

熱延倉庫クレーンの無人化技術

Development of Automatic Coil handling Crane in Hot Strip Warehouse

新日本製鉄(株)大分製鉄所 軸丸修一*・赤崎 宏

1. 緒言

大分製鉄所では製品輸送部門の労働生産性向上、3K対策等のニーズから熱延倉庫クレーンの無人化改造を実施し、平成4年3月から無人運転中である。

従来、コイルヤード等における天井クレーンの無人化技術は、固定点位置でのコイルハンドリングを行うものであったが、本無人クレーンは大規模かつ、多種梱包コイルの不定点位置での多段積みが可能とした、業界で初めての全自動クレーンである。

以下にクレーン無人運転システムの概要と、無人化用コイルリフター及び画像処理技術を用いたコイル位置検出技術の開発内容について紹介する。

2. クレーン無人運転システムの概要

2.1 レイアウト及び設備仕様

Fig. 1に熱延倉庫のレイアウト及び自動倉庫内の作業イメージを、又Table. 1に設備主仕様を示す。熱延倉庫はコイル処理ライン、酸洗ラインで処理されたコイルを出荷時期まで一時的に保管するための設備である。今回、倉庫内の半分を自動倉庫とし、クレーン4基を無人化改造した。

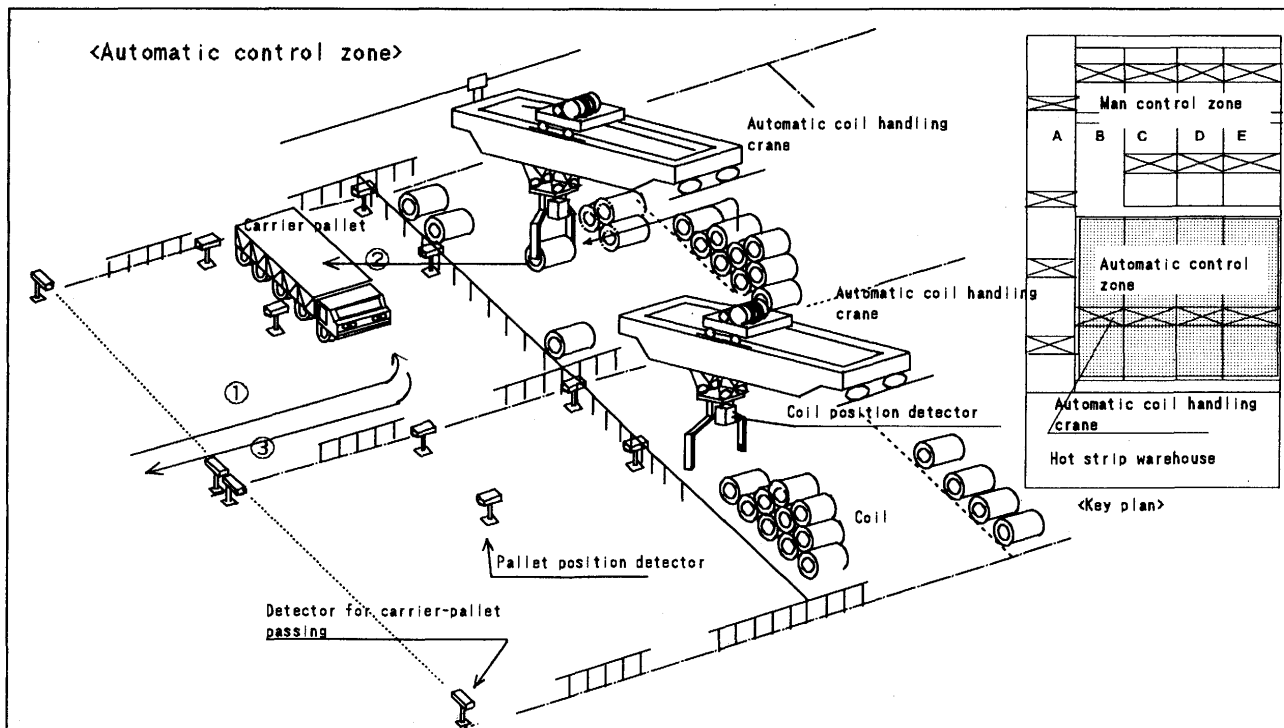


Fig.1 Configuration of hot strip warehouse and automatic coil handling crane

Table.1 Specifications of automatic coil handling crane

Devic	Item	Specification
Crane specification	Machine number	4
	Position control	Traversing, Traveling, Lifting VVVF Vector inverter
	Position detector	Inductive radio device bit of 10mm
	Stop swing Coil handling	Mast and control to stop swing Link type coil lifter
Coil specification	Material	Hot rolled coil
	Weight	Max 32 Ton
	Outside Dia. Width	900~2580mm 600~2200mm
Carrier	Carrying capacity	Max 280 Ton
Pallet	Carrying capacity	Max 250 Ton

2. 2 全体システム構成

Fig. 2に全体システム構成を示す。クレーン自動運転では、コイル搬送命令は中央ビジコンより1コイル単位で群管理計算機に送信され、群管理計算機はこれを、①コイル吊り上げ②コイル吊り卸し③クレーン移動命令。に分割し、自動クレーン制御装置に指示する。

また自動運転中に異常を検知した場合、運転続行可能な軽度の異常であれば、オペレータ介入によるCRT画面との対話方式にてクレーンの遠隔運転を可能としている。

3. 無人化用コイルリフター

Fig. 3にコイルリフターの構造、及び主なセンサーを示す。今回、無人化に必要な各種センサーをコイルリフターに装備し、それらの情報を組み合わせ、コイルの掴み・卸し状況を判断し、安全に且つ正確に無人運転するためのコイルリフターを開発した。

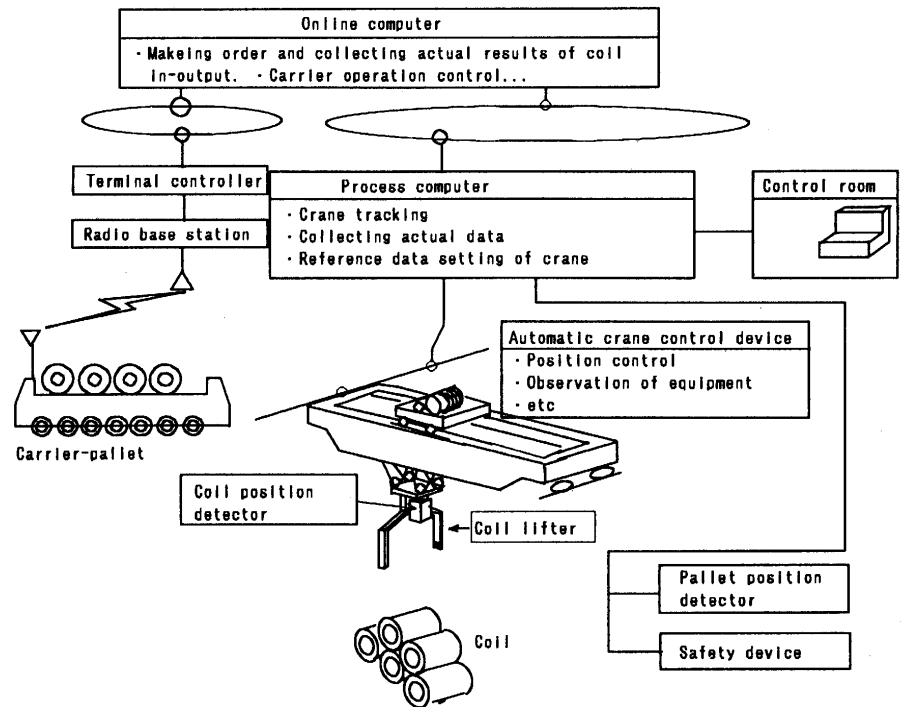


Fig. 2 Overall system structure

4. コイル位置検出技術

4. 1 開発の必要性

従来、コイルヤード等における天井クレーンの無人化は、コイル及びクレーン位置の番地管理による方法で行われていた。しかしながら不定点位置でのコイルハンドリングを可能とし、しかもコイルの多段積み、列幅間隔MINによる倉庫面積の有効活用を図る場合、コイルの段積みによる変形、クレーンのガタ、クレーンの停止誤差等の要因で発生する位置ずれ誤差が問題となる。このため今回、コイルと吊具との位置ずれ量を計測するためのコイル位置検出器を開発した。

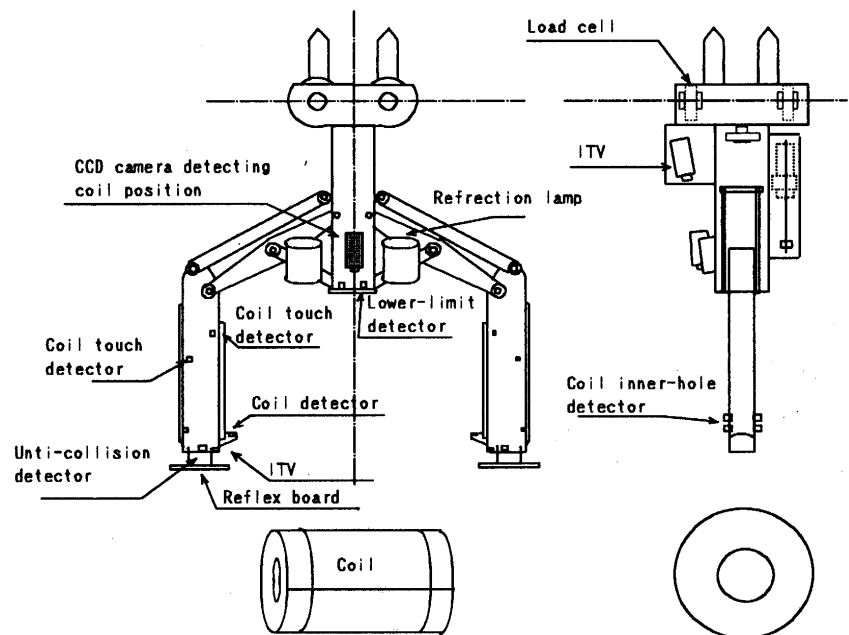


Fig. 3 Configuration of coil lifter

4. 2 検出方法

Fig. 4に検出原理を示す。今回、種々の方法を検討した結果、最も実用性の高い画像処理方式を採用した。カメラ及び投光器は図4に示す吊具に固定し、画像取り込みは吊具巻下げ時の吊具とコイルとの距離が一定値となるタイミングとした。

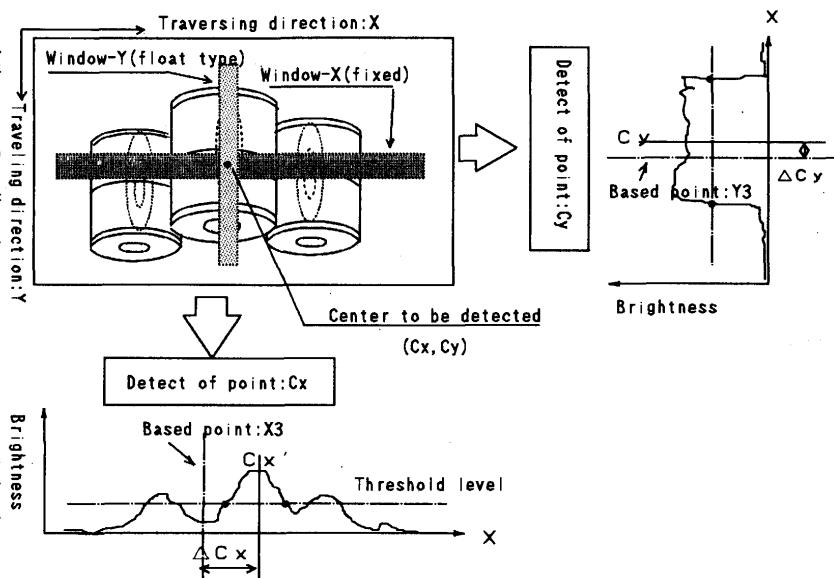


Fig. 4 Principle of detecting the coil center

4. 2. 1 コイル中心座標の検出

コイルの様な円筒状物体からの反射光分布は、Fig. 4 の様に頂点部分が明るく周囲が暗い特徴があることから、以下の方法でコイル中心座標を簡易的に検出する方法を考案した。

(1) 横行方向中心点の検出

画面内にコイル径方向の固定ウインドウ X を設け、ウインドウ内の明度ヒストグラムから二値化しきい値を決定後、しきい値との交点を X1、X2 として Cx' を (1) 式で求めるものとした。

$$Cx' = \frac{X1 + X2}{2} \quad (1) \text{ 式}$$

また、ずれ量 ΔCx' は基準点 X3 との差から次式で求める。

$$\Delta Cx' = Cx' - X3 \quad (2) \text{ 式}$$

(2) 走行方向中心点の検出

上記で検出した横行方向中心座標 Cx の位置に、コイル幅方向の浮動ウインドウ Y の位置を合わせ、横行と同様の方式で Cy を簡易的に (3) 式で求めることとした。

$$Cy = \frac{Y1 + Y2}{2} \quad (3) \text{ 式}$$

また、ずれ量 ΔCy' は基準点 Y3 との差から次式で求める。

$$\Delta Cy' = Cy - Y3 \quad (4) \text{ 式}$$

4. 2. 2 コイル外径の補正

Fig. 5に横行方向のカメラとコイルとの位置関係を示す。

カメラ、投光器が設置スペース上の制約で吊具の中心に設置できないことから、明部中心点はコイルの頂点部ではなくコイル外径により変化する。従って横行方向ずれ量 ΔCx' は以下の補正を行い ΔCx とすることで検出精度の向上を図った。

$$\Delta Cx = \Delta Cx' \times \frac{L+r}{L} \quad (5) \text{ 式}$$

但し r はコイル内径である。

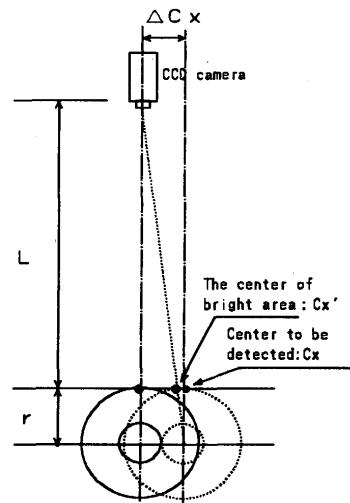


Fig. 5 Relation of camera and coil

4. 2. 3 コイル表面性状影響の除去

実際のコイル表面は

- ①紙梱包、スチール梱包、酸洗裸面及び黒皮面が混在し、しかも梱包による凸凹がある。
- ②結束バンドがあり他の部分と反射が異なる。
- ③倉庫内に保管中に錆の発生や埃の堆積が有る。

こと等の要因でFIG. 4の様な理想波形にならないものが多い。このため、

- ①中心点検出には横・走行ともにウィンドウ内の平均明度分布を用いる。
- ②横・走行のしきい値はウィンドウ内の明度分布から計算して決定する。
- ③しきい値との交点X1, X2及びY1, Y2の決定には一定幅の落ち込み領域を無視するものとした。

の処理を行い表面性状影響を極力減少させた。

4. 3 装置仕様

上記の開発実施結果コイル位置検出性能として、

- ①走行方向検出精度は±20mm。
- ②横行方向については比較的表面性状の良い酸洗裸及び黒皮コイルでは±30mm。紙梱包、スチール梱包コイルでは±40mm。

の検出精度を達成した。

Table. 2に装置主仕様を、又

Fig. 6に黒皮コイルの検出例を示す。

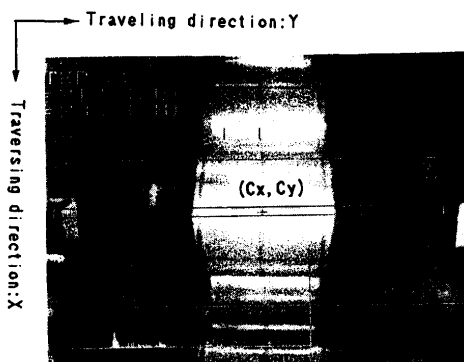


Fig. 6 An example of detecting the coil center

Table. 2 Specification of equipment

Vevice	Item	Specification
Camera	type	2-D CCDcamera
	Range of vision	510×492 Pixel 3000×2600mm
Light souce	type	Tungsten halogen lamp
	Power, number	1 Kw -2

5. 結言

熱延倉庫クレーン無人運転システムの概要、無人化用コイルリフター及び画像処理技術を用いたコイル位置検出技術の開発内容について紹介した。本技術の開発により、不定点位置での多段積みを実用化した、業界で初めての全自動クレーンシステムを実用化することができた。

本無人クレーンは平成4年3月から自動化率99.5%以上で、順調に稼働中である。