
細幅コイル梱包設備

Packing Equipment of Narrow Steel Strip in Coil

河合 嘉夫(Yoshio Kawai) 矢田 敏雄(Toshio Yada)

要旨：

スリッター工場で生産される、多種類の細幅冷延コイルの梱包作業は、複雑で機械化しにくく、人手に頼った能率の悪い作業であった。今回報告する梱包設備は、処理能力の向上、作業員の減少、安全性の向上を目的として、以下のような構想を中心に設計・建設した。(1)コイル、スキッドともコンベアで送り込むとともに、運転を可能な限り自動化する。(2)コイルのスキッド上への積み込みは、運転を自動化した専用ホイスで行なう。(3)積込完了スキッドはコンベアで搬出し、仕上作業を、定位置で行なえるようにする。現在、目的どおり順調に稼働中である。

Synopsis：

Cold rolled steel strip in various slitted coils are produced in the slitter shop. Up to this time, packing process of these coils has been labor-consuming inefficient work, because of the complexity of coil width and difficulty of mechanization. For the purpose of improvement in packing capacity and safety, and decrease of operators, a new type packing equipment was designed and built up, according to the following basic lay-out ideas; (1) Input coils and skids are carried into packing equipment on the conveyer lines which are automated as much as possible. (2) Process for setting coils on the skids is done by automated exclusive hoists. (3) Skids on which coils have been set are carried out by the conveyer line, where finishing process is done at fixed work position. Now the operation of the packing equipment is going on favorably and coming up to our expectations.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

細 幅 コ イ ル 梱 包 設 備

Packing Equipment of Narrow Steel Strip in Coil

河 合 嘉 夫*

Yoshio Kawai

矢 田 敏 雄**

Toshio Yada

Synopsis:

Cold rolled steel strip in various slitted coils are produced in the slitter shop. Up to this time, packing process of these coils has been labor-consuming inefficient work, because of the complexity of coil width and difficulty of mechanization.

For the purpose of improvement in packing capacity and safety, and decrease of operators, a new type packing equipment was designed and built up, according to the following basic lay-out ideas:

- (1) Input coils and skids are carried into packing equipment on the conveyer lines which are automated as much as possible.
- (2) Process for setting coils on the skids is done by automated exclusive hoists.
- (3) Skids on which coils have been set are carried out by the conveyer line, where finishing process is done at fixed work position.

Now the operation of this packing equipment is going on favorably and coming up to our expectations.

1. はじめに

軟鋼の冷延コイルは、疵が入りやすく、かつ発錆しやすい。したがって、健全なコイルを需要家に届けるために、完全な梱包が必要である。とくに今回対象にしたような、スリッターで幅 350 mm 以下にスリットされた細幅コイルは、平均単重が軽く数多くのコイルに分割されているので、短時間に誤りなく梱包作業を完了することは、容易ではない。

細幅コイルの梱包は、まず自動紙巻機でコイルの全面に防錆紙を巻きつけ、次にこれをアップ・エンドの状態にして、スキッドあるいは木箱の上に、数コイル積重ねてゆく方式が主体である。この積重ねのやり方は、従来は、いわゆる展開方式であった。つまり作業床上に、スキッドや箱を数

十個展開しておき、天井クレーンでコイルを選別しながら、積み込んでゆく方式である。

展開方式は、とくに設備も必要とせず、人員配置上の自由度も大きく、当工場のような多品種の生産には向いた利点がある。しかし、作業場所が展開しているため、必然的に作業効率が低く、機械化も困難であり、省力化の面から問題である。

また、作業場面積とクレーンとの関係から、梱包能力は頭打ちを示し、多数のコイルが混在するため梱包での仕掛管理が十分できず、理想であるスリット即梱包の体制がとれない。さらに、コイルの手扱いが多いため、コイル転倒などの安全上の問題も大きかった。

これらの問題点を解決するため、梱包作業を全面的に機械化し、安全で、効率的なものにしようとして、細幅コイル梱包設備を計画・設置した。

梱包設備は現在、ほぼ当初の計画どおりの性能

* 荏合工場管理部能率課課長

** 荏合工場電機部設計課課長

を發揮して、順調に稼動している。この報文では梱包設備の基本的な考え方と、個々の設計仕様、それに対する実績などを、簡単にまとめて報告する。

2. 流れ方式の検討と全体配置

2.1 流れ方式の検討

6基のスリッターによりスリットされたコイルは、そのまま元コイル単位で、テンション・リールより秤量場へ、天井クレーンで運ばれる。秤量が終わると、さん孔タイプライターで、EDPシステムへのインプット・テープのデータ追加打込みと、同時に検査票の作成とを行なう。その後直ちに専用ホイスで、自動紙巻機の前面に運ばれる。この段階では、コイルはダウン・エンドの状態である。

自動紙巻機をダウン・エンドで通ったあと、従来はそのままの状態、かなりの量の仕掛り停滞があった。同時に紙巻前にも停滞があった。

これは、スリッターがたとえ平準化されて稼動していても、細幅コイルの梱包作業量という点からみた場合は、かなり大きな変動（ピーク率＝ピーク時作業負荷／平均作業負荷が2.0程度）があるのに、梱包能力が十分ないため、やむをえないものであった。

これらの点から考えて、梱包設備はかなりのピークに耐えうるだけの、十分な能力を持たせる必要があり、また自動紙巻機後面にできるだけ接近させ、かつアップ・エンダーをそなえる必要がある。

次に、スリッターから流れてくるコイルは、1つの元コイルから、幅取りの関係で数種の向先のコイルが同時にスリットされること、それが複数のスリッターから、ランダムに流れてくることにより、多種類のコイルがランダムに並んでいる。

したがって、これを分類整理する機能が必要である。このような機能を持たせるために、基本的に、Fig. 1, Fig. 2の2つの方式が考えられる。

この2案の利害得失は、細幅コイルを対象とした場合、Table 1のように考えられる。この結果、

Table 1 The relative merits of 2 plans

Item	Plan of Fig. 1	Plan of Fig. 2
Flow of coils	Complexity Many branches of flow of coils are required.	Simplicity Only one flow of coils is required.
Flow of skids	Simplicity It needs only one selection of skids.	A little complexity It needs many flow of skids, but the mechanism isn't too much complex.
Setting devices	Simplicity It needs only one setting device, and so easy to automate.	Complexity As many setting devices are required as flow of skids.
Method of control	Complexity and difficulty Mechanism to classify coils is complex, and method of control is difficult. Still more, control of the number of coils is required to concentrate setting operation on one device.	Comparatively simple Some expedients are required in control method for covering demerit of setting operation. But others are simple.
Expense	Higher	Cheaper

Fig. 2 の方式をとることにした。

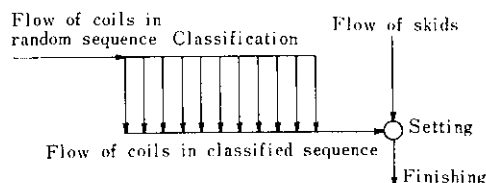


Fig. 1 Plan for classifying the coils

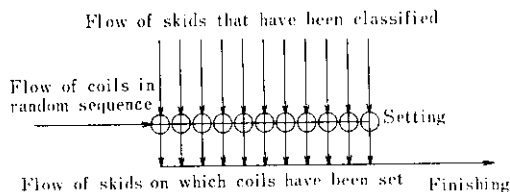


Fig. 2 Plan for classifying the skids

2.2 全体配置

以上述べたことより、流れ方式の基本をまとめた。それを全体配置図、Fig. 3、Fig. 4 によって説明する。

梱包設備を1つ離れたヤードに配置したが、このヤードは、もともと製品ヤードの増加のために計画したものである。しかしこのヤードは、トラック、台車等のハンドリングが不自由なため、場所を振り替えて、ここに梱包設備と梱包資材を集結し、製品ヤードを中央に広く確保した。

2基の自動紙巻機に近接してアップ・エンダーがあり、これに紙巻コイルを装入すると、梱包設備に余裕がある限り、自動的にコイルをアップ・エンドし、ローラー・テーブルに送り出し、再びアップ・エンダーは元の位置に復帰し停止する。

ローラー・テーブルは、梱包設備のホイスの真下へ、コイルを供給するとともに、ライン・バランスをとるのに十分な、バッファの役目を果せるように、ストレージ能力をもっている。またその運転は、ホイスがコイルを吊り上げたことを検出することによって、アップ・エンダーと同じく自動的に行なわれる。

ローラー・テーブルの末端は、2つのデイス

チャージ・テーブルに分かれているが、これは、ピーク時に2基のホイスの能力をフルに発揮させるためと、一方のテーブルが万一故障しても、支障なく作業ができるように配慮したもので、それぞれコイルの自動センタリング装置をそなえている。通常は一方しか使用しない。

コイルをスキッドの上に積み込むために、2基の専用ホイスをそなえている。この運転も自動化されていて、中央の操作デスクで、ピーク時には2基のホイスを、1名の運転工で運転できるようにになっている。ただし通常は、1基使用で十分の能力がある。

ホイスの走行方向と直角に、15列のスキッド移送装置が並んでいる。これの末端には、スキッドの自動センタリング装置があって、ホイスで吊ったコイルのセンターと、スキッドのセンターとが、一致するように設計してある。したがって、デイスチャージ・テーブル上のコイルは、ホイスによって、2次元の動きのみで、容易にかつ迅速に、スキッドの上に積み込むことが可能である。スキッド移送装置は、スキッドや木箱を分類して送り込むとともに、ストレージ能力も持っており、スキッド送り込みのために、作業者を拘束しないようにしてある。運転はスキッド送り込み側から手動で行なえる外、積み込みが完了したスキッドを取り出すときに、同時に運転することができる。

スキッドの取り出しは、上面にローラー・テーブルをそなえた台車によって行ない、作業テーブルに送り込む。作業テーブルの上では、結束、蓋打ちその他の仕上作業を行ない、マーキングを終えて梱包が完了する。これらの作業は定位置で行なえるから、作業効率もよく、結束機や釘打機なども、有効に活用することができる。

梱包が完了すると、ターン・テーブルを介してストレージ・テーブルに送り出し、プールしておいて、適宜天井クレーンで所定の置場へ搬出し、一連の作業を完了する。

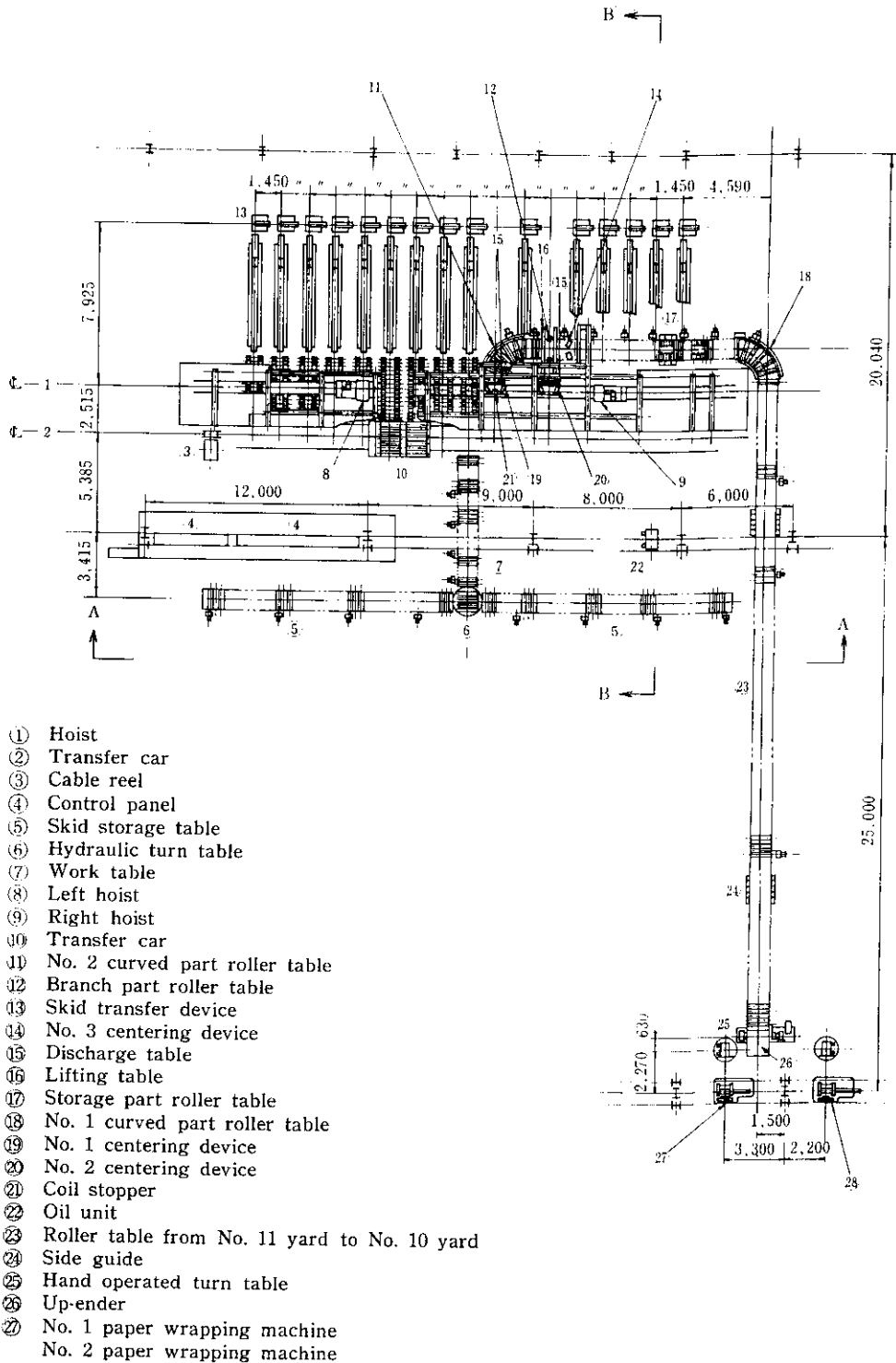


Fig. 3 Floor plan

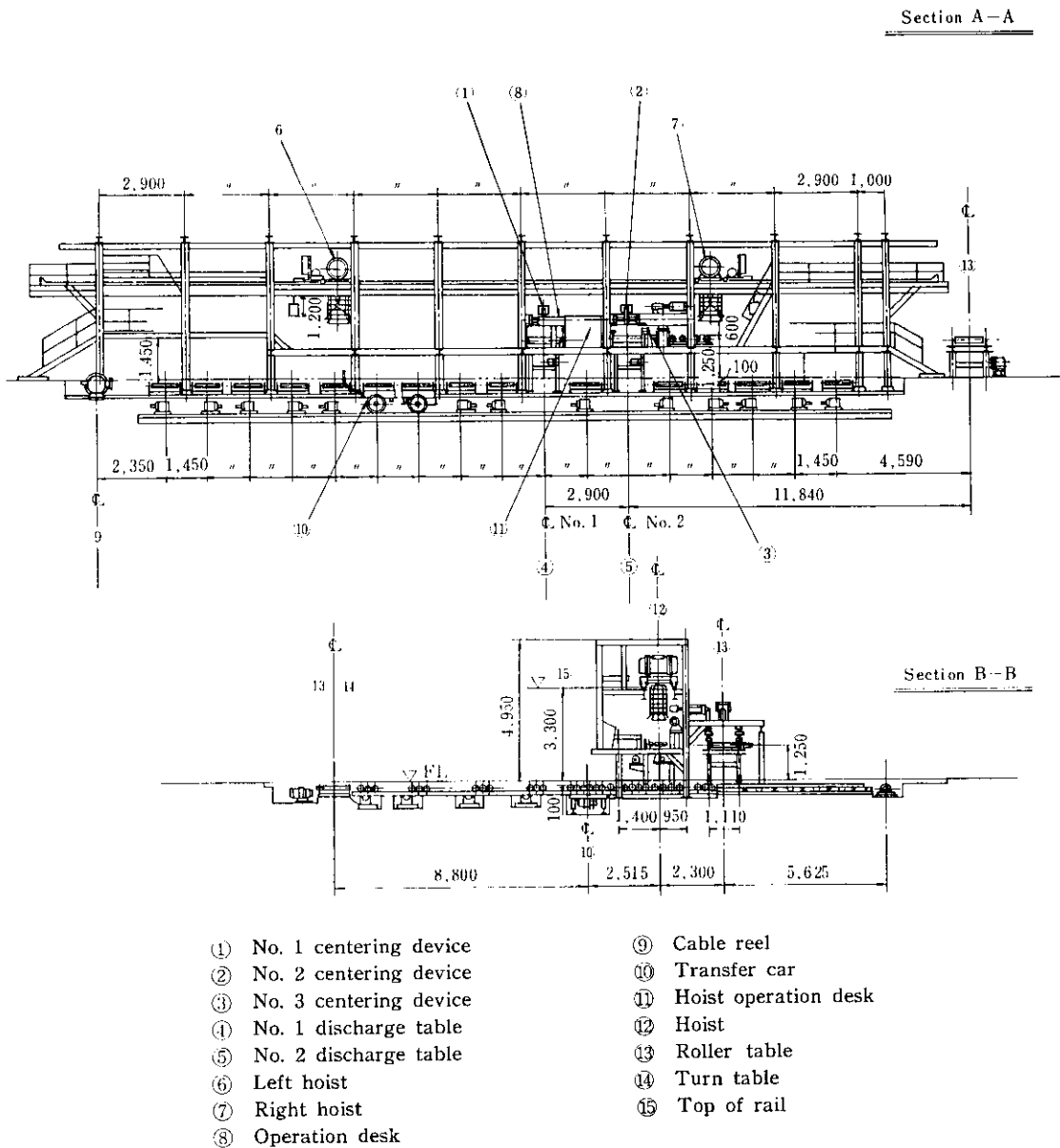


Fig. 4 Sectional plan

常は、ホイスト1基稼動で十分である。

3. 設備仕様

3.1 梱包仕様

(1) コイル仕様

内径 500～ 520 mm
 外径 630～1,000 mm
 幅 25～ 350 mm
 重量 40～1,500 kg

(2) スキッド梱包仕様

梱包高さ max. 1,430 mm
 重量 max. 5,000 kg

(3) 木箱梱包仕様

広さ 830～1,150 mm ϕ
 高さ 210～ 930 mm
 重量 max. 3,500 kg

3.2 設備能力

(1) 必要能力

1日当りに梱包すべきコイル数の分布をもとに、必要処理ピッチを求めると、

50%カバー能力 127 DM/coil
 84%カバー能力 92 DM/coil
 98%カバー能力 71 DM/coil
 99.9%カバー能力 58 DM/coil

となる。ただし 1 DM=1/100 min である。

(2) ホイスト能力

梱包設備の能力は、ホイスト能力で定まるよう設計しているが、ホイスト能力は、コイルの種別の数と、それに対するスキッドの配列の仕方によって、ホイストの必要走行距離が変わるので、一定ではない。シミュレーションによって、平均的な場合のホイスト能力を推定すると、次のようになる。

ホイスト1基使用 88 DM/coil
 ホイスト2基使用 59 DM/coil
 " (55 DM/coil)

()内は、デイスチャージ・テーブルを、2つとも使用した場合である。

これらの数字からみて、設備能力は十分ピークに耐えられるものと判断できる。また通

3.3 各部設備の詳細

(1) アップ・エンダー

回転速度 12.3 DM/90°
 コイル送り最短ピッチ 34.7 DM
 コイル・スライド装置およびテーブル・ローラー付
 容量 1,500 kg

(2) ローラー・テーブル

直線部
 120 ϕ ×1,000 ℓ ローラー
 ピッチ 180 mm
 チェン駆動
 送り速度 14.9 m/min

曲り部
 80 ϕ /160 ϕ ×1,000 ℓ

テーパー・ローラー

ベベル・ギア駆動

送り速度 14.9 m/min

分岐点リフティング・テーブル

油圧シリンダー式昇降

昇降速度 2 m/min

チェン・コンベア方式

送り速度 15 m/min

コイル・ストッパー付

デイスチャージ・テーブル

120 ϕ ローラー・テーブル

チェン駆動

送り速度 14.9 m/min

コイル・ストッパー付

デイスチャージ・テーブルへの、コイル供給の最大時間（2つのデイスチャージ・テーブルより、同時にコイルを吊り上げてから、再び元の状態にコイルが詰まるまでの時間）は、84.5 DM である。したがって、1コイル当りでみると、これの1/2のピッチとなつて、これがテーブル能力を示す。

(3) ホイスト（2基）

形式

ダブル・レール型

電動走行式

自動定位停止装置付

荷振防止装置付

トロリーおよびケーブル給電式

容量 2,900 kg

走行速度 35 m/min

巻上速度 15 m/min

リフティング・マグネット

タイト・コイル用

1,000φ×500 mm

吊上能力 2,300 kg

停電保護装置付

(4) スキッド移送装置

形式 レール上を爪付チェーンにて押送

移送速度 18 m/min

15列設置

(5) スキッド位置ぎめテーブル

形式

160φ ローラー・テーブル

チェーン駆動

スキッド・センタリング装置付

移送速度 15 m/min

(6) 積込済スキッド移送台車

走行速度 20 m/min

最長走行時間 144 DM

スキッド受入送出時間 20 DM

1 サイクル最長時間 164 DM

(7) 作業テーブル

形式

160φ ローラー・テーブル

全体を4ブロックに分け、別々に駆動

移送速度 15 m/min

(8) ターン・テーブル

形式

油圧駆動 ラック・ピニオン式

テーブル・ローラー支持

上面 160φ ローラー・テーブル

回転速度 8.3 DM/90°

(9) スキッド・ストレージ用ローラー・テーブル

形式 160φ ローラー・テーブル

送り速度 15 m/min

4. 制御方式

4.1 ローラー・テーブル関係制御

アップ・エンダーからローラー・テーブルを通り、ディスチャージ・テーブルに至る一連の流れは、単にコイルをホイスト下に供給するだけではなく、アップ・エンダーからのコイルのインプットと、ディスチャージ・テーブルよりのコイルのアウトプットとの、バランスをとるための、バッファの機能をもつ必要がある。

また同時に、インプット、アウトプットが連続的に行なわれず、若干の時間断続しても、それを吸収するだけのストレージ能力も要求される。

これらの機能をはたすために、テーブル関係をどのように構成し、どのように制御すればよいかについては、いくつかのケースについて、詳しくシミュレーションを実施して、その結果をもとに決定した。また同時に、このシミュレーションによって、ホイスト以降梱包完了までの、全工程についての検討も行なった。

テーブルの分割配置、モーター、リミット・スイッチの配置を、Fig. 5 に示す。

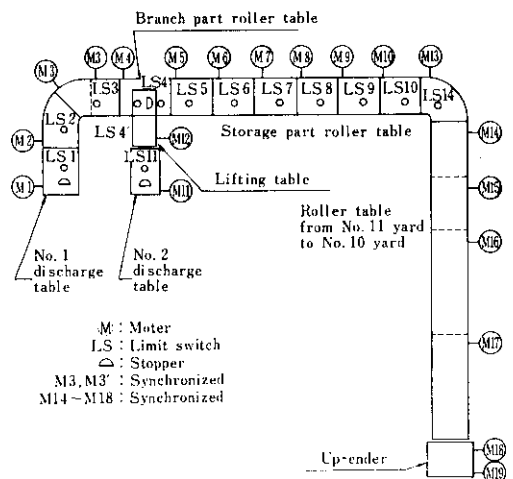


Fig. 5 Arrangement of tables

テーブルは、互いに独立な駆動単位で考えて、全部で14ブロックに分れる。その制御方式は、次のようになっている。

(1) ディスチャージ・テーブルは、それぞれ

その上にあるリミット・スイッチLS1, LS11がon(その上にコイルがある)のときは停止, off(その上にコイルがない)のときは駆動となる。

(2) 中間のブロック, たとえばM7で駆動されるブロックは, 1つ前のブロックのM6が駆動をはじめれば, タイマーで若干のタイムラグを置いたのち, M7が駆動をはじめめる。

次にM6が停止し, M7のブロックのリミット・スイッチLS7がonになれば, M7は停止する。(M6が停止しても, LS7がoffであれば, M7は停止しない)

(3) 分岐点においては, LS1とLS11のうち先にoffになった方に, 分岐点上のコイルが送られ, もう一方への進路はインターロックされる。

(4) コイルは, その大小のいかんによらず, コイルの中心が定位置に停止するようにしてある。これによって, テーブル上のコイル間隔を一定に保ち, トラブルを避けている。

このようにして, テーブルに送り込まれたコイルは, 前へ前へと詰められてゆき, 一番前でコイルが取り出されると, すぐそのあとを詰めるという動きをし, 所定の機能をはたす。

なお, ブロック間の移動時間と, ブロック間の移動開始時刻のおくれの実測時間をTable 2, Table 3に示す。

Table 2 Actual moving time between blocks

Between blocks	Moving time (DM)
LS2 → LS1	10.2
3 2	9.7
4 3	10.8
5 4	10.8
6 5	10.7
7 6	10.3
8 7	10.3
9 8	10.8
10 9	9.0

(Note)

LS2→LS1 means the moving time of a coil from the block LS2 to the block LS1

Table 3 Actual time lag of starting time between blocks

Between blocks	Time lag (DM)
LS1 → LS2	14.9
2 3	6.1
3 4	5.2
4 5	4.3
5 6	4.0
6 7	3.9
7 8	4.9

(Note)

LS1→LS2 means the time lag from the starting time of a coil on the block LS1 to the starting time of a coil on the block LS2.

4.2 ホイスト制御

(1) 停止位置

各ホイストの停止位置は, Fig. 6 に示したように, 待避位置を含めて18点である。

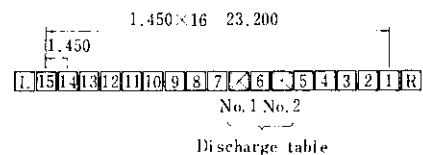


図-1: Waiting positions of skids
L: Shunting position of left hoist
R: Shunting position of right hoist

Fig. 6 Stopping positions of hoists

(2) 運転フローチャート

Fig. 7 に示す。

(3) 制御

1つの走行線上に2台のホイストがあること, 停止位置が多くあり, かつ高い走行速度と高い停止精度とが, 同時に要求されることから, 次のような位置検出や制動の仕方を行っている。

(i) 制動

速度を上げることと, 精密に停止することの, 互いに矛盾した条件を満たすため, 制動をEC制動とMB制動の2段に分け, まずEC制動で急停止可能な速度まで減速させ, その後MB制動で定位置停止を行なわせるようにした。

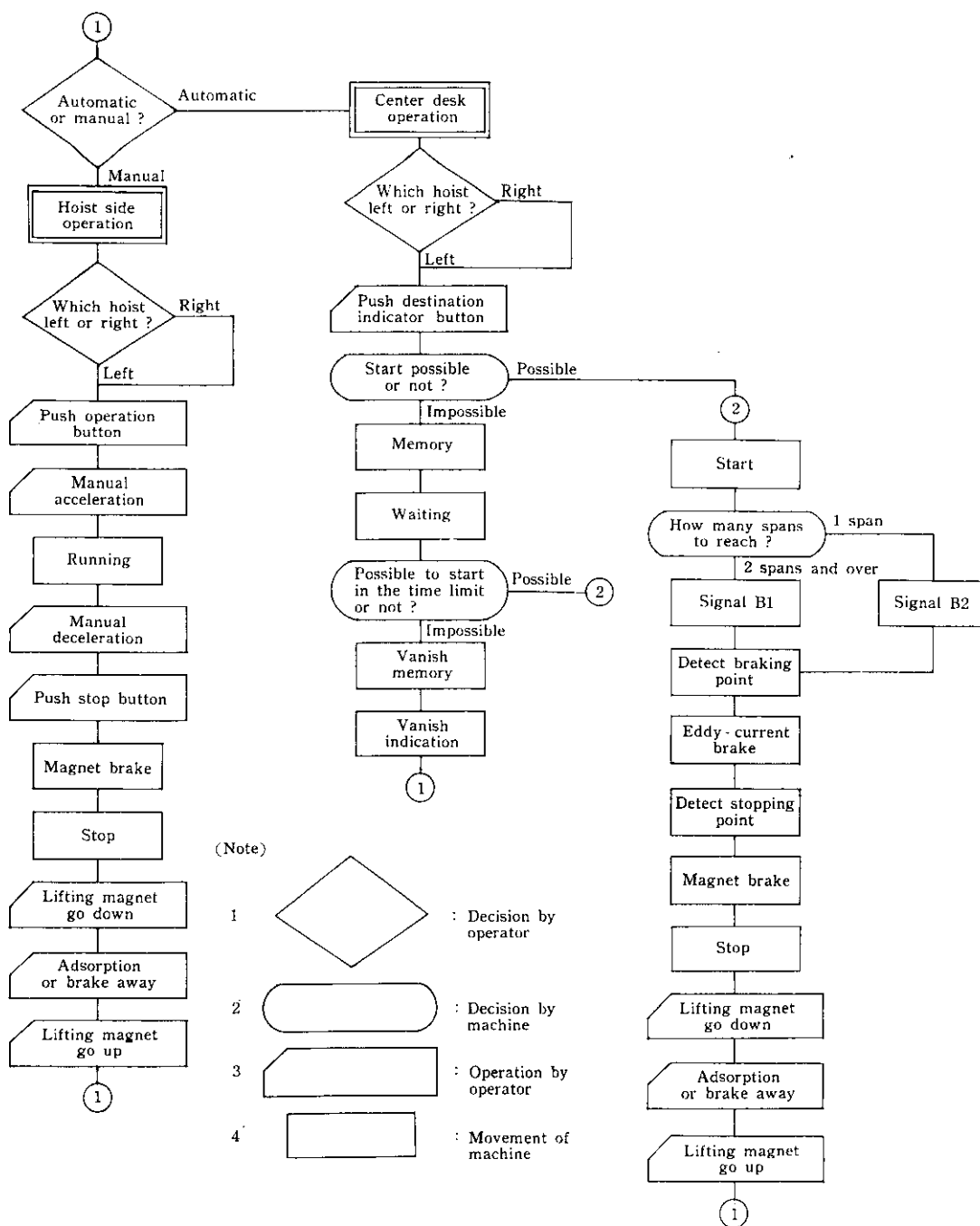


Fig. 7 Operation flow chart of hoists

制動機構を Fig. 8 に、時間と速度との関係を Fig. 9 に示す。

EC制動開始点は、通常停止位置の1スパン前であるが、1スパンのみの運転の場合は、1スパンの中間から制動がかかるよ

うにしてある。

(ii) 位置の検出

位置の検出は、目的のスパン、EC制動点、MB制動点と、3つに分けて行なっている。その具体的な方法を、信号発信機構

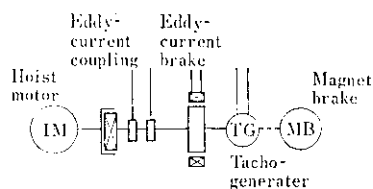


Fig. 8 Arrangement of braking devices

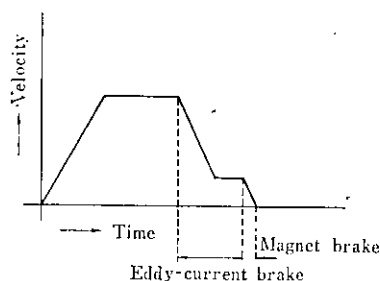


Fig. 9 Relation of time and velocity

を示した Fig. 10 と、信号パルスと制動点との関係を示した Fig. 11 によって説明しよう。

位置の検出はシンクロによって行ない、発信機、受信機とも、ホイストが1スパン1,450mm 運転されるごとに5回転する。

信号Aは、1回転ごとに1回、つまり1スパンについて5回発信する。これは停止位置の微調整を目的とするものである。

信号Bは、1スパンについて1回発信され、どのスパンに入っているか、そのほぼ中央はどこか、を示す粗位置検出を目的とするものである。B1は通常のもの、B2は1スパンのみ運転する場合のためのものである。

信号Cは、目的とするスパンを示すもので、ホイストの1スパン運転ごとに18°ずつ回転してマイクロスイッチを働かせる機

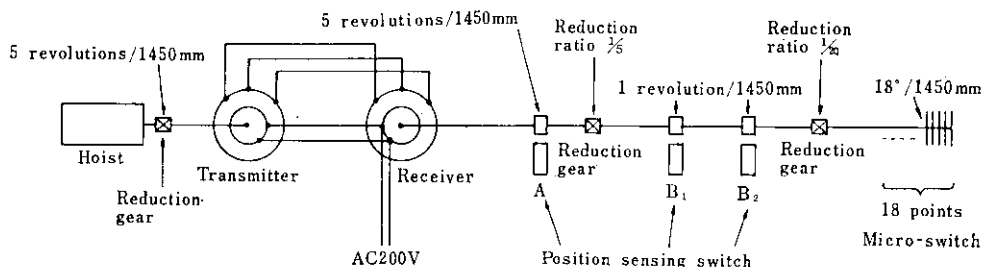


Fig. 10 Signal mechanism

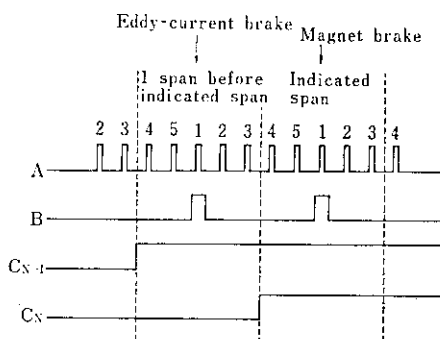


Fig. 11 Signal pulse and braking point

構によって、目的のスパンで C_N 、1つ手前のスパンで C_{N-1} と発信する。

以上によって、位置の検出は

目的のスパン

操作デスクで所定のボタンを押すことにより C_N を指示

EC制動点

(A, B, C_{N-1}) で指示

MB制動点

(A, B, C_N) で指示

と行なわれる。

(4) サイクル・タイム

ホイストのサイクル・タイムは、梱包設備の能力をきめる。そのため、高速ホイストと2段制動とを採用したのであるが、設計時点では不確定要素が多く、苦慮した所である。

Fig. 12 にサイクル・タイムの説明を、Table 4 に設計時の想定値と稼動後の実測値とを対比して示したが、数字が示すように、幸い予期以上の高能力を発揮している。

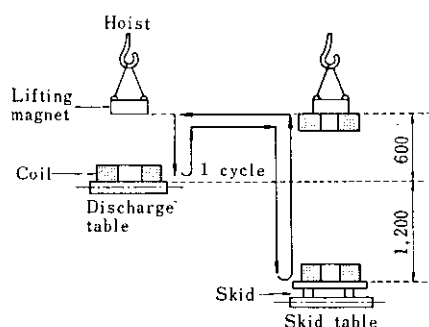


Fig. 12 Diagram of cycle time

Table 4 Estimate value and actual value of cycle time

Position	Movement	Estimate value		Actual value	
		Time (DM)	Total time (DM)	Time (DM)	Total time (DM)
Discharge table	Go down	4.0		5.9	
	Adsorption	5.0		3.0	
	Go up	5.0		5.3	
	Sub-total		14.0		14.2
Skid table	Go down	15.0		13.1	
	Break away	5.0		4.7	
	Go up	12.5		12.3	
	Sub-total		32.5		30.1
Distance	1 Span	10.1	66.7	15.0	74.3
	2 "	21.2	88.9	20.0	84.3
	3 "	28.3	103.1	22.0	88.3
	4 "	36.7	119.9	26.0	96.3
	5 "	41.7	129.9	31.0	106.3
	6 "	46.7	139.9	35.0	114.3
	7 "	51.7	149.9	41.0	126.3
	8 "	56.7	159.9	45.0	134.3
	9 "	61.7	169.9	50.0	144.3

4.3 スキッド移送関係制御

概念図を、Fig. 13 に示す。

Fig. 13 において、スキッド No.1 にコイルを積み終ると、モーターM2、M3を駆動して、スキッド No.1 を台車上に移動させる。このときスキッド No.2 は、ストッパーが上った状態なので、ローラー上でスリップして停止している。

スキッド No.1 がLS3を作動させると、ストッパーが下降してスキッド No.2 を送り出す。ス

キッド No.2 がLS2を作動させると、M2が停止しストッパーが上昇する。同時にスキッドのセンタリング装置が働いて、スキッド No.2 をホイスト停止位置の真下に置く。

スキッド No.1 がLS4を作動させると、M3が停止する。次いでM1を駆動すると、後続するNo.3 以下のスキッドが前進し、スキッド No.3 がLS1を作動させるとM1が停止し、ストッパーの前にスキッドをストックする。

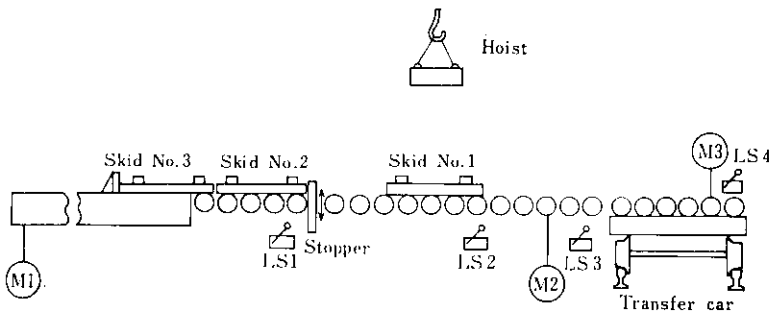


Fig. 13 Skids transfer mechanism

5. 設備稼動による効果

5.1 処理能力の向上

すでに 3.2 において説明したように、この設備はホイス 1 基使用時においても、平均必要処理ピッチの 1.4 倍、最高能力を発揮した場合には、2.3 倍の能力を発揮することができる。

このような処理能力の大幅向上は、さらに副次的効果として、梱包前のコイルの停滞を激減させて、発錆その他の品質面の向上と、工程管理・納期管理の徹底と、置場の有効活用といった効果ももたらしており、この面でも高く評価できる。

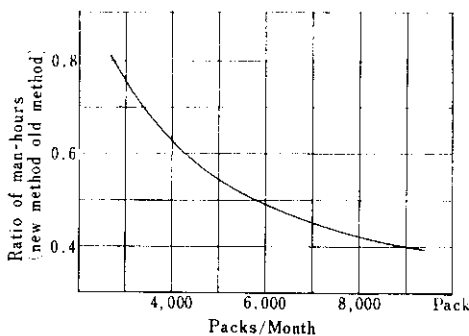


Fig. 14 Decrease of man-hours by new method

5.2 作業員の減少

作業員・作業工数面での減少効果も大きい。ただしこの設備は、全体の流れをライン化しているため、どうしても固定配置の人員が必要であり、梱包数と工数とは比例しない。

そのため、操業度の増加あるいは減少にともなって、効果も増加あるいは減少する。この関係について、コイルの平均的な品種構成を前提に、旧展開梱包方式時代の工数に対する、梱包設備を用いたときの工数の比率が、月間梱包数とともにどう変化するかを求めて、Fig. 14 に示した。

5.3 安全性の向上

従来の方式では、コイル転倒などの事故が時々発生し、年平均 1 件程度の休業災害を起こしていた。しかし梱包設備稼動後は、コイル転倒が全くなり、また労働負荷も軽減され、梱包作業が安全に、楽に行なえるようになった。

6. おわりに

今回報告した細幅コイル梱包設備は、果す機能も簡単であるし、小さな設備に過ぎない。

しかし、具体的に検討を進める過程では、多種多様な対象や条件に対する適応性、高能率、省力化といった目的を満たしつつ、いわゆる「使い勝手のよい」設備とするのに苦心した。

幸いにして、稼動後の実績は想定どおりの好結果を示し、梱包合理化に寄与している。これも協力いただいた関係者すべての努力の結果であり、感謝の意を表したい。