

川崎製鉄技報

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.26 (1994) No.4

薄板製品の梱包ラインー倉庫・船積間の一貫搬送システム

Automatic Coil Transportation System in the Packing-Storage-Ship Route

難波 真二 (Shinji Nanba) 山下 俊一 (Toshikazu Yamashita) 鳥屋 紀雄 (Norio Toriya)

要旨：

水島製鉄所では1992年8月に冷延工場梱包ラインから倉庫を経て船積までの一貫自動搬送システムを構築した。これにより、倉庫クレーンおよび船積クレーンのハンドリングと、製品搬送の同時並行作業が可能になった。特に倉庫から船積間では、製品を船内まで供給する新設備を開発した。この設備の特徴は船積クレーンの走行と昇降機能を代替するもので、潮高に応じて製品供給位置を船内、船側、避難位置の3段階調整が可能な点である。これにより、倉庫および船積の能力は、稼働前に比べて約1.5～2.0倍に向上し、現在順調に稼働している。

Synopsis：

Automatic coil transportation system from the packing line in the cold rolling plant to loading a ship through the warehouse was developed in August 1992 at Mizushima Works of Kawasaki Steel. Simultaneous operations of coil transportation, crane handling in the warehouse and coil shipment became possible. In this system, new equipment for loading a coil to ship has been developed, where vehicles substitute the function of the crane in terms of traveling and lifting motions. Also it can adjust the coil setting position in 3 choices of loading: inside or outside of ship, or even at a shelter, depending on the height of tide and weather condition. Introducing this system has improved capacity of the warehouse and shipment about 1.5 to 2.0 times larger than before this operation.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

薄板製品の梱包ライン — 倉庫・船積間の 一貫搬送システム*

川崎製鉄技報
26 (1994) 4, 198-202

Automatic Coil Transportation System in the Packing-Storage-Ship Route



難波 真二

Shinji Nanba

水島製鉄所 工程部生
産管理技術室



山下 俊一

Toshikazu Yamashita

水島製鉄所 工程部生
産管理技術室 主査(掛
長)



鳥屋 紀雄

Norio Toriya

川鉄物流(株) 水島支
店技術管理部設備技
術部 副部長

要旨

水島製鉄所では1992年8月に冷延工場梱包ラインから倉庫を経て船積までの一貫自動搬送システムを構築した。これにより、倉庫クレーンおよび船積クレーンのハンドリングと、製品搬送の同時並行作業が可能になった。特に倉庫から船積間では、製品を船内まで供給する新設備を開発した。この設備の特徴は船積クレーンの走行と昇降機能を代替するもので、潮高に応じて製品供給位置を船内、船側、避難位置の3段階調整が可能な点である。これにより、倉庫および船積の能力は、稼働前に比べて約1.5~2.0倍に向上し、現在順調に稼働している。

Synopsis:

Automatic coil transportation system from the packing line in the cold rolling plant to loading a ship through the warehouse was developed in August 1992 at Mizushima Works of Kawasaki Steel. Simultaneous operations of coil transportation, crane handling in the warehouse and coil shipment became possible. In this system, new equipment for loading a coil to ship has been developed, where vehicles substitute the function of the crane in terms of traveling and lifting motions. Also it can adjust the coil setting position in 3 choices of loading: inside or outside of ship, or even at a shelter, depending on the height of tide and weather condition. Introducing this system has improved capacity of the warehouse and shipment about 1.5 to 2.0 times larger than before this operation.

1 緒 言

製鉄所内外の物流合理化は、(1) クレーン吊具の改善、(2) 情報処理を含む倉庫内作業の合理化、(3) キャリアパレットによる製鉄所の場内輸送の効率化、(4) ユニットロードによる製鉄所と流通基地間の輸送の大幅な効率向上の順に進められてきており、合理化範囲の対象拡大と共に、より高度な自動化、無人化が行われるようになってきている。

このたび、水島製鉄所の薄板コイル物流においては、倉庫作業の合理化、キャリアパレットによる製鉄所場内輸送の合理化に加えて、船内までの自動搬送を可能とする新荷役設備 (automatic coil transporter) を含めた、世界初のコイル・パッケージ・ライン (CPL) ~ 船内間連続自動搬送化が実現できた。

本報では設計思想と設備の特徴とを紹介する。

2 既設設備の課題

1970年に稼働した水島製鉄所の冷延工場と冷延倉庫 (C倉庫) 間は Fig. 1 に示すように、台車によるコイル製品の連続搬送が可

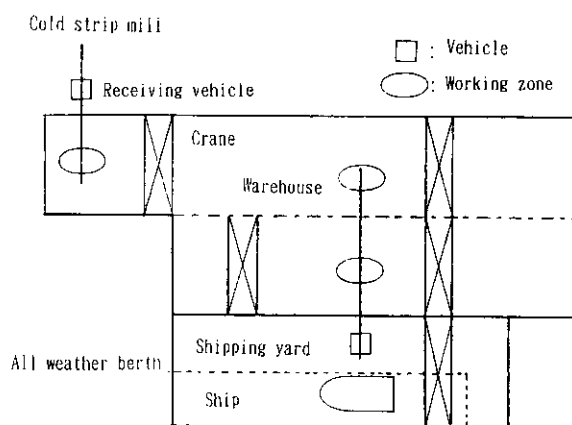


Fig. 1 Layout of warehouse before improvement

能であった。しかし、台車が1台しかないことや、倉庫の受入れ能力が低いため、台車の搬送能力が低下し、Fig. 2 に示すように、平均的な台車輸送比率は64%で、36%はトレーラ搬送となり、物流コストを高くする一因となっていた。

また、C倉庫と全天候岸壁間も、台車による製品コイルの連続搬送が可能であった。しかし、倉庫の受入れ能力が低いことや、それに

* 平成6年9月8日原稿受付

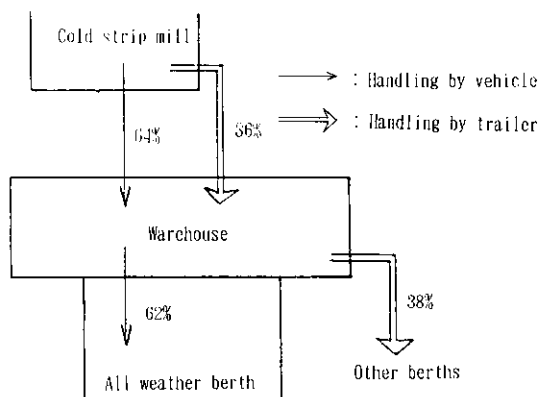


Fig. 2 Material flow before improvement

よる倉庫と岸壁間の能力アンバランスから台車の搬送能力が低下し、台車での搬送比率は62%にとどまっていた。

これらの既設設備の課題を解決するためには、C倉庫の受払能力向上と全天候岸壁の船積能力向上が重要であった。

3 機能構成の検討

3.1 倉庫クレーンの能力向上策

倉庫クレーンの受入れ・払出し能力を向上するには、(1) 1回あたりのクレーン吊りコイル数の増加、(2) クレーンサイクルタイムの短縮、(3) クレーン稼働率の向上、の三つが考えられる。

しかし、(1) のクレーン吊りコイル数の増加はCPLの作業性を阻害することになり、また(2) のクレーンサイクルタイム短縮もモータ能力の限界や停止位置精度等により採用できない。このため、クレーンの稼働率向上策について検討した。クレーンの稼働率を低下させている要因は、①複数クレーン間の相互干渉による待時間と②複数クレーン間の作業負荷のアンバランスによる待時間の2点である。

3.1.1 複数クレーン間の相互干渉回避¹⁾策

Fig. 1に示すように、従来のC倉庫はクレーンが台車にコイルの積み卸しできる場所数(作業可能場所数)より、クレーン稼働基数が多いため、クレーン間の相互干渉が発生するレイアウトであった。したがって、Fig. 3に示すように、クレーン4台に対応した作業可能場所を4箇所に増やし、作業可能場所数をクレーン稼働基数以上とした。その結果、各クレーンの作業範囲分割が可能となり、相互干渉が回避できた。なお、コイルの台車搬送を行うレイアウト

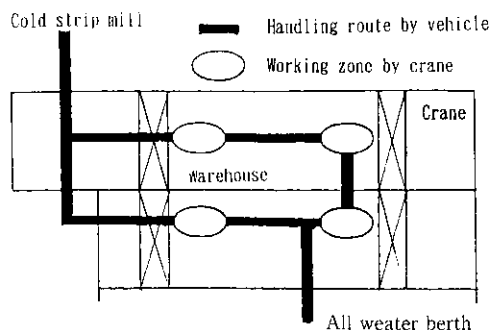


Fig. 3 Anti-interference plan of crane

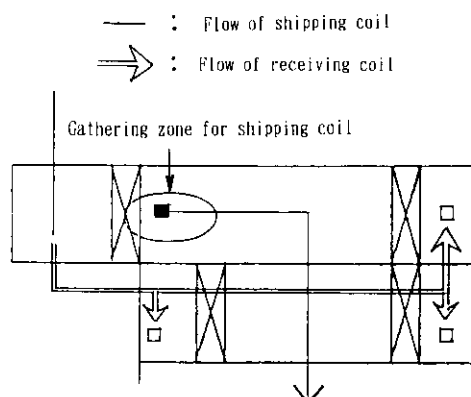


Fig. 4 The measure to avoid unbalance of crane load

は各作業可能場所間を軌道車で連結することにした。

3.1.2 複数クレーン間負荷のアンバランス回避²⁾策

次に、倉庫作業の特徴として、

- (1) 顧客要求による出荷順、出荷量の変更
- (2) 正月・ゴールデンウィーク等顧客の休日による出荷量変動
- (3) 台風・荒天等自然現象による出荷量変動

等、工場や倉庫ではコントロールできない要因で、払出すべきコイルの置かれた場所が、集中する時がある。その時、クレーン間の作業負荷がアンバランスとなって倉庫全体の受払能力が低下する。

その対応として、受入れクレーンの選択を倉庫でコントロールすることで、全体クレーンの負荷バランスを調整する方法とした。Fig. 4に示すように、払出し作業が集中しているクレーン(ゾーン)を避けて負荷の少ないクレーンに受入れコイルを搬送できるレイアウトとした。

3.2 船積クレーンの能力向上

船積クレーン能力を向上するには、倉庫クレーンの能力向上と同様に、(1) 1回あたりのクレーン吊りコイル数の増加、(2) クレーンの稼働率向上、(3) クレーンサイクルタイムの短縮と3項目が考えられる。しかし、(1) のクレーン吊りコイル数の増加は、前述の工場からの受入れの場合と同様に、著しく倉庫の作業性を阻害するため、(2) と(3) について検討した。

3.2.1 クレーン稼働率の向上

クレーン稼働率の向上を阻害している最大要因はC倉庫からの製品搬出待である。この対応として、全天候岸壁の船の入替え時間を利用して、この間にC倉庫から製品を搬出して荷揃えするためのバッファスキッド³⁾を40個持つことで、全天候岸壁の荷揃え待を解消した。Fig. 5に示すように、船積作業終了後の船の入替え時間中に次船の船積対象製品を倉庫からバッファスキッドへ搬出する

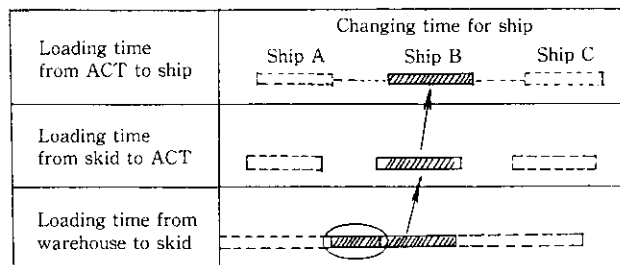


Fig. 5 The concept of working time from warehouse to shipping

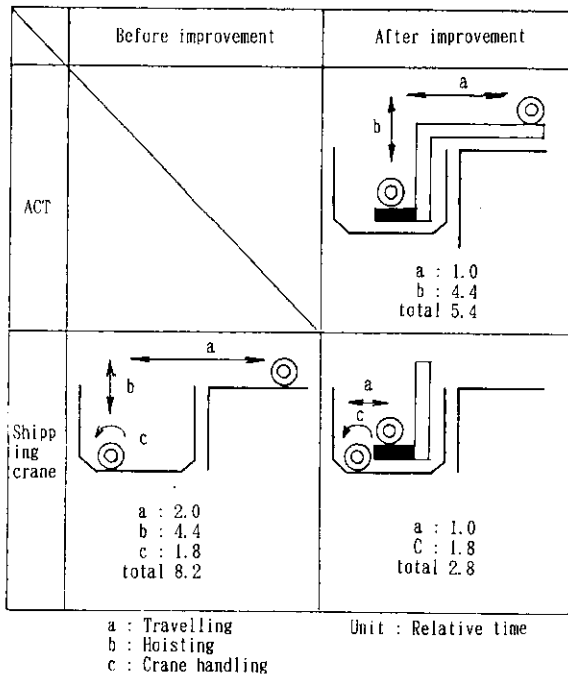


Fig. 6 Division and simultaneous work of shipping

ことによって、倉庫からの製品搬出待を回避することとした。

3.2.2 ACT との並行作業によるクレーンサイクルタイム短縮

サイクルタイム短縮は、クレーン速度向上、動作距離の短縮、船積機能分割による並行作業の実施、の三つが考えられる。しかし、速度の向上と動作距離の短縮は前述の倉庫作業の場合と同様に大きな効果は期待できないため、並行作業の実施を検討した。

船積クレーンの主要機能は、横行、走行、昇降および船内積付である。ここで機能別所要時間を分析した結果、横行を1とした時の時間比は、走行が1、昇降が4.4、船内積付が1.8の時間比であった。したがって、最も時間を要する昇降機能を有する設備を新たに設置し、残りを従来のクレーンが受け持つ機能分割方式とした。

その新設備がACTである。昇降機能を持たせるために、ACT本体を船内に挿入させ、さらに払出しスキッドを設けてクレーンとの間にバッファを持たせることで、おのおの相手の能力に律則されず並行作業が可能となるような仕組みとした。

Fig. 6 に示すように、従来は岸壁から船内積付までの作業を船積クレーンが行っていたために上記の時間表現でトータル8.2を要していた。ACT 導入後は岸壁から払出しスキッドまでをACTが5.4で行い、払出しスキッドから船内積付までをクレーンが2.8で行う。これらの作業を並行して行うために船積作業はACTの所要時間であるトータル5.4に短縮することが可能となった。

3.3 クレーンオペレータガイダンスシステム¹⁾

情報処理関係の対策としては、クレーンオペレータガイダンスシステムを導入し、

- (1) 自動位置検出装置によって、手入力負荷を軽減し、コンピュータトラッキングを行い、その精度を保証した。
- (2) クレーン運転室に端末機を設置し、1作業単位ごとに運転員が作業実績入力を行う。

以上の対応により稼働前に比較して船積能力は1.5倍、倉庫能力は2.0倍の能力向上を達成した。Fig. 7 に改善前後の能力を、またFig. 8 に改善後のマテリアルフローを示す。

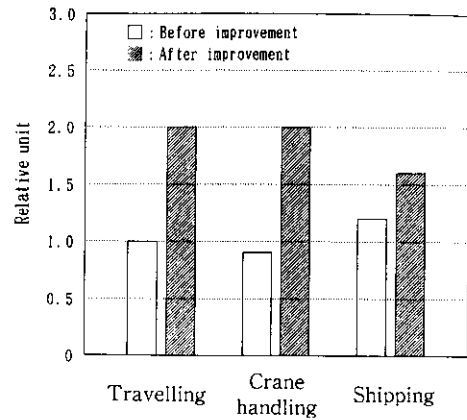


Fig. 7 Comparison of handling capacities

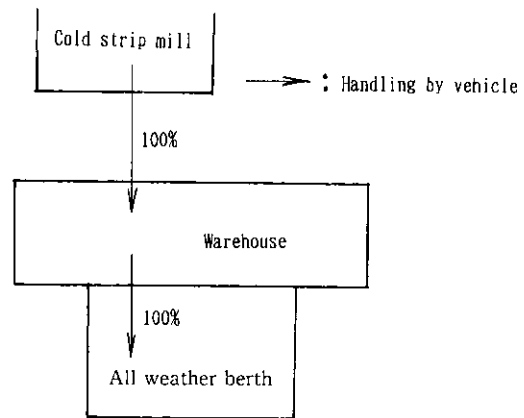


Fig. 8 Material flow after improvement

4 設備仕様

Fig. 9 に主要設備の配置を示し、Table 1 に主要設備の能力諸元を示す。

4.1 工場から倉庫への搬送

既設高架台車(地上4.8m)のレール架台を全天候岸壁倉庫まで延長し、二つの倉庫での受入れを可能とした。また、複線化したため搬送能力は従来の2倍となった。当台車は、中央部にコイルを積載して、2点間搬送を受け持つ。コイルの載せ降ろしは受渡し場所に設置されたコイル移載用リフターによって行うことから、台車制御ロジックはシンプルのため、ソフト開発期間の短縮、異常発生時の減少等のメリットがある。

4.2 倉庫内搬送および棟間移載

本方式は、Fig. 10 に示すように、子・孫台車と呼ぶ部分と地上のコイルスキッドによって構成される。

(1) 係台車 (traversing vehicle)

係台車は、V型の昇降式コイル受台を内蔵し、スキッドへ自走して進入後、スキッドへのコイル載せ降ろしを行う台車である。

(2) 子台車 (travelling vehicle)

子台車は自身のスキッド上にコイルを仮置きし、かつ内部に

Table 1 Specifications of main equipment

		Single vehicle	Lifter	Combination vehicle		Rail turner	ACT lifter
				Traversing	Travelling		
Coil	Max. weight (t)	20	20	26	26	26	26
	Width (mm)	500~2 000	500~2 000	500~2 000	500~2 000	500~2 000	500~2 000
	Outer diameter (mm)	500~2 000	500~2 000	500~2 000	500~2 000	500~2 000	500~2 000
Travelling	Speed (m/min)	200	—	200	40	1 rpm	90
	Control	Inverter	—	Inverter	Inverter	Inverter	Inverter
Hoisting	Speed (m/min)	—	12	—	2.4	—	15
	Control	—	Inverter	—	Hydraulic cylinder	—	Inverter
Electric supply		Cable	Cable	Trolley	Trolley	Trolley	Cable
Numbers of device		2	2	6		2	1

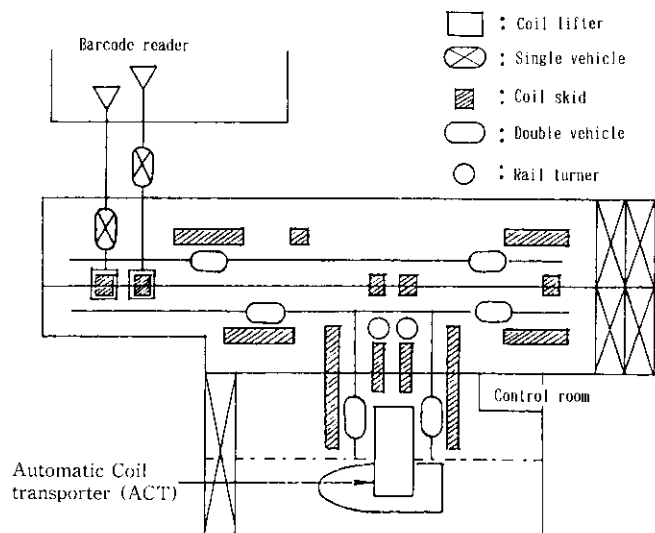


Fig. 9 Layout of main equipment

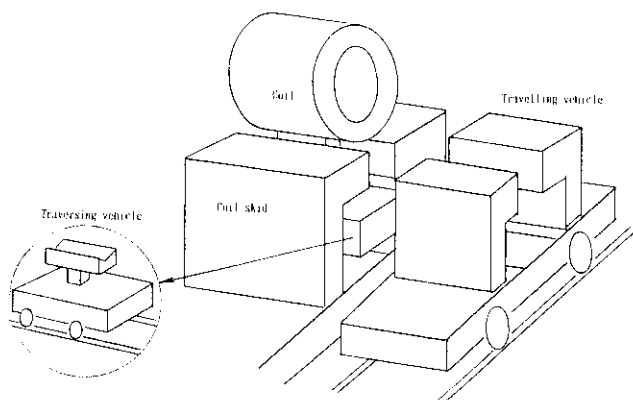


Fig. 10 Sketch of combination vehicle and coil skid

係台車を格納したままスキッド間を移動する台車であり、数十メートル以上の長距離走行が主なため max 200 m/min の速度がある。

また同一車線上を2台が高速で対面走行を行うため、衝突防止等安全確保に留意し、閉塞制御方式を用いた。

4.3 岸壁から船内への搬送 (ACT)

ACTはFig. 11に示すように、受入れスキッド、リフター、払出しスキッドとそれらの部品を含むフレーム部分から構成される。

4.3.1 受入れスキッド

受入れスキッドをACT中央部に設置し2段台車の乗り込みを可能にした。それによって、スキッドパッファによる台車~ACT間の並行作業および工場~船内の自動搬送による連続化を可能とした。

4.3.2 リフタ^{2,3)}

リフタは受入れスキッドに置かれたコイルを吊上げ、船内まで走行後、船内の払出しスキッドへコイルを仮置きする設備である。

この特徴は、

- (1) 払出しスキッドへの降下時、スキッド高さとコイル外径の変動に追従した0.05 m/sの軟着地制御をおこなわせたこと
 - (2) 船積クレーンや2段台車との干渉を避けるため、中間に待機点を設けたこと
- である。

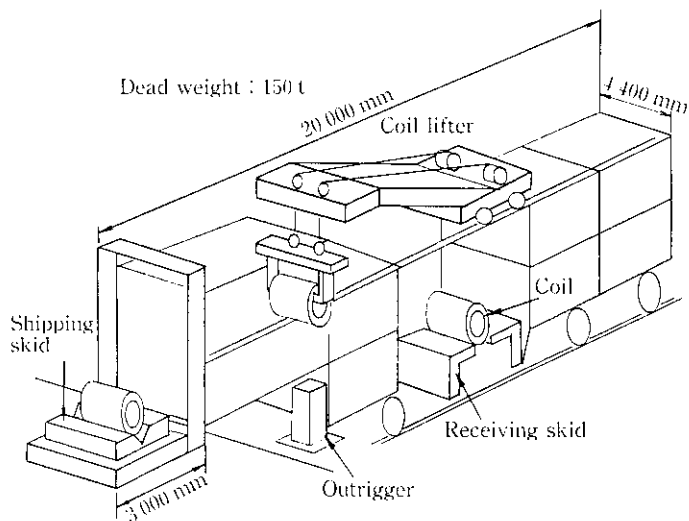


Fig. 11 Sketch of ACT (automatic coil transportatin)

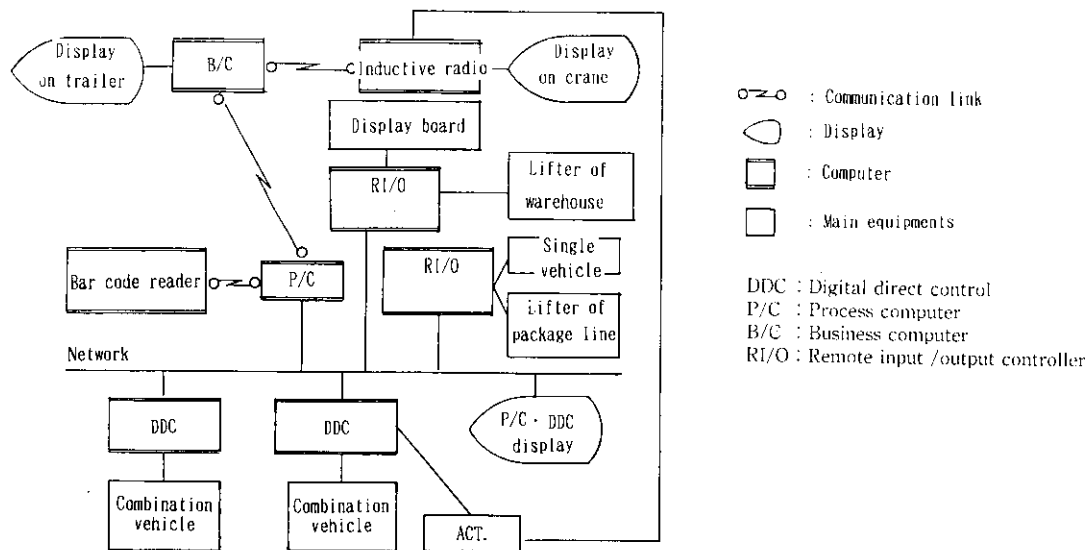


Fig. 12 Configuration of the automatic coil transportation system

4.3.3 払出しスキッド

払出しスキッドは船内に配置された、リフトと船積クレーン間でのコイル搬送の中継設備である。リフトによる全自動で、潮位に応じて5段階の高さ調整ができる。

4.3.4 フレーム部^{2,3)}

上述の部品を支えているのが、フレーム部である。フレーム部もまた本来の船内位置以外に高潮時の船外位置と台風時の避難位置の3段階の位置調整が可能である。

5 システム構成

5.1 ハード構成

当自動搬送システムは Fig. 12 に示すようにビジネスコンピュータ (B/C) ~ プロセスコンピュータ (P/C) ~ ダイレクト・デジタル・コントローラ (DDC) の3階層で制御する。また、クレーン端末~B/C間は誘導無線で連結し、情報授受・クレーン位置検出などを行う。

ACTの制御はACT自身のシーケンサで行い、コイル受払時の衝突防止やトラッキング保証のため、DDC/B/Cとインターフェイスを取っている。

5.2 管制室

上記搬送システムの稼働状況を運用、設備、ソフトウェアの観点から常時監視するために、倉庫~岸壁が一望できる場所に管制室を

設置した。管制員は、主に以下の業務を担当する。

- (1) P/C、DDC画面での設備状況監視
- (2) 6台のテレビカメラモニターで設備状況、作業状況の監視
- (3) 異常発生時の即時対応 (1次処置)
- (4) 設備の簡単な日常点検
- (5) P/C画面による自動運転への介入等

6 結 言

水島製鉄所製品倉庫の薄板コイル自動搬送システムを建設した。その特徴およびまとめは以下のとおりである。

- (1) 自動台車とACTを導入することで工場~船内間の連続的なコイル自動搬送を可能とした。なかでもACTは潮高に応じて船内、船外および避難の3段階の位置調整が可能である。
- (2) 製品倉庫の特性を考慮した高速・対面方式の直線走行ルートとした。
- (3) 自動搬送設備間や設備とクレーンの間にバッファを設け、各設備の能力maxが達成しうる仕組みとした。
- (4) クレーンオペレーターガイダンスシステムの導入により、自動位置検出が可能となり、トラッキング精度を保証した。
- (5) 倉庫および船積のクレーンハンドリングと製品搬送の同時並行作業を可能とし、船積および倉庫の受払能力は稼働前に、比較して1.5倍~2.0倍に向上した。

本システムは1992年8月に正式稼働し、現在も順調に操業が続いている。

参 考 文 献

- 1) 中西輝幸, 土居良清, 鳥越英俊, 山下俊一, 難波真二, 鳥屋紀雄: 材料プロセス, 6 (1993), 301
- 2) 川鉄製鉄㈱: 特願 M 050480600
- 3) Kawasaki Steel Corp.: European Application No.93310426.7