

株式会社神戸製鋼所製鉄地区における 構内輸送管理用分散形計算機制御システム

Distributed Process Control System for Transportation System in Kakogawa Works, Kobe Steel Ltd.

最近、製鉄所では、輸送は生産と切り離しては考えられないという認識のもとに設備間の物流あるいは輸送を含めた生産効率を向上させる手段として、物流・輸送を生産プロセスと直結した形でシステム化する要請が高まっている。

このシステムは、ディーゼルカー、トビードカーの行先指示及びトラッキングのための、各種の輸送用信号設備及び高炉、製鋼、分析などのプロセス計算機、設定盤をデータフリーウェイという情報伝送網で結合して、各生産設備の情報を輸送に反映させるとともに、操業用データを設備側に提供する効率の良い輸送管理を可能としたシステムである。

本稿は、このシステムを機能面と分散形計算機制御システムという面からとらえて紹介する。

藤原義乙*	Fujiwara Yoshimi
西海建一*	Nishiumi Tatakazu
岩下 進*	Iwashita Susumu
宮田憲一*	Miyata Kenichi
篠本 学**	Shinomoto Manabu
村上忠彦***	Murakami Tadahiko
谷口美嗣****	Taniguchi Yoshitsugu
明石吉三*****	Akashi Kichizo

1 緒 言

製鉄所構内での原材料、半成品、成品などの輸送は、各々のプロセスに適した様々な形態で行なわれている。製鉄所は、生産設備を中心にシステム化の進んでいる工場であるが、最近これらの設備間の物流あるいは輸送のシステム化の要請が高まってきている。輸送部門としては、ディーゼル機関車(以下、DHLと略す)のワンマン化や自動運転など、既に各所で実現されているが、特に生産プロセスと直結したシステム化が必要となっている。

株式会社神戸製鋼所加古川製鉄所では、これらの要請から第3高炉の建設を機に、高炉と転炉間の製鉄地区での溶銑輸

送管理のシステム化を計画し、第3高炉の火入れとほぼ同時にこのシステムの稼動を開始した。本稿では、システム化を行なった機能範囲と分散形計算機制御システムについて述べる。

なお、このシステムのソフトウェアの開発は、株式会社神戸製鋼所と日立製作所とが共同して行なったものである。

また、システムの分析と運用方法の検討が重要な役割をもっているが、これらに関しては別稿に譲る。

2 溶銑の輸送プロセスの概要

溶銑輸送のプロセスは、概略図1に示すとおりである。す

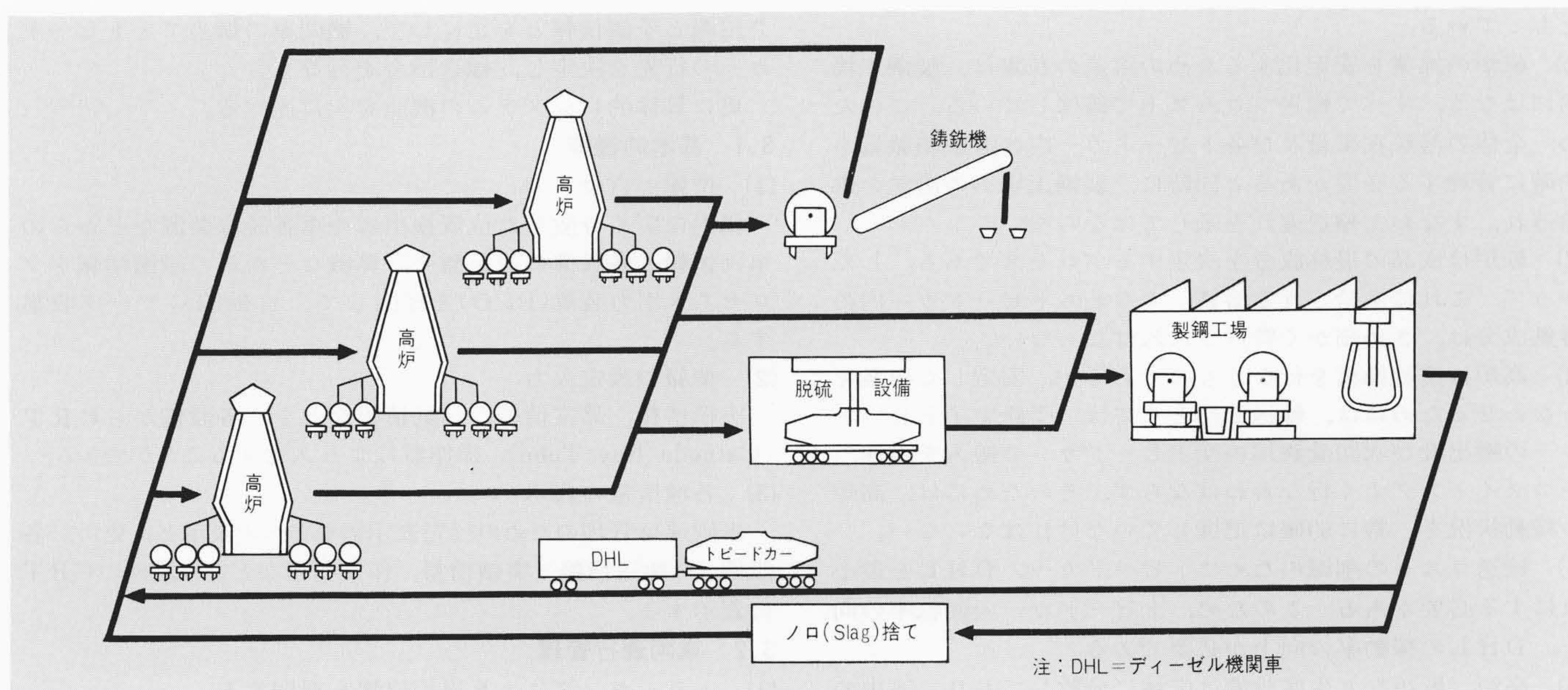


図1 溶銑輸送プロセス概略図 溶銑輸送の経路と工程を分かりやすく図示したものである。

* 株式会社神戸製鋼所加古川製鉄所 ** 日立製作所大みか工場 *** 日立製作所システム事業部 **** 日立製作所大阪営業所
***** 日立製作所システム開発研究所

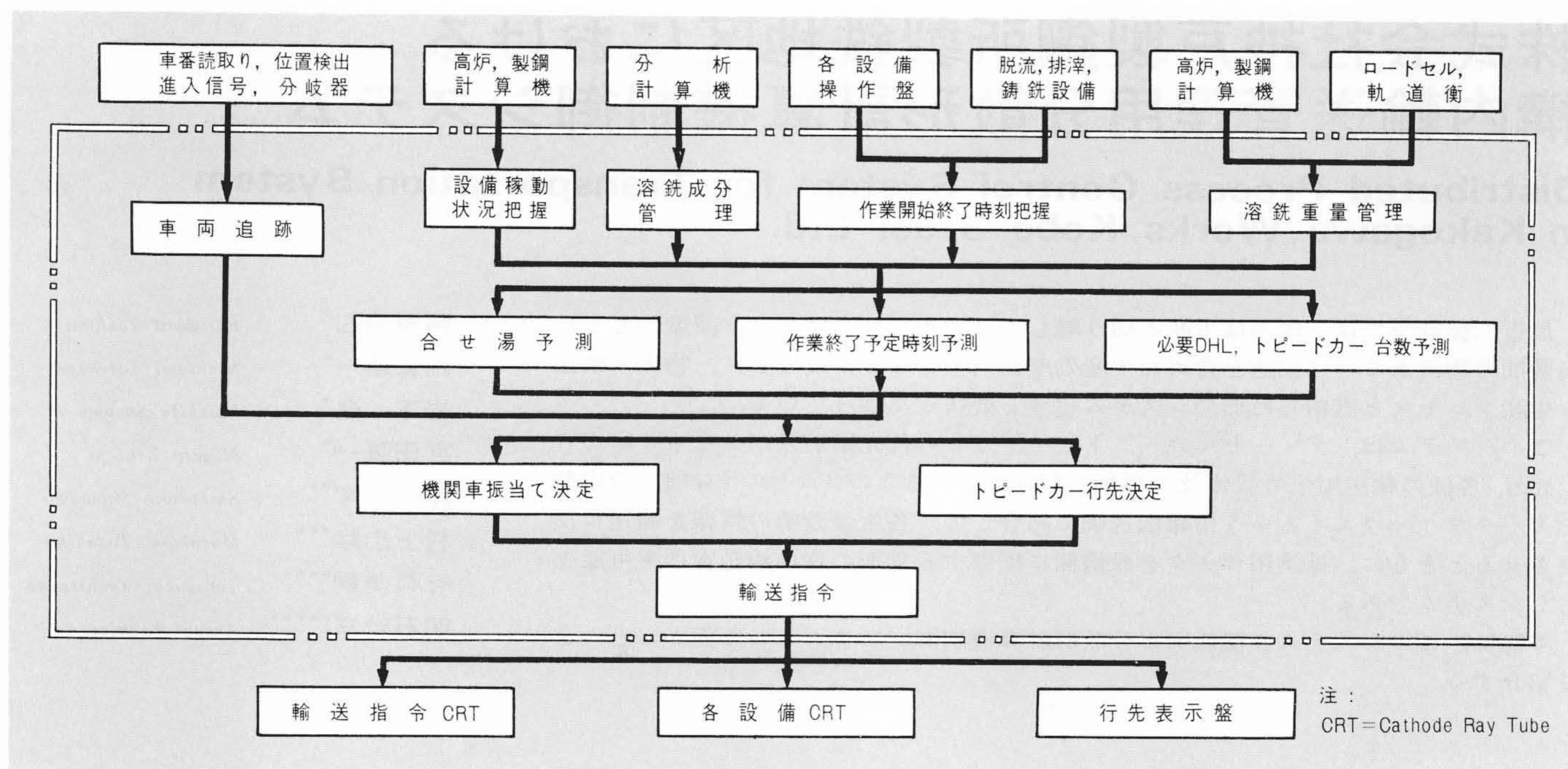


図2 機能構成図 外部よりの入力情報及び外部への出力情報に対応した機能の構成を示す。

なわち、各高炉は約60分に1回の割合で溶銑を出銑する。これをトピードカーという特殊車両で受銑し、脱硫工程を経て次工程の製鋼工場(転炉工場)に溶銑を輸送する。製鋼工場では、トピードカーから受銑鍋に溶銑を受銑し転炉に供給する。製鋼工場に溶銑を払い出した空のトピードカーは高炉に回送される。この間、脱硫のため発生する脱硫滓を排滓するために必要に応じて排滓場を経由する。また、溶銑は頻度は少ないが、型銑を作るために鑄鉄機に払い出すこともある。

一見単純に見えるこの輸送プロセスは、高炉、転炉の操業を支配するものであり、更には製鉄所全体の生産性に影響を与え、以下に述べる特徴と輸送管理上の解決されるべき課題をもっている。

- (1) 転炉の操業を安定化するための溶銑の在庫は、製鋼工場内ではなく、すべて輸送プロセス上で確保している。このため、全体の溶銑在庫量及び各トピードカー内の溶銑積載量を的確に管理する必要があると同時に、製鋼工場への溶銑の供給遅れ、すなわち輸送遅れを来してはならない。
- (2) 転炉は成品の最終成分を決定するプロセスである。したがって、これに供給される溶銑、すなわちトピードカー内の溶銑成分は、きめ細かく管理されねばならない。
- (3) 高炉は連続操業を行なうものであるが、安定した操業を行なわせるためには、輸送部門としては、受銑完了トピードカーの搬出及び次回受銑用の空トピードカーの搬入を迅速、かつタイミングよく行なわねばならず、そのためには、高炉の稼動状況を、常に的確に把握していなければならない。
- (4) 輸送コストの削減のためにトピードカー、DHLを最小限にする必要がある。このため、トピードカーの回転率の向上、DHLの稼動率の向上が必要である。
- (5) 高炉、転炉など生産設備は広域に分散しており、途中のプロセスを含めると輸送ルートが多数に及ぶため、トピードカーの配車先を迅速に決定すると同時に、設備側にそのトピード情報を早く流して、生産作業の遅滞を防止しなければならない。

これらの課題を解決するためには、輻輳した軌道上の車両

位置、作業状態をリアルタイムに把握し、高炉、転炉などの生産設備の稼動状況と生産スケジュールから輸送要求を事前に的確に把握し、更に迅速かつ的確な輸送指令を行なう必要がある。

3 システムの機能

このシステムの機能構成を図2に示す。車番読取り、位置検出などの信号により、現在どの車両(DHL、トピードカー)がどこにいるかをトラッキングする。一方、各設備の計算機、操作盤、制御装置から稼動状況、重量・成分情報を取り込み、作業時刻及び必要車両台数の予測を行なう。このトラッキング情報と予測情報とを元にして、機関車の振当てとトピードカーの行先を決定し、輸送指令を行なう。

更に具体的にシステムの機能を次に述べる。

3.1 基本的機能

(1) 情報の自動入力

構内に広く分散した位置検出器や車番読取装置などからの車両情報、各設備の設定盤や計算機などからの設備情報をプロセス入出力装置(PI/O)を経由して、自動的にデータ収集する。

(2) 情報の設定入力

実績情報、異常情報、稼動情報などを、各設備からCRT(Cathode Ray Tube)、操作盤により入力することができる。

(3) 各種情報の表示

車両運行管理のための行先表示器などへの表示と、更に、各設備への輸送情報、実績情報、作業指示などを各設備のCRTに表示する。

3.2 車両運行管理

(1) トラッキングにより車両位置を把握する。

(2) 設備別輸送要求とその発生時刻とを予測する。

(3) トピードカーの行先決定と機関車の振当てを行なう。

3.3 重量管理

(1) 高炉での受銑量、及び転炉受銑場での払出量から、全トピードカーの積載量、残銑量を把握する。

- (2) 残銑量から高炉での受銑可能量、積載量から成分ランク別の溶銑在庫量を算出し、これらの情報を設備側に伝達する。
- (3) トピードカーごとの高炉での受銑量、銑量及び出銑量を管理する。
- (4) トピードカーの受銑回数、脱硫回数、排滓回数などを把握し、運行管理の基本データの一つとする。

3.4 成分管理

- (1) サンプルの分析結果によりトピードカーの溶銑成分管理を行なう。
- (2) 合せ湯を考慮した製鋼へのトピードカーの配車を行なう。

4 システムの構成

システムの全体構成図を図3に示す。システムの性格上、車両のトラッキング、あるいは行先指示のための機器及び各設備の情報源は、構内に広く点在しており、これらとリンケージするためにデータフリーウェイ(以下、DFWと略す)を導入した。また、各設備からの情報収集や作業情報の連絡のために、各設備にCRTを設置し、作業者との対話を可能にするとともに、各設備のプロセス計算機とも直接リンケージをとり、情報の自動交換を可能にしている。各ステーションに入力された情報は、すべてDFWを経由してセンターに収集され、作業情報として一括管理され輸送予測が立てられる。センターの輸送指令員は、輸送予測を判断して輸送指令を決定する。輸送指令情報は、各設備のCRT及び端末に出力され、広域な場所での輸送管理を可能にしている。

4.1 センターハードウェア構成

センターのハードウェア構成を図4に示す。中央処理装置(CPU)はHIDIC 80の二重系であり、デュプレックス運転を行なっている。また、補助記憶装置(M.Disc)も二重化されており、中枢機関としてのセンターの信頼性向上を図っている。通常の運転形態としては、HIDIC 80(A)により運転され

ており、HIDIC 80(B)は待機系である。Static X bus(SX)(1)はHIDIC 80(A)に接続され、CRT、L-TWなどをオンラインで使用する。またDFWもHost Station(以下、HSTと略す)(1)すなわちループAを使用するのが通常である。HIDIC 80(B)は待機系であるがTSES(Time Sharing Executive System)が組み込まれており、オンラインに影響を与えずにプログラムのデバッグを行なうことが可能である。SX(2)は、HIDIC 80(B)に接続されて、デバッグ時のオフライン機器の使用を可能にしている。

4.2 伝送系ハードウェア構成

伝送系としては、構内の広域を複数箇所結んでネットワークとしてシステム構成する上で、信頼性、処理能力、拡張性及び保守性の点で最も優れているDFWを導入した。更にこのシステムでは、ループの二重化を図り伝送系の信頼性とシステムの拡張性をいっそう高めたものになっている。具体的に図5に従い説明する。

通常は先にも述べたように、HST(1)がオンラインで使用される。すなわち、ループAによりオンライン運転されている。この状態で、ループA系がダウンすると、HIDIC 80からの指令で、HST(2)に切り替え、ループBでオンライン運転を続行する。HST(2)、ループBはこの意味で伝送待機系ということができる。

一方、ローカルステーションについては、設備の改修、増設などにより、後からオンラインに組み込むことが製鉄所のシステムでは当然考えられる。この場合いきなりオンラインに組み込むことは、ハードリンケージ、ソフトリンケージの不具合からシステムに悪影響を及ぼすことがあり避けるべきである。このシステムでは、通常、ループAでオンライン運転している場合、後から組み込むステーション(ST3)をループBに接続し、待機系CPUによってHST(3)を介してリンケージテストを行なうことが可能である。この場合、オン

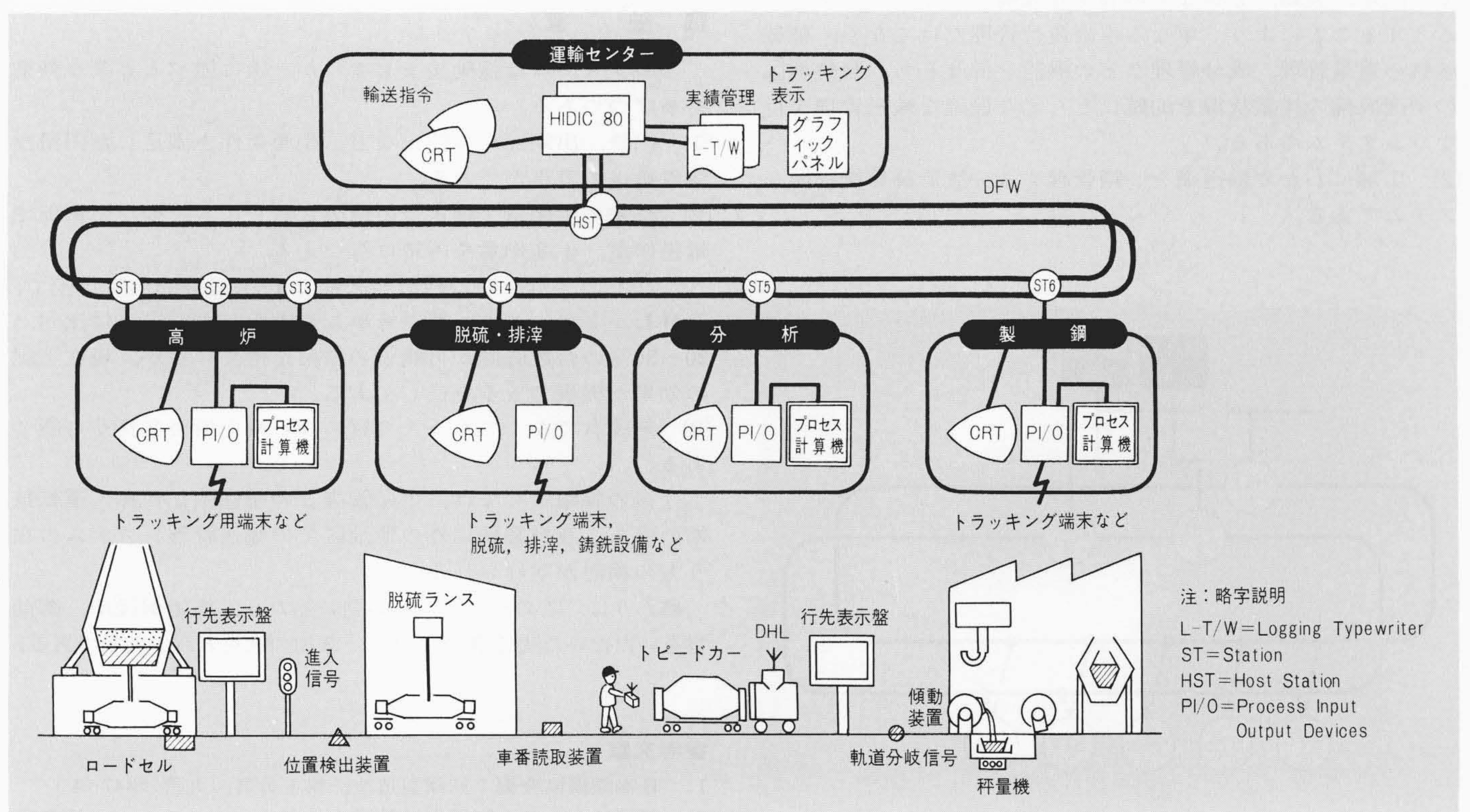


図3 システム全体構成図 計算機システム全体構成と、製鉄地区各設備及び輸送制御用機器の概要を示す。

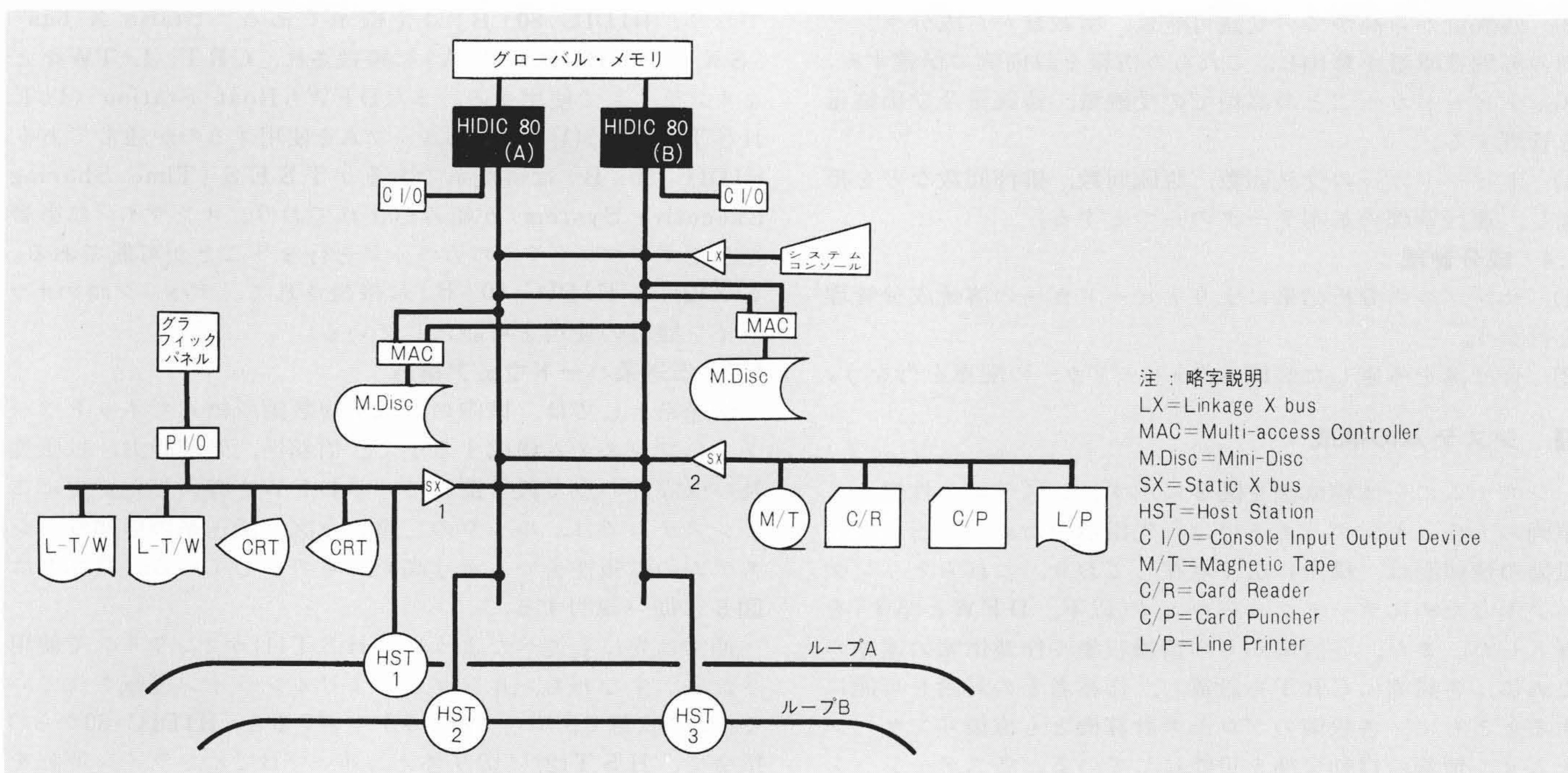


図4 センターハードウェア構成図 HIDIC 80 2台によるデュプレックス運転を行なう。

ライン運転とは全く別系統で接続されるため、たとえ不具合が発生しても全くオンライン運転には影響を与えない。このように、完全にリネージテストを終了してからオンライン運転に移行できるため、実稼動になんら影響を及ぼすことなくシステムの増設が可能である。

5 システムの特徴

このシステムの特徴を機能の総合化、広域に分散したデータの管理及び信頼性と拡張性の観点から次に述べる。

- (1) 高炉、製鋼、分析などの各生産設備とも結合したシステムとすることにより、単なる車両運行管理だけでなく、積載溶銑の重量管理、成分管理などの機能を併せもち、製銑地区の生産設備の操業状況を的確にとらえた最適な輸送管理を行なうシステムである。
- (2) 広域にわたる輸送網を一括管理する分散形計算機制御システムである。

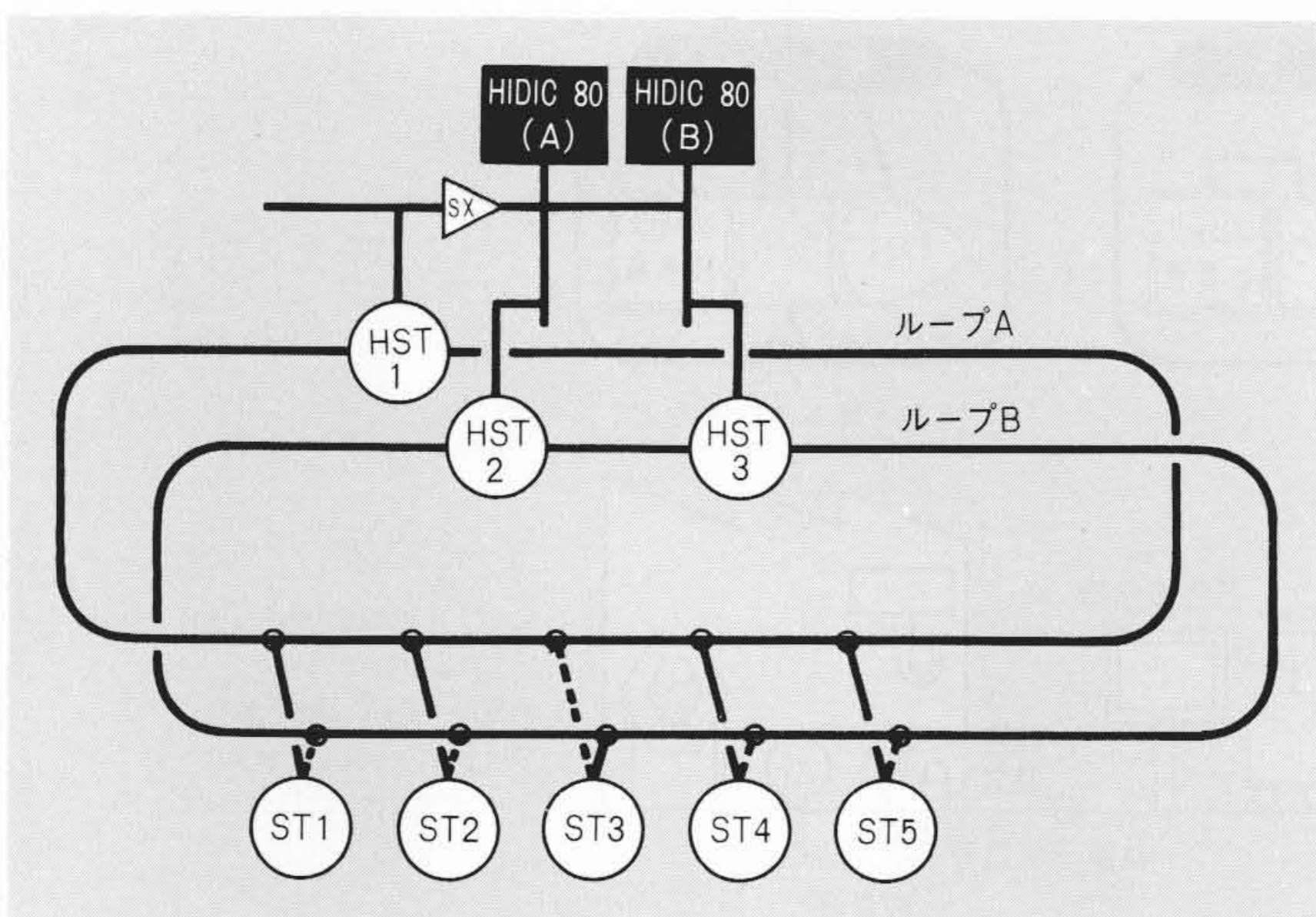


図5 データフリーウェイのループ構成 ST1, ST2, ST4及びST5は、ループAに接続されており、ST3はループBに接続されている状態を示す。

- (3) 各生産設備、輸送網を結合する手段として、保守性、信頼性、拡張性及び処理能力の優れたDFWを採用したネットワークシステムである。

- (4) DFWのループの二重化により、信頼性の向上を図ったことと同時に、将来の設備拡張時に実稼動に影響を与えないように考慮されたシステムである。

- (5) 中枢機関であるセンター計算機システムは、デュプレックス方式の二重系システムであり、システムとしての信頼性を向上している。

6 結 言

このシステムは稼動後まもないが、次に述べるような効果を挙げつつある。

- (1) 出銑、出鋼遅れの防止など、生産条件を満足した円滑な溶銑輸送の実現ができる。
- (2) 将来の生産量、輸送量の増大に対しても、少ない車両で輸送作業、生産作業を円滑に行なえる。

このシステム計画時の検討結果によると、最終的生産規模で、DHL、トピードカー共システムを導入しない場合に比べ、20～30%の台数低減が可能との結果を得ているが、現在上記の効果が実現できる見通しである。

- (3) 熟練者でなくても一人で質の高い輸送指令業務が可能である。

今後の課題としては、生産管理との関係強化と無人運転技術の導入、及び製銑以外の他地区での輸送管理システムの在り方の検討が挙げられる。

終わりに、このシステムの開発に当たり、終始御援助、御助言をいただいた関係各位に対し、深謝の意を表わす次第である。

参考文献

- 1) 日本鉄鋼協会編：鉄鋼製造法、第1分冊、丸善(昭47-4)
- 2) 平子ほか5名：制御用計算機ネットワークシステム、日立評論、58、491～496(昭51-6)