

Outline of New Berth and Warehouse for Steel Products at Chiba Works



金沢 功
Isao Kanazawa

千葉製鉄所 設備技術
部機械技術室 主査(部
長補)



貞藤 健一
Kenichi Shinto

千葉製鉄所 企画部企
画室 主査(課長)



森田 昭一郎
Shoichiro Morita

川鉄運輸(株) 千葉支
店管理部 主査(課長)



池田 信
Makoto Ikeda

川鉄運輸(株) 千葉支
店管理部 主査(係長)



高橋 勝信
Katsunobu Takahashi

川鉄運輸(株) 千葉支
店第1業務部 課長



芳田 清茂
Kiyoshige Yoshida

日本ユジマ(株) 建
設班 係長

要旨

千葉製鉄所の物流関係リフレッシュの一環として、西工場に岸壁および鋼材倉庫を建設した。岸壁は8万 DWT の船まで接岸可能で、2基設置した岸壁クレーンは定格荷重 50t であり、鋼材輸出の大型船が利用出来る岸壁としては我国最大である。年間 50 万 t の取扱能力を有する。倉庫は単重 12t までの鋼材を対象とした 4 200 棚、在庫能力 32 000 t の立体自動倉庫に、9 000 t の平積倉庫を併設した。立体自動倉庫としては世界最大級である。多様な品種および荷姿の輸出鋼材を対象としたものとしては、我国初である。附属荷役設備および管理システムにも安全および効率面での施策を講じてあり、生産性の高い設備になっている。昭和 61 年 1 月稼働後、順調に操業している。

Synopsis:

Kawasaki Steel has established a new berth and warehouse at the West Plant of Chiba Works. The berth is 300 meters in length, and 15.5 meters in depth and can accommodate a 80 000-DWT vessel, with two gantry cranes installed on the berth, each having a capacity of 50 tons. The berth ranks first in Japan in the ship loading capacity of export steel products. The warehouse is composed of two types, one is an automated type and the other is a conventional type. The automated warehouse, which is a multi-storied warehouse with 4 200 racks, can store 32 000 tons of steel products, while the conventional warehouse can store up to 9 000 tons. This automated warehouse is the largest in the world, and the first experiment in Japan for steel products which widely vary in kinds and sizes. This facilities started operation in January 1986, and have been working well.

1 緒 言

軽視されがちであった製鉄業の物流領域も、近年、コストダウンの残された宝庫として、また、非価格競争の重要ポイントとして注目されるようになってきた。各製鉄所の構内物流についても設備およびシステムの両面から抜本的な見直しが行われ、労働集約的色彩の打破などに具体的な手が打たれている。オイルショック前に建設された物流設備が大部分を占める当所においては、とくに設備能力面を含めたリフレッシュが必要であった。

当所として、早急な検討を要した課題は、

- (1) 船の大型化による岸壁および岸壁クレーンの能力不足と船積荷役生産性向上対策
- (2) 生産品種の変化やジャストインタイム納入要求拡大による在庫増、製品高級化による多段積不可、小ロット受注による配山の細分化などによる製品保管設備の不足と倉庫荷役生産性向上対策

などがあった。

これらを打開する手段として、当所の中にあって、将来の発展の可能性を秘めた西工場に以下のものを建設・導入した。

- (1) 鋼材輸出の大型外航船が接岸可能な岸壁
- (2) コイルリフター、シートリフター、リフティングマグネットなどが装着出来、かつ、合図作業員なしの自主運転装置を装備した効率の良い大型岸壁クレーン
- (3) 岸壁後背地には立体自動倉庫と平積倉庫を併設した、生産性が高く、フレキシビリティのある輸出鋼材を主対象とした保管設備
- (4) これらを運営管理していくシステムおよび情報伝達設備
- (5) 周辺道路、緑化などの附帯施設および構内輸送用機器

昭和 61 年 1 月の岸壁および立体自動倉庫制御計算機による倉庫の使用開始、4 月の管理システムによる立体自動倉庫の自動操業開始を経て、現在順調に稼働しており、ほぼ予定した性能を発揮している。本稿ではこの内、岸壁と岸壁クレーンおよび倉庫設備を中心

* 昭和61年7月25日原稿受付

に全体の概要を報告する。

管理システム、岸壁、倉庫それぞれの建設の詳細は他の報告を参照されたい^{1)~3)}。

2 基本計画

ここでは使用者側が計画した基本的な設備仕様について述べる。

Photo 1 に本設備の全景を示す。

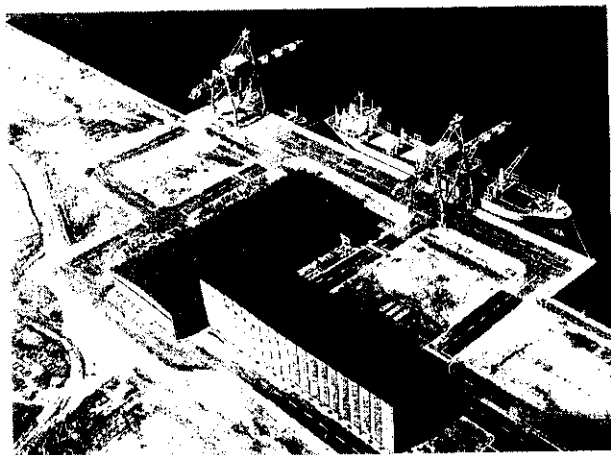


Photo 1 General view

2.1 岸 壁

2.1.1 接岸可能最大船型の設定

二度のオイルショックを経て、鋼材輸出に使用されている船は徐々に大型化してきており、現状では、パイプで5万 DWT、その他の鋼材でも4万 DWT クラスの船が常時入港している。この状況を前提とし、

- (1) 近年の外航貨物船の建造動向、就航船の大型化傾向
 - (2) 主要仕向港の港湾事情
 - (3) パイプ積船やスラブ輸入船の大型船就航の可能性
- を勘案し、長期的な視点より検討した結果、現行のパナマ運河通過可能最大船型が鋼材輸出船型の大きな節目であると判断し、8万 DWT (長さ 250 m, 幅 32.3 m, 水深 14 m) の船を最大船型と想定した。対応する岸壁としては係留索および水深の余裕を考慮して、長さ 300 m, 水深 15.5 m とした。鋼材輸出の大型船が接岸出来る岸壁としては我国最大である。

2.1.2 取扱量の設定

一船のみ接岸可能な岸壁は占有率が 60% を越えると急激に接岸待による滞船が起こることが知られている。この条件と、さらに

- (1) 目標とする荷役スピード (120 t/h) の岸壁クレーン、(2) 2 基の岸壁クレーン同時使用可能率、(3) 荷役打合せ、荷役準備、出航準備などの附帯時間、(4) 雨、風、食休、岸壁クレーン故障および夜間入出港不可による不荷役時間、(5) 入出港のロス時間などを想定し、シミュレーションで検証し、取扱量を年間 50 万 t に設定した。

2.1.3 岸壁強度

- (1) 岸壁出し輸送機器への対応

製鉄所構内の鋼材輸送については、最近、大型の無軌道機器が導入されてきており、製品輸送には積載能力 100 t クラスが、ホットコイルやコールドコイルなどの工場間輸送には 200 t クラス

のものが使われている。機器の種類や輸送方式は、フルトレーラやセミトレーラによるトラクター・トレーラ方式、アンダーキャブのパレット昇降装置付き自走車などが主体となっている。本岸壁の強度を設定するうえでは、(a) 比較的小型、軽量の輸出鋼材が主対象であること、(b) コイルリフター、シートリフターなどの電動吊具を使用するための積載鋼材間隔、(c) 他ルート輸送への転用、(d) 倉庫の通路面積、(e) 機器の操縦性などを考え、150 t 積載能力のトレーラ (自重 36 t, 荷台 13 m×3.7 m, 4 軸, 32 輪) を設定し、これが制約なしに使用出来る強度を最低の条件とした。なお、同規模のアンダーキャブ式自走車も使用可能である。

- (2) 岸壁クレーンへの対応

定格荷重 50 t, 自重 610 t の岸壁クレーン 3 基を至近に並べて稼働させることが出来るようにする。なお、現在 2 基であるが 3 基としたのは、将来の岸壁延長にともなう増設を考慮したものである。

2.1.4 その他

- (1) 外航船の本船揚重機を使用可能にする。すなわち、岸壁先端から 1 m の所で、上述したトレーラが鋼材を満載し、走行または荷役のため停止出来ること。
- (2) 本岸壁を多目的に利用するため、内航船の 1 000 DWT クラスも安全に接岸し荷役出来ること。
- (3) 船への給水、内航船への給電、岸壁クレーンなどへの補修用給電設備を設置すること。
- (4) 入出港時の航路監視と作業管理用に、カラーのズーム付き ITV を設置すること。
- (5) 岸壁上の輸送機器通行や船員通行の区分を明示するとともに、カラフルな岸壁にすること。
- (6) 岸壁上に鋼材の仮置場を確保する。これは船積の際、先出しを行い荷切れを防止すること、水揚品を一時仮置することなどを狙っている。

2.2 岸壁クレーン

2.2.1 揚程およびリーチの設定

岸壁の項で述べた 8 万 DWT の船に荷役可能なものでなければならぬ。パイプの船積も行うので、この大型船のデッキ上にパイプを満載することが出来るようにする。このため揚程を 37.5 m (走行レール上 22 m, 下 15.5 m)、アウトリーチを海側レールより 36 m とした。

2.2.2 定格荷重の設定

定格荷重は 50 t にした。現在、輸出鋼材専用であれば 30~40 t の能力を有するものが第一線であるが、ロールなどの重量物を荷役したり、将来の吊具開発や多数個同時吊荷役の制約を少なくしておくことなどを考慮し決定した。

2.2.3 脚間の設定

長さ 60 ft の品物が荷役出来るように、脚内側幅を 22 m とした。

2.2.4 荷役サイクルタイムの設定

8 万 DWT の船に対して、3 分/回以内で荷役を行う。このため、横行および巻上下のスピードを既設の鋼材荷役用岸壁クレーンに比べ格段にアップさせた。

2.2.5 効率化対策

少ない人員で船積荷役作業を効率良く、安全に行うことが出来るように吊具や管理システムを設計した。船積荷役組員数 (除く岸壁クレーンオペレータ) を 7 名から 4 名にすることを目標にした。

2.3 製品倉庫

岸壁の後背地に本岸壁で船積する輸出薄板鋼材を対象とする倉庫を設置した。厚板については比較的量が少ないのでミルエンドの置場から船積の際、直送するか、岸壁に仮置することで対処することとした。UOE パイプは本岸壁近くの置場から直送する。Fig. 1 に倉庫および岸壁の物流を示す。

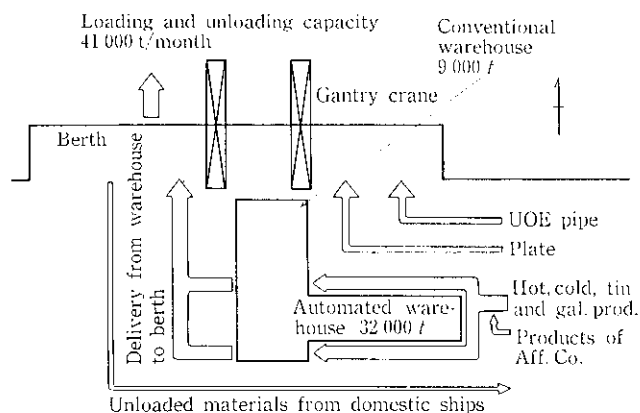


Fig. 1 Material handling flow at warehouse and berth

必要在庫能力は本岸壁対象仕向先の在庫実績などを分析し、最大 41,000 t、平均 31,000 t と推定した。なお、この製品倉庫には当社製品以外に関係会社製品も収納する。

2.3.1 薄板鋼材輸出倉庫の必要機能

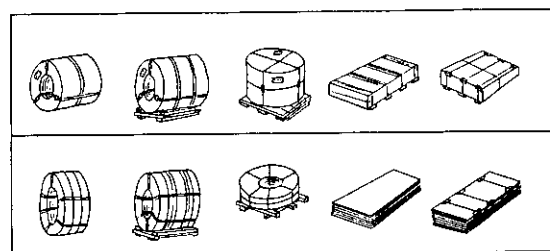
倉庫一般に要求されるものまで含め、次のような事項があげられる。

- (1) 経済的であること（建設費と運営維持費をトータルし、安い倉庫であることは当然である）
- (2) 労働生産性が良く、作業遂行上安全性が高いこと
- (3) 多様な品種、荷姿および重量の鋼材を効率良く取り扱うことができること（輸出は仕向先が製品をまとめるキーになっており、本倉庫の場合、様々な薄板系の鋼材を収納する必要がある）
- (4) 多段積が出来ない製品の増加に対し、置場効率を落さないで対処すること
- (5) 本船の積順要求に従って、製品を効率良く搬出できること（小ロット受注の増加や品質上から細かく船舶内の積付位置が指定されるケースが増えている）
- (6) 船積スピードに負けない搬出能力を有すること

2.3.2 倉庫種類の決定

製品倉庫として「スタッカークレーンを使用した立体自動倉庫」と「自主運転装置を搭載した天井クレーンを有する平積み倉庫」を併設することに決定した。立体自動倉庫に平積み倉庫を附設したのは以下の理由による。

- (1) 多様な荷姿があり、量も変動する輸出鋼材全てに対応する立体自動倉庫は建設費が大きく、不経済である（Fig. 2 に輸出鋼材の荷姿を示す）。
- (2) 立体自動倉庫に適合しにくい荷姿の鋼材がある。
- (3) 管理システムに荷姿情報などが事前に得られず、立体自動倉庫に入庫出来ないものがある。
- (4) 自動倉庫への搬入および搬出を行う荷役機器と平積み倉庫の荷役機器を同一天井クレーンに兼ねさせ配員増を少なくする。



a: Steel products carried into the automatic warehouse
b: Steel products carried into the conventional warehouse

Fig. 2 Schematic of typical export-steel-products

3 岸壁クレーン設備

基本計画を前提に保守、点検が容易に行えるように設計した。以下にその内容を述べる。本設備の全体図を Fig. 3 に示す。

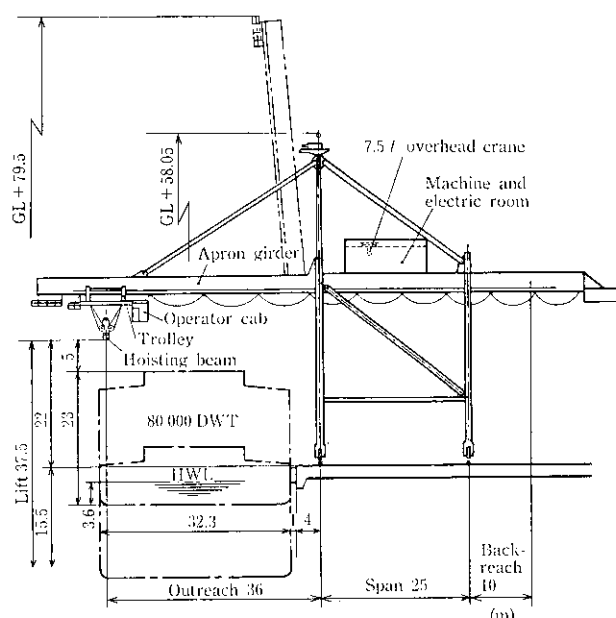


Fig. 3 General arrangement of loader

3.1 設備仕様

型式および基数：ロープトロリー式橋型クレーン 2 基

対象船型：80,000 DWT（最大）

定格荷重：50 t（吊ビーム下）

吊具：(1) コイルリフター（ダウンコイル用）2 個吊り（10 t まで 2 個吊り、これ以上 23 t まで 1 個吊り）、(2) シートリフター（シートおよびアップコイル用）12 t、(3) C フック（スリットコイル用）5 t、(4) リフティングマグネット（厚板用）18 t

主要寸法：スパン 25 m、揚程 37.5 m（走行レール上 22 m + 下 15.5 m）、アウトリーチ 36 m、バックリーチ 10 m、脚内側幅 22 m、クレーン間距離 30.9 m、走行レール 73 kg/m レール

受電電源：AC, 3 PH, 50 Hz, 3 300 V

給電方式：キャブタイヤケーブル巻取方式

速度および制御：巻上 30/60 m/min（サイリスタレオナード制御）、横行 120 m/min（サイリスタ一次電圧制御）、走行

20 m/min (サイリスター一次電圧制御), 起伏片道 7 min (サイリスターレオナード制御), (注記 (1) 起伏制御装置は巻上用と兼用, (2) 巻上速度 30 m/分時は 50 t 吊り, 60 m/分時は 30 t 吊り)

取扱量: 50 万 t/year

3.2 本機の特徴

3.2.1 高速運転化

8 万 DWT の船において 1 サイクルの時間を 3 分で運転できるように, 従来の同型クレーンにくらべ巻上下速度を 40 m/min から 60 m/min, 横行速度を 60 m/min から 120 m/min に大幅にアップさせている。この速度におけるサイクルパスを Fig. 4 に示す。

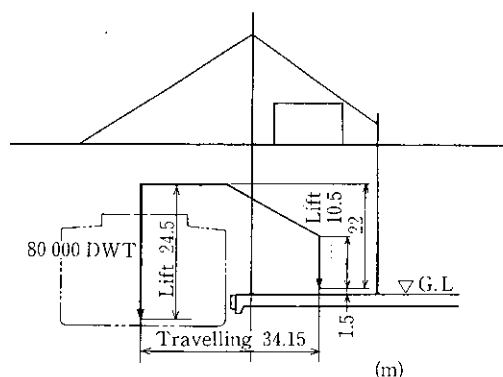


Fig. 4 Cycle pass

3.2.2 軽量化

従来の同型クレーンにくらべ, 自重を軽くするため下記の対策を実施して約 20% の軽減を図った。

- (1) 脚間部に水平部材, 斜材を入れた構造とした。
- (2) ガーダーの形状をプレートガーダー構造とした。
- (3) 横行レールゲージを小さく抑え, ガーダーの幅を狭くする構造とした。

3.2.3 吊荷振れ止め機構の導入

高速運転にともない吊荷の振れ量が増大し, 運転に支障が出るので, これを防止し, かつクレーンの自主運転を達成させるために吊荷の振れ止め機構を導入した。この機構は横行停止で生じる吊荷の慣性振れを強制的に静止させる装置であって, 吊具を吊荷に合せる時の作業を容易にし吊具や吊荷の破損を防止し, サイクルタイムのロスを省くことを狙いとしている。

振れ止め効果は, 下記の条件を満たすものとしている。

荷 重: 23 t コイル吊時および無負荷時

高 さ: 陸側レール面上 5 m

速 度: 横行全速で横行中にハンドルを 0 ノッチにする

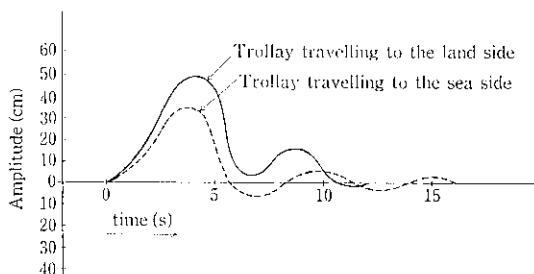


Fig. 5 Result of the sway damping test

振れ幅: 5 秒後最初に生ずる山と谷の幅が 50 cm 以内

10 秒後最初に生ずる山と谷の幅が 10 cm 以内

10 秒以後は減衰して振れ幅は増大しないこと

実機における効果を測定した結果を Fig. 5 に示す。図に示すように条件を満たす結果が出た。

3.2.4 電動吊具の自動着脱機構

多品種の鋼材を取扱うため前項で述べたように 4 種類の電動吊具を使用するが, この交換を運転室からの操作によってワンマンで短時間に容易にする機構を開発・採用し, 荷役作業の要員省力や効率向上, 安全性の向上に効果を上げている。

3.2.5 安全対策

- (1) 各電動吊具の定格荷重を荷重計によって監視して過荷重防止を行っている。
- (2) リフティングマグネット用として無停電装置を備え, 停電時の巻上運転の他に横行運転が出来るようにして, 厚板の落下損傷の防止を図った。
- (3) 主トロリーがどの横行位置で停止しても運転士は安全に脱出できるようにした。
- (4) 吊ビーム傾転機構によって, 電動吊具の長手方向の傾動が出来るようにした。車両または本船の傾斜に合わせて鋼材を取り扱うことが可能で, 製品事故を防止する。
- (5) 本船マストとの衝突を防止する設備を設け, 運転室に警報を発するようにして事故の防止を図った。

3.2.6 自主運転方式の導入

クレーン運転は, 管制室からの光伝送による作業命令情報によって, 合図作業員なしの自主運転方式で, 荷役作業を実施出来るようにした。また荷役作業に関する実績管理も運転士の入力によって出来るようにした。

3.3 現地据付工事

近年, 岸壁クレーンの組立および据付工事は, 海上クレーンの大

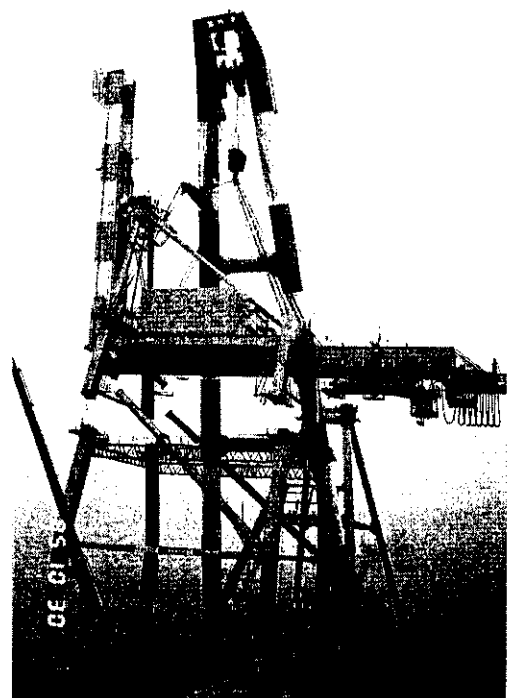


Photo 2 Fabrication of gantry crane's upper block

型化にともなって、工場で大型ブロックを製作し、現地で海上クレーンを使用して据付ける工法が取られるようになってきた。本機も台船に工場で組立てられた上部ブロックおよび下部ブロックを乗せて輸送し、新設岸壁にて大型の海上クレーンによって短期間に組立・据付を行い完成させた。据付状況を **Photo 2** に示す。

この工法を採用した理由は次による。

- (1) 工場組立方式により各装置の試運転、組立精度の向上などの品質管理が十分に行える。
- (2) 据付工事期間を短縮することで、長期に渡る高所作業を回避でき、安全性が向上する。

4 倉庫設備

倉庫のレイアウトを **Fig. 6** に示す。倉庫は平積部と立体自動倉庫があり、後者ではスタックークレーンと移載台車および鋼材を乗せるパレットで構成し、効率的な運用が可能な配置を計画した。パレットの運用については固定番地方式で、ラック内におけるはい替えは原則として行わない。以下設備仕様、倉庫レイアウト、ラック間口寸法、パレット形状および工法などについて記述する。

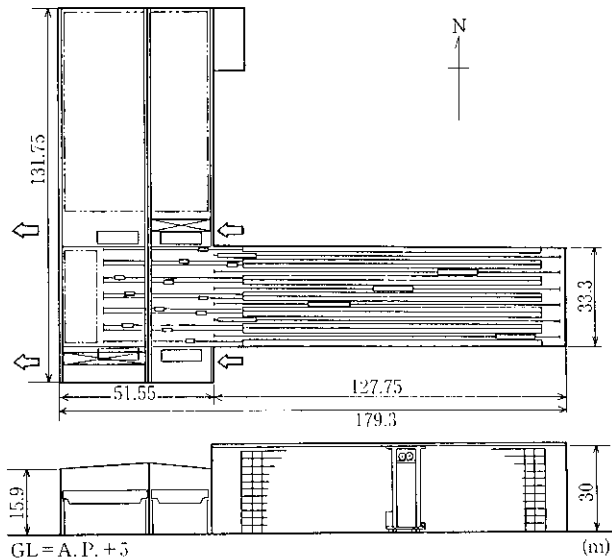


Fig. 6 Layout of warehouse

4.1 設備仕様

4.1.1 対象製品

Fig. 2 に示すような多様な荷姿の輸出向薄板系鋼材を対象とし、これを専用のパレットに載せて保管する。

4.1.2 倉庫規模

- (1) ラック数 4 200 棚 (10 段×35 連×12 列)
- (2) ラック内保管能力 最大 32 000 t
- (3) 平積部保管能力 最大 9 000 t

4.1.3 設備機器仕様

(1) スタックークレーン

スタックークレーンの全体図を **Fig. 7** に示す。定格荷重が 13 t のロープ巻上式スタックークレーンを 6 基備えている。

主要寸法: 揚程 22.4 m, コラム間隔 6.6 m, フォークリーチ 1.8 m, 走行レール 73 kg/m レール (シングル)

受電電源: AC 3 PH, 50 Hz, 400 V

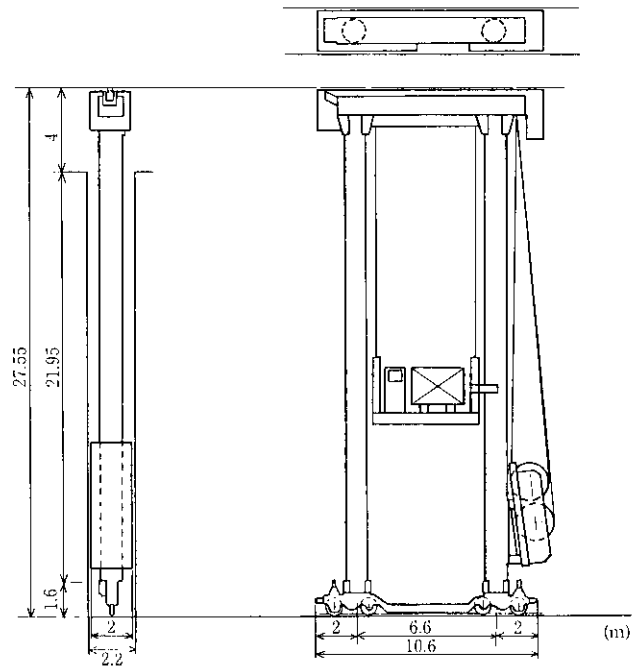


Fig. 7 General arrangement of stacker

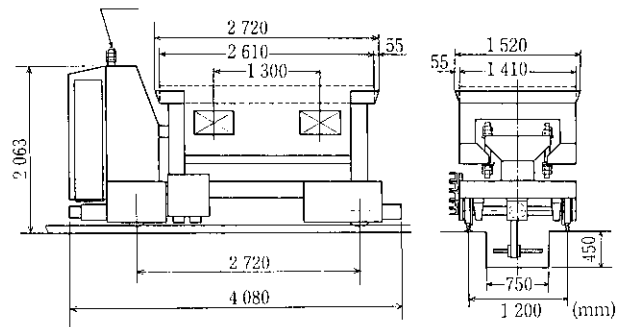


Fig. 8 General arrangement of transporter

給電方式: 剛体絶縁トロリー方式 (伝送含む)

速度および制御: 巻上 2/20 m/min (サイリスターインバーター), 走行 4/30/100 m/min (サイリスターインバーター), フォーク 10/30 m/min (ポールチェンジ)

(2) 移載台車

移載台車の全体図を **Fig. 8** に示す。定格荷重 13 t の自走式電動台車 12 台が使用される。

主要寸法: 全長 4 240 mm, 荷台高さ 1 600 mm, 走行レール 22 kg/m レール

速度および制御: 走行 6/60 m/min (ポールチェンジ)

(3) 天井クレーン

本機はクレーン運転士の自主運転を可能とするための多くの新しい技術とさらに立体自動倉庫部の荷捌用機器の機能を備えた特徴ある設備となっている。クレーンはマントロリー式 28 t 天井クレーン 1 基および移動運転室付き 25 t 天井クレーン 1 基の合計 2 基である。吊具はダウンコイル用コイルリフター (10 t まで 2 個吊り, これ以上 23 t まで 1 個吊り) および 12 t シートリフター (シートおよびアップコイル用) を備えている。

主要寸法: スパン 18 m (1 台) および 28.8 m (1 台), 揚程 8 m

給電方式: 剛体絶縁トロリー方式

速度および制御：巻上 15 m/min，横行 40 m/min，走行 120 m/min，いずれもサイリスター次電圧制御

4.1.4 スタッカークレーンと移載台車の特徴

- (1) 省エネルギー対策：巻上にカウンターウエイト方式を採用することにより，モーター容量の低減を図った。
- (2) 走行用上部ブレーキ取付による走行停止時の精度および安定性向上：クレーン上部にブレーキ装置を設けたことにより停止時のクレーン振れを最小限に抑えるとともに短時間で減衰させた。
- (3) 昇降ガイドレール調整方式：昇降ゲージ用ガイドレールがクレーン走行方向に調整可能とし，据付時の精度向上を図った。
- (4) 走行車輪蛇行修正装置：車輪のフランジ部の摩耗を防止する目的で取付けた。
- (5) 移載台車自動調芯機構：スタッカークレーンと移載台車のパレット受け渡し時の停止精度（走行，フォーク方向）の誤差累積を防止する目的で台車側に調芯機構を採用した。

4.1.5 天井クレーンの特徴

- (1) 位置検出機能：誘導無線方式の採用により横行，走行の位置を常に 10 cm 単位で認識し，また巻上はシンクロ発信装置によって常に 1 cm 単位で高さ位置を認識している。これらの機能によって自主運転時の製品番地管理を達成させている。
- (2) 電動吊具の自動着脱機構：岸壁クレーンと同様に倉庫内クレーンおよび電動吊具にこの機構を採用した。本機構は岸壁用および倉庫用共に全て同一寸法に製作し，電動吊具の共用化を図った。
- (3) 電動吊具：本機は電動吊具による合図作業員なしの自主運転操業が行えるように工夫がなされ，特徴あるものとなっている。
 - (a) コイルの 2 個吊時の吊間隔を通常 1 300 mm にセットする。これはパレット上のコイル間隔，岸壁出し車輛の荷台のコイル置間隔および岸壁クレーンの吊間隔を全て統一し，ハンドリング時のロスタイムを無くすように計画したものである。電動吊具側はこれに合わせて吊間隔が 1 300 mm で自動的に停止する機能を備えた。
 - (b) 爪開度自動設定—運転室まで来ている製品の幅寸法を情報として，運転士が，設定押釦を押すことによって電動吊具の爪が製品の幅寸法+300 mm に機上マイコン制御に基づき，作動する。
 - (c) シートリフター—形状と梱包仕様が全く異なる 2 種類のシートを扱えるように爪部を固定部と可動部に分立させ，運転室からの操作によって製品に応じて選択を行う。スズメッキシートは同時に 2 山分を吊上げることが可能で，かつ上部には荷崩れを防止する安全機構を備えた。
 - (d) 動作確認用警報ブザーおよびランプ—合図作業員なしの自主運転なので吊ビームおよび電動吊具には，運転士が動作確認可能のように検出器を備え，動作時に警報ブザーまたはランプと連動させた。

4.2 ラック

4.2.1 ラック間口

ラック間口については現状の輸出鋼材の荷姿，寸法および重量を分析し，決定した。6 t 以下のコイルを 2 個置，6~12 t コイルを 1 個置き，またスズメッキシートは 3~4 束/山×2 山置，他のシートは 3~4 束/山×1 山置として保管効率を高めた。Fig. 9 にラック間口を示す。

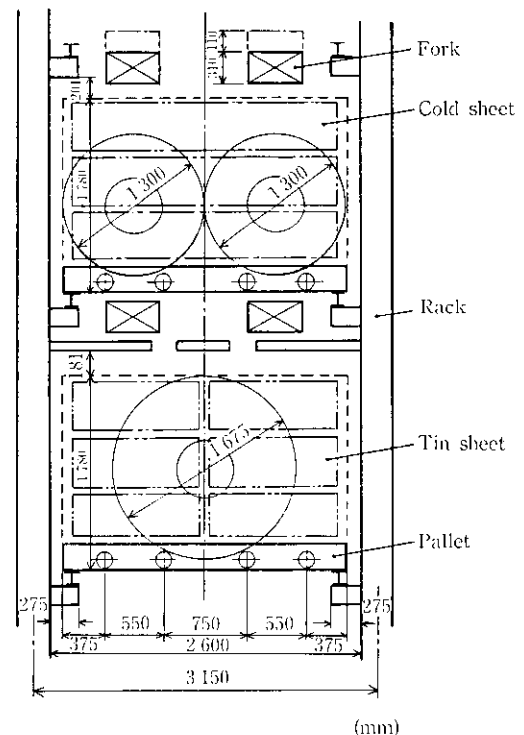


Fig. 9 Steel coils and steel sheets in the rack

Table 1 Precision of clearance (mm)

	Maximum clearance	Precision			Allowance
		Stacker	Rack	Pallet stopper	
Travelling direction alignment	116	±68	±30		18
Hoisting direction alignment					
upper position of fork	110	±51	±15	+30	14
lower position of fork	70	±27	±15		35
Forking direction alignment					
front	100	65	(30)		35
after	125	85	(30)		40

基本ラックセル： 1 780 mmH×1 400 mmW×2 600 mmL

2 個置きダウンコイル： 1 300 mmφ×1 270 mmW，6 t max

シート類： 1 270 mmW×2 400 mmL

収納できない大型コイル，長尺シートについては平積部を有効に活用する。

4.2.2 ラック寸法精度

ラックの寸法精度を決める要因は多様であるが，本設備においては，ラック側の製作精度，立て方精度，走行レールの据付精度，スタッカークレーン側の製作精度，据付精度および巻上，走行，フォーク動作における停止精度を主として考慮して計画した。対象が重量物であるので，一般的な軽量スタッカークレーンに比較して精度許容値の設定を若干大きくした。その値を Table 1 に示す。

4.3 パレット

パレットは Fig. 2 に示す対象鋼材を乗せるもので 3 種類とした。

ダウンコイル専用パレット： 2 400 枚

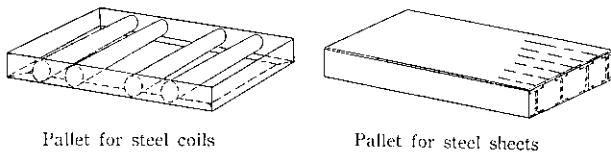


Fig. 10 Shape of pallets

ダウンコイル、シート兼用パレット: 900枚

シート（含むスキッド付コイル）専用パレット: 900枚

ダウンコイル以外は木製スキッド付でピッチなどが一定化していない。このためパレット全面に鋼板を敷いた。次に、荷姿の変動に対応するためダウンコイルとシート（含むスキッド付コイル）の兼用パレットを作った。

パレット形状の特徴は以下のとおりである。

- (1) ダウンコイル専用パレットは Fig. 10 に示すように、主メンバーは長方形の枠から構成されており、コイルの受けには鋼管を採用した。鋼管は加工が容易で、製作コスト低減のメリットが大きい。
- (2) ダウンコイルおよびシート兼用パレットの基本構成はダウンコイル専用パレットと同様で、下面に全面鋼板を敷いたものである。荷姿ごとの数量の変動にとまらぬ、ラック外で専用反転機で反転させて対応する。
- (3) シート専用パレットは Fig. 10 に示すような複数のH型钢を主メンバーとし上面に鋼板を敷いたものである。

4.4 スタッカークレーン現地据付工事

今回の工事においては、工程上、ラック倉庫の全長 1/3 完成時点

でスタッカークレーンの据付を開始した (Photo 3)。工法としては製作工場から分割で陸送し、倉庫建設現場で平組立を行い、大型クローラークレーンで引き起し、倉庫のラック内へ挿入する方式とした。1基につき1.5日のペースで、平組立からラック内搬入までを行うことが出来た。その後、建築工事と平行してラック内でスタッカークレーンのロープ掛け、電装品取付けおよび単体試運転を行い、建家完成時に全域走行テストを開始し、工期短縮化を図ることが出来た。

4.5 荷捌場における安全対策

天井クレーンは立体自動倉庫への鋼材入出庫を行うために電動台車上のパレットへ荷を降ろすか、あるいは吊り上げる作業を行う必要がある。この電動台車は12台あり、かつ別の制御系によって自動運転されている。荷捌ゾーンにおける天井クレーンと電動台車の間の事故防止のために次の安全施策を講じた。

4.5.1 天井クレーン側の安全施策

- (1) 巻上高さ 3.5m 以下では荷捌ゾーンへ入れない—荷捌ゾーンを高さ 3.5m の安全柵で囲み、巻上高さ 3.5m 以下で荷捌ゾーンに接近した時クレーン運転士にアラームを出す。そのまま荷捌ゾーンに入ると天井クレーンは自動的に停止する。
- (2) 荷捌ゾーン内の特定場所以外では巻上高さ 3.5m 以下では巻上以外は動かない—電動台車上の走行方向に幅 400mm のゾーンだけでは巻上高さ 3.5m 以下での巻下、横行、走行が出来る。しかし操作によってこのゾーンを外れた時は天井クレーンが自動停止する。なお、これらのインターロックゾーン内では巻上は全て可能とした。
- (3) 自主運転時天井クレーンは命令されている電動台車以外の電

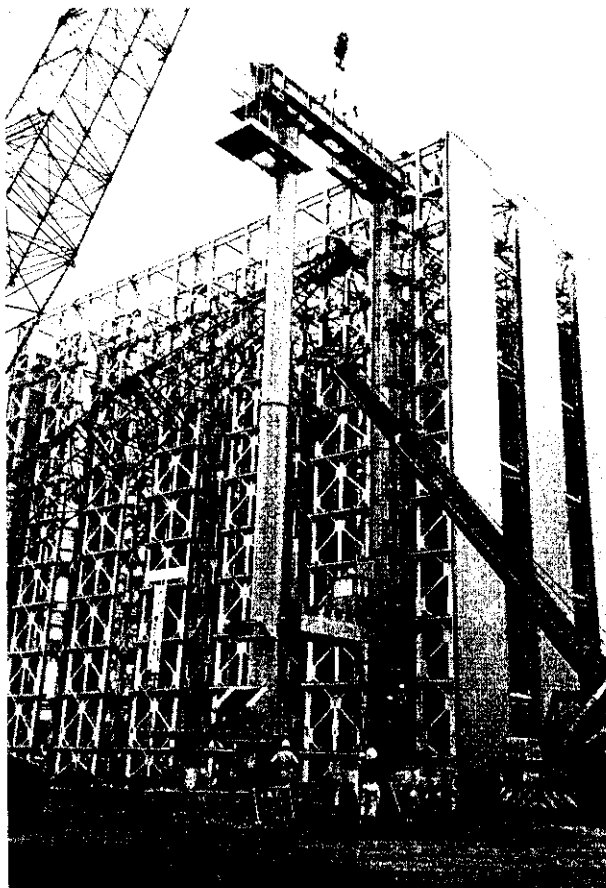


Photo 3 Installation work of stacker

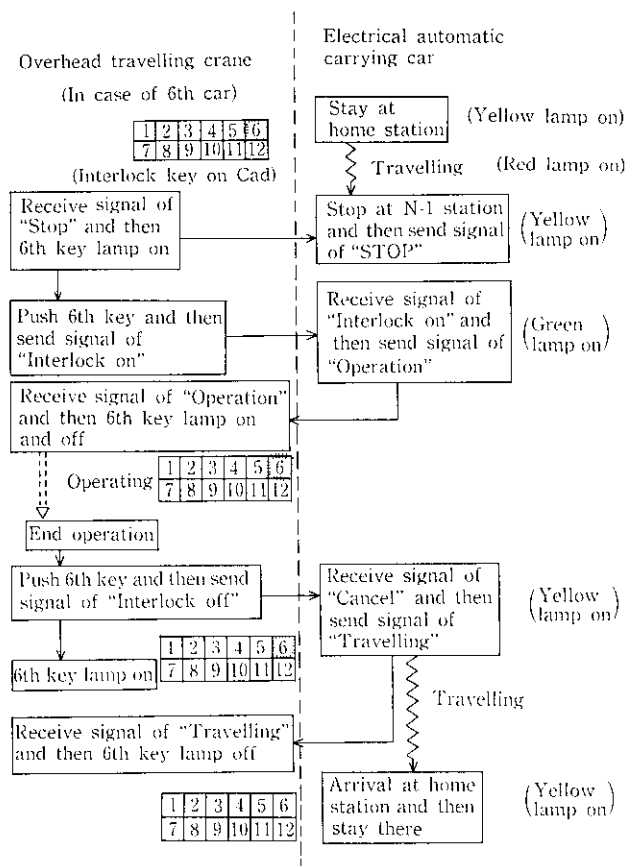


Fig. 11 Flow of controlling automatic carrying car

動台車と作業すると自動停止する一クレーン自動停止した時はアラームを出し警告する。このゾーンの認識は誘導無線による位置検出機能に基づき行い機上マイコンによって制御させている。

- (4) 電動台車をインターロックする一運転室に備えたインターロックキーを操作することによって電動台車を一時的に制御して安全に製品の積み降し作業を行い、作業完了後さらにその釦を押して制御を解放する。Fig. 11 に天井クレーンと電動台車の制御フローを示す。

4.5.2 電動台車側の安全施策

- (1) 指定されたステーションに停止した台車は天井クレーンからの「インターロック解除」指令を受けないと走行できない。
- (2) 台車上に表示灯（赤 走行中、黄 停止中、緑 インターロック “ON” 作業可）を設置して電動台車の状態が分かるようにした。

5 結 言

千葉製鉄所西工場北岸に、多種多様な輸出鋼材を対象とした大型岸壁と倉庫およびこれに附属する荷役設備を建設した。この概要は以下の通りである。

- (1) 岸壁は 80 000 DWT の大型船が接岸できる棧橋方式とし浚渫量を少なくした。また将来の延長を配慮した岸壁強度とした。
- (2) 岸壁クレーンは多数個吊りや重量物荷役を考慮して、定格荷重を 50 t とした。軽量化および高速化を図るとともに振れ止め機構を採用した。また自主運転システム、吊具および吊具の着脱機構を開発した。
- (3) 製品倉庫は立体自動倉庫とすることで人員の削減を図ると

もに、多段積みを嫌う高級製品に対しても置場効率を落さないで対処できるようにした。このため立体自動倉庫内ではパレットを用いることにより異なる荷姿、形状（コイルとシート）の製品の収納を図った。立体自動倉庫への収納に適さない重量、形状の製品は平積み倉庫を使うことで船積み能率の向上を図った。

- (4) パレットのハンドリングはスタッカークレーンおよび移載台車を用いておりコンピュータ制御により自動運転される。スタッカークレーンは停止精度を向上し、サイクルタイムの短縮を図った。また移載台車にはパレットの位置ズレ累積防止機構を設けた。
- (5) 天井クレーンの定格荷重は 28 t と 25 t で位置検出機能を設けたほか、吊具および吊具の着脱機構を開発導入した。また作業指示および実績収集は機上端末装置により行うとともに、安全対策についても配慮し拡充を図った。
- (6) コンピュータシステムは、出荷業務全般を処理するホストコンピュータと西工場製品倉庫に設置されたプロセスコンピュータとからなるサテライト型のシステムとした。

今回、建設した設備は当所の物流設備およびシステムの一部を構成しているにすぎない。物流領域のリフレッシュは緒についたばかりである。今後、物流領域を経済的に改革してゆくためには設備、システムなどを現実的視点より開発することが一層必要である。また、これらは世の中の変化に柔軟に対応できるものでなければならない。本稿の立体自動倉庫や荷役設備が鋼材物流合理化のひとつの道筋を示すものとして役立てていただければ幸いである。

おわりに建設にあたり、多くの助言と御支援をいただいた川鉄鉄構工業株式会社、石川島播磨重工業株式会社をはじめ多くの建設会社、製作会社各位にお礼を申しあげる。

参 考 文 献

- 1) 剣持 徹, 木村 保, 奥村一郎: 川崎製鉄技報, 18 (1986) 4, 355
- 2) 武元弘之, 橋本順次, 小泉秀夫, 一ノ瀬満郎: 川崎製鉄技報, 18 (1986) 4, 361
- 3) 高橋 暁, 田中春之, 市原 勲, 田原博信, 阿部俊男, 長谷川信男: 川崎製鉄技報, 18 (1986) 4, 366