

新日鐵(株)室蘭向け鋼片自動搬送設備

Automatic Billet Handling System for Nippon Steel Co. Muroran

広島製作所 下津利仁*¹ 春田 靖*¹
浮田 哲治*¹ 加藤 一隆*¹

製鉄所内の搬送設備は、冷延コイル搬送を始め、自動化による、省人化が進められている。線材、棒鋼製造での半製品である鋼片（本工事では、 $\square 162\text{ mm} \times 8 \sim 12.5\text{ m}$, $1.6 \sim 2.5\text{ t}$ ）の搬送についても、自動化の要望があったが、以下の3点から、段積み時に荷崩れが発生しない位置精度の確保が難しく、自動化が遅れていた。(1)鋼片数本を1組とし、同時搬送する（本工事では、1～4本）、(2)各鋼片の曲がりのため、鋼片組の全幅が一定ではない、(3)パレット上にすきまなく段積みするため、リフティングマグネット式（電磁石吸着式）クレーンを用いる必要がある。今回、手動での搬送を模し、パレット上のステーションに鋼片を当てて鋼片の位置決めをすることにより、搬送後の位置精度を確保、自動搬送を実現した。

Most ironworks handling equipment is automatically controlled, for example, handling of coils. Cranes for billets, which are half-way products for wires and shafts, were considered for automatic control but were not put to practical use because of the difficulty of attaining precise billet piling for the following reasons: (1) Sets of 1-4 billets are handled at one time. (2) The width of sets is not the same as the curve of the billets. (3) Lifting magnets must be used because billets are piled up without spacing. We developed a way to pile billets by making billets touch the pole on pallets, putting automatic controlled billet handling to practical use.

1. 概要

一般に、溶鋼の取扱い単位はレードルごととなるため、溶鋼を原料とする鋼片ラインでは、同一材質の鋼片を大量（数百t）に生産するのに対し、下流工程の鋼片を原料とする線材、棒鋼工場では、必要量に応じた生産をするため、この間に、鋼片の一時保管、搬送の設備が必要となる。本工事は、

その鋼片の一時保管、搬送設備である。

鋼片搬送のルートを図1に示す。本設備は、鋼片ライン出口スキッドから整理ヤードへの搬送用のパレット上に鋼片を積載する自動天井クレーン1台と、パレットでの搬送先で鋼片を一次保管する屋外自動整理ヤードの手動橋形クレーン2台、走行台車1台、自動移載クレーン1台の合計5台から成る搬送システムである。

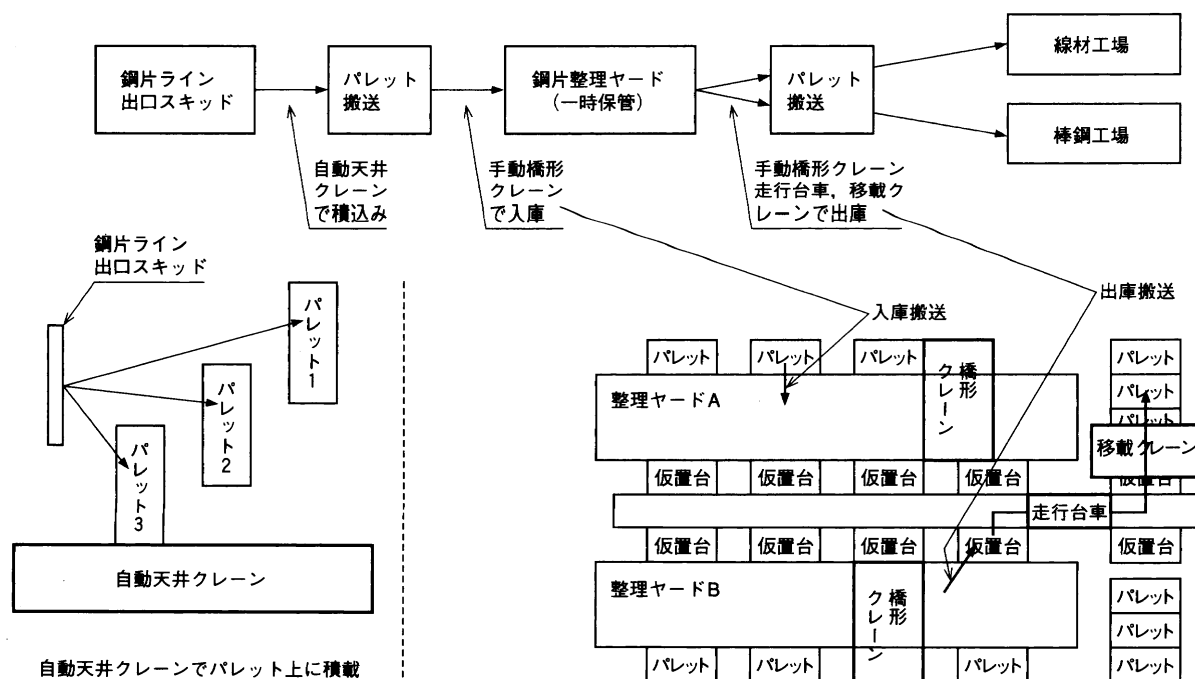


図1 鋼片の流れ
Flow of billets

*¹ 鉄構技術部運搬機設計課

整理ヤードの出庫では、出庫鋼片の配置がばらばらとなるため、搬送能力確保のため、橋形クレーンで近くの仮置台まで搬送し、走行台車で移載クレーン側仮置台に搬送、移載クレーンでパレットに積み込みとしている。

2. 各設備概要

各設備の主要仕様を表1に示す。

2.1 自動天井クレーン

自動天井クレーンは、鋼片製造ラインの出荷スキッドから、搬送用パレットの上に鋼片を4本ずつ、3列4段に搬送する自動リフティングマグネット式（電磁石吸着式：以下、リフマグと称す）クレーンであり、搬送時間短縮のため、テレスコマスト機械式振れ止めを採用し、テレスコマスト下の吊りビームにチェーンでリフマグを吊り下げている（図2参照）。上位のコンピュータから搬送元、搬送先指令を受信し、指令に基づいて、搬送先への横走行、巻下げ、吸着、巻上げ、搬送先への横走行、巻下げ、巻上げを自動で動作、鋼片を搬送し、搬送実績を上位のコンピュータに返す。クレーンと地上との間の伝送には、光空間データ伝送装置を使用した。

鋼片搬送先のパレットは手動トレーラで搬送する。パレットの停止位置には誤差があるため、超音波距離計でパレット位置を検出し、自動クレーンをパレット位置に合せ移動させる。

また、トレーラ運転手の安全を確保するため、パレット位置は安全柵で囲み、扉が開いている間は、自動クレーンがその領域に入らないようにインタロックを設け、移動ルートがインタロック領域にかかる動作については、インタロック中は、移動ルートを変え、領域を避けるルートとした。

2.2 手動橋形クレーン

本クレーンは鋼片整理ヤードのヤード内及びヤードからの出庫、入庫の搬送を行う手動クレーンで、2つに分けたヤード

表1 鋼片搬送設備各機器の仕様

Specifications of each equipment of billets handling system

主要仕様	自動天井クレーン	手動橋形クレーン	自動移載クレーン
スパン	24.5 m	20.6 m	15 m
揚程	4.0 m	4.0 m	4.0 m
搬送鋼片	2.5 t×4 本	2.5 t×4 本	2.5 t×4 本
巻上速度	25 m/min	25 m/min	20 m/min
加速度	0.2 m/s ²	0.2 m/s ²	0.2 m/s ²
電動機	110 kW	90 kW	75 kW
制御方法	ベクトル	ベクトル	ベクトル
横行速度	90 m/min	90 m/min	-
加速度	0.3 m/s ²	0.3 m/s ²	-
電動機	18.5 kW×2	5.5 kW×4	-
制御方法	ベクトル	ベクトル	-
走行速度	120 m/min	120 m/min	120 m/min
加速度	0.3 m/s ²	0.3 m/s ²	0.25 m/s ²
電動機	30 kW×2	22 kW×4	7.5 kW×4
制御方法	ベクトル	ベクトル	ベクトル

主要仕様			走行台車
搬送鋼片			2.5 t×4 本×2 組
親台車	走行速度	無負荷	280 m/min
		負荷	180 m/min
	走行方式		自走式
	電動機		22 kW×2
	走行制御方法		ベクトル
子台車	走行速度	無負荷	35 m/min
		負荷	35 m/min
	走行方式		ロープ駆動式
	電動機		7.5 kW
	走行制御方法		はん用インバータ

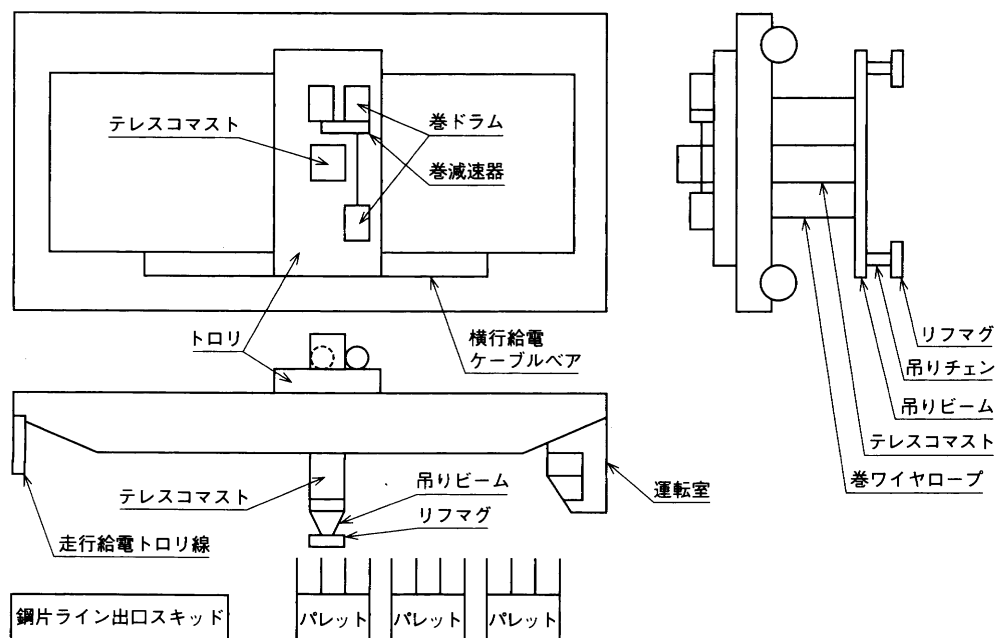


図2 自動天井クレーン
Automatic controlled over head crane

ドに各1台設けた。

振れ止めには、ドッキングマスト機械式を採用し、吊りビーム下にリフマグをチェンで吊る構成とした（図3参照）。横走行には、4輪全輪駆動方式を採用、高速搬送に対応させた。

出庫は、走行台車仮置台への搬送となるが、自動機器の走行台車との干渉が考えられるため、仮置台部では走行台車進入中は、巻下動作ができないようにインタロックを設けた。

操作は手動運転であるが、搬送実績については、リフマグ励磁位置から消磁位置に鋼片を搬送したとして、上位コンピュータに伝送する。クレーン上と地上間の伝送は、ケーブルリール内の光ファイバ伝送を使用した。

2.3 走行台車、仮置台

屋外設置の初の自動搬送2段台車であり、位置移動用の親台車と、鋼片の載荷、脱荷用の子台車から成る（図4参照）。

親台車は4輪全輪駆動式であり、鋼片2組を載せるためのスキッド2組と子台車用レール位置合せのためのクランプ装置を設けた。

子台車は滑りを防ぐため、ロープ駆動方式とし、駆動機器は親台車上に設け、ワイヤロープにて子台車を動かす。

子台車上には鋼片を持上げるための油圧駆動のリフト2組4台とその駆動用の油圧ユニットを設けた。鋼片の搬送は、子台車の仮置台側に走行、リフト上昇、親台車側に移動、リフト下降での鋼片載荷と、その逆の動作での鋼片脱荷及び親台車の走行動作の組合せで行う。

上位のコンピュータからの搬送元2点と搬送先の指令に基づき、搬送を行い、搬送実績を返す。走行台車と地上との伝送には、特定小電力無線伝送装置を使用した。干渉による伝送異常を防ぐため、伝送装置2台を並列に使用し、伝送異常時には他方を使用することとした。

仮置台は、手動橋形クレーン、自動移載クレーンとの鋼片の取合いのために設けており、各々2組の鋼片を載せることができる。子台車用のレールがあり、載荷、脱荷の際には子台車が親台車から乗継ぎ、仮置台のレール上を走行する。

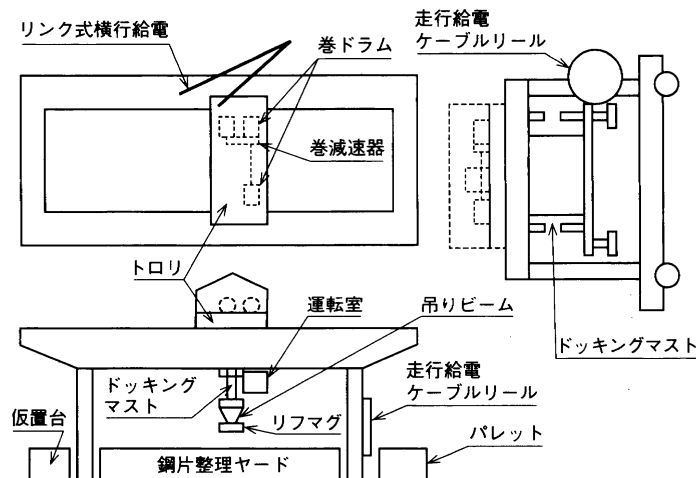


図3 手動橋形クレーン
Manual controlled bridge type crane

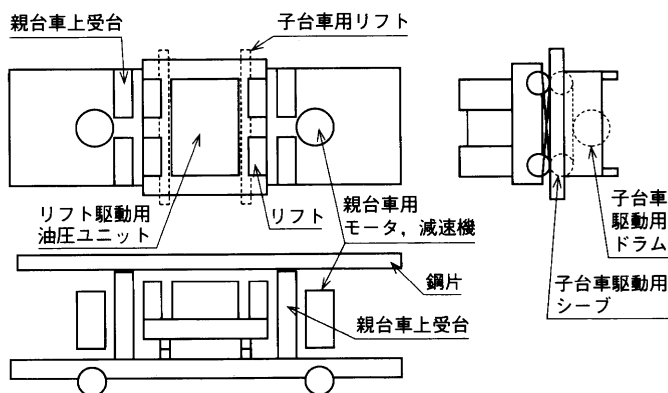


図4 走行台車
Automatic controlled transporting car

2.4 自動移載クレーン

上位コンピュータの指令に基づき、走行台車で搬送された仮置台の鋼片を線材、棒鋼工場搬送用のパレット上に載荷する自動クレーンで横行がない自動天井クレーンである。屋外設置であるため、走行は4輪全輪駆動とした。また、クレーンと地上間の伝送は特定小電力無線伝送装置とした。その他、機械構成、搬送方法、パレットとの関係などは、自動天井クレーンに準じている（図5参照）。

3. 技術的な特徴（自動クレーンの搬送方式）

鋼片搬送では、通常、以下の点から、リフマグクレーンを使用するが、高い積付け精度が要求されるため、自動化に当って、精度確保の方法を確立する必要があった。

- (1) 鋼片を数本同時に搬送する。
- (2) 各鋼片の曲がりのため、鋼片の全幅が一定ではない。
- (3) トレーラ上にすきまなく段積みする。

リフマグクレーンでは吸着時に荷とリフマグの相対的な位置ずれがそのまま残る。一方、段積み時に鋼片が崩れないために載置時には最悪でも鋼片太さの1/2以上の精度が求められる。今回、鋼片を載置する際に、鋼片をスタンション（パレットに鉛直に立てた鉄棒）に当て、それに沿わせて降ろすことで精度を確保する方式を確立し、必要精度内に収めた。また、上記の搬送を行うために、リフマグをW字型に吊る方式を開発し、自動化を実現した。詳細を以下に述べる。

3.1 搬送方法

パレット上に荷降しのため、巻下げ動作中着床前に、微速（6 m/min）でインバータでトルクリミットを掛けて横行運転を行い、吊り上げている鋼片を、パレット上のスタンション2本を当てる。横行モータのトルク検出で鋼片とスタンションの衝突を検知し、横行を停止、そのまま、スタンションに沿わせて巻下げ続けることで、位置精度を確保することとした（図6参照）。本方法は接触式であり、位置精度、角度精度共確保できる。なお、着床前にスタンションとの衝突検知をしない場合は着床直前で巻下運転を停止し、衝突検知にて巻下運転を再開することとした。

3.2 リフマグ吊り方法

前記の搬送方法では、鋼片とスタンションの剛体の衝突と

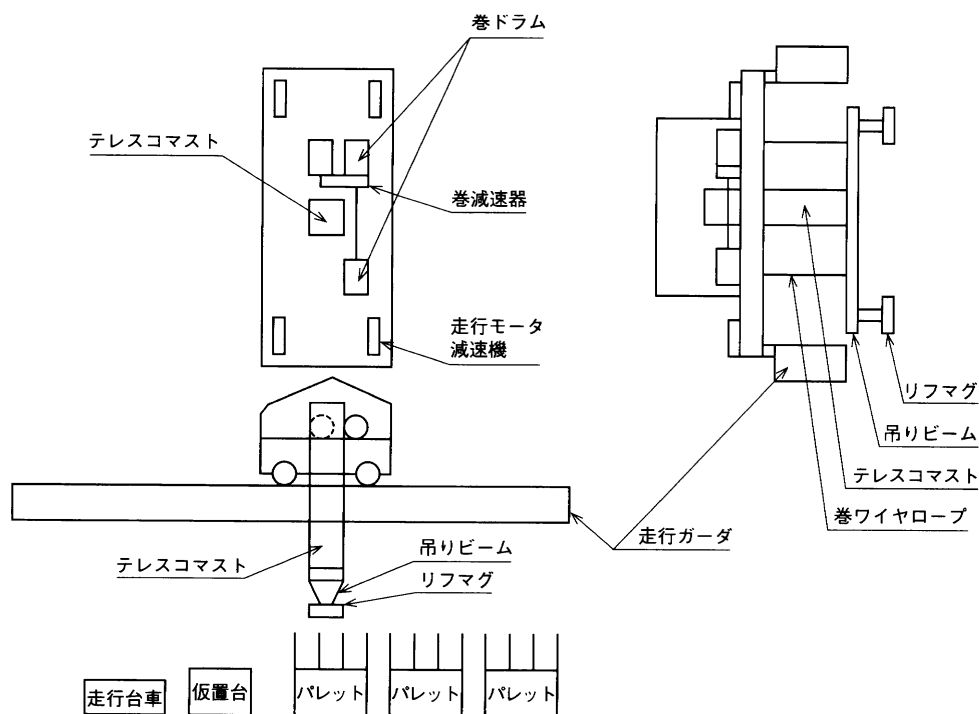


図5 自動移載クレーン
Automatic controlled transporting crane

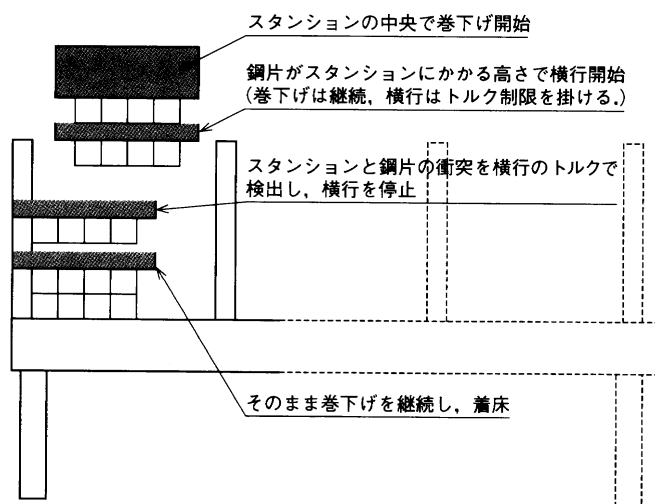


図6 鋼片着床手順
Procedure of billets landing

なるため、衝撃荷重を減ずるため、鋼片を沿わせる際の慣性力を逃がす必要がある。一方、搬送精度から通常搬送中は鋼片が振れない吊り方が必要となる。以上の2点を満足するため、リフマグをW字型にチェーンで吊ることにより、変位に対し復元力が急しゅんに立ち上がるのを防ぎ、また、振れ軌跡にナックルポイントを設けることで、振れが急速に減衰し、搬送動作時に振れが残らないようにした（図7参照）。

4. 現地調整

現地にて、上記の搬送方法を実施、確認したところ、鋼片

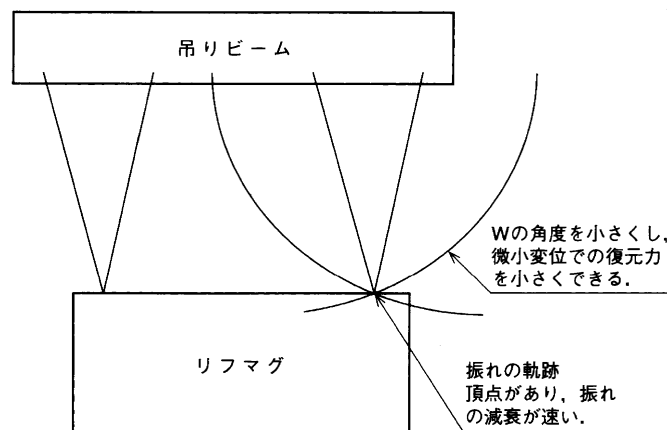


図7 リフマグの吊り方
Hanging of lifting magnet

がスタンスションに当たった後、はじかれて、スタンスションから約15 mm離れた位置に着床する現象が見られた。位置精度上では許容範囲内であったが、搬送時間に余裕があったため、スタンスションに沿わせるときの微速横行速度を3 m/minに下げること、スタンスションに沿った状態で着床させるようにした。

5. あとがき

本工事で機械的な接触を使用した位置決め方法を確認し、今まで実用化されていなかった鋼片の自動搬送を実用化した。本技術を他の鋼片搬送設備の自動化に適用していくとともに他の搬送の自動化にも適用していく。