

物流技術の変遷と今後の動向

Technologies for Improving in Physical Distribution and Their Future

須見良樹^{* (1)}
Yoshiki SUMI

抄 録

直近10年間にわたる物流改善技術を概観し、今後を展望した。この間、改善を押し進めてきた技術思想は構内一貫物流最適化、ユニット・ロード・システム、更には構内外一貫物流最適化と広がってきた。こうした思想の広がりの中で、全天候バースの設置や倉庫、流通基地の増強と合わせて、新しい技術の中で有効度を高めてきたのが、人工知能(AI)、移動体通信技術、無人搬送台車などである。この結果、一貫的な整流化は大幅に進展してきた。古くから鉄鋼業は輸送業といわれ、トランスポーション技術は進歩してきたが、今後は生産・販売・物流部門がこれまで以上に一体となって真のロジスティック技術を追求していかなければならない。

Abstract

Technologies for improving in physical distribution in the last ten years are outlined and their future are looked over in this paper. During the period, the technical concepts which have driven the improvements in physical distribution forward have been applied expandedly to the optimum integrated physical distribution inside the plant, to the unit load system, and further to the optimum integrated physical distribution inside and outside the plant. In expanding such new concepts, technologies which have been enhancing effectiveness are artificial intelligence, mobile communication device technology, unmanned carrying trucks and so, together with constructing all weather berths and stepping up in warehouses and distributing bases, which resultantly have widely developed the integrated rectification. The iron and steel industry is said to be a transportation business since old and it has made transport technologies progressed. However, for the future, the said industry should pursue genuine logistic technologies by incorporating its production, marketing and physical distribution in one much more than before.

1. 緒 言

今回、物流改善の技術に関する特集が新日鉄技報として初めて取り上げられた。

物流分野には、製鉄所構内の原料荷役から製品岸壁における製品船積み、更には構外物流として内航船輸送、流通基地、トラック輸送が挙げられる。

物流分野の業務態様の特徴を挙げると、3K作業、労働集約・低付加価値作業であり、これらの特徴を踏まえた物流改善の課題は、3K作業の排除、労働生産性の向上、作業能率の向上、省資材に帰着することから、こうした技術を主体に取り上げる。

以下、直近10年間にわたる物流改善諸施策を振り返りながら開発・導入技術の内容と今後の展望について述べる。

2. 物流改善施策の変遷

直近10年間の物流改善主要施策として、その時々々の経営環境を受け、

(1)製品輸送の総合合理化計画の推進

(2)物流総合対策の推進

(3)無人搬送システムの開発、実機化

の3点を進めてきた。

2.1 製品輸送の総合合理化計画の推進

製品輸送の総合合理化計画の推進は1984年から全社的に輸送部門の労働生産性倍増を狙って展開された。

施策の考え方は、設備的には

(1)運搬・荷役回数の削減を狙った設備の大型化

(2)作業サイクル・タイムの短縮化を狙った運搬車両の分離化

(3)設備の効率的活用を狙った汎用化

(4)自動吊具等の導入による荷役作業の機械化、自動化

システム的には

(1)無軌道輸送、倉庫、製品岸壁等の分野をまたがって総合的な一貫最適化を図るために作業の平準化を狙った作業計画・管制システムの開発と範囲拡大

(2)現品管理の機能充実を狙ったオペレータ・ガイダンス・システムによる作業指示の自動化

等であった。

* (1) 技術総括部 部長代理

表 1 物流改善施策の考え方と主要技術施策の推移

		従来('83以前)	製品輸送総合合理化計画		物流総合対策
		個別合理化	構内一貫物流最適化 (ハード施策) (ソフト施策)		('90-) 構内外一貫物流最適化
構内	①原料	・UL ^{注1} ・ショベル大型化	・船内多機能化ショベル		・連続式UL ・半製品倉庫増強 ・製品倉庫増強 ・全天候バース
	②鉄道	・ワンマン化	・無軌道輸送化		
	③無軌道	・T-T ^{注2} 化 ・車輛大型化	・製品系大型CP ^{注3} 化 ・バラ系大型ダンブ・CP ^{注4} 化		
	④倉庫	・半自動吊具 ・簡易なオペガイ ^{注5} 化	・自動吊具 ・自動倉庫 ・運転無人化		
	⑤出荷	・半自動吊具	・自動吊具 ・全天候バース		
構外	トラック・船				・専用船 ・内航NWS ^{注5}
	揚地				・関東流通基地増強

注1 UL：アンローダー 注2 T-T：トラクター・トレーラー
 注3 オペガイ化：オペレーター・ガイダンス・システム化 注4 CP：キャリア・パレット
 注5 NWS：ネットワークシステム

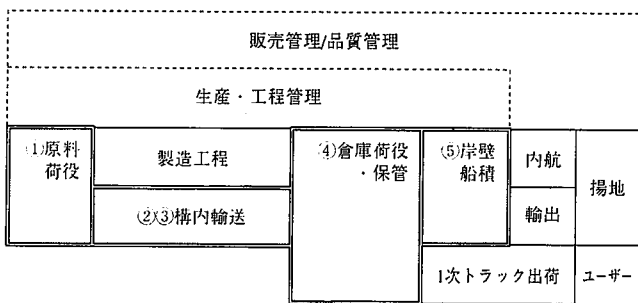


図 1 製品輸送総合合理化計画の対象範囲の概念(○：対象範囲)

2.2 物流総合対策の推進

1985、86年の低生産基調から1987年以降高生産基調に転じ、いわゆるバブル経済が始まった。

年々増大する物流費用の抑制が、企業経営を左右する重要課題と認識し、

- (1)輸送費の抑制・低減
- (2)納期・品質対応等“非価格競争力強化”
- (3)“安定輸送力の維持、確保”

等構内外の一貫物流最適化を実現すべく総合物流体制の構築を目指した活動を推進した。

取り組みに当たっては、生産から需要家納入までの物流を一貫プロセスとして捕まえ、総合的視点から各プロセスにおける個別課題を解決していくことが必要であり、生産・技術・販売部門及び製鉄所、設備技術部門との密接な連携をもって進めてきた。

対象範囲としては、原料、半製品、製品について原料荷役から製品出荷までの“構内物流”、製品出荷から需要家納入までの“構外物流”の全てを取り上げた。

施策の考え方は

(1)物流の整流化を狙ってボトル・ネック工程を明らかにし、その対策を実施すること、具体的には構内物流については半製品・製品倉庫能力の増強、構外物流については全天候バースの設置、関東地区流通基地の増強等

(2)更に、こうした設備を効率的に使用するための施策として作業計画・指示管制システムの一層の充実化を図るための開発の推進である。

2.3 無人搬送システムの開発、実機化

(1)高齢化の進展

(2)将来の労働力不足、特に、若手労働力不足の見通し等労働力需給面からの必要性

(3)高齢者、女性労働力の活用に向けた作業環境の改善の必要性特に、3K作業等の排除

を狙って、全製造工程にわたる技術開発のニーズの整理と開発・実機化を1990年から進めてきている。

物流部門の各プロセスも同様のニーズをかかえており、数項目のテーマを設定し、開発・実機化を進めてきた。

その中で、ラムトラックの立ち作業の合理化等による3K作業の排除を狙った無人搬送台車(AGV: Automatic Guided Vehicle)と無人クレーンの組合せによる無人搬送システムの実機化が進展をみせつつある。

3. 主要物流の分野別改善技術

3.1 原料荷役

3.1.1 船内多機能型ショベルの開発、導入

鉄鉱石、石炭などの荷揚げを行う主原料荷役作業においては、2000t/hクラスの揚げ能力を持つグラブバケット方式のアンローダにて荷揚げが行われるが、ハッチごとに主原料を揚げ切るための荷役最終段階では、ハッチの棚や隅に残存する鉄鉱石、石炭をかき落とすために従来は作業員がハッチ内に入り人力にてこの作業を行っていた。

ハッチ内は特に、夏期においては粉塵・気温等から極めて厳しい3K作業であった。こうした作業に対し、船内多機能型ショベルを開発し、人力によらない棚落とし、隅出し等を行えるようになった。

3.1.2 荷役管理システムの開発・導入

荷揚げ作業の進行に伴って、主原料船の重量負荷バランスを調整するためのハッチ変更や前述のように船内多機能型ショベルの装入が必要となるが、こうした作業スケジュールの良し悪しが作業能率に影響を及ぼす。従って荷揚げ作業能率の向上、管制業務の効率化を狙って、人工知能(AI)等を用いた荷役管理システムの開発・導入を進めてきている。

3.1.3 連続式アンローダの導入

主原料船の大型化の進展に対して、一部のグラブバケット式アン

ロードに陳腐化がみられる。船艙の荷の状態による影響が小さく荷役開始から終了までの能力の変動が小さいため荷役効率が良く、大能力化が可能で、また将来無人運転化の可能性も秘めている連続式アンローダの導入が始められている。

3.2 ばら物系無軌道輸送

無軌道輸送の中には、主原料、スクラップ等のヤード間輸送、高炉滓等の処理場への輸送等いわゆるばら物の輸送がある。

従来通常のダンプカーで運送していたが、50tから最大では100tの大型車両を導入して輸送回数を削減し、パレット保管化により分離型とし、運行サイクルタイムの短縮化を図っている。こうした車両の運行効率を向上させるために、運行管理システムを開発、導入している。

3.3 半製品・製品の無軌道輸送～工場、倉庫～製品岸壁

3.3.1 改善前の実態

- (1)管理システム、管理形態が独立になっており、全体が一元的に管理されていない。貨車、トラック、トレーラ等の多種類の輸送機器が混在しており汎用性がなく、機動運用が困難である。また、要員の相互乗換えの運用にも限界がある。
 - (2)輸送設備の能力が小さい上に、積み卸しの待ち時間比率が大きく作業効率が悪化している。
 - (3)端末倉庫から総合倉庫への輸送があり、更には配替え作業も含めて物流量が增大している。
 - (4)製品輸送の都度、積み卸しのハンドリング作業が生じている。
 - (5)倉庫作業は、生産ラインを意識した受入れ作業と製品岸壁荷役作業を意識した払出し作業を同時に行っているため、ピークダウンが定常的に発生し、生産ラインと製品岸壁荷役作業との同期性の確保のため、平準化が困難である。更に、品種、サイズによって作業能率が異なり、バラツキを増幅している。
- こうしたピークダウンが要員や必要設備基数の変動を大きくし、管理工の調整負荷を増大させている。

3.3.2 改善の考え方

- (1)製造工場の精整ラインから出荷までの一貫計画を中心とした総合物流管制機能を構築する。総合輸送管制体制を充実し、月間計画から日々の実行計画、倉庫から製品岸壁までの総合一貫計画を策定し、実行する。この計画により、作業の平準化、車両の機動的運用と効果的活用を図る。
- (2)輸送手段を無軌道車両に統一し、機動的な輸送体制に切り替える。車両の選定に当たっては、大型、分離型車両であるキャリア・パレットを導入し、輸送回数の削減、分離型による作業能率の向上、更に倉庫と製品岸壁荷役作業との作業能率を同期化することにより、倉庫から製品岸壁の一貫した効率向上を図る。
- (3)分離型車両であるパレットの特性を活かし、ユニット・ロード・システム思想の導入によりパレット倉庫化を図り、ノーハンドリングと機動性を更に高め、単なる輸送改善でなく輸送はもちろん倉庫、製品岸壁まで含めた総合物流改善を図る。
 - (i) 精整ライン出側でのパレット積みまま製品岸壁への直送によるハンドリング減
 - (ii)パレット倉庫活用による倉庫・製品岸壁作業の平準化
 - (iii)総合一貫物流計画策定・実行の容易化

3.3.3 主要物流改善技術

(1) キャリアパレット配車運行管理システム

構築された総合物流管制システムの中で重要な要素の一つに

キャリアパレット配車運行管理システムがある。このシステムは、半製品、製品等の荷物が乗っているパレットを移動すると同時に空パレットを供給する際に、キャリア単体で走行する時間と空パレットを運んで走行する時間が最少になるように、キャリアに最適に割り付ける仕組みである。また輸送効率の死命を決する重要な機能である。

このシステムの開発に際しては、オペレーションズリサーチ手法の一つである数理計画法を用いて最適解を求めている。また、最近では通信技術とマルチメディア技術の進歩・融合により、AVM(Automatic Vehicle Monitoring：人工衛星を使用したナビゲーションシステムで車両の位置をリアルタイムで把握、表示するシステム)を導入し、CRT地図画面上に車両の稼働位置情報を表示させ、これに基づいて最適配車指示を行う仕組みが導入されている。

(2) 船内積み付け図自動作成システムの開発

製品倉庫から製品岸壁への効率的な物流のためには正確な出荷時期予測が不可欠である。海送の場合は、船への積み合わせ方から出荷時期は決定される。

従って、

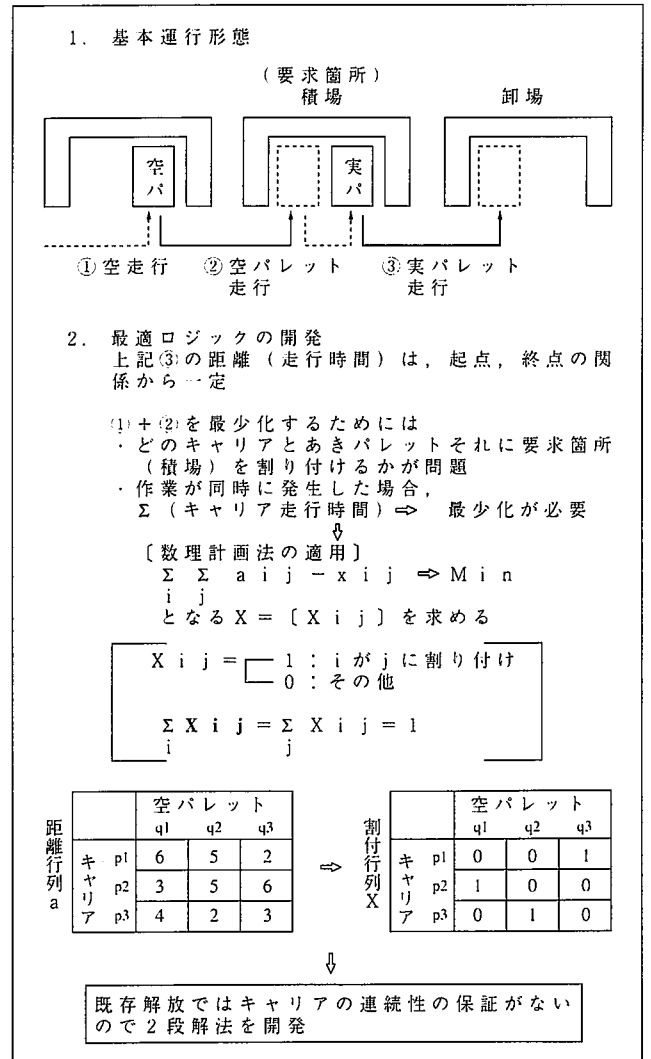


図 2 キャリアパレット配車運行管理システム

- (i) 1 船分の出荷鋼材が積み付け可能かどうかを判定
- (ii) 積み付けが可能な場合は船内品種別積み付け位置を图示して荷役作業指示につなげることから、総合物流管制システムにおいて重要な位置を占めている。

従来、1 船当りにいかなる製品をいかなる順序で積み合わせるかを決定するのは、ベテラン作業者の経験と勘に頼ってきており、併せてこの作業は手作業であるため時間がかかり頻繁な出荷時期予測には耐えられない、個人差があり不正確な予測となる等の問題があった。

そこでシステム化により、誰でもいつでも標準的な積み付け図を出力できるようにすることが不可欠であった。システム化に際しては、人工知能(AI)手法を活用し、柔軟性を持たせた。

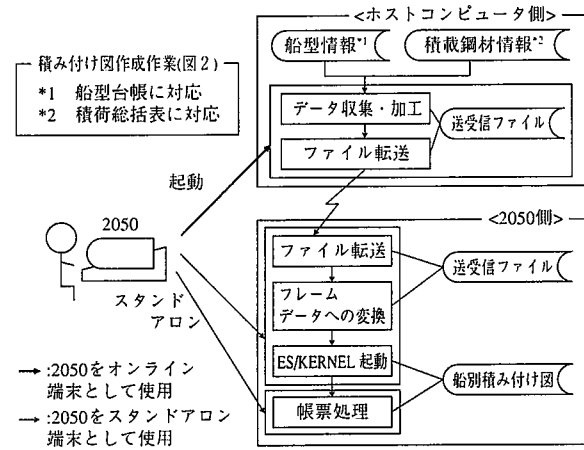


図 3 システム構成概念図

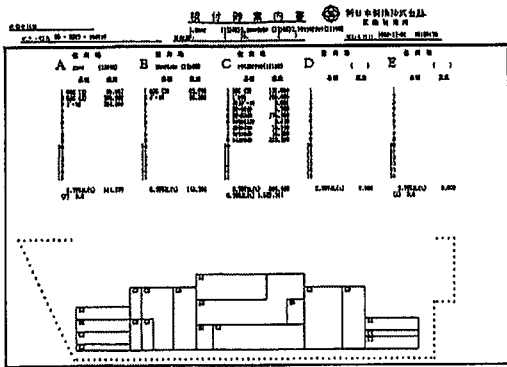


図 4 船内積み付け図作成例

(3) 無人搬送システムの開発、実機化

特に、薄板系製品を製造している工場や製品倉庫では、建屋内は主としてラムトラック、有人クレーンを用いたハンドリングが行われ、工場～倉庫間の輸送には、キャリア・パレット等が使用されている。こうした業務に従事している作業者は薄板系製品に止まらず構内輸送部門要員の大半を占めている一方、ラムトラックの老朽化の進展、立ち作業であることからの労働環境、作業者の高齢化の進展等がみられ、対応が求められている。

この部門の要素作業は主として、(i) 積み込み (ii) 運搬 (iii) 荷卸しであり、この3機能を一貫して無人化できれば低付加価値作業の削減につながる。適用範囲も広く全社トランスファが可能

であるとの認識に立ち開発を進めてきた。

AGV開発の重要技術は、コンパクト化、停止精度、走行面積を最小とするフルモード走行等である。

クレーンの無人化に当っては、吊具の開発、位置検出技術現品認識技術、振れ止め制御、同一棟内での複数クレーンの運行干渉回避制御、更には、入出庫、配替え作業を含めて輸送設備とクレーンの全体効率最適化を狙ったクレーンへの業務割りつけ優先順序決定技術などが重要技術である。

これら技術の開発の結果、AGVと無人クレーンを組み合わせた無人搬送システムの実機化が実現しつつある。

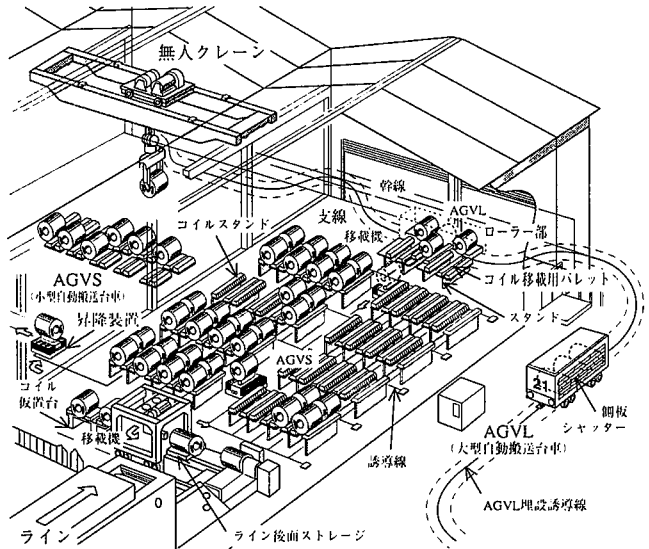


図 5 無人搬送システムイメージ図

3.4 製品岸壁～流通基地～需要家納入

構外物流の効率化について抜本的改善を図るべく、設備・システム両面から対策を進めてきた。

具体的には、積み地である製鉄所での全天候バース設置、流通基地、特に関東地区流通基地の増強と全天候バースの設置、また船艙改造による専用船台等の設備対策、そしてこれら諸対策の効果をより発揮させるため、また構外物流の重要工程である内航船運航の効率化を目指して、内航輸送ネットワークシステムの開発を進めてきた。

3.4.1 鋼材専用船の導入

鉄源製鉄所集約の結果、内航船輸送量に占める製鉄所間の半製品分譲(所間分譲)の比率が高まっている。

この所間分譲も含め大ロット輸送の効率化を図るため、鋼材専用船の導入を計画し、内航船輸送量の動向を見極めつつ進めてきた。

この鋼材専用船は、艙内を専用架台付き等に改造し、積み付けのダンネージレス化を図り、積み揚げ地での荷役能率向上、内航船の積み揚げ時間の短縮による運航効率向上を狙ったものである。

これにより、積み地端末倉庫から揚げ地炉前までの一貫物流効率化を実現した。

3.4.2 全天候バースの設置

新日本製鐵は八幡、室蘭、広畑、並びに君津製鐵所のバース用全天候バースは設置していたが、他所では装備していなかった。

雨濡れ不可製品比率の増加に伴い、降雨、波浪等の荒天時の内航船の積み地、揚げ地における待ち時間が構造的に増加している。こ

のために内航船の運航効率が悪化していることから、順次全天候バースの設置を進めている。

全天候バース設置の際の型式決定に当たっては、製鉄所ごとの気候特性等を評価し、適正な型式を選定している。

4. 今後の展望と結言

10年間にわたる物流改善施策を振り返ってみた。物流改善の要点を一言でいえば一貫した物の流れをどう構築していくかであり、更に全体の整流化、平準化を押し進める中で一貫的にも各プロセスごとに

も効率化を追求していくことにはほかならないと考えられる。

“鉄鋼業は輸送業”ともいわれる。この10年間の施策を振り返ってみてもまだ“輸送業”の体質から抜け出していないのも事実であろう。

今後は、今まで以上に生産、販売、物流の3部門が連携を強化しストックとフローの両面からの改善を進め、一層の整流化を追求していかなければならない。具体的には、仕掛、在庫の削減であり、非定常物流を含めた物流量の削減である。これらに合わせ物流部門として更に各プロセスでの効率化を推進していかなければならない。