

川崎製鉄技報

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.18 (1986) No.1

---

線材棒鋼総合生産管理システムの概要

Outline of the Advanced Total Information System for Bar and Rod Mill at Mizushima Works

石毛 稔(Minoru Ishige) 川西 肇(Hajime Kawanishi) 野田 昭雄(Akio Noda)  
井野 清治(Kiyoji Ino) 青木 勝男(Katsuo Aoki) 青木 光生(Kosei Aoki)

---

要旨：

水島製鉄所では、棒鋼工場に新線材圧延設備を建設するとともに、この工場の操業をサポートする総合生産管理システムを開発した。システムは、C/C、O/C、P/CおよびDDCの4階層のコンピューター構成とし、特殊端末、センサなどを有機的の結合させている。機能は、オーダーを受付けた以降の品質設計から製造命令作成にわたる機能の強化と操業管理機能の強化を重点にして、新線棒工場の多品種小ロット生産下における操業の円滑化、品質保証体制の強化、および工程期間の短絡化を図った。また最新のコンピューター利用技術と開発技術を適用し、開発と保守の効率化を図った。当システムは、現在順調に稼動しており、当初の開発の狙いを達成し着実に効果をあげている。

---

Synopsis：

A fully computerized production control system was developed for the efficient production of wire rods and bars in Mizushima Works, in conjunction with the construction of new rod rolling facilities. This system has a 4-level hierarchical structure of a central computer, online computers, process computers and direct digital controllers, connected with special computer terminals and sensors. By reinforcing functions of order entry, quality design, instruction preparation, and operation control, the system has realized smooth manufacture of products in small lots and with great varieties, improvement in the quality assurance system and shorter lead-time. In addition, new computer application technologies made it possible to develop and maintain high efficiency system. This system has achieved its target and is of great benefit for smooth operation.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

## Outline of the Advanced Total Information System for Bar and Rod Mill at Mizushima Works



石毛 稔  
Minoru Ishige  
水島製鉄所 システム  
部 主査(出長)



川西 肇  
Hajime Kawanishi  
水島製鉄所 システム  
部 主査(課長)



野田 昭雄  
Akio Noda  
水島製鉄所 条鋼圧延  
部線材棒鋼課 課長



井野 清治  
Kiyoji Ino  
水島製鉄所 条鋼圧延  
部条鋼技術室 主査(課  
長補)



青木 勝男  
Katuo Aoki  
鉄鋼企画本部 技術生  
産企画部技術企画室  
主査(掛長)



青木 光生  
Kôsei Aoki  
水島製鉄所 条鋼圧延  
部条鋼技術室

### 1 緒 言

水島製鉄所における線棒系列へのシステムの導入は、1968年に生産工程管理機能を中心としたバッチシステムに始まり、その後段階的にレベルアップを図ってきた。しかしニーズの多様化と高付加価値化が進むにつれて、品質設計、製造命令、操業指示、進捗管理などの情報処理負荷、速度および精度の面から総合的なシステムリフレッシュのニーズが高まってきた。

水島製鉄所では、条鋼に対する製鋼から製品出荷にいたる最適製造プロセスを形成する一環として、連鑄機の改造やビレット圧延工場建設などのハードとソフトが一体となった条鋼向け素材生産管理システムを再構築するとともに、棒鋼工場に新線材圧延設備(NTミル、ステルモアなど)を建設し、線材製品の品質向上とコイル大単重化を図ることになった。

これらの背景の中で、棒鋼の生産に新たに線材製品の生産が加わる新線材工場操業の円滑化を図るとともに、素材工程と線棒工程の同期化・連続化を情報処理面から支援するために、1982年に線棒総合生産管理システムの開発に着手した。1984年10月に稼業を開始

### 要旨

水島製鉄所では、棒鋼工場に新線材圧延設備を建設するとともに、この工場の操業をサポートする総合生産管理システムを開発した。システムは、C/C、O/C、P/CおよびDDCの4階層のコンピュータ構成とし、特殊端末、センサなどを有機的に結合させている。機能は、オーダーを受付けた以降の品質設計から製造命令作成にわたる機能の強化と操業管理機能の強化を重点にして、新線材工場の多品種小ロット生産下における操業の円滑化、品質保証体制の強化、および工程期間の短縮化を図った。また最新のコンピュータ利用技術と開発技術を適用し、開発と保守の効率化を図った。当システムは、現在順調に稼働しており、当初の開発の狙いを達成し着実に効果をあげている。

### Synopsis:

A fully computerized production control system was developed for the efficient production of wire rods and bars in Mizushima Works, in conjunction with the construction of new rod rolling facilities.

This system has a 4-level hierarchical structure of a central computer, online computers, process computers and direct digital controllers, connected with special computer terminals and sensors.

By reinforcing functions of order entry, quality design, instruction preparation, and operation control, the system has realized smooth manufacture of products in small lots and with great varieties, improvement in the quality assurance system and shorter lead-time.

In addition, new computer application technologies made it possible to develop and maintain high efficiency system.

This system has achieved its target and is of great benefit for smooth operation.

し、現在順調に操業している。

以下にこの線棒総合生産管理システムについて、システムの主な機能とこれに用いたシステム技術の特徴について報告する。

### 2 システム開発の狙いと開発経緯

本システムの開発の主な狙いは以下の2点である。

#### (1) 多品種小ロットミル操業の円滑化

多品種小ロットミル操業の円滑化、素材工程と線棒工程の同期化および連続化、受注から出荷までの工程期間短縮などを達成する仕組みを構築する。また生産工程管理におけるコンピュータ情報処理範囲の拡大を行い、情報処理の精度と速度の向上を図るとともに、操業管理システムにおいては、命令情報としての操業指示内容を充実することにより、ペーパレスおよびノーマンコントロールを支援する。

\* 昭和60年11月11日原稿受付

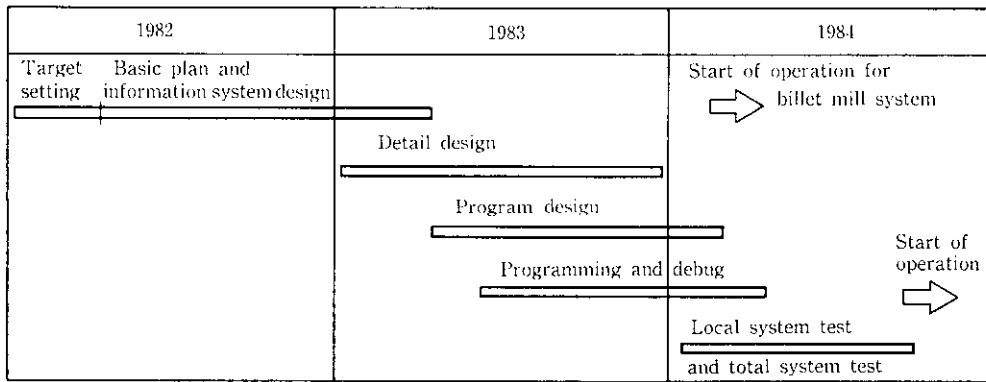


Fig. 1 Development history of the system

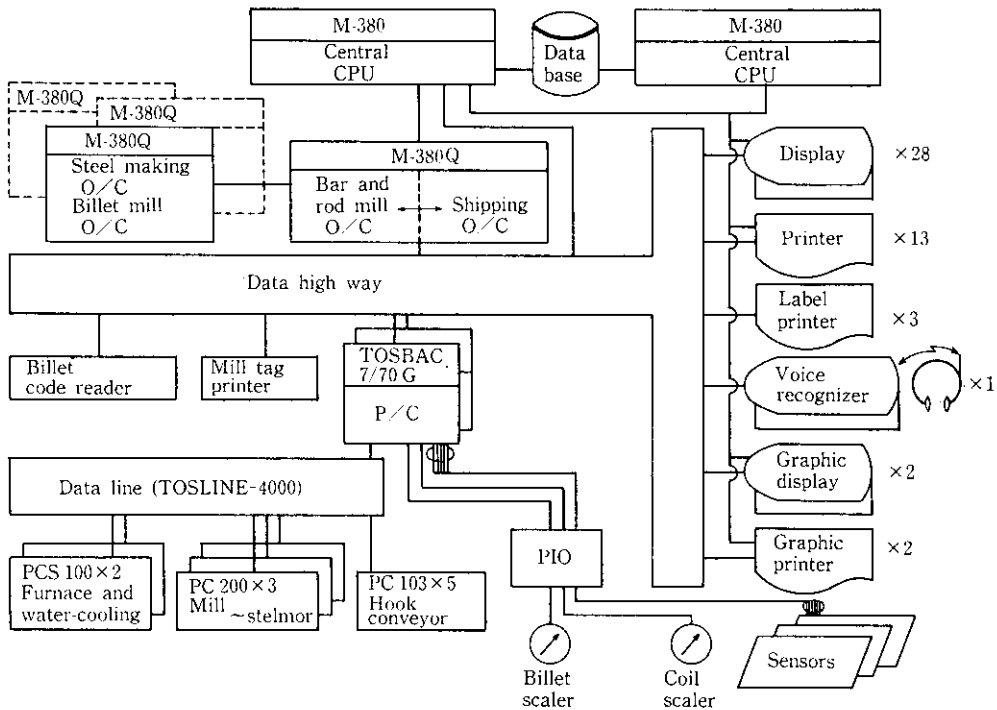


Fig. 2 Composition of bar and rod mill computer

(2) 品質保証体制の確立

多品種小ロットの高付加価値製品の製造において、品質設計と製造仕様の決定が確実に実行されて、かつ品質が作り込める仕組みを構築する。このため、品質設計と製造命令の機械化を図るとともに、プロセスコンピュータとセンサを導入し、自動設定、自動制御および品質操業データの自動収集などを行い、作業ミスの撲滅を図る。さらに、品質操業情報の解析データベースを構築し、品質改善のための解析を容易にする。

当システムの開発経緯を Fig. 1 に示す。前工程とのインタフェース部分については、条鋼向け素材生産管理システムの稼動にあわせて先行稼動させた。

3 システム概要

3.1 ハードウェア構成

当システムのハードウェア構成を Fig. 2 および Table 1 に示す。システム構成は C/C (Central computer), O/C (Online com-

puter), P/C (Process computer), DDC (Direct digital controller) の4階層構成とした。

3.2 システム機能構成

当システム全体の機能構成および他システムとのインタフェースを Fig. 3 に示す。

3.3 多品種小ロットミル操業の円滑化

3.3.1 計画統制機能の強化

線材システムの狙いは、多品種小ロットミル操業の円滑化、上工程との連続操業および工程期間短縮であり、どの狙いも計画統制機能の強化を必要としている。新システムは計画立案機能に柔軟性を持たせるため、人間作業とし、コンピュータは以下の機能により計画統制機能を支援する。

- (1) 受注オーダーおよび各種実績を計画に必要な形で編集提供する。
- (2) 計画に対する実績をリアルタイムに把握し提供する。
- (3) 目的別受注情報(素材手入方法別、棒精整処理工程別、ミル

Table 1 System configuration of hardware and software

System	Item	Quantity	Note
Center computer	Hardware		
	FACOM M-380	2	Central common machine
	CRT & keyboard (Japanese)	3	Color CRT
	Printer (Japanese)	2	
	Business graphic display	2	
	Business graphic printer	2	
	Software	490 k steps	COBOL & EUL
On-line computer	Hardware		
	FACOM M-380Q	1	
	CRT & keyboard (Japanese)	25	Color CRT
	Printer (Japanese)	11	
	Label printer	3	
	Billet code reader	1	
	Mill tag printer	1	
	Connected speech recognizer	1	
	Software	358 k steps	COBOL
Optical data highway (North trunk line)	Master station	2	
	Center station	4 (1)	
	Field station	16 (3)	
	Cable length		
	Main loop	5.1 km	Double
	Sub loop (Cable total length)	1.1 km 7.7 km	Single
Other connected computer	One-line computer	2	
	Process computer	2	
Data base	Total volume	274 MB	

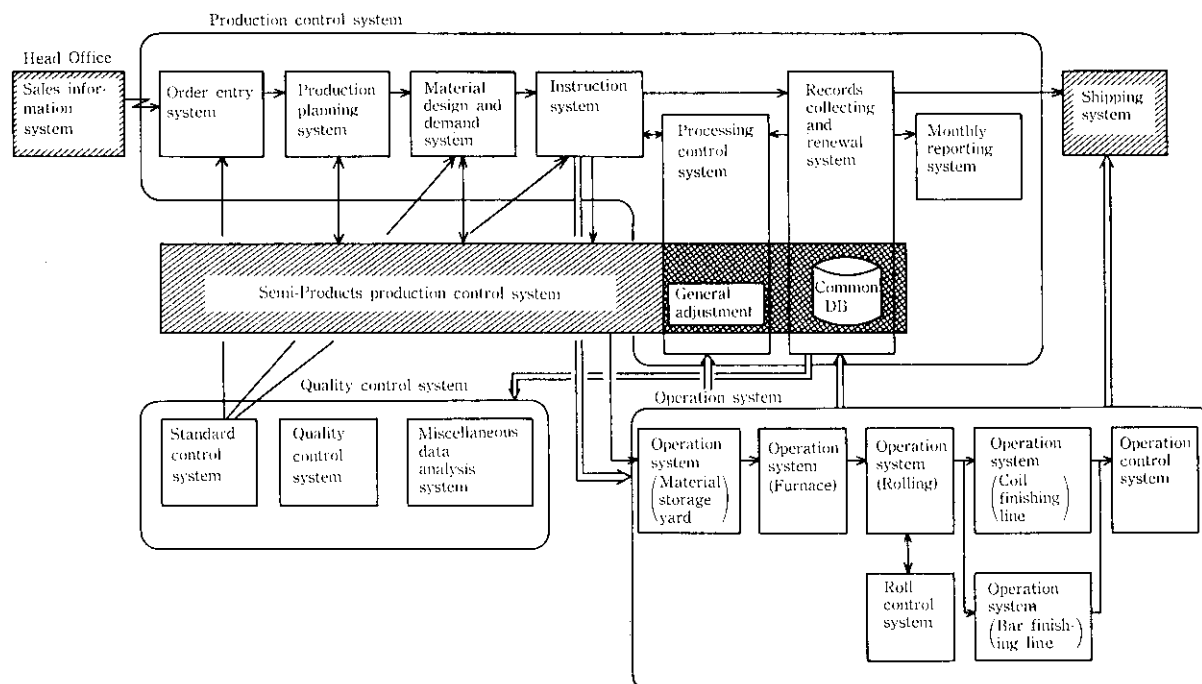


Fig. 3 Functional relations of subsystems in bar and rod mill system

タグ種類別、各受注データ)のオンライン出力指示、および事前段取用命令サマリデータ(製造命令書)の出力。

### 3.3.2 命令システムの開発

工程期間の短縮と操業の円滑化を図るためには受注以降、素材の製造から圧延命令作成までの仕組みが重要である。水島製鉄所では、条鋼向け素材製造合理化計画により素材のチャンス規制が大幅に緩和され、素材工程と線棒工程の同期化と連続化が可能となった。当システムでは、情報処理面から同期化と連続化を支援するため、以下の機能を開発した。

#### (1) 計画投入および素材設計

受注からロールまでの工程期間短縮を図るため、線棒オーダの管理は、圧延に引きつけて線棒のロール週単位に生産対象に投入する方法とした。この計画投入により、オーダに対する素材仕様別の必要量と在庫素材情報を編集することにより、素材設計を支援している。また、素材設計結果を端末より会話方式で入力し、素材請求情報を生成させている。

#### (2) 素材充当規制の自動判定

上工程の素材システムより、ビレット製造完了時にオンラインでビレット現品情報を受取り、素材の製造工程における各種品質レベルを認識し、素材の充当可否および充当規制などを自動的に判定する。これにより、現品搬入前に素材充当作業を行い現品ハンドリング効率を考慮した山積み指示を可能としている。

#### (3) 製造命令の作成

製造命令は、線棒工場の製造仕様が付加されたオーダに対して素材を紐付けし、操業システムへ製造命令情報を伝達する機能である。システム化にあたって素材の山積み状況を考慮した素材充当や最適圧延順位決定などは機械化が難しいこと、機能に柔軟性を持たせることなどから、材料管制室の端末を利用したマン・マシンの分担で行っているのが特徴である。製造命令は以下の機能で構成している。

##### (a) オーダグルーピング

オーダを製造ロット(同一素材、同一製造条件)にまとめる機能であり、基本的には機械処理で行い、人による合成分離機能を持たせている。

##### (b) 製造ロットグループに対する素材充当機能

人が行う素材充当作業をサポートする機能と、ミスを防ぐための素材充当チェック機能を持っている。

##### (c) 製造命令作成および圧延順位決定機能

素材充当結果を受けて製造命令を作成する機能であり、製造ロットグループごとの基本的な圧延順位を決定する。最終調整は人間作業とした。また、素材現品情報をビレット製造完了時リアルタイムに受け取る機能により、ホットチャージに対する製造命令作成も可能としている。

### 3.3.3 進捗管理機能の充実

素材から製品出荷までの実績をリアルに更新し、かつオーダに対する進捗状況を最新の状態で把握している。これらの最新情報から、工程状況表など定常的管理帳表を出力させる機能と各種マスターファイルのオンライン検索機能により、進捗管理を容易にしている。またヤード払い出し納期を設けることにより、仕掛り処理の緩急度判定を行い、ラインでの進捗管理の強化を図っている。

### 3.3.4 操業管理システムの開発

多品種小ロットミルでの高付加価値製品の生産下においては、品種による情報差異や付加価値を高めるための情報ハンドリング量の増大などがあり、生産性向上と品質保証を達成するためには、操業管理における情報処理面でのコンピュータ支援の強化が重要であ

る。当システムは、上位のセントラル・コンピュータから伝達された操業指示データと合否判定用データからなる命令データベースをその基本とし、オンライン・コンピュータ、プロセス・コンピュータ、DDCの3階層コンピュータを有機的に結合させたシステム構成としている。その機能関連はFig. 4に示すとおりであり、機能分担は以下のとおりである。

#### (1) セントラル・コンピュータ

- (a) オーダエントリおよび品質設計機能
- (b) 計画サポート機能、素材請求・素材充当機能
- (c) 製造命令の作成機能
- (d) 出鋼から出荷までの進捗管理機能
- (e) 生産月報処理
- (f) EUL(End user language)による品質と操業の解析機能

#### (2) オンライン・コンピュータ

- (a) 素材受け入れから製品払い出しまでの線棒工場全体の物流管理
- (b) オペレータへの操業指示、P/Cへの制御情報の伝達および合否判定情報の伝達
- (c) 品質、操業および生産の実績の収集
- (d) 速報性を必要とする実績集計(班報、日報)

#### (3) プロセス・コンピュータ

- (a) プロセス全体の自動制御の統括管理
- (b) プロセス全体の現品トラッキング
- (c) 加熱燃焼制御、ミルライン各機器自動設定、水冷・空冷制御
- (d) 下位DDCへの命令値の設定
- (e) センサベースからの操業実績収集

#### (4) DDC

- (a) 各プロセス単体機器の自動制御

これにより、操業管理範囲の拡大、管理メッシュの緻密化、情報処理速度の向上および操業の自動化を可能としている。

## 3.4 品質保証体制の強化

コンピュータ・システムが、品質保証体制を強化する役割は多大である。当システムでは、品質設計、製造命令、品質管理、品質改善、品質情報管理等の品質保証活動を支援するため、以下の機能を開発した。

### 3.4.1 品質設計の自動化

品質保証体制を確立するための出発点は、需要家の要求に合わせて品質を設計し、その品質を得るための製造仕様を的確に製造命令に反映させることである。このため、要求品質値の再整理および標準化を推進し、以下の考え方にもとづきシステムを開発した。

- (1) 本社から電送されるオーダの要求品質値をもとに製造仕様を自動設計できること。
- (2) 特殊な要求品質に対しては、人がタイムリーかつ的確に対応できること。
- (3) 新設備および設備改善による標準の追加、修正、需要家ニーズの変化などに柔軟に対応できること。

またシステムを柔軟にするため、コンピュータに取り込む標準類は、基準テーブル(コンピュータ基準)とし、運用部門が端末からの会話により登録および修正を可能としている。当機能の開発により、従来の標準書類をベースにしたマンシステムから脱却し、品質設計の自動化ができた。

### 3.4.2 製造命令の一元化

製造命令は

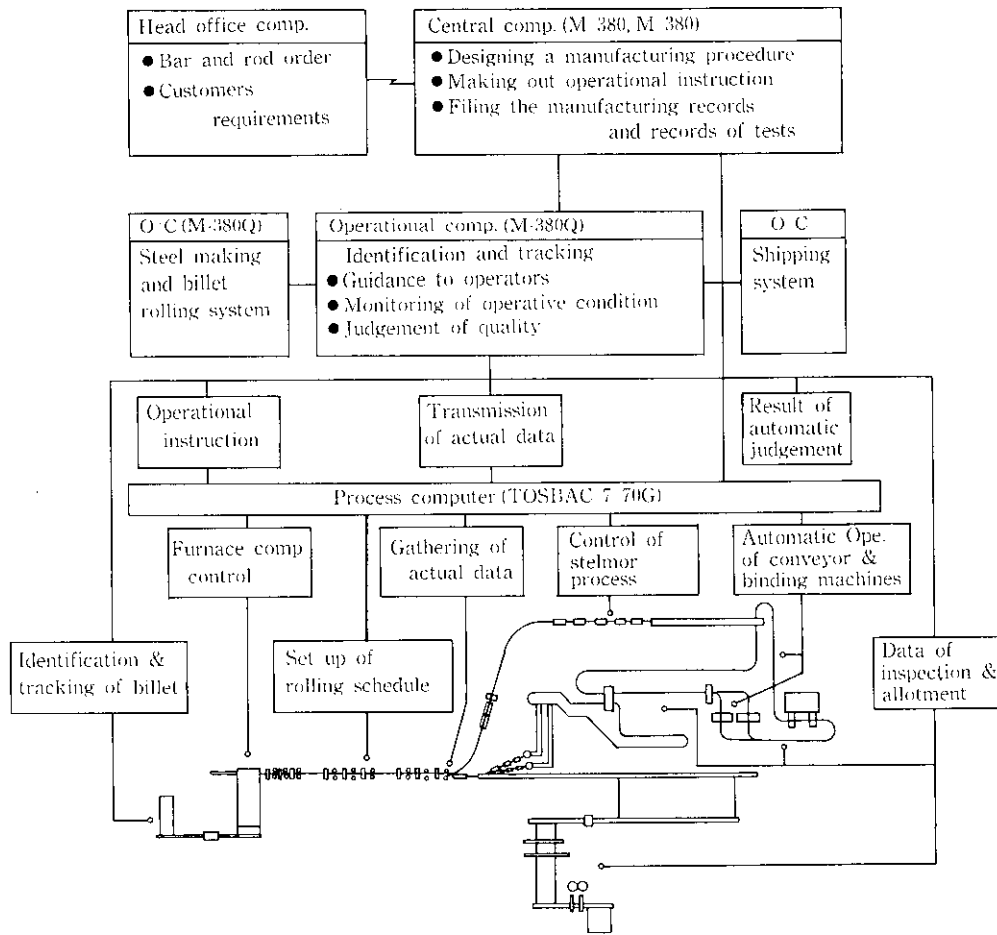


Fig. 4 Schematic diagram of computer control system

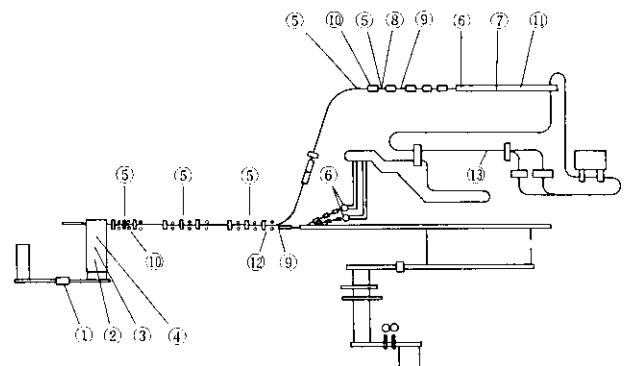
- (1) オーダの製造仕様付加
- (2) 前工程実績のフィードフォワード
- (3) 実験材の指示
- (4) 不具合の処置指示

と多岐にわたっている。そこで品質の高級化と多様化が進む中で、一時的には標準化の遅れによるシステムへの反映遅れが発生し、標準書および特別な操業指示が増大する可能性がある。このためオペレータへの指示が多面的になり操業上に支障をきたす場合がありうる。

そこで標準類の徹底的なシステム化を実施するとともに、実験材管理機能および不具合管理機能を開発し、オペレータへの操業指示の一元化および文書による操業指示の廃止を図った。実験材管理機能は、実験材指示情報を登録し一括管理する実験材データベースを持ち、製造命令作成時に当データベースを参照し実験材指示を行う機能を持っている。一方、不具合管理機能は、不良品の登録、処置、不具合の情報の次工程への伝達、および不良情報解析などを支援する機能を持っている。これらの機能の開発と日本語端末導入により、日本語（漢字）で CRT に表示でき、作業性が向上した。

3.4.3 オンライン合否判定機能

製造過程において品質を保証するためには、品質の作り込み結果をチェックする仕組みが不可欠である。当システムでは、プロセス・コンピュータとセンサ（61個）を新たに導入することにより、操業実績を常時監視し、操業指示範囲に対し、リアルタイムに合否判定を行っている。判定結果はフィードバックして操業補正を行うとともに、フィードフォワードにより不具合の登録、処置などの操



- ① Billet scale × 1
- ② Thermometer (F'ce) × 3
- ③ CO meter × 1
- ④ O<sub>2</sub> meter × 2
- ⑤ Thermometer (stock) × 10
- ⑥ Thermo (laying temp.) × 3
- ⑦ Thermometer (stelmor) × 2
- ⑧ Eddy current detector × 1
- ⑨ Profile meter × 2
- ⑩ Load sell × 14
- ⑪ Air pressure gauge × 20
- ⑫ Rolling speed meter × 1
- ⑬ Coil scale × 1

Fig. 5 Sensor list of bar and rod mill

業指示変更を行っている。この機能を支えるセンサの配置を Fig. 5 に示す。

3.4.4 品質操業管理解析システム

品質操業管理では、各製造工程の重点管理項目データを最適メッシュで、より早く、精度よく、収集・解析し、品質の作り込み作業

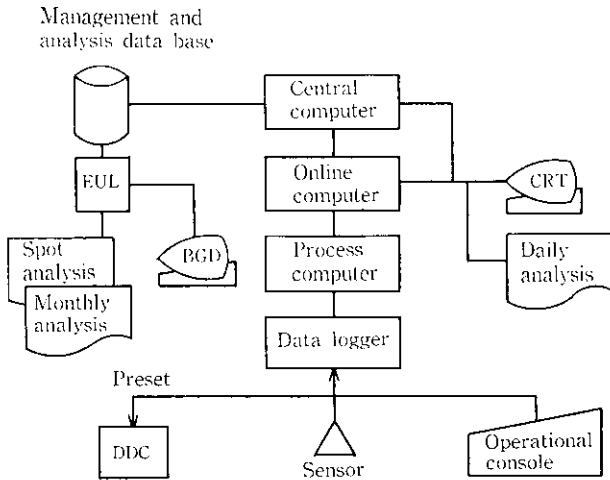


Fig. 6 Schematic flow of management and analysis system

に効率よく反映させることが必要となる。そこで、プロセス・コンピュータとセンサで自動収集された品質検査情報をすべてセントラル・コンピュータにファイリングし、管理解析データベースを構築した。データベースは検索・解析が容易なようにファイリングしている。

データベースの利用にあたってはオープン利用を促進し、TSS (Time shearing system) 端末およびEULを用いている。これらによりオンライン情報検索および製鋼から製品までの一貫した品質解析が可能となり、品質改善のみならず操業改善とコストダウン活動にも効果を発揮している。当システムの概要を Fig. 6 に示す。

## 4 システム技術の特徴

### 4.1 利用ハードウェア

当システムの構築にあたって最新のコンピュータハードウェア技術を積極的に採用した。特に新しいマン・マシンインタフェースとして音声入力端末装置を導入した。以下に利用ハードウェアと利用上の特徴を示す。

#### 4.1.1 製鉄所ネットワークの利用

水島製鉄所では、各工場に分散配置しているコンピュータ端末群を効率的に接続する通信手段として、光データハイウェイを利用した製鉄所ネットワーク網を構成している。光データハイウェイの構成は、南北に分けて、南幹線と北幹線とからなり、この幹線配下に各工場のサブグループを形成している。当システムは北幹線配下に線棒サブグループを新たに形成し、端末とコンピュータの通信およびコンピュータ間の通信を実現している<sup>2,3)</sup>。

#### 4.1.2 特殊端末の利用

ビレットラベルの自動読み取りを行うバーコードリーダ、コイル検査品質情報の収集を行う音声入力端末、検査票と仕掛り票作成のラベルプリンタおよびミルタグ打刻機を導入した。

バーコードリーダは、当システムのトラッキングのスタートポイントである加熱炉入口で確実に物と情報の整合を取るため、ビレットのラベル情報を自動的に読み取り、O/Cのトラッキングを保証している。

音声入力端末装置は、コイル検査ラインの中で磁粉探傷など検査実績入力に適用し、工場内の機械設備運転音(フックコンベア、ブローなど)の影響を回避するため、スロートマイクを媒体とした無



Photo 1 Voice recognizer

線による遠隔入力とした。この機能により、作業者は検査作業を自由に行いながら、必要な実績入力を行うことを可能としている (Photo 1)。

ラベルプリンタ、ミルタグ打刻機は上工程の情報がフィードフォワードされオンラインでリアルタイムに打ち出す機能を持っている。

#### 4.1.3 日本語 BGD (Business graphic display) 端末の利用

システム運用面から、画面と帳表の見易さを重視し、全端末に日本語をサポートする機能を持たせた。これはペーパーレス操業の実現に大きく寄与している。また事務所端末には、任意の管理情報の図形化を手軽に行えるように BGD 端末を導入し管理業務の効率化を図っている。

### 4.2 適用システム開発技術

ソフトウェア技術面では、水島製鉄所で数年来、推し進めてきたシステム開発生産性の向上策としての技法とツールを全面的に採用し、過去最高のシステム開発生産性を達成することができた。その主な技法とツールを以下に紹介する<sup>4)</sup>。

#### 4.2.1 PRIDE (Profitable information design)

システム開発の手順、ドキュメント標準化などの総合的方法論である PRIDE を全面的に適用し、スケジュール管理、生産性向上などに大きな効果を発揮した<sup>5)</sup>。

#### 4.2.2 データ管理用ツールの適用

PRIDE の情報資源管理をコンピュータで支援するツールとして、自社開発のデータ・ディクショナリ・システム、SORID (System organization and resource information dictionary) を全面的に適用した。SORID は、データ管理用ツール以外にコンピュータファイルのレコードフォーマット自動作成やプログラムリストへ日本語名を出力するといった機能も備えており、開発と保守作業の効率化を支援するツールである。当システムでは線棒関係のデータ (4250 項目) について SORID で管理し開発の効率化を図った。また、これは、保守の効率化にも寄与している<sup>6)</sup>。

#### 4.2.3 プログラム自動生成ツールの適用

COBOL のプログラム自動生成ツールとして、自社開発した PARTS (Pattern and parts oriented application requirement translation

system) を適用し、プログラム設計以降の生産性向上を図った。

## 5 結 言

線棒総合生産管理システムにおける多品種小ロットミル操業の円滑および品質保証体制の強化のための機能を品質設計、製造命令、操業管理システムなどを中心に概要を紹介した。当システムは、従来のマニュアル処理をベースにした情報処理から、一気に最新鋭の総合生産管理システムに変貌をとげたものであるが、本番以降順調に稼動しており、当初に狙った効果を着実にあげつつある。これはシステムの開発にあたり、当初より終始一貫して関係部門が一致協

力して開発を進めたこと、および製鉄所先行プロジェクトで開発・導入した最新のコンピュータ利用技術、開発技術を適用したことによるところが大きい。

水島製鉄所の線棒製品は、今回のシステム開発および新線材圧延設備の設置により、ソフトおよびハードとも高付加価値製品の製造基盤が整ったことになる。今後、新システムの運用により技術力強化などで一層の効果が発揮されるものと期待されている。

おわりに当システムの開発にあたり多くの助言とご支援をいただいた富士通株式会社、日本電気株式会社、株式会社東芝ならびにソフトウェア各社の関係者各位に心からお礼申し上げます。

## 参 考 文 献

- 1) 中西輝行, 大杉賢三, 板倉仁志, 中川康広, 谷利修己, 上田徹雄: 「製鋼一圧延同期化操業支援システムの開発」, 鉄と鋼, **70** (1984) 13, S1078
- 2) 斉藤 達, 谷利修己: 「川崎製鉄水島製鉄所におけるデータハイウェイの利用状況」, FACOM ジャーナル, **8** (1982) 2, 23-31
- 3) 長岡安夫: 「総合オンライン・サポート・システムの開発と利用」, FACOM EDP 論文集, **17** (1984), 195-215
- 4) 石塚信秀, 有本 徹, 塩飽尚文: 「川鉄水島の実践的データ管理活動」, 事務管理, **25** (1986) 2, 67-75
- 5) 塩飽尚文: 「データ指向型システム生産手法の体系化」, 鉄と鋼の IE, **21** (1983) 3, 52-59
- 6) 馬場佐喜二, 平松幸博, 木下茂行: 「データ・ディクショナリ・システムの開発とその活用について」, FACOM EDP 論文集, **16** (1983), 1-18