

川崎製鉄技報
KAWASAKI STEEL GIHO
Vol.18 (1986) No.2

冷延工場におけるマテリアルハンドリングの自動化
Automation of Material Handling at a Cold Strip Mill

佐藤 明宗(Akimune Sato) 池田 孝之(Takayuki Ikeda) 佐藤 和彦(Kazuhiko Sato)
菅沼 七三雄(Namio Suganuma) 尾下 捨二(Suteji Oshita) 藤川 春好(Haruyoshi
Fujikawa)

要旨：

昭和 59 年 2 月に稼動した水島製鉄所の新しい冷延鋼板連続焼鈍ラインでは、近年発展の著しいメカトロニクス技術を基に、鋼材などのハンドリングの自動化を試みた。開発された新方式の自動化装置は、電氣的蛇行修正と軽量構造の振れ止め機構を有する無人クレーン、場内で発生するスクラップ類の屋外への無人払い出しシステム、冷延コイルスリーブの自動着脱装置、冷延コイルへの梱包紙の自動巻付装置である。これらの自動化装置は、労働生産性の向上、処理の確実化および高速化の観点から、有益な役割を果たしている。

Synopsis：

The continuous annealing plant commissioned at Mizushima Works in February 1984 has a number of new automatic devices for materials handling developed on the basis of the so-called "mechatronics technology" which has made a prominent progress recently. The automatic devices mainly consist of the following; (1) Unmanned crane with electrical non-snaking control and a light weight non-swaying cramp mechanism (2) Automatic carrying-out system for scrap steel sheets and trimming scraps (3) Automatic changer of cold coil sleeves (4) Automatic paper wrapping device The automatic devices have made a noticeable contribution to both labor saving and rapid, reliable operation control.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

Automation of Material Handling at a Cold Strip Mill



佐藤 明宗
Akimune Sato
水島製鉄所 電気計装
部電気計装技術室 主
査(課長)



池田 孝之
Takayuki Ikeda
水島製鉄所 電気計装
部電気計装技術室



佐藤 和彦
Kazuhiko Sato
水島製鉄所 電気計装
部電気計装技術室



菅沼 七三雄
Namio Sugauma
水島製鉄所 薄板圧延
部冷延建設班 主査(課
長)



尾下 捨二
Suteji Oshita
水島製鉄所 薄板圧延
部冷開圧延課 掛長



藤川 春好
Haruyoshi Fujikawa
水島製鉄所 薄板圧延
部冷延建設班

要旨

昭和59年2月に稼動した水島製鉄所の新しい冷延鋼板連続焼鈍ラインでは、近年発展の著しいメカトロニクス技術を基に、鋼材などのハンドリングの自動化を試みた。開発された新方式の自動化装置は、電気的蛇行修正と軽量構造の振れ止め機構を有する無人クレーン、場内で発生するスクラップ類の屋外への無人払い出しシステム、冷延コイルスリーブの自動着脱装置、冷延コイルへの梱包紙の自動巻付装置である。これらの自動化装置は、労働生産性の向上、処理の確実化および高速化の観点から、有益な役割を果たしている。

Synopsis:

The continuous annealing plant commissioned at Mizushima Works in February 1984 has a number of new automatic devices for materials handling developed on the basis of the so-called "mechatronics technology" which has made a prominent progress recently.

The automatic devices mainly consist of the following:

- (1) Unmanned crane with electrical non-snaking control and a light weight non-swaying cramp mechanism
- (2) Automatic carrying-out system for scrap steel sheets and trimming scraps
- (3) Automatic changer of cold coil sleeves
- (4) Automatic paper wrapping device

The automatic devices have made a noticeable contribution to both labor saving and rapid, reliable operation control.

1 緒 言

機械と電気の世界領域にある要素技術が、メカトロニクスという名称で急激な発展を遂げているのは周知のとおりである。たとえば、高精度で迅速かつ複雑な位置決め制御が、従来に比べてはるかに容易に実現可能となり、鉄鋼業における自動化にも大きく貢献している。

昭和59年2月に稼動した水島製鉄所の新しい冷延鋼板連続焼鈍ラインにおいて、これらのメカトロニクス技術を基に、鋼材などのハンドリングの自動化を積極的に試み、冷延コイル、シアで切断された端板状のスクラップ、コイルスリーブおよび梱包紙の無人ハンドリング装置を開発した。

特にコイル搬送の自動クレーンは、いかに少ない投資で自動化を達成するか重点をおき、電気的蛇行修正、軽量な振れ止めクランプ機構などの新しい方式を開発したり。

本報文では、これらの無人ハンドリング装置を紹介する。

2 自動クレーン

連続焼鈍ラインに設置した無人クレーンは、Fig. 1 に示すように、無人台車で搬入された最大 50t の冷延コイルを、地番管理されたコイル置場に降ろしたり、多目的連続焼鈍ライン (KM-CAL) の入側コンベアに移送するものであり、上位のコンピュータの直接指示により、全く無人で搬送を行うものである。

2.1 電気的蛇行修正

一般に、クレーンは吊り荷の片寄りや車輪のスリップなどによって蛇行し、その蛇行量は目標停止位置を外れるほど大きい場合が多い。そのため従来の無人クレーンでは大きなサイドローラを設置し、片側のレールを2箇所ではさみこむことにより蛇行を抑えていた。しかし、最悪の条件でクレーンが急停止してもサイドローラが破損しないようにするには、大きなサイドローラが必要で、それだけでなく、クレーン本体もねじれない剛性の大きいものにしなければならない。一方、クレーンの重量増加は建家の建設コストの増加を招き好ましくない。

そこで、サイドローラを用いず、クレーンを柔構造の軽いものに

* 昭和61年1月31日原稿受付

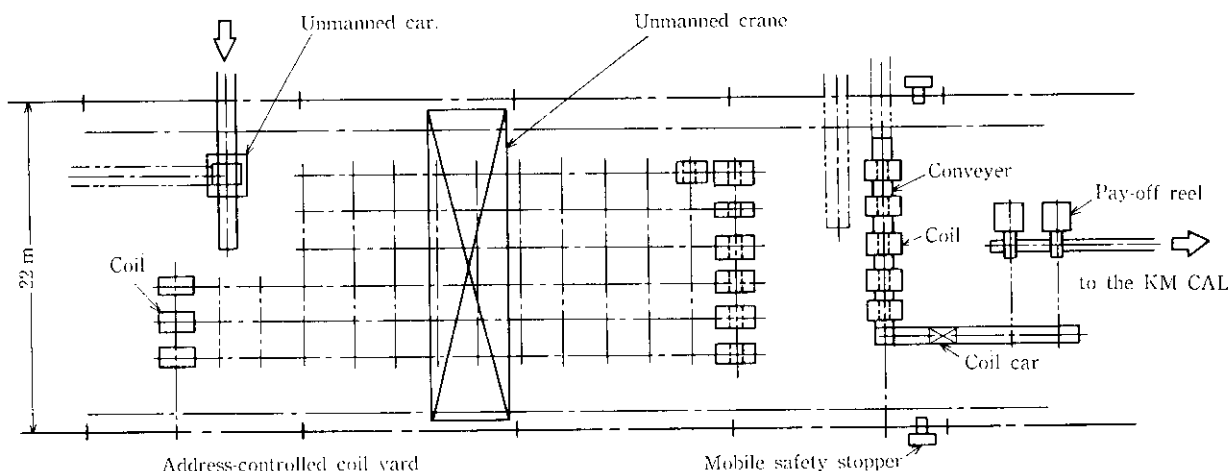


Fig. 1 Unmanned crane for 50 t coil

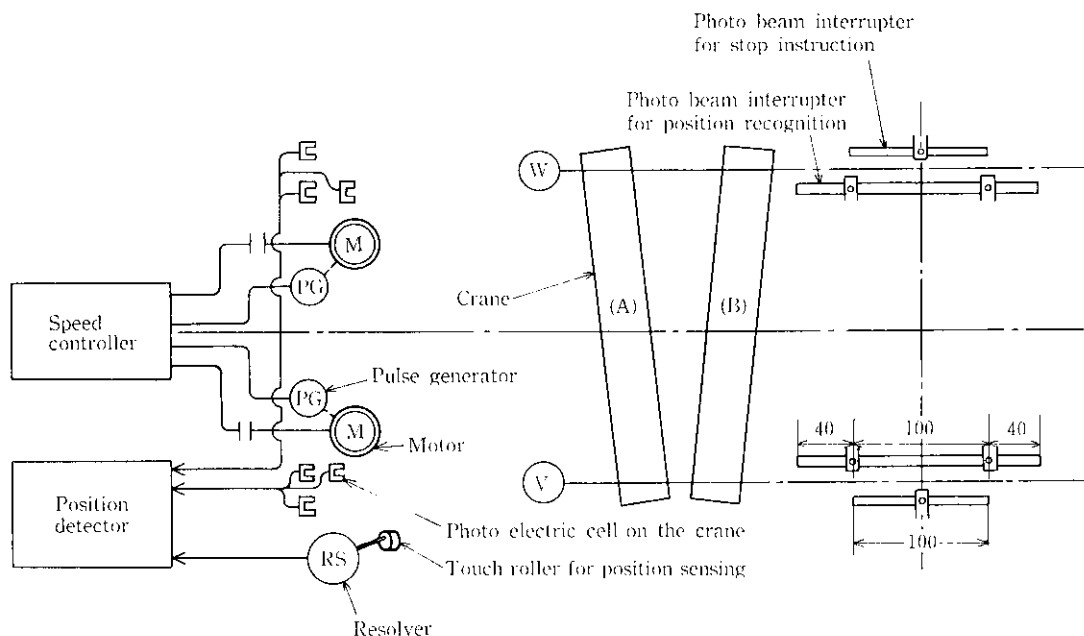


Fig. 2 Electrical non-snaking control of crane without side rollers

するために開発したのが、Fig. 2 に示す電氣的蛇行修正方式である。

原理を以下に述べる。

2.1.1 走行位置の検出

最近の自動クレーンの位置検出方式として、交差式誘導無線線路（アドレスケーブル）方式やラックビニオン方式があるが、1つのレーンに1台のクレーンしかない場合には要求機能に対して設備コストが高すぎる難点がある。そこでレールにタッチローラを接触させ、その回転量をレゾルバで検出し、スリップに対して12mごとに光電管で定点補正する最も安価な方式を採用した。結果としては、目標停止精度 $\pm 50\text{ mm}$ に対し、その1/2の $\pm 25\text{ mm}$ を達成している。タッチローラは、高周波焼入れしたモリブデン鋼を用い、摩耗を防いでいる。

2.1.2 蛇行修正方法

左右の走行車輪は、各々別のモータで駆動されているが、位置検

出器が片側にしかないので同一の速度指令によって制御されている。したがって位置検出器側の停止指令用ドグ端（停止位置より50mm手前）で5%速度になるように減速制御する。

Fig. 2 に示すように、蛇行した場合クレーン本体の姿勢には、(A)と(B)の2つの場合が考えられる。

(1) 位置検出器側が先に停止指令用ドグを検出した(A)の場合
先行するV通り側はアイドルにして、機械抵抗により自然減速させ、遅れているW通り側を5%速度のまま追いつかせ、遅れ側が停止指令用ドグを検出した時点で停止制御をかける。

(2) 位置検出器のない側(W通り側)が、先に停止指令用ドグを検出した(B)の場合

位置検出器側が停止指令用ドグを検出していないのでまだ5%速度まで減速されていない。そこで直ちに両方のモータを5%速度まで落とし、遅れ側(V通り側)が停止指令用ドグに達した時点で両方のモータに停止制御をかける。この場合、蛇行はなくな

らないが、クレーンの左右が目標位置にまたがって停止するため、吊荷が許容停止範囲を外れることは稀である。仮にあって、クレーン両側に、停止位置確認のため、100 mm の間隔をおいた光電管2個が設置されており、いずれかが建家側に設置された長さ 180 mm の停止確認用ドグを外れると、その側のみ復帰して蛇行を自動修正している。したがって最終的には、クレーンの両側とも ± 40 mm の停止精度内に入る。

実際の運転では、コイル重量が重い場合に、行き過ぎて自動復帰する場合があるが、復帰時間は数秒で、作業サイクルに影響を与える程ではない。

電氣的蛇行修正の方法には、左右各々に位置検出器をつけ、左右のモータを独立して速度制御する方式も考えられるが、設備コストが増加するだけでなく、蛇行時にクレーン剛体を通じて反対側のモータからどのような力が加わるか予測できず、制御がむずかしいため採用しなかった。

2.2 軽量クランプ振れ止め機構

クレーン自動化のもう1つの問題は振れ止めをいかに行うかにある。電氣的振れ止め方式は、機械式に比べて重量増加がないという利点があり、当社でも技術的には開発実験を完了したが、万一の制御不良時の事故の影響が大きいため、実使用には至っていない。

従来は Fig. 3 に示すような機械式が一般的であり、吊具側に固

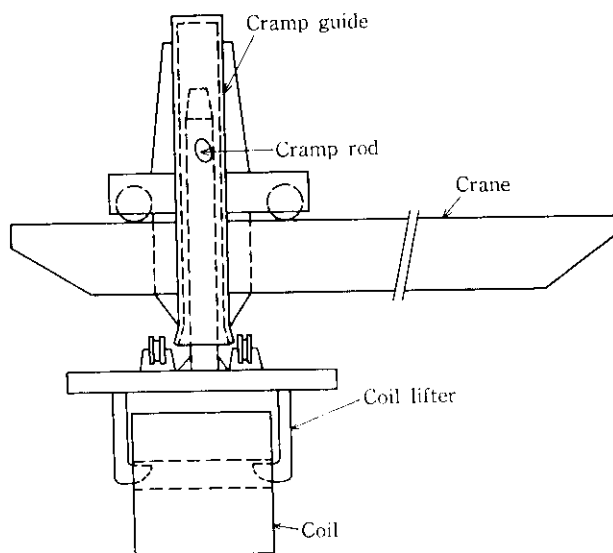


Fig. 3 Conventional cramp mechanism of coil lifter

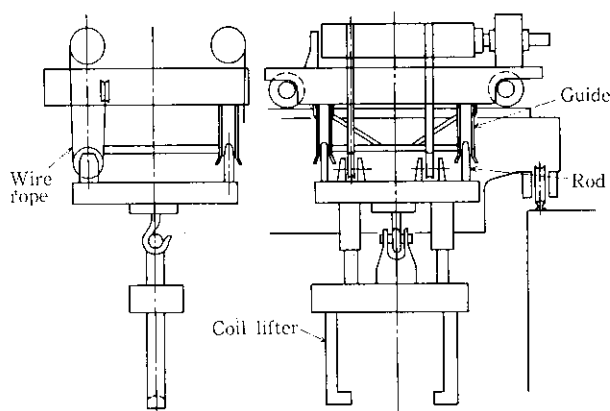


Fig. 4 New cramp mechanism of coil lifter

定された1本のロッドが、横行台車上のガイド筒にはまりこんで振れ止めを行う方式である。強度的には、最大荷重の吊荷を吊って最高速度で非常停止をかけた際の衝撃に耐えねばならぬため、非常に頑丈な重構造のものとなり、吊具、横行台車、クレーン本体および建家骨組みにいたるまで補強が必要となり、建設コストの上昇を招く。

今回開発した方式は Fig. 4 に示すように、振れ止めロッドを4本にして間隔をできるだけ広げ、4本のガイド筒も軽量にしてトラスで連結し、横方向の慣性モーメントを軽量な骨組み構造で支えることにより大幅な重量軽減を達成している。

また、ワイヤ巻上げ時に位置ずれを生じぬよう、4条のワイヤロープを対称に配置した構造を採用し、4本のガイドロッドは確実にはまりこむよう工夫されている。

3 スクラップの屋外無人払い出しシステム

冷延鋼板連続焼鈍ラインの入側ではコイルの巻き始めと巻き終りのオフゲージ部を定尺切断したシートが発生し、出側ではサイドトリマの耳屑が発生する。今回の新工場では、このようなスクラップを屋外へ払い出す雑作業をなくすため、Fig. 5 に示すシステムを開発して、完全に無人化した。入側では、定尺切断されたスクラップシートはコンベアで昇降式のホップへ集められ、数単位でホップが下降して、ホップの底板が開き地下台車上のバッグに衝撃なく移載される。

次に、バッグは台車で屋外ヤードへ運ばれる。屋外の無人クレー

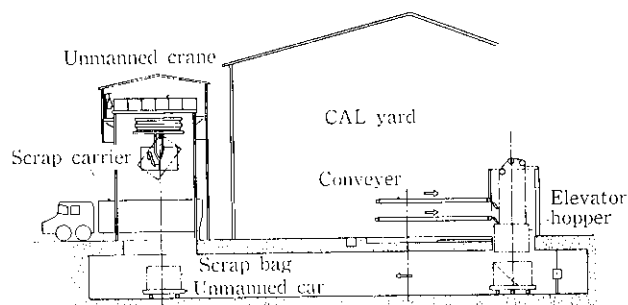


Fig. 5 Unmanned handling system of scrap sheets

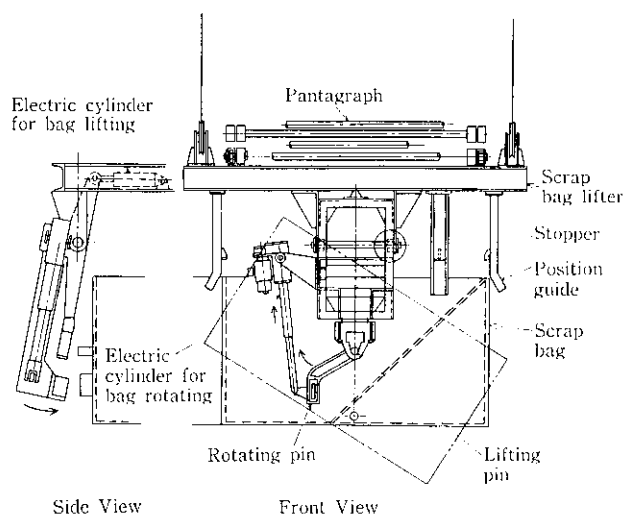


Fig. 6 Automatic lifting and rotating system of the scrap bag

ンが、いかにしてこのバッグをつかみ、スクラップを払い出すかが問題であったが、それを解決したのが Fig. 6 の機構である。スクラップバッグを自動的につかんで転回する機構に特徴がある。まずバッグ吊具が下降し、位置決めガイドがバッグにそって位置合せし、ストッパがあたってバッグ上に乗る。次に吊上げ用の電動シリンダが作動し、吊上げ用と転回用の2つのピンに、吊具の穴がはまり込む。バッグが吊り上げられ、スクラップキャリア（別名ダイナソフ）の上に運ばれると、転回用の電動シリンダによりバッグが転回し、中のスクラップが払い出される。これらの一連の動作が無人運転で確実に実行されるシステムとなっている。

4 冷延コイルスリーブ自動着脱装置

板厚の薄い鋼板にマンドレルの押疵がつかぬよう、テンションリールに鋼製またはゴム製のスリーブを装着する必要がある。この交換作業は、従来人手を介して天井クレーンで行われていたが、今回 Fig. 7 に示す自動ハンドリング装置を開発した。外径の異なるゴムスリーブは回転する十字型アームに装着されており、指示により、ハンドリング台車がスリーブをクランプした後、テンションリールまで走行してマンドレルへ自動装着する。鋼製のスリーブは、供給台をすべりおちてきたものを、同様にクランプしてマンドレルへ自動装着する。テンションリールは2つのマンドレルを交互に使用するタイプを導入し、スリーブ装着は通板中に並行して行われる。従来、スリーブの自動交換は、位置合わせが微妙なため実用に供しうるものが少なかったが、今回マンドレル軸の延長線上に、各着脱ステーションを設けることにより、シンプルな機構で、確実な機能を達成している。

5 冷延コイル自動紙巻き付け装置

コイルに梱包紙を巻き付ける装置も、新しい方式で自動化された。

当装置は上位コンピュータの指示により、任意の梱包紙を選んで、コイル寸法に応じた長さに自動切断し、コイル外径に応じた円弧運動を行って、コイル外周に梱包紙を巻き付ける。Fig. 8 にその機構を示す。動作を説明すると、まずクランプ台車が、要求された梱包紙の先端をつかんで引き出し、コイル外径に応じた適当な長さになると裁断台車が自動裁断する。裁断された梱包紙は、外径に応じた円弧運動を行う把握アームにより、コイル外周に巻き付けられる。次いで梱包紙先端が接着テープでコイルに接着され、クレードルロールでコイル下側に巻き付けられ、尾端も接着テープで固定される。

これらの一連の動作が2分ピッチという短い時間で、かつ無人運転で行われている。特に、コイル外径に応じた円弧運動を迅速に行う機能は、最近のメカトロニクス技術の進歩に支えられているものの典型と言える。高速演算するマイクロコンピュータ、それによって制御されるサーボモータおよび精密に位置決め可能なボールネジ

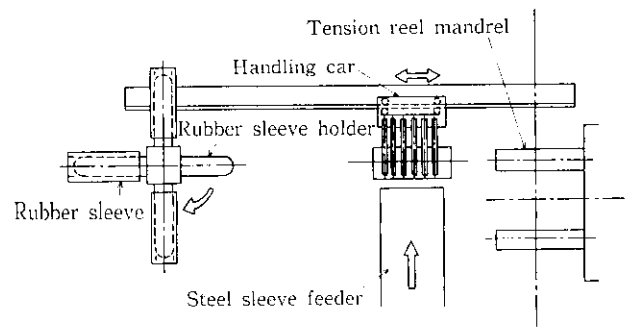


Fig. 7 Layout of an automatic sleeve change device

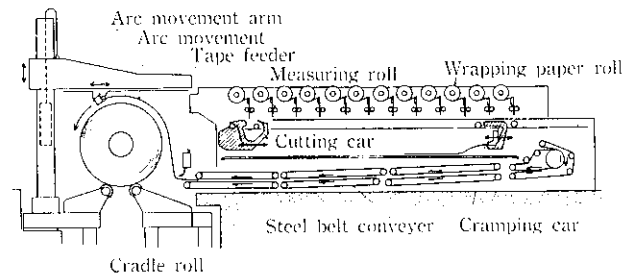


Fig. 8 Automatic paper wrapping device of cold coils

という3つの要素が組み合わされて初めて機能が達成されるものである。

6 結 言

最近の冷延鋼板連続焼鈍ラインの建設を例に、ハンドリングの自動化に関する技術を紹介した。

- (1) 自動クレーンは最大 50 t の冷延コイルを多目的連続焼鈍炉に、無人で搬送するものである。電気的蛇行修正装置および軽量クランプ振れ止め機構の2つの機構の開発により、実用化することができた。
- (2) スクラップの屋外無人払出しシステム、冷延コイルスリーブ自動着脱装置および冷延コイル自動紙巻き付け装置も実用化され順調に稼動している。

近年の工場建設では、主生産設備の自動化のみでなく、物流の自動化が、FA（ファクトリオートメーション）達成上重要な課題となっている。今回冷延工場において、新方式の鋼材ハンドリング装置をいくつか開発することができたが、今後も、生産性の向上と、処理の確実化、迅速化のため、鋼材ハンドリングを含めた総合的な自動化を積極的に行っていく所存である。

なお今回の開発にあたってご協力をいただいた川鉄鉄構工業株式会社、新明和工業株式会社、株式会社東研機械製作所、椿本チェーン株式会社の関係者各位に、改めて謝意を表したい。

参 考 文 献

- 1) 佐藤明宗、池田孝之、佐藤和彦、菅沼七三雄、尾下捨二、藤川春好：

鉄と鋼，71（1985）9，S 1105