

# 荷ぞろえから納入までのリードタイム短縮や 製品品質の向上に繋がる一貫大ロットユニット輸送技術

## Transportation System Technology in a Large Lot Unit from the Mill to the Distribution Center, Leading to Short Lead Time from Cargo Readiness to Delivery and Cargo Quality Improvement

近藤 恵弘 KONDO Yoshihiro JFE スチール 物流総括部物流企画室 主任部員 (課長)  
難波 真二 NANBA Shinji JFE スチール 西日本製鉄所 工部部生産管理技術室 主任部員 (副課長)  
小原 敏之 KOHARA Toshiyuki JFE スチール 物流総括部物流企画室 主任部員 (課長)

### 要旨

従来の内航輸送に代替する手段として、工場から基地までパレット単位のハンドリングによる一貫大ロットユニット輸送技術を確立した。それにより、輸送ロットの大型化、荷ぞろえから納入までのリードタイム短縮、製品品質の向上を達成した。

### Abstract:

JFE Steel established a transportation system technology in a unified large lot unit by handling each pallet from the mill to the distribution center as a means of sea transport instead of previous coastal sea transport. As a result, the transportation by larger lots and the reduction of lead time from the cargo readiness to delivery of the cargo and the improvement of the cargo quality have been achieved.

## 1. はじめに

製品輸送を取り巻く環境は、従来からの安定輸送のニーズはもちろん、ジャストインタイムを目的にした小ロット・短工期輸送など、多様なニーズが混在する。JFE スチールのように製造拠点が限られ、しかも全国にお客様を持つ場合には、主要な場所に拠点（以下、基地）を設けて大量に輸送し、その基地からは個別にお客様のニーズに合わせて納入する形態が主流である。これまで物流部門は、工場～海上～基地まで、一貫した、パレットによる大ロットユニット輸送方式を導入し、物流を改革してきた。

本稿では、この新物流プロセスの概要と導入状況について紹介する。

## 2. 一貫大ロットユニット輸送の概要

### 2.1 一貫大ロットユニット輸送のコンセプト

#### 2.1.1 これまでの物流課題

一貫大ロットユニット輸送とは、工場から基地までの範囲を、大きな輸送ロットで、ある単位（ユニット）でもって、

一貫して輸送することと定義し、これを導入することで存在していた課題と周辺課題も含め、同時に解決してきた。

これまでの輸送における課題はいくつかあげられる。工場地区内では、荷役作業がクレーン1ハンドリング単位となることによる荷役ロットの小ささがあった。また品種別向先別の船出荷による荷ぞろえから出荷までのリードタイムの長さがあり、さらには天候影響などによる荷役待ち時間の発生や船の到着時間のズレなどによるバースの重船など計画的・安定的輸送を阻害する事象が起っていた。基地までの内航輸送では、輸送ロットの大型化が船のハード制約で頭打ち状態であった。基地においては、顧客近接への小規模基地の散在、小口・多頻度の基地内輸送・仕分け作業・納入作業があった。そこで、それらを改善する方法として以下に述べる一貫大ロットユニット輸送方式を導入した。

#### 2.1.2 一貫大ロットユニット輸送の特徴

一貫大ロットユニット輸送方式の導入にあたり、ハードとしては大型船と大型特殊車両を導入し、船の輸送ロットの大型化と沿岸での荷役ロットの大型化を図った。一方、荷という面では、荷ぞろえから出荷までのリードタイムが、従来の品種別向先別の出荷という輸送方式のままでは、船の大型化にともない、大幅に長くなってしまふ。そこで、パレットを活用することで、船の品種合い積み、多港積み可

能にし、リードタイムの短縮を図った。また船の荷においては、基地集約や品種合い積み・多港積み・多港揚げを組み合わせることでロットの大型化を図り、さらに輸送対象量の拡大も行った。

以下、一貫大ロットユニット輸送の特徴を具体的に示す。

- (1) 船の輸送は、大型船の導入により大ロット化と品種合い積みを可能とし、さらに小規模な基地を集約して製鉄所内を中心に基地をつくり、また品種合い積み・多港積み・多港揚げも合わせ、瀬戸内および沿海の幹線ルートを大動脈化し、大量輸送を行った。
- (2) 船への荷役は、特殊車両（キャリアパレット車）と導入した RORO 荷役仕様の大型船により、岸壁クレーンを使わない RORO 荷役が可能となり、荷役ロットの大型化を行った。
- (3) これまでは沿岸の荷役効率を考慮し、内航船へは 1 品種のみ積載を行っていた。それに対し、当輸送方式は、RORO 荷役も船内保管もパレットであり、パレットのさまざまな品種が積載可能な利点を活かし、100t 程度の小ロット輸送および品種合い積み輸送を可能にし、物流チャンスフリーを実現した。さらに船は定期便で運航しているので、製品の作り込みを生産基軸から船基軸へ移すことで、荷ざろえから納入までのリードタイムが大幅に短縮した。また、従来、船出荷するために、製品は工場ミルエンド倉庫 (M/E) からいったん岸壁背面の倉庫に輸送・保管していたが、工場 M/E にて船に合わせた向先別製品のパレット積み込みを行うことで、ダイレクト出荷（岸壁背面の倉庫を通過しない出荷）を行えるようになり、リードタイムが短縮した。さらに、基地の 24 時間体制により夜間荷役待ち時間がなくなり、船待ち時間がなくなった。
- (4) 従来、一部は全天候バースを導入して雨天荷役を行っていたが、RORO 荷役するパレットに幌を搭載し、船自体にもオーニングをすることで、全基地での雨天荷役を実現し、雨天による荷役中断を回避でき、天候という予想難な事象が排除され、計画的な配船が可能となった。
- (5) 工場 M/E および倉庫で積み込んだ状態のまま基地の倉庫まで輸送するので、製品のハンドリング回数を大幅に削減することができ、製品の品質向上や作業の安全性が飛躍的に向上することができた。
- (6) 今回、ユニット輸送（複数の荷物をひとまとめでして、一つの貨物として扱う）を実現した。なお、これはパレット単位の出荷指示と揚地までの 1 品単位のトラックングを系統的にサポートすることで成立している。
- (7) 品種・量・タイミングの変化や工場配分の変化などのフレキシブルな生産体制に柔軟に対応することができ、物流資源の全社最適配分を行った。
- (8) 岸壁出荷能力を大幅に向上させることで余力となった

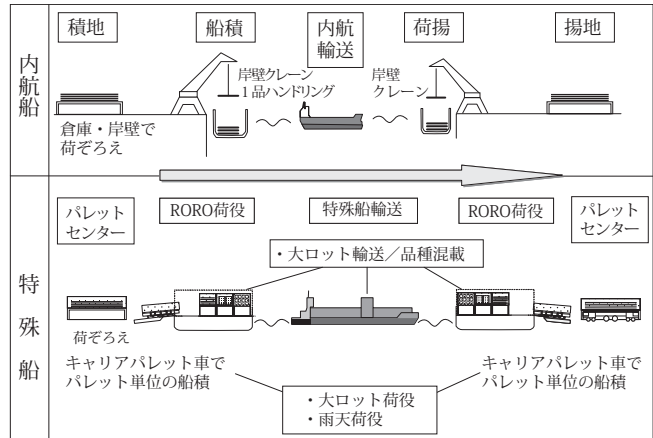


図1 内航船と特殊船の比較概念図

Fig. 1 Comparison between conventional ship and special ship

国内バースクレーンの輸出への転用や余力となった国内バースを活用し、輸出向けを出荷するなど、輸出出荷能力増強を含め総合的な出荷体制を確立した。

内航船と特殊船の比較概念図を図1に示す。

## 2.2 設備概要

### 2.2.1 ハード対応

ユニット輸送用の特殊船としては、1991年以降に導入した、パレットをキャリアパレット車にて船内中央部に積み付け、船内の移載機にてパレットを移動し、船の奥から順番に積み付けていくタイプA（写真1, 2）と、1995年以降に導入した、パレットをキャリアパレット車自身が船内の指定場所まで自走して積み付けていくタイプB（写真3, 4）がある。どちらもクレーンではなくキャリアパレット車にて荷役を行っている。

以降はタイプBの設備を主体に運航実態の詳細を述べる。

タイプBは大きく分けて西日本製鉄所（所内基地含む）と関西地区（関西基地）を往復する瀬戸内船と、西日本製鉄所（所内基地含む）～中京地区（知多製造所（所内基地含む）、中京基地）～東日本製鉄所・関東基地を往復する沿海船の2つがある（図2）。

荷役には港の潮位差が大きく影響を及ぼすので潮位調整機能を持たせる必要がある。たとえば瀬戸内海にある岡山県水島港は年間潮位差が $3270\text{ mm} - 530\text{ mm} = 2740\text{ mm}$ ある。これに対応して、瀬戸内船では、船側に昇降設備をもった斜路方式を採用している（図3）。

沿海船は船体強度を保つために船内をフラットデッキ化し、潮位変動対応としては各地へ図4に示すような陸側昇降設備（リフター）を導入している。

船の特徴としては、キャリアパレット車が乗り降りするためのランプウェイを中央部に有した広大なフラットデッキ面を持ち、その中央部のスペースを利用してキャリアパレット車が回転し、船の進行方向に沿って順序良くパレットを積み付けていく（図5）。キャリアパレット車は横行、走行、



写真1 移載機にて船内にパレットを積み付けするタイプの特殊船

Photo 1 Special ship which can stow cargo pallets in the ship hold by using a mobile loading machine



写真4 特殊車両にて船内にパレットを積み付けするタイプの特殊船の荷役

Photo 4 Loading operation for a special ship which can stow cargo pallets in the ship hold by using a special vehicle



写真2 移載機にて船内にパレットを積み付けするタイプの特殊船の荷役

Photo 2 Loading operation for a special ship which can stow cargo pallets in the ship hold by using a mobile loading machine

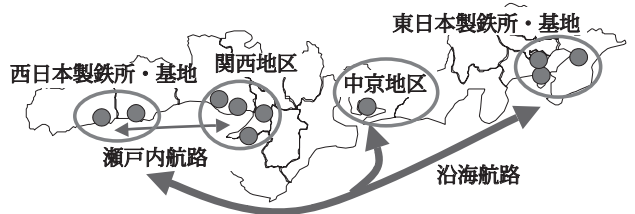


図2 航路

Fig. 2 Sea route

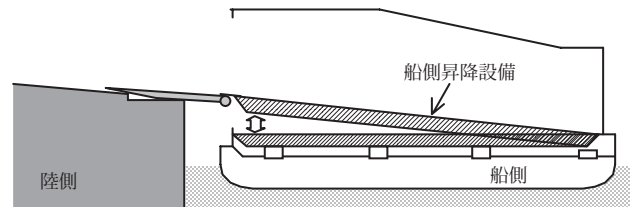


図3 船内昇降設備

Fig. 3 Hold ladder



写真3 特殊車両にて船内にパレットを積み付けするタイプの特殊船

Photo 3 Special ship which can stow cargo pallets in the ship hold by using a special vehicle

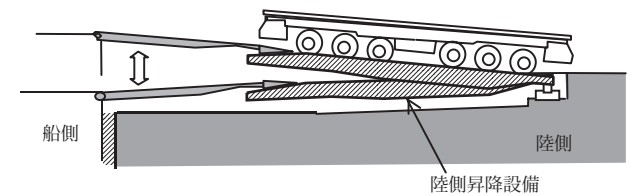


図4 陸側昇降設備

Fig. 4 Accommodation ladder

スピナーが可能な油圧式の車両を導入している。

キャリアパレット車は各地に計16台配置し、パレットは約1200台で運用している。また着岸と同時に最短時間で荷役を行えるように、各地ともバース近傍に集荷パレットを仮置きするパレット集荷場（パレットセンター）を配置している。上記船内レイアウトにより作業負荷が最小となる向先混載と往復輸送が可能となっている。

なお、パレットは各品種固有の型式のほか、薄板、厚板、形鋼、棒鋼・線材、鋼片、スラブ、鋼管など全品種に対応可能な写真5に示す汎用パレットを導入している。

### 2.2.2 運用/ソフト対応

特殊船の月間運航計画は、全社単位の品種別向先別輸送対象量を元に「LP（リニャプログラミング）」によって月間

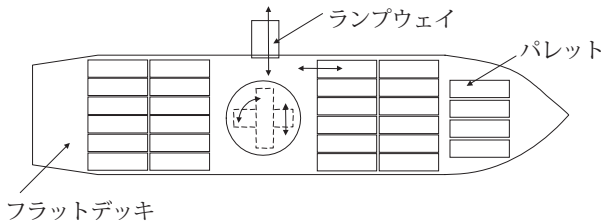


図5 積み付けイメージ

Fig. 5 Stowage image



写真5 汎用パレット

Photo 5 All-purpose pallet

ルート別航海数＝輸送可能量を計画する。週間運航計画を作成する際には、各地の既存出荷システムとインターフェースしている「全社パレット管理システム」からリアルに実、空などのパレット状況を把握し、出荷財源と照らしながら計画を立てる。日間の出荷指示は、入港に合わせてパレットごとの出荷指示を行い、(1) 積荷 (2) パレット (3) 船の3つを最終紐付けし、基地へ事前情報を送る。同時に、船積計画支援システム（ストウェージシステム）で計算した船の傾き（トリム角，ヒール角）を元に (1) 航海可能な船体バランスの確保 (2) 荷役時の船内配替が最小となる向先別パレット配置などを考慮した船上へのパレット積み付け位置の確定を行い、次港へ送付する。

### 2.3 特殊船導入状況

タイプ A は、1991 年より、西日本製鉄所福山から関東基地向けの製品輸送を開始した。以降、他の基地向けを順次取り込んでいった。また、2005 年からは、東日本製鉄所京浜から中京基地向けの製品輸送を開始した。

タイプ B は、1995 年より、西日本製鉄所倉敷から関西基地向けの製品輸送を開始した。以降、1996 年に東日本製鉄所千葉や知多製造所、2004 年に西日本製鉄所福山、2008 年に東日本製鉄所京浜の製品を取り込み、JFE スチールの製造工場すべてに寄航することになった。さらに、2010 年には関東基地向けも取り込んでいった（表1）。

現在、タイプ A は瀬戸内船 1 隻、沿海船 5 隻、タイプ B は瀬戸内船 2 隻、沿海船 4 隻で運航しており、順調に輸送中である。

JFE スチール全社の海上輸送のうちタイプ A およびタイプ B の占める割合は、それぞれ 12%、21% である。輸送品

表 1 特殊船導入履歴

Table 1 Introduction history of special ship

	タイプ A	タイプ B
1991 年	福山～関東基地	
1992 年	福山～中京基地	
1993 年	福山～関西基地	
1994 年		
1995 年		倉敷～関西基地
1996 年	福山～関東基地	倉敷～知多～千葉～ 関西基地
1997 年		
1998 年		
1999 年		倉敷～関西基地
2000 年		
2001 年		
2002 年		
2003 年	福山～中京基地	
2004 年		福山～千葉
2005 年	福山～関西基地 京浜～中京基地	福山～関西基地
2008 年		京浜～関西基地
2009 年		
2010 年	福山～中京基地	福山～関東基地

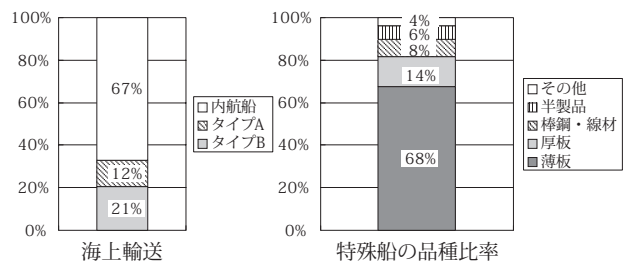


図 6 特殊船輸送比率

Fig. 6 Transportation ratio of special ship

種は、薄板 68% を中心に、厚板、棒鋼・線材、半製品、その他を輸送している（図 6）。

### 3. おわりに

本稿では、工場から基地までパレット単位のハンドリングによる一貫大ロットユニット輸送技術の概要と導入状況について紹介した。

#### (1) 新物流の概要

- ・大型特殊車両と大型船の導入により、大ロットの荷役と船輸送を可能にした。
- ・荷という面では、パレットにより小ロット出荷と船の多品種合い積みをも可能にし、基地集約、多港積みや多港揚げを組み合わせ、船輸送ロットの大型化を達成した。またリードタイムの短縮を実現した。

- ・ 製鉄所内への基地設置による 24 時間輸送体制化や RORO 荷役による雨天荷役化により、計画配船が可能となった。また、製品の作り込みが生産基軸から船基軸へ変更可能となった。
- ・ 製品のハンドリング回数削減により、製品品質や作業安全性が飛躍的に向上した。

(2) 特殊船の導入状況

1991 年から特殊船の輸送を開始し、順次、輸送量を拡大している。現在の輸送比率は、全体の約 3 割である。

今後の展開として、JFE スチールは、さらなるリードタイム短縮や製品品質向上を目指し、工場生産配分の変動や品

種別の総量変動に柔軟に対応し、他品種や他ルートへと拡大を図っていく。



近藤 恵弘



難波 真二



小原 敏之