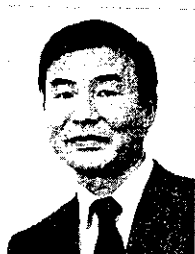


Outline of Integrated Sales-Production-Distribution System



播本 彰

Akira Harimoto

水島製鉄所 システム
部 主査(課長)

市川 勲

Isao Ichikawa

水島製鉄所 システム
部 主査(課長)

土居 良清

Yoshikiyo Doi

水島製鉄所 システム
部 主査(課長補)

藤川 信司

Nobuji Fujikawa

本社 システム部シス
テム室 主査(課長補)

木村 哲弘

Tetsuhiro Kimura

本社 システム部シス
テム室 主査(課長)

1 緒 言

当社の販売・生産・物流システムは20年の歴史をもつ。1967年に、いち早く時代に先駆け、本社に営業情報システムを導入し、水島および千葉の両製鉄所とオンライン伝送を開始した。また、同年には水島製鉄所において日本で最初の工場のオンライン・リアルタイム情報システムを稼働させている。

当分野はまさしく企業活動の機軸となるところであり、今日までつねに本社と製鉄所システムの整合性をとりつつ最新鋭のシステムを保持するよう努め、経営の効率化に寄与してきた。

しかしながら鉄鋼業をとりまく環境は産業構造の変化を反映し、製品の量的拡大の期待薄、中進製鉄国の進出をはじめとし、きわめて厳しい状況となってきた。また需要家の要求もますます多様性、厳格性を増し、高級品化、少量多品種化してきた。

このような環境変化に対応し、より一層の企業体質を強化するためには、既存の手直し、拡充では限界があり、新しい視点に立った変革を必要とした。

変革にあたり、統合化・一貫化と計画指向を基本理念として、企業グループ全体を捉えての販売、生産および物流の機能統合化、本

要旨

鉄鋼メーカーの基幹業務である販売・生産・物流を一つのシステムとしてとらえ、本社と製鉄所が一体となり、システムの全面的な再構築を実施した。業務機能の再編成と生産の仕組み自体の見直しを出発点とし、製造工程間、工場間、製鉄所と本社間、本社と関連企業および商社間の広範囲にわたる、機能の統合化・一貫化を実現した。本社では、受注から製品納入に至る全情報の一貫管理と企業グループにまたがる機能統合を実施した。製鉄所では、同期化・連続化操業をねらった計画・操業機能の強化を図っている。

これにより販売、生産および物流の全体最適化が図れ、需要家サービスの向上をはじめとする所期の目標を達成した。

Synopsis:

Kawasaki Steel has innovated its system of sales, production and distribution, which are the basic functions in the steelmaker, by integrating them into a system. These functions have been integrated and expanded from steelworks to the headquarters, and from the headquarters to associated companies and trading companies, while they are wholly reviewed and reconstructed at the same period.

Overall information beginning with order entry and ending with products delivery have been integrated and the overall enterprise information system established. At steelworks, the production scheduling and operating function have been reinforced to pursue continuous operation.

Consequently, the optimum mechanism of sales, production and distribution have been obtained, and the expected purpose achieved, such as reinforced service activities for customers.

社と製鉄所機能の緊密化そして製鉄所機能の統合化の3本柱をねらいとした。

本社側では関連企業を含めた業務機構の再編成を、製鉄所ではハードとソフト一体の効率的な生産の仕組みづくりを図りつつ、広範囲にわたるシステムの再構築を実施した。

本社においては1986年より、水島と千葉それぞれの製鉄所では1984年より新しいシステムが段階的に稼働し、現在ほぼ完了した段階である。

当論文では、システム再構築の背景、考え方およびシステムの概要について述べる。

2 鉄鋼の販売・生産・物流業務の特徴と概要

2.1 販売・生産・物流業務の特徴

鉄鋼の販売・生産・物流の管理機能と情報システムの特徴は、その業務の形態面の特性を色濃く反映している。

形態面においては下記の特性をもっている。

* 昭和63年1月7日原稿受付

- (1) 受注生産方式: 需要家からの注文は一品ごとに鋼材仕様 (規格, 寸法, 成分および検査など), 納入仕様 (納期, 荷姿および納入ロットなど) が異なり, 数万種類に細分化されている。さらに, 受注ロットの大きさは数百 kg から数千 t のばらつきをもっている。
- (2) 複雑な生産工程: 製造業の生産形態の多くが自動車産業に代表されるように, 各部品を組み立てて完成品にするビルドアップ型であるのに対して, 鉄鋼業は Fig. 1 に示すように複雑な諸工程の集合であり, 工程が進むにつれて半製品が細分化され形状と質を変えていくブレイクダウン型である。また高炉, 転炉などの昼夜連続運転を必要とする大型設備を抱え, 各工程間において製造上の固有の制約 (設備, 操業および品質) によりロット単位での処理が必要である。
- (3) 多様な販売・物流経路: 需要家からの注文は Fig. 2 に示すように商社経由, また需要家からの直接受注などの多様な経路

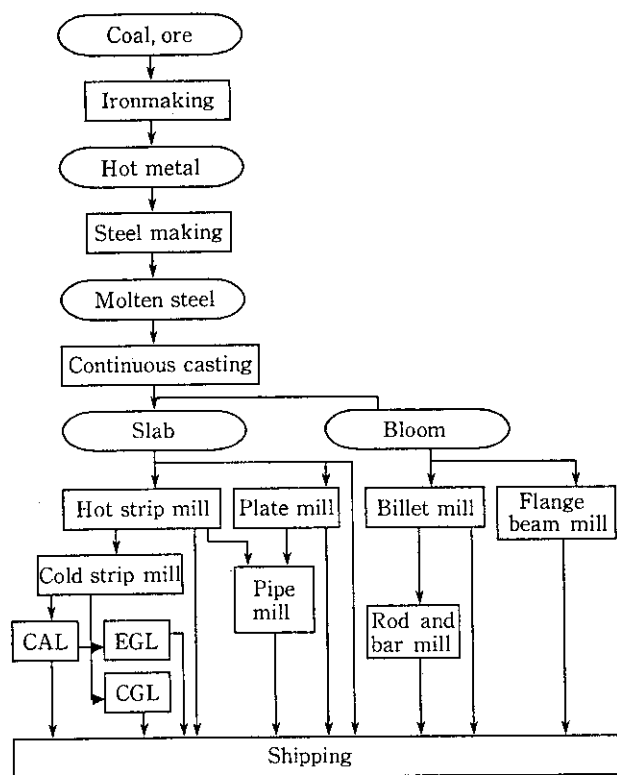


Fig. 1 Steel production process

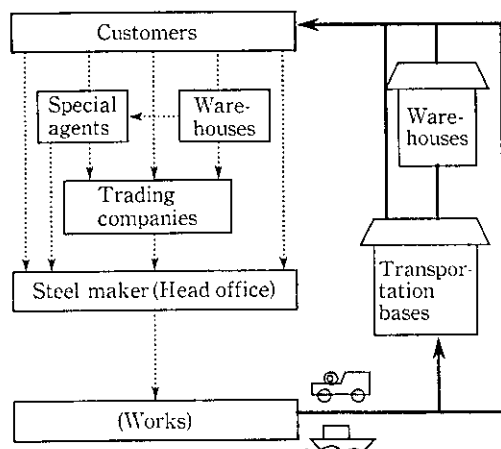


Fig. 2 Sales and distribution flow

があり, 製品納入時の物流も, 輸送手段に船便, トラック便などがあり, 輸送経路も流通基地経由, 加工センター経由などの多様性をもっている。

以上の形態面の特性を反映して管理機能面におけるポイントは次のとおりである。

- (1) 生産プロセス, 輸送ルート, 量およびタイミングの最適化
- (2) 大量の資源とエネルギーの最適配分
- (3) 多様な注文の製造ロット組みおよびスケジューリングの最適化
- (4) 製造状況および物流状況の迅速な把握
- (5) 大量の情報管理

すなわち, 個別の注文の仕様を的確に把握し, 全体の生産計画および製造工程の中に組み入れ, 効率的な生産を行い, 需要家の要求にきめ細かく応えていくために, 情報システム面においては下記の特徴をもつ。

- (1) 大容量データの一元管理
- (2) 大規模オンライン・リアルタイム処理
- (3) 高度なプロセス制御と多種・多量の自動化機器の制御
- (4) 24時間無停止の信頼性

2.2 販売・生産・物流業務の概要

全体の機能関連は, Fig. 3 に示すように, 本社機能と製鉄所機能に大別できる, 製鉄所機能は生産管理そのものと生産を支援する生産支援機能とで構成される。

本社の計画管理レベルにおいては, 販売計画の策定および工場の生産との整合性 (工場配分, 能力および稼働率検証) を図る生産計画の策定がある。これらの計画は, 半期, 四半期および月次ごとに策定する。

日常業務レベルにおいては, 需要家や商社からの日々の引合・注文を的確に把握し, 品質仕様の設計およびオーダー調整 (製作ルート, 量およびタイミング) を行い, 迅速に製鉄所に対して製作指示を行う。製品納入では, (1) 工程進捗状況の把握, 需要家や商社からの問い合わせに対する応答および納入指示を行う納入管理, (2) 船舶通行や流通在庫を管理する物流管理および (3) 販売代金請求と回収で業務が構成される。単に販売事務にとどまらず, 品質, 生産および物流にまたがる多岐の業務があり, 需要家, 商社, 製鉄所, 流通基地および関連企業との密接な連携が必要となっている。

製鉄所の役割は, 製作指示を受けた注文を高品質で, 納期どおりに, 低コストで製品に作り上げることである。

計画管理レベルにおいては, 本社の販売・生産計画と連携しながら, 各設備の能力, 工程負荷, 在庫バランス, エネルギー需給, 設備保全タイミングなどの種々の要素を考慮して全体で最適化するように半期から月次の周期で策定する。

日常業務レベルにおいては, 本社からの製作指示情報をもとに, 詳細な品質・製造仕様の設計を行い基本情報を確定する。この基本情報はそれぞれ鋼材仕様や納入仕様が異なっており, それらを各生産設備の制約条件を考慮しながら集約し最適な製造ロットに編成し, 製造順番を決定していく。この段階で製作期日, 品質およびコストの水準が確定される。これらの内容は具体的な製造指示として各製造ラインに伝達され, 設備機器の自動運転およびプロセス制御により, 生産が行われる。生産の実績は時々刻々と収集され, 工程進捗管理および品質管理の評価・改善活動が行われる。その結果は品質設計およびロット編成・スケジューリングへフィードバックされていく。

このような Plan-do-check action の管理活動を月間, 週間, 日間,

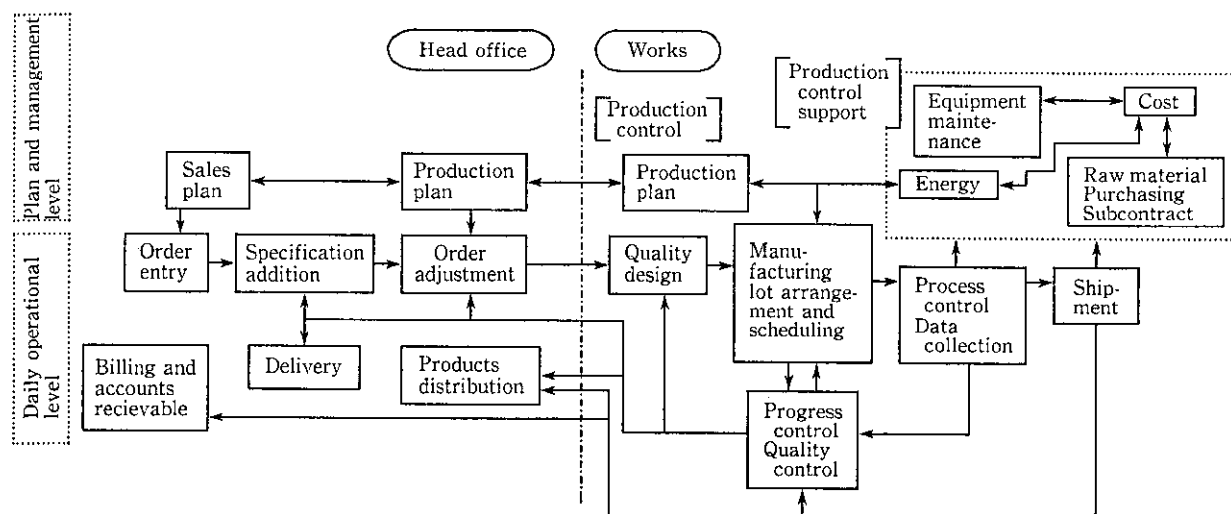


Fig. 3 Function of sales, production and distribution

8時間、分および秒のサイクルで階層的に実施し、生産活動を行う。

以上の生産活動そのものの業務と生産活動を支援する、設備保全管理、エネルギー管理、原価管理、原料・資材・外注管理などの生産支援業務とで製鉄所の全体運営管理が構成されている。

3 情報システムの統合化・一貫化

3.1 情報システム化の発展経緯

販売、生産および物流分野の本格的な情報システム化は、1967年の水島厚板工場の稼働に合わせた本社での営業情報1次オンラインシステムおよび製鉄所での分塊・厚板オンラインシステムに始まる。

営業情報1次オンラインシステムでは、主要営業所、本社および製鉄所をオンラインで結び、受注、品質設計、オーダー調整および代金回収の日常業務レベルの基本機能の支援を図るものであった。また、組織面においてオーダーセンタを設置し、販売部門と生産部門の調整機能円滑化の基盤を確立した。当時の分塊・厚板オンラインシステムは、本社より伝送される製作依頼の受付に始まり、製造仕様設計、製作指示、プロセス制御および実績収集の一連の生産工程管理の基本機能を支援するもので、操業管理のオンライン・リアルタイム処理を業界で初めて実用化した¹⁻³⁾。

この時点において、本社と製鉄所の双方で販売・生産システムの基本機能を確立した。その後も、最先端のシステム技術を適用しつつ、基本機能の充実と拡大化を進めてきた⁴⁾。

本社においては、厚板品種の営業情報システムをベースに、薄板、条鋼などの品種へ拡大していった。1977年には、データ量の増大と事務処理迅速化に対応するために、オンライン・リアルタイム・データベース形態の営業情報2次システムへリプレースした⁵⁻⁷⁾。製鉄所の出荷情報だけでなく、個々の注文の工程進捗状況のオンライン収集を行い販売と生産の緊密化を図った。さらに一部の流通基地のシステム化を行い、物流分野への展開を開始している。

製鉄所においては、セントラルコンピュータ、オペレーショナルコンピュータおよびプロセスコンピュータで構成される階層型の大規模オンライン・リアルタイムシステムを各工場に適用・拡充しつつ⁸⁻¹³⁾、水島の第2厚板工場などに代表される生産の自動化を図ってきた^{14,15)}。また増加する自動化機器や端末機器との通信に工場単位のデータハイウェイを導入してきた¹⁶⁾。そのほかに1970年代

の後半から、設備保全およびエネルギー管理をはじめとする生産管理を支援する分野の情報システム化を展開し、製鉄所全体にわたるシステムの拡充を図ってきた。

3.2 統合化・一貫化の必要性

鋼材の受注環境は量的拡大の期待薄など、きわめて厳しいものとなっている。さらに需要家サイドの鉄に対する要求は、より高品質化、より低価格化をはじめとし、注文の短納期化、多品種小ロット化および納入条件（タイミング、荷姿）の厳格化という形で年々厳しくなってきた。これらの要求は、製品・製造仕様設計の複雑化、製作工程の複雑化、物流在庫量の増大につながりつつあった。

以上の環境面の変化と需要家要求の変化は、販売、生産および物流の管理構造の変革を促すものであった。すなわち、管理メッシュの細分化、管理サイクルの迅速化、定型機能から非定型機能の強化、部分最適指向から全体最適指向への変革が必要であった。

しかしながら1980年代前半の販売、生産および物流の仕組みとレベルは以下に示すような問題を含んでいた。

(1) 本社、製鉄所および関連企業間

(a) 受注、生産および製品納入まで一貫した製品物流管理が不十分。

(b) デリバリ機能が商社、営業、オーダーセンタ、製鉄所および流通基地と錯そうし、肥大化している。

(2) 製鉄所の各部門間

(a) 全品種を統合した生産計画の最適化が不十分。

(b) 上工程から下工程まで一貫した管理が弱い。

(c) 各製造ライン部門の個別最適化による在庫、物流、納期へのしわ寄せ。

これらの問題は、今後の企業競争力の重要なポイントとなる納期、製造工程日数などの非価格競争力が悪化する懸念、また中進製鉄国の追い上げに対してコスト優位性の確保に対する懸念があり、それらに対処するため、新しい視点に立った販売、生産および物流の再構築を必要とした。

3.3 統合化・一貫化の基本的な考え方

販売・生産・物流システムの再構築のねらい、基本方針を以下のように設定した。

(1) ねらい

製造工程日数の短縮、納期達成率の向上、需要家サービスの

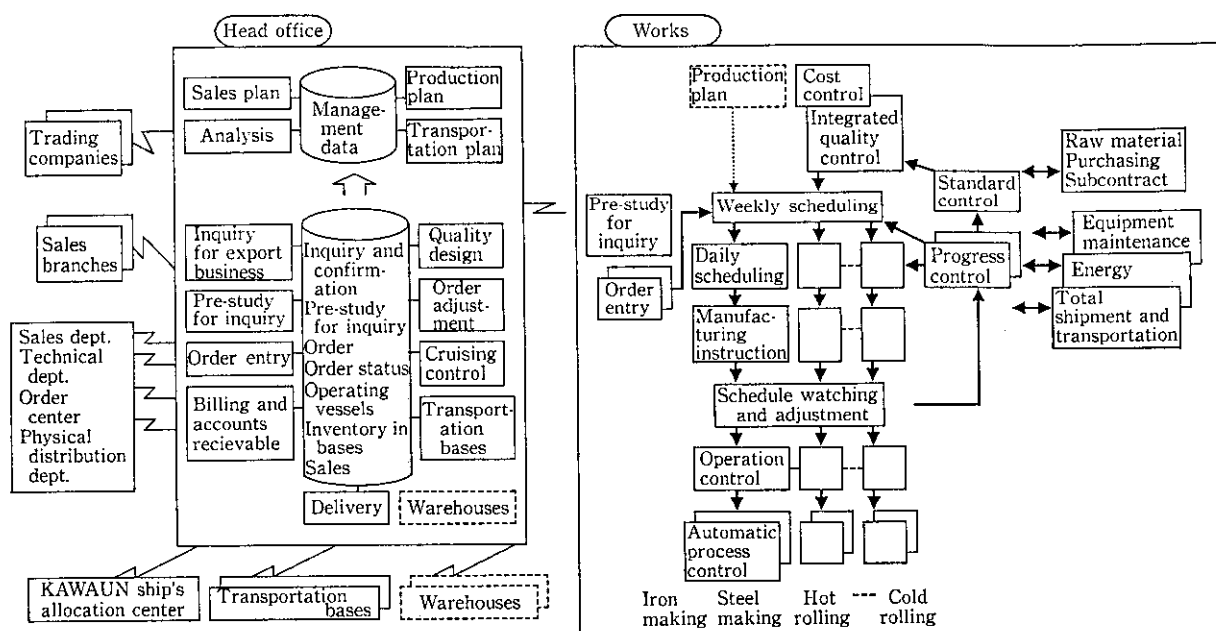


Fig. 4 Outline of sales, production and distribution system

向上などの非価格競争力を強化するとともに、製造の上工程から下工程を通して、受注、生産および製品納入を一貫して、販売、生産および物流の効率化を図る。

(2) 基本方針

- (a) 本社機能の強化と製鉄所、本社、関連企業および商社を含む全体業務運営を見直し、より一層効率的な業務運営体制に変革する。
- (b) 管理構造を計画指向型管理、目標設定型管理およびトータルメリット重視型管理へ変革する。
- (c) 生産設備、操業技術および情報システムを一体化し、生産プロセスの同期化・連続化の極限を追求する。

上記のねらいと基本方針のもとに本社および製鉄所が一体となり、広範囲のシステム再構築を1982年より開始した¹⁷⁾。

4 情報システム全体像

4.1 システムの概要

再構築した本社および製鉄所の全体システム概念をFig. 4に示す。受注から製品納入に至る全情報を本社に集中し一元管理するとともに、販売・生産・物流機能の統合化・一貫化を実現した。以下にその特徴を述べる。

4.1.1 本社における統合化・一貫化

企業間をまたがる情報の緊密化については、当社と取引のある16商社に、業界に先駆けた企業間オンラインシステムを構築した。これにより、輸出商談、受発注、代金請求などの業務において情報伝達の迅速化とペーパーレス化を実現している。さらに受注から生産、流通基地出庫に至る一貫情報をオンラインで照会できる仕組みとし、デリバリ業務の効率化と簡素化を行うとともに需要家サービスの向上を図った。

企業グループの統合化については、関連企業が担っている全国21箇所にある流通基地および船舶運行の情報システム化を統合したものとして構築した。流通基地については、流通基地業務の標準化を行い、川鉄標準システムとして全基地に適用し、流通在庫を集中し

て把握できるようにした。製品輸送の中心となる船舶運行管理は、従来、製鉄所と輸送会社との二元管理であったのを一元管理体制へ改めた、船舶動静情報などを本社で一元管理し、適正な配船指示ができていた。

製鉄所との緊密化については、製造・品質仕様設計機能を製鉄所より本社へ従来以上に前出しし、受注検討と仕様付加の精度を向上させている。また、製鉄所の操業条件をより正確に反映したオーダー調整を可能とし、納期保証体制を強化した。

また、システム機能構造については、従来、受注・仕様付加およびオーダー調整の一連の機能が、厚板、薄板などと、品種個別型の構造であった。今回、全品種の機能統合構造に再編成を行い、オーダー調整、製品輸送計画などにおける品種横断的管理のレベルを向上させた。

以上のように販売、生産および物流の情報一元管理化と機能の一貫化を実現した。このことにより、流通在庫を考慮した生産計画、オーダー調整の最適化など、統合化・一貫化による全体最適化を図っている。

4.1.2 製鉄所における統合化・一貫化

同期化・連続化操業の追求を柱とし、生産プロセス間の機能統合を各レベルにおいて実施した。また、生産管理分野とそれを支援する分野の緊密化を図っている。

計画・管理レベルにおいて、同期化・連続化操業を達成するために、Fig. 5に示すように、従来の品種個別型の計画機能を全品種統合し、上工程から下工程を一貫した週間計画システムを構築した。これにより納期、コストおよび品質の最適バランスをとった生産が行え、製造工程日数の削減と在庫の削減を実現している。

品質管理機能においても上工程から下工程を一貫して管理できる形にシステム構造の再編成を行い、品質水準のきめ細かな管理、品質異常原因の早期究明、標準への迅速な反映・改善ができていた。また、スタッフの生産性向上に大きく寄与している。

また同期化・連続化操業を進めていく上で、操業と品質の安定化および物流の迅速化が必須のものとなる。計画を実行していく操業レベルにおいては、製品の高級化対応と合わせ、上工程から下工程を一貫して、品質のつくり込みをはじめとする品質保証の徹底した

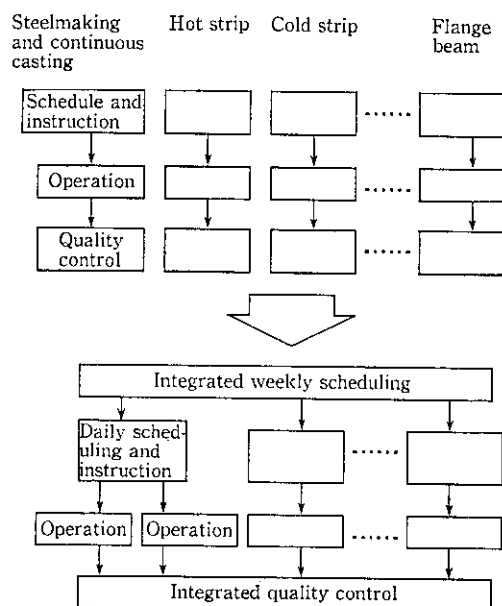


Fig. 5 Integration of production control system

機能強化および物流管理機能の強化を実施している。具体的には全プロセスにわたりプロセスコンピュータの増強と新設を行い、生産そのものの自動化レベルを向上させた。オペレーショナルコンピュータレベルにおいても、合否判定のメッシュの細分化、迅速化および自動化を図るとともに、上工程から下工程に至る情報のフィードフォワード網の強化を実施した。また物流の迅速化をねらい、ヤードを含む全工程の現品のトラッキング化、搬送指示の自動化を実施している。

生産管理を支援する機能については、全分野にわたり情報システム化を実施した¹⁸⁻²⁰⁾。生産管理システムとの情報インターフェースも、原価管理、品質管理、エネルギー管理をはじめとして管理メッシュの大幅な細分化・緻密化、サイクルの短縮化を図っている。これにより、製鉄所全体運営の効率化を実現している。

さらに製鉄所における情報の一元集中化にあたっては、Fig. 6に示すように、操業・業務、計画・管理、経営レベルごとの階層化管理を行っている。またシステム構造上、機能と情報を独立させ、システム間の有機的結合を図った。これにより、各部門、各階層の利用者が企業資産である各種情報をリアルタイムに、かつ多目的に有効活用できるようにした。

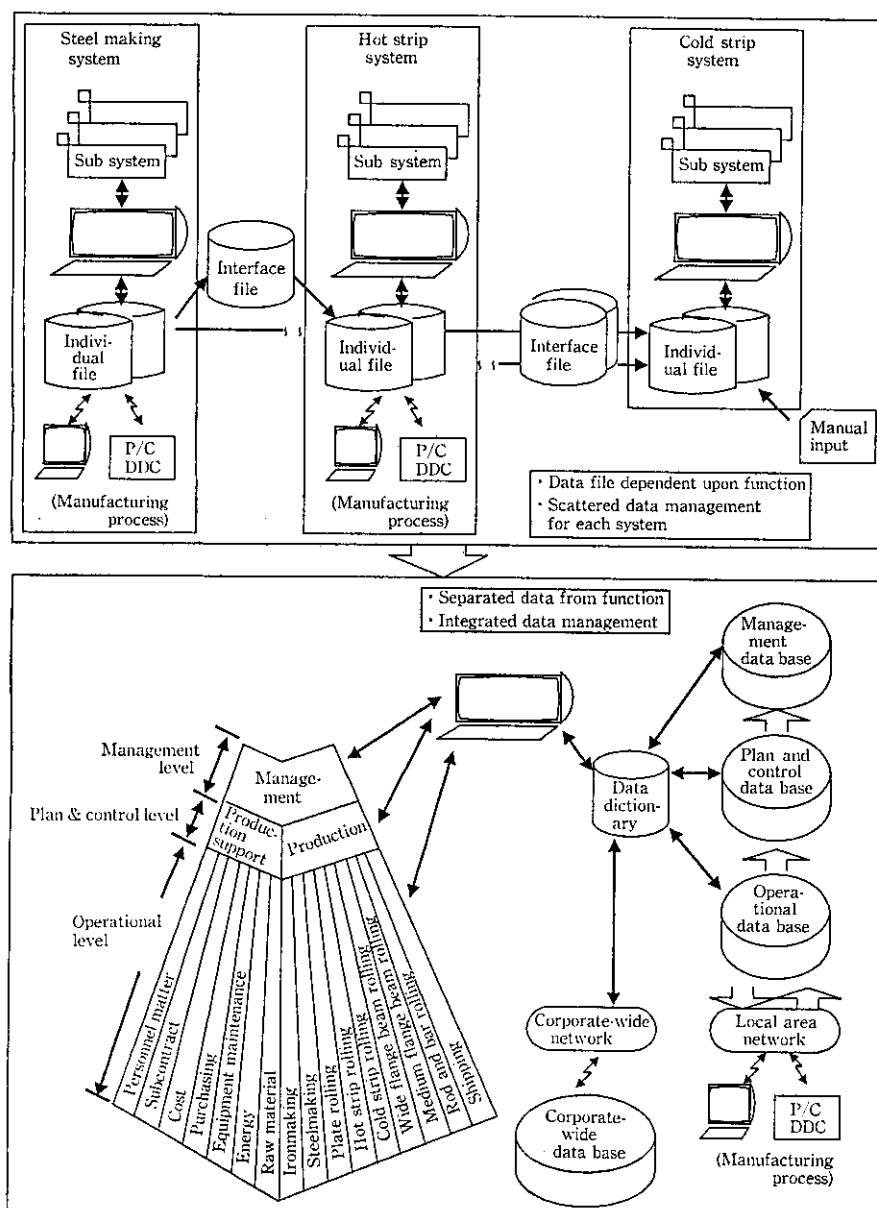


Fig. 6 Concept of integrated data management

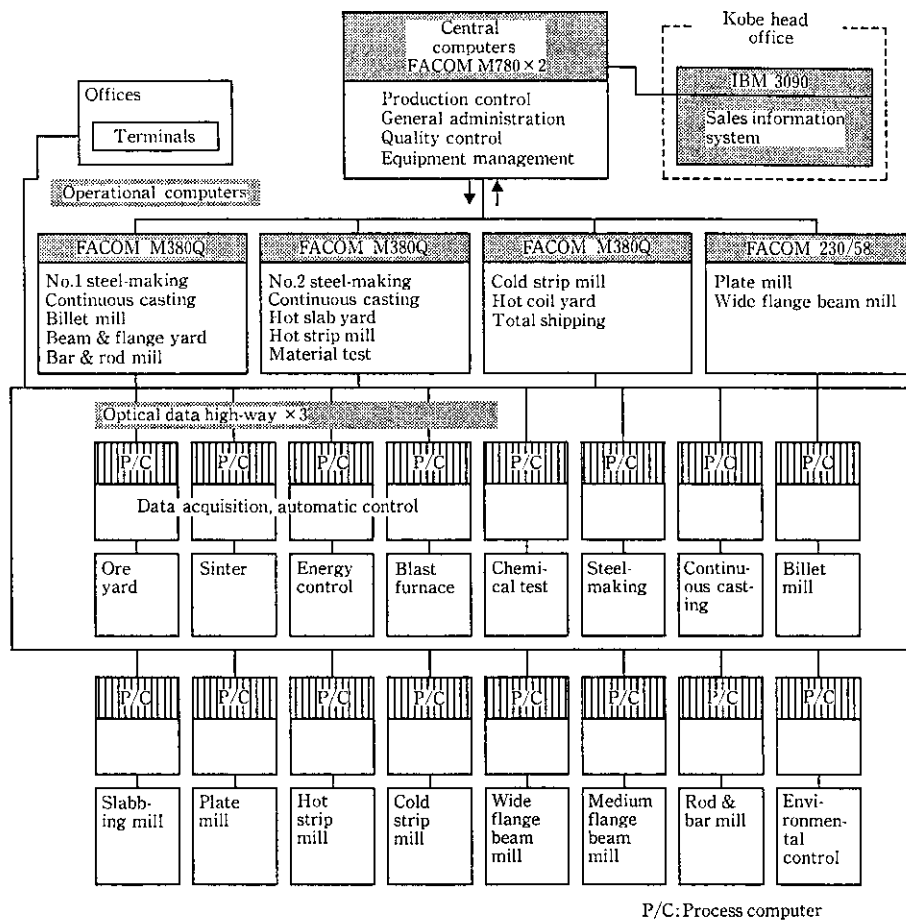


Fig. 7 Computer hierarchy at Mizushima Works

4.2 統合化・一貫化を支えるシステム技術・機器概要

4.2.1 大規模ネットワーク

当社では1960年代より本社と製鉄所間を結ぶ通信回線を導入し、拡充してきた。今回のシステム統合化・一貫化を図るために、製鉄所、全国営業所、流通基地、関係会社および取引先商社まで含む、企業グループを超えた大規模ネットワーク網を構築している。

4.2.2 コンピュータ階層

製鉄所における生産活動は、24時間昼夜連続操業を特色としている。コンピュータ機器も無停止運転の保証、また秒以下の高速レスポンスの保証を行うために4階層の機能構成をとっている。一例として、Fig. 7に水島製鉄所のコンピュータ構成を示す。それぞれのコンピュータが分担している機能を以下に示す。

(1) C/C(Central Computer)

品質設計、生産計画、製造命令、工程進捗管理、品質操業解析などの製鉄所全体に関係する機能および上工程から下工程までの一貫管理機能を分担する。

(2) O/C(Operational Computer)

工場単位、また複数工場単位の高レスポンス性が要求される操業管理機能を分担する。内容として、操業調整、オペレータへの操業指示、プロセスコンピュータへ制御情報の伝達、実績値のフィードフォワードによる操業補正、現品トラッキング、現品搬送指示、合否判定および操業・品質実績の収集などで構成している。

(3) P/C(Process Computer)

自動制御設定計算、自動制御学習計算、現品トラッキング、

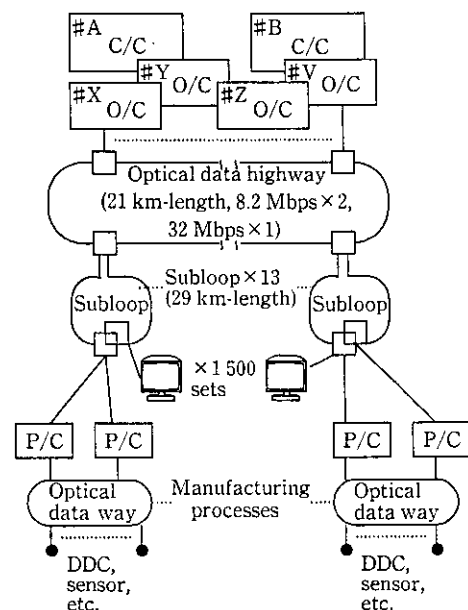


Fig. 8 Large scale local area network at Mizushima Works

上位下位計算機との情報授受などのプロセス全体の自動制御の総括管理機能を分担する。

(4) DDC(Direct Digital Controller)

各プロセス内の単体機器の自動制御機能を分担する。これらの各種コンピュータ機器間の情報通信、また各製造ライン

事務所に配置したディスプレイ、プリンタなどの端末機器との情報通信は膨大な量となる。そのため、Fig. 8に示すような製鉄所内の大規模ローカルエリア・ネットワーク網を構築し、システムの統合化を実現している。

なお今回のシステム再構築により従来と比較して、水島製鉄所を一例としてみると、C/CおよびO/Cレベルのコンピュータ能力を約5倍に、ソフトウェア規模を約2倍に、端末台数を約3倍に、データ容量を約10倍と飛躍的に増強している。またP/C、DDCレベルの規模も従来と比較して、約2~3倍に増強し、生産の自動化を進展させた。

4.2.3 システム開発技術

今回のシステム総合化・一貫化において、本社、水島製鉄所および千葉製鉄所をはじめとして、各事業所合計で4200万ステップにものぼるシステム再構築を同時併行して短期間に行う必要があった。そのために開発生産性を上げることが大きな課題となった。

市販の開発の方法論やツール類の導入だけでなく、データの一元管理、プログラム設計・製作の効率化などを目的とした当社独自の開発支援ツールを適用することにより、生産性を従来と比較して約2倍に向上させた。開発支援のツール類は開発局面だけでなく、保

守局面においても多大な効果を発揮している。

また大規模システムのプロジェクト運営管理技術についても、今回のシステム再構築に際して大きな進歩を遂げてきた。

5 結 言

鉄鋼メーカーとしての基幹業務である販売、生産および物流をひとつのシステムとしてとらえ、本社と製鉄所が一体となり、システムの再構築を実施した。

- (1) 受注から製品納入に至る全情報の一貫・集中管理化
- (2) 製鉄所、関連企業および商社にまたがる販売・生産・物流システムの統合化
- (3) 生産の上工程から下工程に至る操業・計画システムの一貫化・統合化

業務機能そのものの再編成および生産の仕組みそのものの見直しを出発点とし、工程間、工場間、製鉄所と本社間、本社と関連企業および商社間の広範囲にわたり機能の統合化・一貫化を実現した。その結果、従来の個別最適化から企業グループ全体としての最適化へ大きく前進し、所期のねらいを達成している。

参 考 文 献

- 1) M. Oshima, N. Hirai, and H. Miura: "Integrated Computer Control System on Plate Mill Plant", International Conference on Iron and Steel Making Automation II, F-7, Düsseldorf (Germany), (1970)
- 2) M. Oshima, and N. Hirai: "On-line Production Scheduling and Process Control System in Integrated Steelworks", Proceedings of the IFAC 5th World Congress, Part 1, 4.-4, Paris (France), (1972)
- 3) 守谷正一: 「分塊・厚板工場オンライン作業情報システムの開発」, 全NEACユーザ会第5回全国大会, (1972)
- 4) N. Enya: "Computerization in the Japanese Steel Industry—Case Study with Kawasaki Steel Corporation—", the 8th Meeting of Instituto Brasileiro de Siderurgia, IBS, Rio de Janeiro (Brazil), April (1978)
- 5) S. Sakakura, H. Shimazu, and T. Kohda: "The Real Time Sales Information System in Kawasaki Steel Corporation", the 4th International Conference on Computer Communication, ICCO, Kyoto (Japan), September (1978)
- 6) 藤野正雄: 鉄鋼のIE, 16 (1978) 3, 48-54
- 7) 藤川信司: 「データベース・リアルタイム処理をベースとした鉄鋼業における販売生産管理システム事例—営業情報システム—」, UNIVAC研究会全国会議, (1978)
- 8) 大森 尚, 前田瑞夫, 中村昭夫, 小川正勝, 三浦 洋: 「水島製鉄所第2製鋼工場におけるコンピューターシステム」, 川崎製鉄技報, 5 (1973) 4, 89-106
- 9) 平井信恒, 香月 忠, 松岡逸雄, 山下政志, 田村寿恒: 「水島製鉄所大形工場オンラインシステムの概要」, 川崎製鉄技報, 7 (1975) 4, 36-51
- 10) 栗田邦夫, 笹塚寛城, 今村俊一, 南谷昭次郎: 「千葉製鉄所厚板オンラインシステム」, 川崎製鉄技報, 7 (1975) 4, 26-35
- 11) 近藤 徹, 池田 博, 坂田 渉, 名村明教, 江口康二郎, 三宅祐史: 「水島製鉄所熱延総合管理システムの概要」, 川崎製鉄技報, 10 (1978) 4, 338-346
- 12) 山田孝雄, 才野光男, 児子精祐, 山名紳一郎, 妹尾義和, 守谷正一, 芋谷暢重, 瀬川佑二郎: 「水島製鉄所における第I期製鉄システム」, 川崎製鉄技報, 13 (1981) 4, 610-620
- 13) 梶原重則, 増田邦彦, 谷利修己, 山田浩平, 湯口善彦, 名村明教: 「水島製鉄所出荷総合管理システムの概要」, 川崎製鉄技報, 14 (1982) 1, 505-514
- 14) 佐々木健二, 大島 眞, 平井信恒, 土田 剛, 石塚信秀: 「厚板トータルシステムの概要」, 川崎製鉄技報, 8 (1976) 3, 364-373
- 15) 三浦 恒, 守谷正一, 飯田永久, 瀬川佑二郎, 佐藤明宗, 増田邦彦, 石井功一: 「水島製鉄所第2厚板工場の自動化」, 川崎製鉄技報, 8 (1976) 3
- 16) 近藤 徹, 大島 眞, 村山国弘, 木暮知彦, 高橋良次: 「川崎製鉄(株)水島製鉄所熱延工場におけるコンピュータネットワークシステム」, FUJITSU, 31 (1980) 6, 57-70
- 17) M. Oshima: "Computing Strategy—Overview of System Development of Kawasaki Steel", IBM Production Industry Center Basic Metal Seminar, Europe IBM, La Hulpe (Belgium), October (1983)
- 18) 小林俊文: 鉄鋼のIE, 23 (1985) 1, 42-47
- 19) 樋口 明: 鉄鋼のIE, 23 (1985) 5, 40-45
- 20) 中村敏之: 鉄鋼のIE, 24 (1986) 5, 50-54