

# 製鉄物流における無人搬送車の開発と導入

## Development and Introduction of AGV (Automatic Guided Vehicle) for Physical Distribution of Steel Products

橋本 寿一郎<sup>(1)</sup> 川畑 徳房<sup>(2)</sup> 中西 敬治<sup>(3)</sup>  
*Juichirou Norifusa Keiji*  
 HASHIMOTO KAWABATA NAKANISHI

### 抄 録

無人搬送車(AGV)は、様々な産業分野において、既設ラインに対してフレキシビリティな搬送手段として脚光をあびつつある。現状トラック・リフトカー等でコイルの工程間物流を行っている分野への大単重コイル搬送用AGV導入に際し、既存設備レイアウト制約・ラインからの直取り・連続操業等の諸条件から、要求される極限コンパクト化・高機動性・走行安定性・運行管理制御システム等は車輛メーカーの既存技術では、実用に耐えるものがない。今回、新日本製鐵の機能設計ノウハウを付加したテスト機を開発し確性試験を重ね、設計時のデザインコンセプト確認・ブラッシュアップを行い、実機化導入を行った。

### Abstract

AGV is in the limelight in various industrial fields as a transporting means having flexibility against the existing line. When introducing the AGV for conveying coils with a heavy unit weight into such fields where presently coils are distributed between processes by a truck or a lift car, such characteristics as ultimate compacting, high maneuverability, stability of traveling, operating control system and so which are indispensable conditions for distributing coils, would not be attained only by the existing technologies supplied by vehicle makers in putting them into practical use. This is because of the restriction of existing equipment layout, the direct takeout of coils from the line and the various conditions of continuous operation. Nippon Steel has developed a trial machine, with our function designing know-how added, and repeatedly tested its property and performance qualification. After confirming and brushing up the design concept created when designing, we have introduced the trial machine into actual operation, which is described in this paper.

## 1. 緒 言

我が国鉄鋼業における輸送部門全般の雇用環境は厳しく、特に要員の大半を占めるトラック・リフトカー等の運転工については、社会的な労働市場競争により、更に苦しい状況にある。この傾向は今後とも継続する見込みであり、21世紀を展望した抜本的な対策が必要である。製品・半製品輸送作業には、積み込み・運搬・荷卸しの3要素がある。各作業とも付加価値が低く、また補助工業務は、荷役機械との接触の危険性もあり3K職場ともなっている。

今回、このような背景のもと、新日本製鐵ではこの3要素一貫の無人搬送車(以下、AGVと記す)及び運行管理制御システムの開発導入、自動クレーンとの組み合わせにより、無人化工場実現への一歩を踏み出した。

## 2. AGVの開発

### 2.1 具備すべき機能

- (1)既設設備にたいして、適用が容易であること。  
基礎改造小、基礎平坦精度要求レベル低等
- (2)機体本体がコンパクトで、なお且つ自己移動が可能なこと。  
幅2.1m,長さ2.3m,高さ1.5m以下の寸法を目標とする(30tコイルの投影面積と同等にすることによる置場効率の向上)
- (3)既設設備との干渉回避及び置場効率低下防止のため、機動性(小回り性)を有すること。  
走行方向転換(直角横行・斜行・旋回機能)、ロード・アンロード迅速動作可能、大単重積載高速走行(60m/min以上)
- (4)定点停止精度の向上

<sup>(1)</sup> 技術開発本部 設備技術センター 機械技術部 部長代理  
<sup>(2)</sup> 技術開発本部 設備技術センター システム制御技術部 部長代理

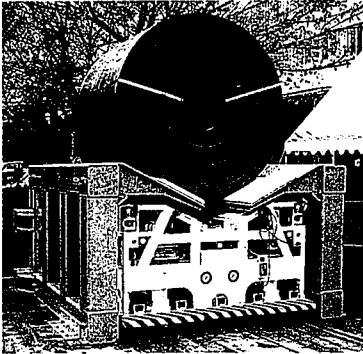
<sup>(3)</sup> 八幡製鐵所 生産業務部 部長代理

±20mm以内を目標にすることにより、ライン設備との取り合いを可能にする。

(5)無軌道タイプであること。レイアウト自由度確保、ルート変更容易。

2.2 開発機の概要

上述の機能をベースに製作したプロトタイプ(写真1参照)の主要な技術ポイントを、表1に示す。



- 基本スペック
- 車体幅 : 2100mm
  - 長さ : 2300mm
  - 高さ : 1300mm
  - 最大積載重量 : 30t
  - 最高速度 : 70m/min
  - 登坂能力 : 3%
  - 停止精度 : ±20mm
  - 操舵モード : 前後進・横行・斜行・旋回

写真1 30t積み自己移載装置付AGV

表1 主要な技術ポイント

技術課題	内容
車体小型化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・複輪デフ付独立ステアリング装置</li> <li>・小型旋回機構</li> <li>・アッセンブリーの小型化及び最適配置(コイル支持・リフト機構・バッテリー等)</li> </ul>
走行安定性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・輪重均等化支持機構装置</li> <li>・駆動ユニット間差動機能制御方式</li> <li>・4WD-4WS高精度操舵機構</li> </ul>
誘導方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マグネットガイド方式と自律走行方式との併用</li> </ul>
ミニмумメンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車体構造の単純化、構成部品のユニット化</li> <li>・超小型ACサーボモータの採用</li> <li>・急速自動充電方式(小型ニッカド電池採用)</li> </ul>
異常予知診断	<ul style="list-style-type: none"> <li>・システムダウンに関わる異常予知及びフィードバック方式</li> <li>・異常内容診断及び最適処置と自動復帰可否判定方式</li> <li>・迂回ルート自動設定機能</li> </ul>
多重系システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・連続稼働の信頼性、フェュールセーフを考慮した多重系システムの構築</li> </ul>

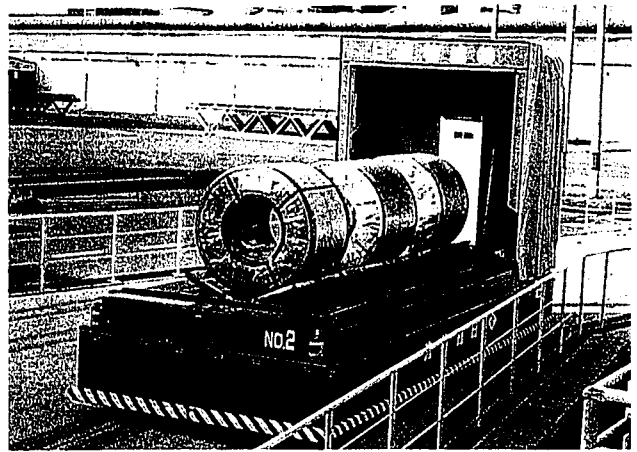


写真2 広畑製鐵所向 / 30t積みAGV(直列3個積み)

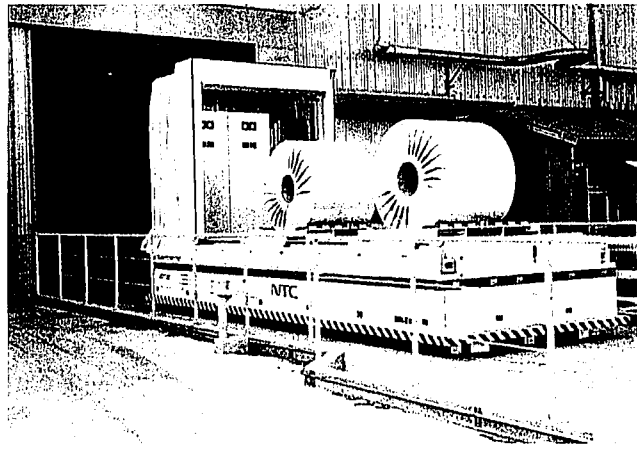


写真3 八幡製鐵所向 / 30t積みAGV(並列2個積み)

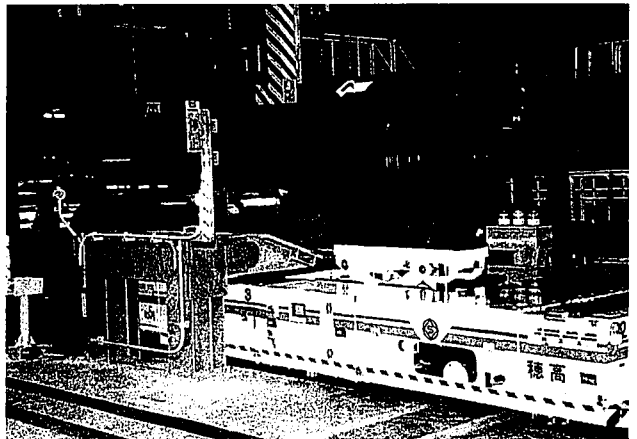


写真4 名古屋製鐵所向 / 25t積みAGV(1個積み低床型)

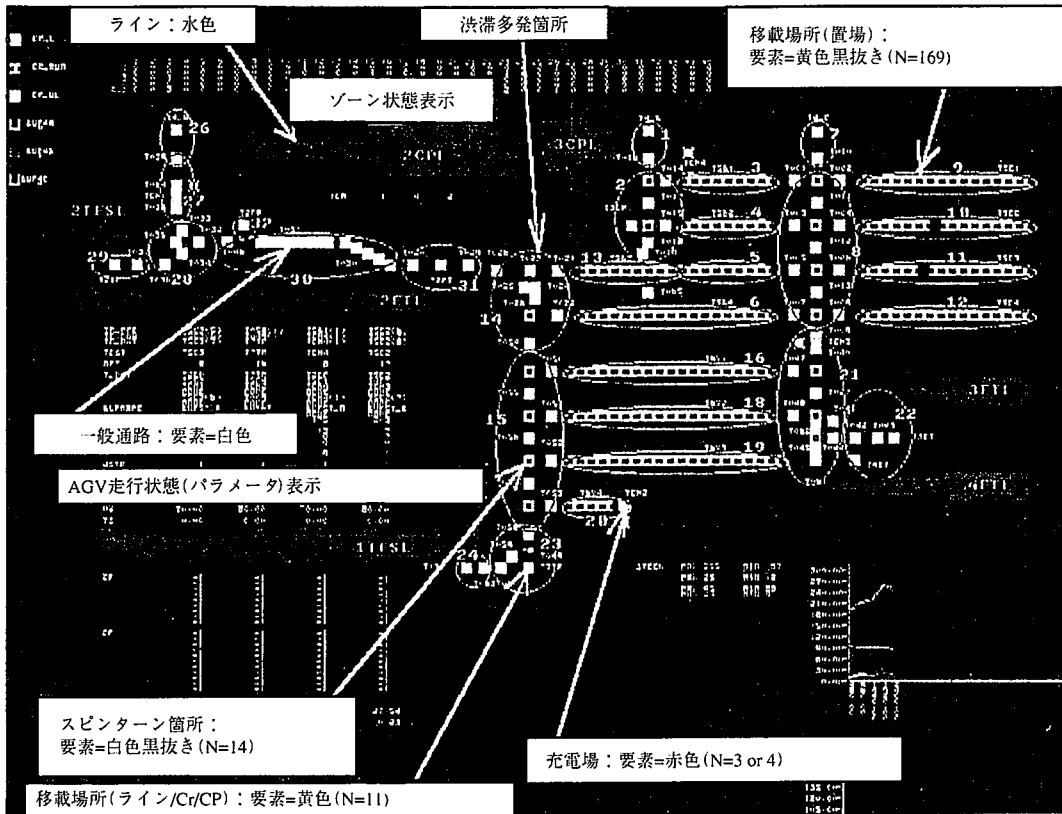
3. AGV実機へのトランスファー

開発機より得られた知見をもとに、各製鉄所の操業条件及び設備制約条件を踏まえた上で、基本技術・基本機能・部品構成等について可能な限り技術トランスファーを行い、廉価化を可能とし、写真2～4に示すように実機化を実現し現在、全社へ展開するとともに、各工場における物流形態に対応した運行ルート及び運行ルール設計により物流頻度に対応した経済設計を行っている。図1に運行ルールシミュレーション例を示す。

4. AGV導入に伴う安全対策

重量物搬送を行うためAGV本体には、安全対策として障害物センサー・バンパースイッチ・非常停止ボタン等を装備し且つ、制御系トラブル時においても自動的に停止する機能を装備している。また、一般道路との交差点における安全対策は、図2に示すように踏切遮断機・障害物センサーなどの対策を施している。

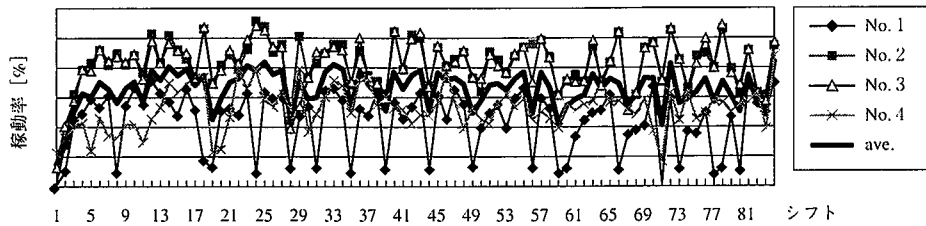
### シミュレーションモデル



### シミュレーション結果

#### 稼働率変化及び内訳

平均稼働率及び各AGV稼働率変化



#### No. 2 AGV稼働率変化

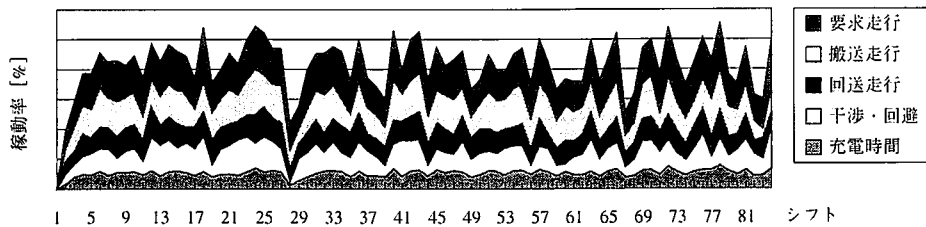


図 1 運行ルールシミュレーション例

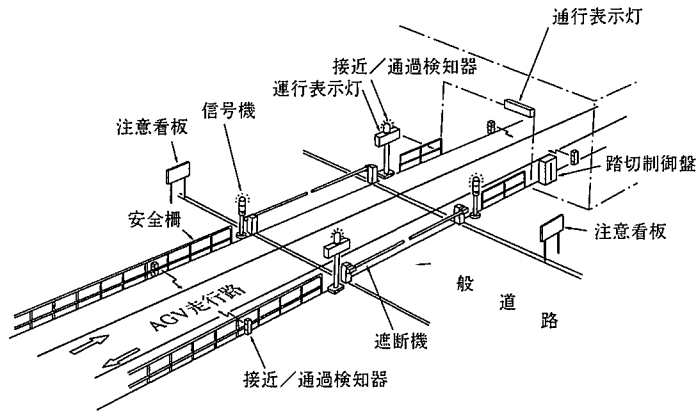


図2 道路安全対策

## 5. AGV運行管理制御システム

### 5.1 システム構成

AGV運行管理制御システムは、図3に示すように、運行管理制御の主要な処理を行うFAコンピュータとリモート入出力装置で構成される。FAコンピュータには、システム規模、各製鉄所の保守上の要求などに応じて、ワークステーション、FAパソコンなどが用いられる。また、リモート入出力装置には、通常汎用シーケンサが用いられ、FAコンピュータと直接接続されるマスタ局と、現場各所に配置されるリモート局で構成される。シーケンサの機種決定

の最も大きな要因は、FAコンピュータとの接続性である。

AGV運行管理制御システムの主要な外部入出力は、AGVとの通信のための空間光通信装置(OCD)である。

運行管理制御システムと移動体であるAGVとの通信には無線などいくつかの方式があるが、制御上のニーズ、対ノイズ性などの観点から、これまでは、主としてOCDが用いられている。OCDは、AGVのトラッキングセンサの役割も有するため、これまで経験したシステムでは、AGV走行路に沿って、数十台のOCDが用いられている。

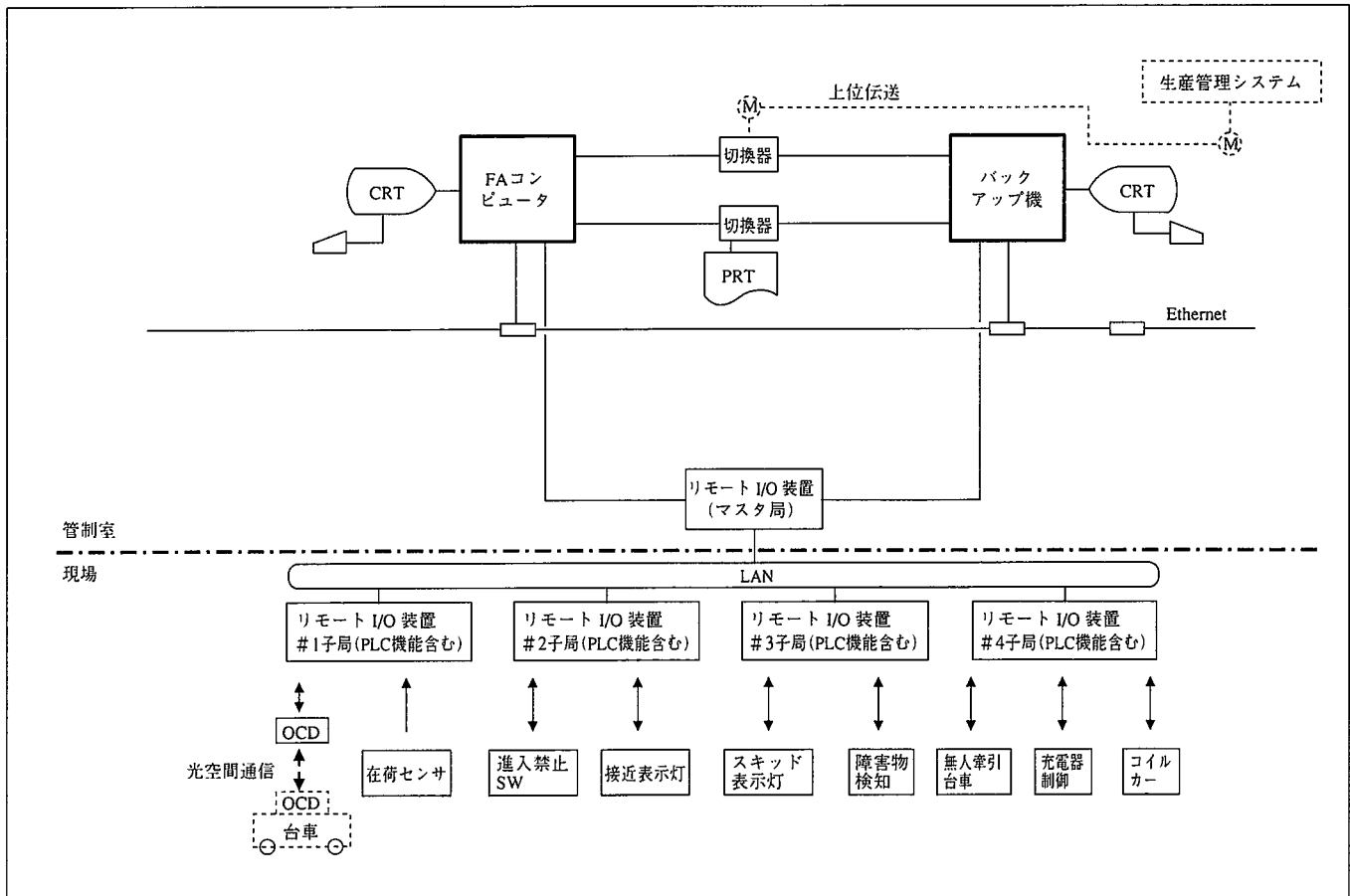


図3 AGV運行管理制御システム構成図

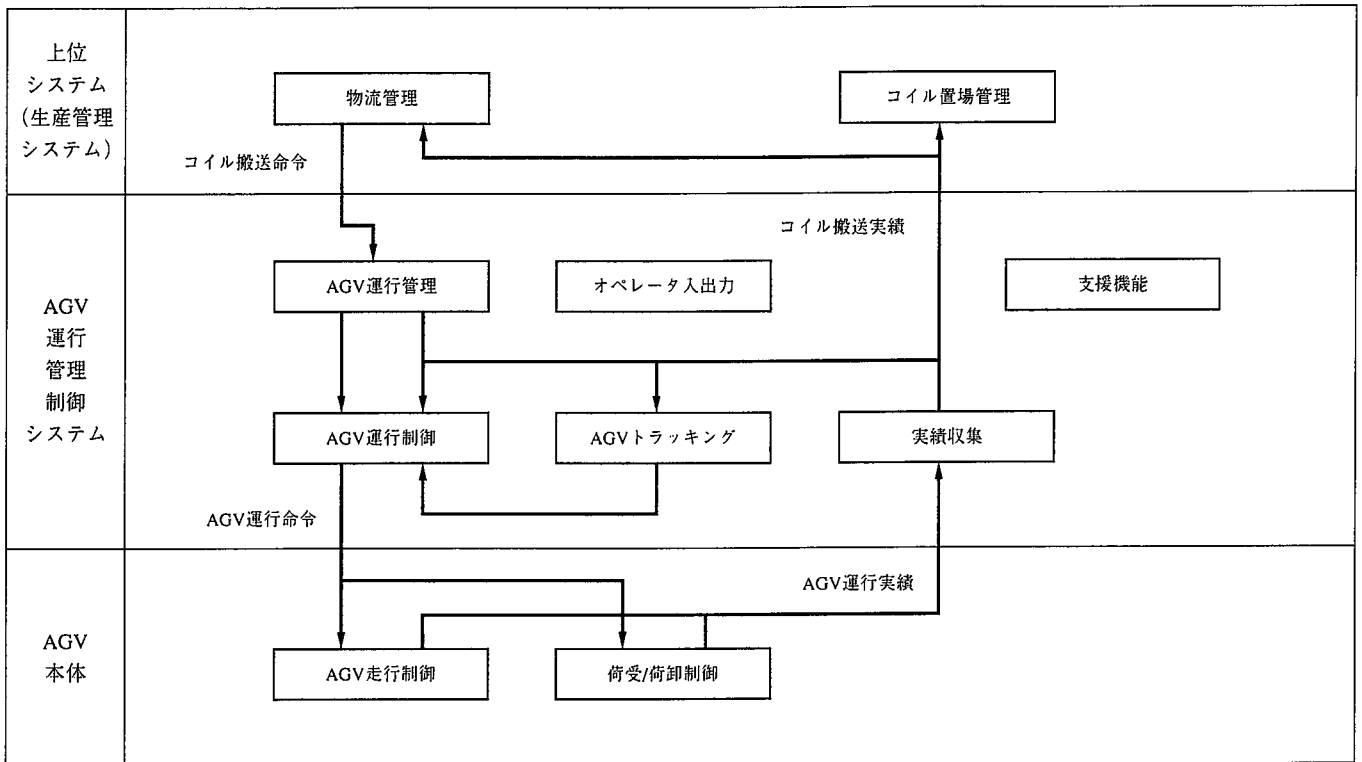


図 4 AGV 運行管理制御システム機能構成

5.2 機能概要

図 4 に、AGV 運行管理制御システムの機能構成を示す。

5.2.1 物流管理

通常、コイルの搬送計画・搬送命令作成は、上位システム(生産管理システム)で行われる。上位システムは、自動搬送エリア内の各製造ラインのコイル搬送命令を作成・発行する。また、運行管理制御システムから通知されるコイル搬送実績により、コイル置場管理を行う。

5.2.2 AGV 運行管理

上位システムからランダムに発行されるコイル搬送命令について、時系列及び優先度などによる管理を行う。また、AGVのための各搬送路の通行可否などの搬送ルート管理やAGV故障管理を行うコイル搬送命令の実行順などには、オペレータの介入が可能である。

5.2.3 AGV 運行制御

AGVの効率運行とコイル搬送指示の時系列・優先度遵守を目的として、AGV配車と走路計画・設定を行う。またAGV相互の干渉防止制御や、踏切遮断機などの走路安全設備制御、コイル取り合い場所での各製造ラインなどとのインターロック、AGV充電制御なども行う。

5.2.4 AGV トラッキング

AGVの位置・状態を管理し、干渉防止制御や走路安全設備制御などのAGV運行制御に供する。

5.2.5 AGV 運行実績収集

荷受け・荷卸、空車走行、荷積み走行、充電など、AGVの各動作実績を収集、AGV稼働率、バッテリー充電時間などの管理に供する。

5.3 今後の課題

5.3.1 短工期実現

AGVシステム導入による省力化メリットを早期に享受するため、その建設工期は最短であることが望まれる。

各現場への適用を通して、AGV本体については品揃いが進み短納期が実現されつつあり、その運行管理制御システムの設計・製作についても工期短縮を鋭意推進しなければならない。

このため、新日本製鐵では、システム自製エンジニアリングを通して、設計の標準化、ソフトウェアのパッケージ化などの諸施策を実施中である。

5.3.2 AGV 運行効率向上

AGVシステム導入コスト制御のためには、AGVを効率的に運行し、最大限の搬送能力を発揮させなければならない。AGV運行効率のさらなる向上を図るには、物流管理、AGV配車制御などに有効となる高速でタフなスケジューラの実現が望まれる新日本製鐵では、各種手法を用いて、こうしたスケジューラの実現に積極的に取り組んでいる。

6. 結 言

今回のAGVは、薄板系を中心に開発導入を行いその一部を紹介した。今後対象となる板・鋼管・条鋼・形鋼材等への適用拡大されていく中で、対象となるラインの設備・操業条件を総合的に判断した上で、AGVの型式・移載方法等について様々なバリエーションが考えられるが、AGVの基幹となる今回開発の走行技術・部品構造・誘導方式・通信方式等及び全体をサポートする運行管理制御は共通技術としてトランスファーを行っていく。