

# 厚板出荷岸壁クレーンオペガイ化による労働生産性向上

## Improved Labor Productivity by Operator Guidance System at Plate Shipment Crane

神谷 陽介 KAMIYA Yousuke JFE スチール 東日本製鉄所 工務部 生産管理技術室 主任部員 (副課長)  
塚原 睦 TSUKAHARA Mutsumi JFE スチール 東日本製鉄所 工務部 生産管理技術室 主任部員 (係長)  
野村 光一 NOMURA Koichi JFE スチール 東日本製鉄所 工務部 生産管理技術室 主任部員 (課長)

### 要旨

東日本製鉄所 (京浜地区) では 2022 年 3 月末までに、厚板海上出荷用のすべてのリフティングマグネットクレーンにクレーンオペレータガイダンスシステム (以下、オペガイシステム) を導入した。これは地上荷役要員の作業をカメラ、ロードセル、システムに置き換えることによる省力化を目的としたものである。既存の倉庫系物流オペガイシステムとは異なる本技術について紹介する。

### Abstract:

In March 2022, the operator guidance system has been installed in all magnet handling cranes for shipment for plates at the East Japan Works (Keihin). This system with a camera and load cell improves labor productivity by replacing the work of a ground handling worker. This paper introduces some of the technologies different from the existing operator guidance system for warehouse logistics.

## 1. はじめに

労働負荷低減および誤操作防止のために、物流系にはクレーンオペガイシステムが導入されている。その代表的なものには薄板等の倉庫クレーンオペガイシステムである。JFE スチール東日本製鉄所 (京浜地区) では倉庫クレーンオペガイシステムをさらに発展させた沿岸用厚板出荷クレーンオペガイシステムを開発し、表 1 に示すように 2012 年 10 月より順次導入を進め、2022 年度末、厚板出荷用橋形クレーン全 5 基に導入が完了した。これを機に本稿では厚板出荷岸壁クレーンのオペガイシステムについて紹介する。

## 2. 開発の背景

### 2.1 クレーンオペガイシステム

図 1 に京浜地区の薄板・厚板の海上出荷材の物流フローを示す。各工場のミルエンドを払い出された薄板製品は、横持の物流倉庫を經由し沿岸の岸壁クレーンで出荷する。この場合は横持倉庫および沿岸の岸壁クレーンで 1 品ごとにハンドリングする。地上要員の省力化を目的として、横持倉庫には倉庫オペガイシステムを一部導入している<sup>1)</sup>。倉庫クレーンオペガイシステムとは、コンピューターシステムと連携された操作端末から、倉庫天井クレーンのオペレータに対して従来地上要員が行っていた「何を・どこから・どこ

まで」搬送すべきかを、システムで提示することである。地上要員の省力化だけでなく、搬送物のトラッキングもできるので、品質保証レベルの向上にもつながる。

図 2 に薄板倉庫オペガイシステムの特徴を示す。その特徴は以下である。

- ①搬送先の明示とトラッキングを担う座標管理システム
- ②クレーン機上のオペレータが把握するクレーン機上の端末

これらは 1 品ごとのハンドリングを前提としている。クレーン機上の端末とビジコンとの通信には無線通信のものも

表 1 出荷クレーンオペガイシステム導入履歴

Table 1 Introduction history of operator guidance system for shipment

Month/Year	History
October/2012	This system was installed in two domestic shipping cranes.
January/2014	This system was introduced in conjunction with the installation of one new crane for export shipment.
March/2016	For steel plates that are difficult to attract with magnets, we applied the theory of constraint on the number of plates suspended by cranes.
January/2021	This system was introduced for one crane for export shipment.
March/2022	This system was introduced in conjunction with the renewal of one shipping crane for aging.

2022 年 9 月末現在、厚板出荷クレーン全 5 基に導入済

2022 年 10 月 13 日受付

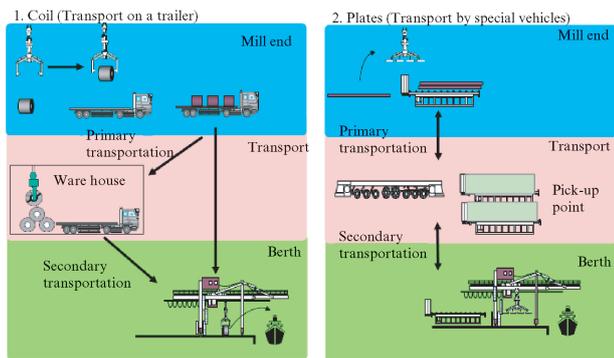


図1 東日本製鉄所（京浜地区）所内出荷フロー（薄板・厚板）  
Fig. 1 Product shipping flow of coils and plates at East Japan Works (Keihin)

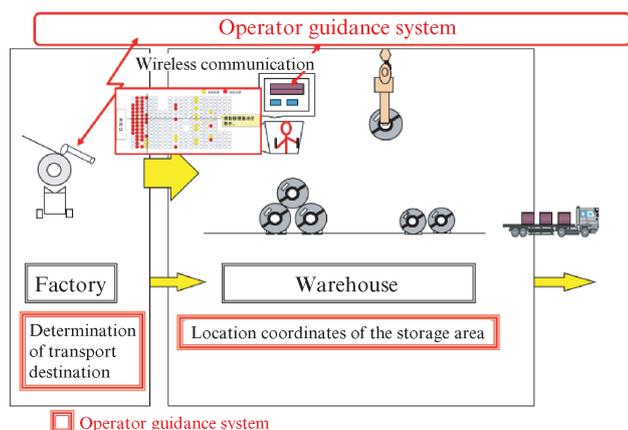


図2 薄板倉庫オペガイシステムの特徴

Fig. 2 Feature of operator guidance system for warehouse logistics

ある。これから述べる沿岸のクレーンオペガイシステムも、クレーン端末との通信は同様に無線通信が使われている。

## 2.2 厚板製品の出荷フローと荷役作業

写真1は厚板の構内物流で使用している特殊車両（キャリアパレット車）である。キャリアパレット車とはパレットと車両が分離可能な輸送手段である。パレットにはミルエンドで積み込まれた鋼板が数十枚積み上げられている。ミルエンドでパレット上に集荷した製品は直接沿岸に出荷せず、所定の場所に出荷対象船のロットごとに事前集荷される（図1参照）。これにより船への積込とミルエンドからの払い出しを分離できるため、沿岸での車両待ちによるロスタイムを減らし出荷能力を向上させる効果がある。

沿岸クレーンでの厚板ハンドリングの特徴は1品ごとのハンドリングである薄板とは異なり、主としてパレット上に積み込まれた鋼板を複数枚リフティングマグネット（以下、リフマグ）で吸着し、船内に積込むことである。そのため1回あたりの積込時の枚数判定（吊り枚数判定）および確認が重要になる。

図3に本技術導入前の沿岸作業配置図を示す。岸壁ク



写真1 厚板搬送用パレット積載の特殊車両

Photo 1 Special vehicle for stowing cargo pallets for plates

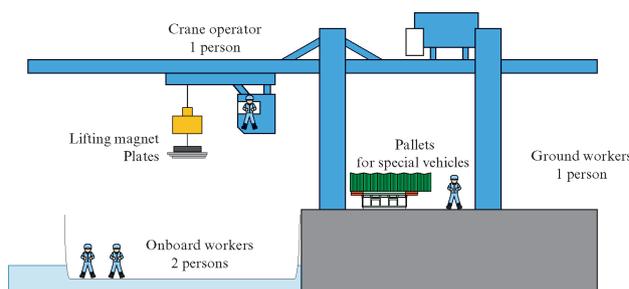


図3 オペガイシステム導入前の作業員配置

Fig. 3 Handling worker allocation before operator guidance system

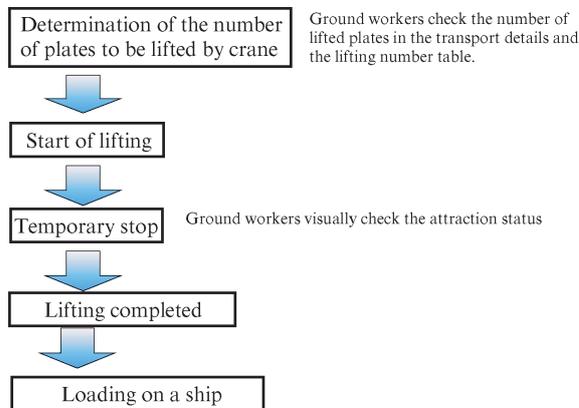


図4 荷役フロー

Fig. 4 Work flow of shipping operation

レーンによる厚板リフマグ荷役作業を、機上1名、岸壁1名、船内2名の計4名で行っていた。

図4に厚板国内向けの荷役作業のフローを示す。まず岸壁の地上要員は車両誘導の後、

- ①キャリアパレットの運転手より積荷明細を紙面で受領する。
- ②積荷明細の鋼板のサイズ・重量から1回の吊りで荷役可能な吊り枚数を確認・決定する。
- ③機上クレーンオペレータに吊り枚数を伝達する。機上クレーンオペレータは地上要員の合図により指示された枚数を吸着し地切をする。

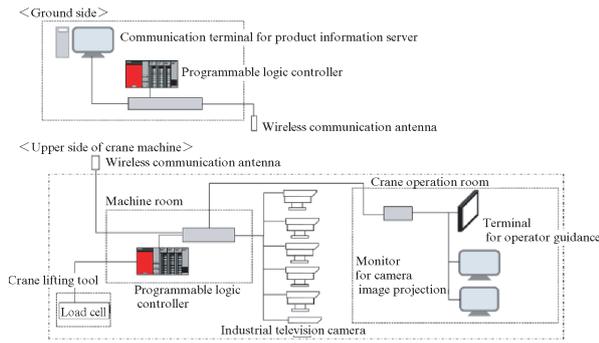


図5 厚板出荷クレーンオペガイシステムの機器構成  
Fig. 5 System configuration of operator guidance system

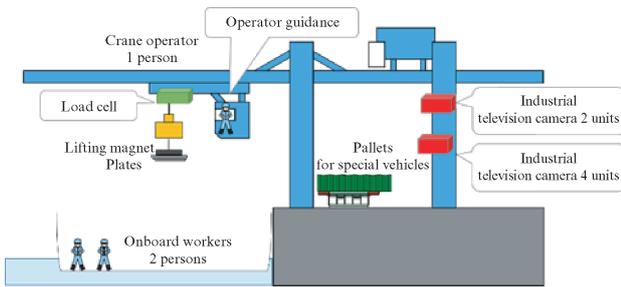


図6 オペガイシステム導入後の作業員配置  
Fig. 6 Handling worker allocation after operator guidance system

- ④地上要員が作業台等で吸着状況（鋼板の一部の剥離，鋼板間のエアギャップの有無）を目視で確認の上，機上クレーンオペレータに連絡する。
- ⑤機上クレーンオペレータは吊り上げを開始し，吊り上げ完了した時点で地上要員がパレット上最上段鋼板の現品マーキングと積荷明細を照合し，一致していることを確認し，機上クレーンオペレータへ連絡する。
- ⑥船内作業者は機上クレーンオペレータに船内の積込位置を指示し，機上クレーンオペレータは指示された所定の場所までクレーンを横行させ，積み下ろす。
- ⑦所定位置まで搬送後リフマグを解放し，積み付ける。

### 3. 厚板出荷クレーンオペガイシステムについて

図5に厚板出荷クレーンオペガイシステムの機器構成を示す。本システムはクレーン脚部に設置した6台のカメラ，ガイダンス内容を取り込むPLC（Programmable Logic Controller），吊荷の重量測定用のロードセル，クレーン端末より構成される。6台のカメラのうち，クレーン橋脚下部に設置された4台は鋼板とリフマグの吸着状態を確認するものである。残りの橋脚上部に設置した2台は現品情報が記載された現品マーキングを確認するカメラである。ロードセルについてはクレーンの巻き上げ装置系のシーブに設置し，ひと吊りあたりの吊り枚数を判断する実貫重量を計測し，ク

表2 システム導入前後作業変化

Table 2 Comparison table of works before and after introduction

Ground worker work items	Before	After
①: Understanding load line information	Paper load items	Operator guidance system
②: Determination of the number of plates for crane lifting operations	Human work	Operator guidance system
③: Confirmation of the status of attraction to the lifting magnet of the product	Visual confirmation	Industrial television camera (4 units for each unit)
④: Checking the number of lifted products	Visual confirmation	Load cell & operator guidance system
⑤: Check product information	Visual confirmation	Industrial television camera (2 units for each unit)



図7 ガイダンス端末画面

Fig. 7 Display of handling guidance

レーン機上機械室にあるPLCを介して無線で地上側のサーバーへ伝送され，処理される。運転室にあるガイダンス端末は無線アンテナを介して地上側のサーバーより車両積荷情報を取得し，表示する。

図6にオペガイシステム導入後の厚板製品海上出荷時の要員配置と機器配置を示す。オペガイシステム導入後は地上要員を省力化し，国内厚板出荷については3名で荷役作業可能とした。

表2にシステム導入前後の荷役作業の変化を示す。地上要員省力化に伴う作業の変更ポイントは次のとおりである。

- ①紙面の積荷明細はクレーン機上のオペガイ端末に表示し，機上クレーンオペレータが認識できるようにした。
- ②1回のハンドリングでの吊り枚数をクレーン端末へ表示するようにした。（図7）

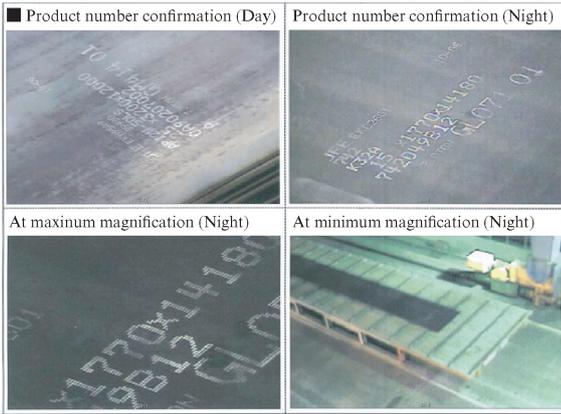


図8 板番確認カメラから見たパレット上の鋼板  
Fig. 8 Plate on cargo pallet from inspection camera

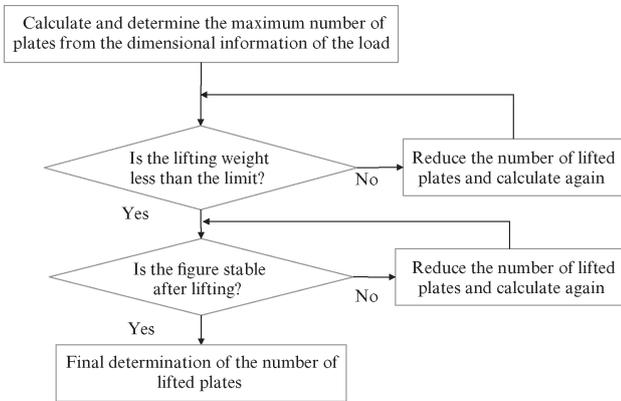


図9 鋼板吊り枚数決定ロジック  
Fig. 9 Decision flow of lifting number of plates

- ③鋼板の地切り後の吸着状況は、機上クレーンオペレータがクレーン橋脚下部に設置した4台のITVカメラで確認するように変更した。
- ④吸着した鋼板の枚数チェックは、機上クレーンオペレータが対象鋼板の積算計算重量に対し、ロードセルでの実貫値が許容範囲内に収まっていることで、確認することにした。
- ⑤パレット最上段鋼板のトラッキングチェックは、機上クレーンオペレータがクレーン端末に表示されたデータと橋脚上部に設置したITVカメラによる現品マーキングを照合すること（図8）で、確認することにした。

次項では本システムのポイントとなる上記②の吊り枚数決定ロジックおよび④の鋼板吊り枚数チェックロジックについて述べる。

## 4. 厚板出荷クレーンオペガイシステムのロジック

### 4.1 鋼板吊り枚数決定ロジック

鋼板吊り枚数決定ロジックを図9に示す。まずメーカー

Segmentation by product length	
4	3 3 3 ...
3	3 2 ...
2	2 ...
2	
1	
1	

The maximum number of lifting plates

図10 吊り枚数表  
Fig. 10 Handling table of magnet

より提示されたリフマグ性能上の吊り枚数表（図10）で、板厚・板幅・板長ごとに規定された最大吊り枚数を決定する。

次に、この吊り枚数を基準としてクレーンの定格荷重による制約、吊姿による制約を加味した上で最終的な吊り枚数を決定する。

吊姿による制約の一例を図11に示す。吊り枚数表の基準では3枚吊りであるが、リフマグ下1枚目と3枚目が2枚目に比べて長い場合、3枚目は剥離・落下する可能性が高いことが経験的にわかっているため、このケースでは最終的に2枚吊りとする。

オペガイシステム導入にあたって上記ロジックをすべてシステムへ取り込み、図7のクレーン端末画面に表示できるようにした。

### 4.2 鋼板吊り枚数チェックロジック

図12に鋼板吊り枚数チェックロジックを示す。吸着確認用カメラだけでは十分に実績吊り枚数がチェックできないため、予定吊り枚数と実績吊り枚数とのチェックは吊り上げ対象鋼板の積算計算重量と、ロードセルにより秤量した実貫重量を比較することで最終判断とした。実貫重量があらかじめ設定された許容範囲内に収まっている場合は「予定吊り枚数=実績吊り枚数」としてそのまま荷役継続する。

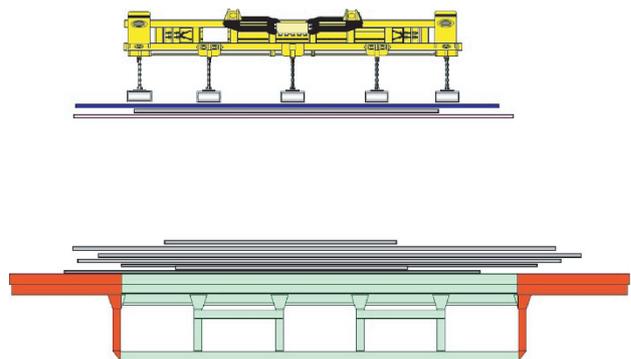


図11 吸着不安定な吊り条件  
Fig. 11 Abnormal lifting condition

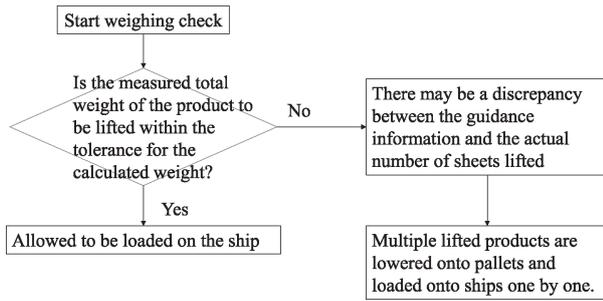


図 12 秤量チェックによる鋼板吊り枚数チェックロジック  
Fig. 12 Decision flow of weight check

一方、許容範囲内に収まらない場合は「予定吊り枚数≠実績吊り枚数」の可能性があり、それがパレット上現品とトラッキングデータの不整合に起因していることも否定できないため、当該吊りロットについては鋼板をパレット上に降ろ

し、1枚ごとハンドリングとし、品質保証上万全な作業フローを構築した。

## 5. おわりに

本稿では労働生産性向上を目的に東日本製鉄所京浜地区へ導入した厚板出荷クレーンオペガイシステムの概要を述べた。昨今の労働力不足を受け、物流業界ではさらなる労働生産性の向上が求められている。本技術をベースとしてDS、DXによる技術革新を進め、一層の労働生産性向上を達成したい。

### 参考文献

- 1) 坂本泰助, 小松誠一, 安本光治. 製品統合物流管理システム. 川崎製鉄技報. 1994, vol. 26, no. 4, p. 41-48.