これは直列点溶接の場合無効電流が必ず存在し、トランス2次側の配線状態、電極形状のわずかな差によって有効電流が変化するのに対応するためである。またバンド材の材質は炭素量が0.15以下の軟鋼であるため特殊な電流制御は必要としない。ほぼAクラスの溶接条件を選定している。

(5) ステッピングプログラム

ある動作の完了信号によって次の動作が行なわれるようプログラムがステップ状に進行する。油圧モータ、シリンダの油温による速度差、あるいはコイル大小による動作距離がはっきりする場合、アイドルタイムのない運転をするためにステッピングプログラムは有効である。本機では1サイクルが15ステップからなっている。

(6) 調心装置

梱包ラインにおいてR型結束機の前のポジションにあるコイル心高検出装置で測長後、コイルがR型結束機ポジションまで搬送される間にリフトにより調心が行なわれる。測長、調心ともラックピニオンに取付けられたパルス発信器によるパルスカウントで制御される。1パルス0.5mmであるが、慣性、油圧バルブの時間遅れによる行き過ぎ量が必ずあり、許容精度5mmにおさめるために目標点付近でリフト速度を高速から低速に切替えている。

リフトは主側、補側の同調のためにXリンク機構を採用しており、各部のたわみによる主補のバンドガイドのくいちがいは2mmに押えている。またリフト落下によるマンドレル破損を避けるため2重の落下防止装置で安全を確保している。

6-2 動作順序

調心完了、コンベア停止の状態からR型結束機

本体は起動される。15ステップの状態があるが5ステップにまとめて動作順序の概要を図15に示す。

- (a) 主補の前進、マンドレル偏心検出装置が働くと停止。バンドカバー閉。
 - (b) バンド送り。ガイドバー、内径リング押え前進。
 - (c) バンドクランプ。バンドガイドカバー開。マンドレルエクスバンド後、定ストロークコラプス。バンド巻もどし。
 - (d) バンド締A。バンド締B、同時に補側後退。バンド密着押付。電極加圧。通電。
 - (e) バンドカット。バック電極開。マンドレルコラプス。ガイドバー、内径リング押え後退。バンド締A、Bもどり。主補後退。
- 以上の順序で結束が完了する。

6-3 特徴

(1) 3本のバンドを同時結束

120°位相がずれた3本のバンドを同時結束し、しかもコイル内径面で接合を行なう。3組の結束装置を有するからであり、梱包ラインに要求されるサイクル時間を満足することができる。もちろん任意の1本、2本の選択も可能である。

(2) コイル内径面での点溶接式バンド接合

バンド接合はシリーズ点溶接方式を採用し、コイル内径面の中央部にバンドの接合部がくる。特殊形状のバック電極を使用することにより点溶接性能は高く、さらにバンド接合部が外面にないことにより点溶接部の強度的弱点である引き裂き力が働かないためコイル輸送中にバンドが切れ、はズれるという心配はない。また本方式は結束ヘッドの構造簡単化に寄与している。

(3) 閉断面形バンドガイド

バンド送り時の最大のトラブルは、バンド先端がバンドガイド内でつかかり、送り不能になることである。その原因を皆無とするために全面機械加工の閉断面形バンドガイドを採用している。そのため使用するバンド巻き癖のきびしい制限は必要としない。

(4) バンドの2方向締め

結束物を一周したバンドの先端と後端の両方向

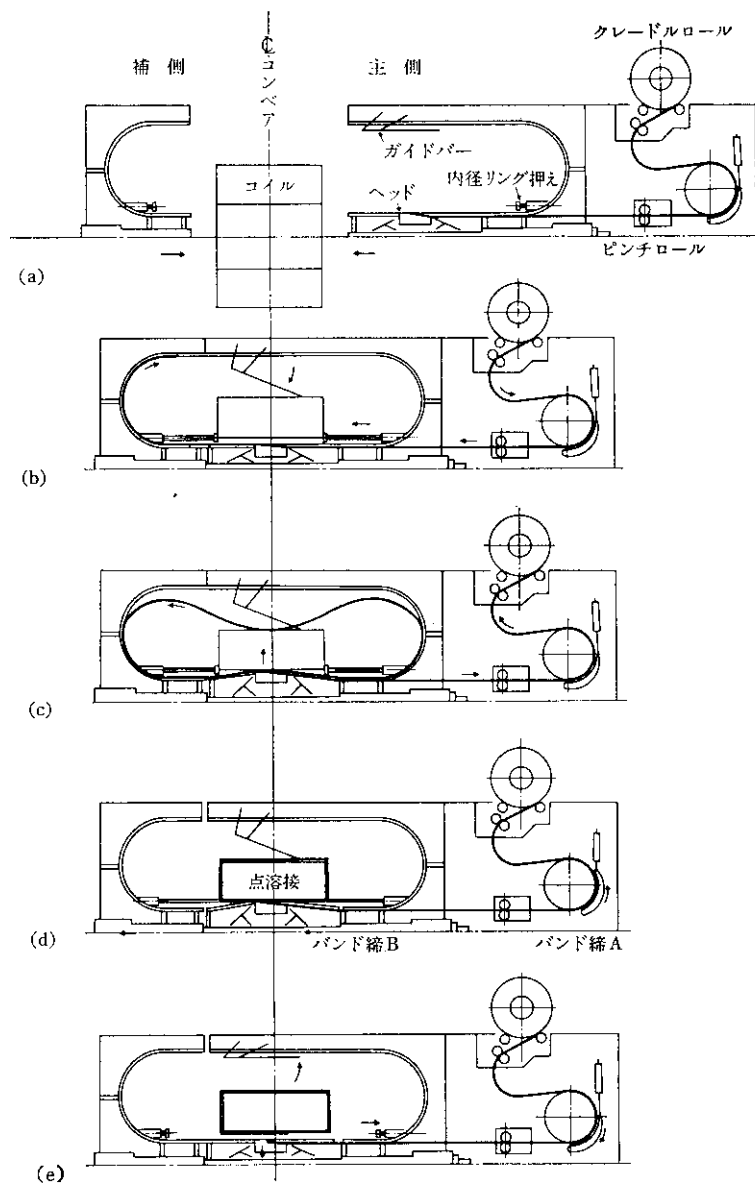


図 15 動作順序

に張力をかけることにより、十分タイトに結束できる。

(5) 完全自動運転

ステッピングプログラムタイマにより結束動作はシーケンス制御され、アイドルタイムのない運転ができる。また調心装置を含めたすべての装置

は通常完全自動運転されるが、独自に採用した各種の安全装置がそれを可能にしている。

6.4 稼動状況

試運転段階ではバンド締Bのストローク不足、クレードルロールにおけるバンドコイルのサイド

ガイド不良と計画ミスのなトラブルが発生したが小改造を加えることにより解決した。

1972年2月からの稼動当初は油圧作動油汚染による油圧機器の動作不良というトラブルが発生したが、これについても難なく解決し、その後は順調な稼動を続けている。稼動率は85%であり、結束機以外の原因による停止回数を除いて考えれば、ほぼ95%と良好である。

従来の手作業時には2名の作業者が必要であったが、このラインでは他の自動機も含めオペレータは2名であるので1～2名の省力化になっていると考えられる。

7. 結 言

当社で開発し、稼動しているU型、D型サークル結束機およびラジアル型結束機は実用の域に達し、所期の成果をあげていることを述べた。

コイルの結束のみならず、スリットコイル、シート材、線材、形鋼、鋼管などの結束にもこれらの結束部を逐次拡大利用し、さらに高性能化への研究を進めるとともに、さらに進んで紙巻きの自動化、保護リング、プロテクターなどの自動装着を考え合せ、これらの機械と本稿で述べた各種結束機を結合して、梱包の自動化を計ることが今後の課題であらう。

