
水島製鉄所熱延総合管理システムの概要

Outline of Hot Strip Total Control System at Mizushima Works

近藤 徹(Toru Kondo) 池田 博(Hiroshi Ikeda) 城田 渉(Wataru Shirota) 名
村 明教(Akinori Namura) 江口 康二郎(Kojiro Eguchi) 三宅 祐史(Yushi Miyake)

要旨：

1970年の熱延工場稼働以来約8年間継続した熱延生産工程管理システムを、最近の生産量の増大、製造コスト低減、より厳しい需要家の品質要求に対処するため改善した。新システムはセンターコンピュータ、オンラインリアルタイムコンピュータ、プロコン、ミニコンなどの各種コンピュータ群や自動機器、端末群などデータハイウェイ回線によりネットワークし、オーダーエントリーから出荷までの全工程を一貫して管理している。等システムは、1978年5月稼働以来高い信頼性のもとに利用部門において十分に活用され、熱延工場での製造コスト低減に寄与している。

Synopsis：

A new hot strip production planning and controlling system was started in May 1978 and has been successful in saving cost and manpower. It is an improvement over the original form started up in 1970, and a recent increase in production, severe customer request for quality and the company-level cost-saving policy are the background of the new change. The new system performs a total control from order entry through product shipping by an extensive network that links various computer units such as central processing unit, on-line realtime computer, process computer and mini-computer, and also automated equipment by data highway circuit.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

水島製鉄所熱延総合管理システムの概要

Outline of Hot Strip Total Control System at Mizushima Works

近 藤 徹*

Toru Kondo

池 田 博**

Hiroshi Ikeda

城 田 渉***

Wataru Shiota

名 村 明 教****

Akinori Namura

江 口 康二郎*****

Kojiro Eguchi

三 宅 祐 史*****

Yushi Miyake

Synopsis:

A new hot strip production planning and controlling system was started in May 1978 and has been successful in saving cost and manpower. It is an improvement over the original form started up in 1970, and a recent increase in production, severe customer request for quality and the company-level cost-saving policy are the background of the new change. The new system performs a total control from order entry through product shipping by an extensive network that links various computer units such as central processing unit, on-line realtime computer, process computer and mini-computer, and also automated equipment by data highway circuit.

1. 緒 言

水島製鉄所の熱延工場は1970年1月に鋼片、線棒、第1厚板、大形の各製品系列工場に続き稼動した。当熱延工場は最終460万t/yの生産能力があり、需要家の厳しい要求に十分こたえる技術力を背景に大量のすぐれた製品を製造している。

工場の設備概要をTable 1に示す。当熱延工場は現在まで、バッチレベルの生産工程管理システムと業界に先駆けて導入したディジタル AGC 機

能をもつプロセスコンピュータシステムにより操業を行ってきた。

今回完成した熱延総合管理システムは、受注 - 生産 - 出荷の一連の流れの中で発生する各種業務の管理水準向上を最大の狙いとして、オンラインリアルタイムコンピュータシステム（以下L/Cと記す）の導入および旧生産工程管理システムの大改造を行って、1978年5月より本番稼動にはいった。

以下にシステム化方策の内容と熱延総合管理システムの概要を紹介する。

* 水島製鉄所薄板圧延部薄板技術室主査（課長待遇）

*** 水島製鉄所薄板圧延部薄板技術室主査（掛長待遇）

***** 水島製鉄所管理部薄板管理課課長

〔昭和53年9月29日原稿受付〕

** 水島製鉄所システム部システム室主査（掛長待遇）

**** 水島製鉄所工程部鋼板工程課課長

***** 水島製鉄所薄板圧延部熱間圧延課課長

Table 1 Specification of main equipment at hot strip mill

Item		Specification		
Strip mill department	Reheating furnace	Pusher	Max. 325t/h	4 (5 in future)
	Roughing stands	Full continuous	2 Hi stand	2
			4 Hi stand	3
	Finishing stands	Full continuous	4 Hi stand	7 (8 in future)
	Coilers	Down coiler	Closer coiler	2
			Standard coiler	3
Finishing department	Skin pass mill	Hydraulic screw down	2 Hi	3
	Shearing line	Flying & up cut		1
	Slitting line			1
	Pickling line			2
Slab size	Thickness (mm)	150~305		
	Width (mm)	600~2 200		
	Weight (t)	Max. 45		
Product size		Coil	Sheet	
	Thickness (mm)	1.2~25	1.2~10	
	Width (mm)	600~2 200	600~2 200	
	Length (mm)	—	Max. 12 200	
	Weight (t)	Max. 45		
Annual production (t/year)		Nor. 4 600 000		

2. システム導入の目的と効果目標

工場稼動と同時に導入された熱延製品生産工程管理システムは、途中小規模な修正は幾度を行ったが、基本構想は変えることなく長期間運用してきた。

その後、生産品種の拡大、量の増大、要求品質の高度化、省資源対策などの環境変化があり、これらに対処するため諸管理面のレベルアップを軸にして以下の二つの目的のためにL/Cの導入を中心とした旧システムの改造を行った。

(1) コストダウン

広く生産工程管理、品質管理、操業管理、物流

管理などの管理業務を合理化し、管理サークルを円滑回転させ、終局的にはコストダウンに寄与する。

(2) 省力化

情報処理担当者、現品管理作業、ラインオペレーターの省力を図る。

具体的な目標としては次の6項目である。

- 約150名を省力する
- 適正仕掛在庫を約20%削減する
- 工程・等級歩留りを約0.1~1%向上させる
- 余剰鋼板を約40%削減する
- コイル巻直し、ハンドリング経費を約10%削減する
- ロール原単位を約10%削減する

3. 新システムの設計思想と開発経過

前述した目標達成のために“データ採取の自動化・オンライン化、適切な端末配置・データ保存・データ出力、コンピュータリンク、データハイウェイ”などのあらゆる有効手段を講じて、“質・量ともにすぐれた情報”をタイムリーに入出力し、人またはコンピュータによりの確に判断してアクションをとれるシステム化を図ることを基本とした。具体的方策についてコンピュータ入力・処理・出力の3局面に区分し以下に記述する。

(1) 入 力

従来のシステムはパンチカードや磁気テープを介してのインプットが多く、工数的、時間的にも無駄が多かった。当システムでは、単にデータ採取のみでなく、異常発見時の修正処理の迅速化も含めつぎのように対処した。PCM(Pulse Coded Modulation)データハイウェイ方式を採用し、関連コンピュータ、自動化機器群、CRTとキーボードKB、プリンターPRをはじめとする端末群をすべてダイレクトリンクし、必要データの自動採取、オンライン採取およびプロコン・ミニコン採取データの上位コンピュータへの吸上げを図った。これにより、高品位データは無駄なく、直接コンピュータ媒体にたくわえ、また適時抽出を可能とした。さらに異常発生時には、各事務所よりCRTのKBを用いて、コンピュータのファイル内容をダイレクト修正できる体制をととのえた。

(2) 処 理

管理用データは、豊富に採取されていてもその保存形態が好ましくないと有効に活用できず、コンピュータ処理のレベルが低くなる。このためデータの蓄積に関しては、出力形態、出力時期、保存期間の3要素と運用コストを考慮して磁気ディスクまたは磁気テープを選択し採用した。人間作業のコンピュータ化という局面では、つぎのような機能をもたせた。

- (a) 製作仕様の決定
- (b) 計画組
- (c) 実験仕様の検査
- (d) 試材指示・判定
- (e) 異常品処理

- (f) 素材・成品の充当
- (g) 命令組
- (h) 進捗管理指標の設定
- (i) 出荷関係帳票の作成
- (j) 諸管理資料の作成

(3) 出 力

豊富にとりこんだデータを有効に活用し、適切な時に適切な人に適切な量の情報を提供することを主眼とした。

(a) 出力時期への配慮

各事務所にもセントラルコンピュータ(以下C/Cと記す)およびL/Cの端末(CRT, PR)を設置し、ランニング中の現品または過去のデータの即時問合せや班(日)実績をはじめとする緊急解析資料は利用者側の手元に直接出力し、日・週・月単位の解析資料はオペレーションセンターへ出力し利用者にメールするようにした。

(b) 利用対象者への配慮

出力情報は現場作業責任者からトップ管理者に至るまでの各階層の要求にマッチしたものを提供できるように配慮した。

(c) 出力量への配慮

用紙の洪水をさけるために、班・日・週・月等の単位で定常的に出力する資料は、その重要性、継続性などにより厳選して出力し、非定常的な資料はあらかじめ用意しているヒストグラム、リスト、散布図、回帰などの標準プログラムを活用して、利用者側で任意に選択要求し出力できるようにした。

なお当システムの開発経過を Fig. 1 に示す。

4. システム概要

4.1 システム構成

当システムのハード構成を Fig. 2 に、規模概要を Table 2 に示す。C/C、L/C、プロコン、ミニコンのハイアラキー構成であり、コンピュータ、端末、自動化機器などは、Fig. 3 に示すようにデータハイウェイ回線によりすべて有機的に結合したネットワークを形成している。

4.2 システム機能概要

各サブシステムごとにその役割と管理水準向上のための機能を簡単に述べる。

(1) オーダーエントリー

本社から伝送されたオーダーに工場製作仕様付加、工程進捗管理指標の決定等の工場の意志を反映し、累積する。

(2) 計画組

各ラインの負荷と納期とを考慮し、計画組対象オーダーを選択し出鋼までの計画を行う。処理ステップを〔コンピュータ処理〕—〔解析〕—〔人間チェック〕—〔修正〕と分割し、単純処理はコン

ピュータ化し、複雑な判断は人間が介入できるマンマシンインターフェースをとる方式を採用した。

(3) 素材要求～熱圧命令

計画組結果と受入スラブをもとに素材要求して、余剰削減を考慮した素材充当を行ったのち、熱圧命令を作成している。

(4) 剪断充当

L/Cより最新の現品情報をC/Cへ取り込み、それまでの通過工程での製造条件を考慮し納期調整、充当量調整を行っている。

(5) 精整命令組

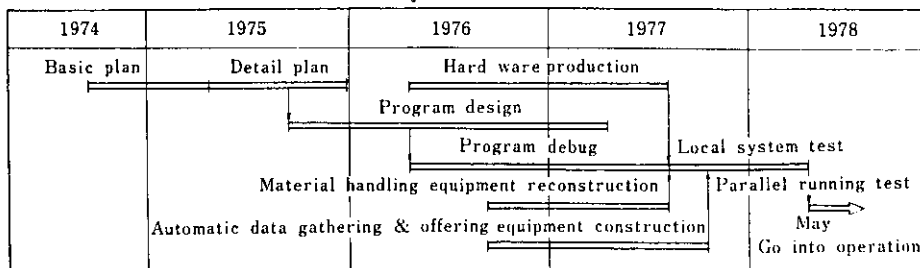


Fig. 1 System construction schedule (actual)

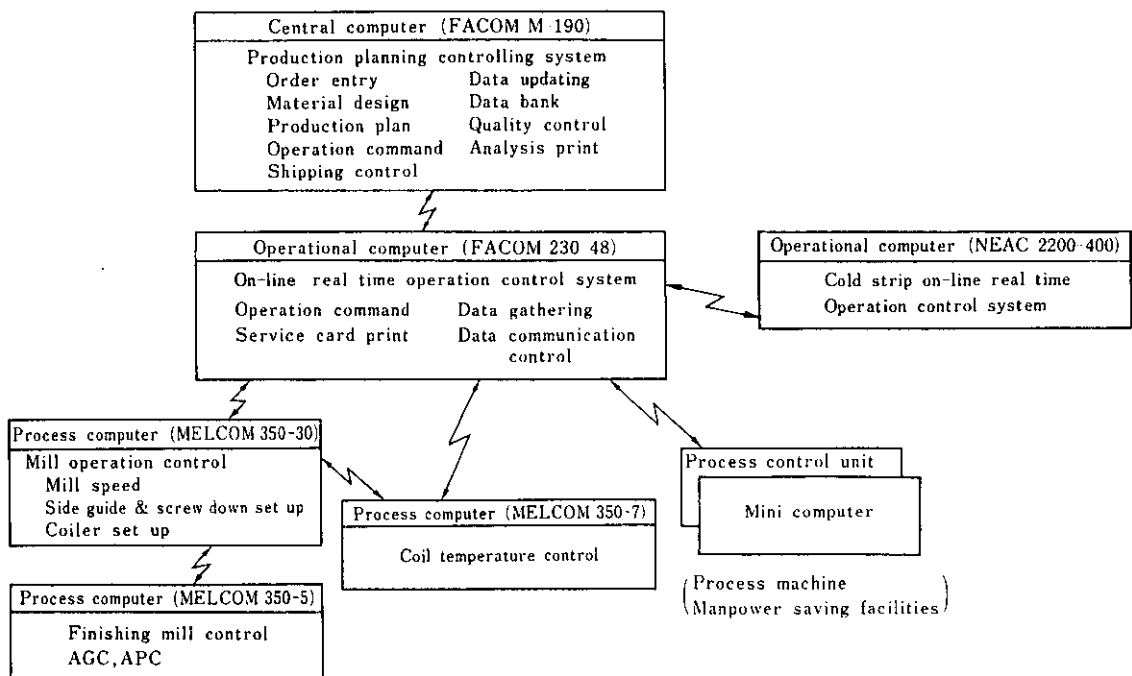


Fig. 2 Configuration and function of computer system at hot strip mill

(7) 出荷処理

現品出荷に関する前後の処理である。現品側とオーダー側の条件を加味して荷揃状況の把握を行い、配船計画にもとづく出荷命令および出荷実績把握を行っている。

(8) 諸管理情報処理

収集したデータを合理的に蓄積し、工程、品質、操業、原価などの管理用情報としてタイムリーに出力する。

(9) 熱圧・精整ライン処理

各ラインごとに CRT (KB), PR, 自動化機器を設置し、ライン内完全トラッキング、命令表示、実績収集などを行う (Photo.1 参照)。これにより、とりわけ品質や操業実績データの質・量の充実に図っている。

(10) 材料試験関係処理

規定された条件により試験片をとるための指示機能と、試験結果による合否判定機能がある。いずれも L/C により即時処理し、現品の流れを円滑にしている。

(11) 事務所処理

工程・熱圧・データ管理・精整詰所の 4 事務所に CRT (KB), PR を設置し、異常材のファイル修正、日常管理用データの問合せ、管理資料の出力を行っている。

4・3 システムの具体的な運用例

当システムにおける具体的な運用例として、精整

詰所、熱圧事務所 (Photo.2 参照) において、C/C, L/C の端末を駆使しての各種情報処理円滑化の状況を Fig.4 に示す。

各ラインにおいては、L/C からの指示にもとづき作業を行い実績のインプットを行う。各事務所においては、問合せ照会、ファイル修正、品質・操



Photo.1 Operation desk of skin pass mill



Photo.2 Staff office

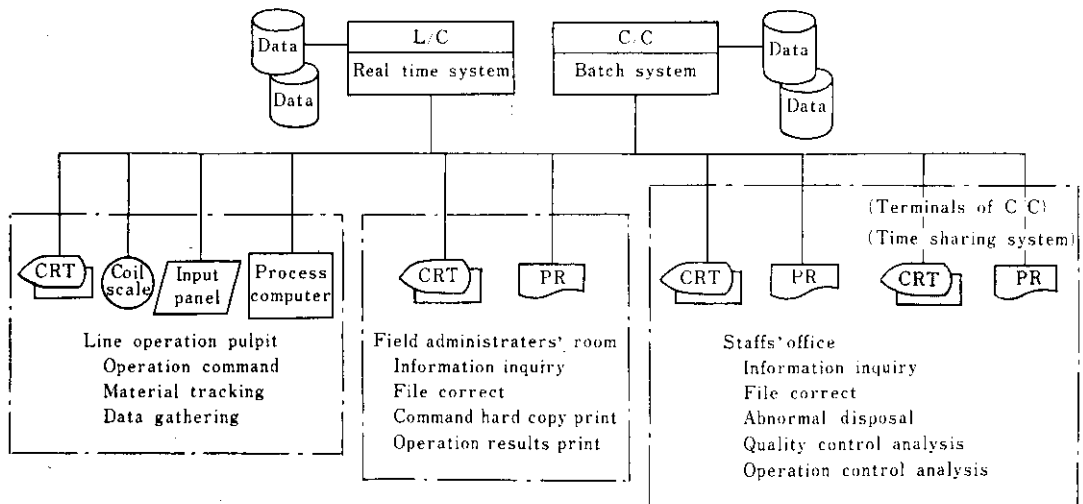


Fig.4 An example of the system applications

業データの入手などが可能である。

5. コンピュータ利用技術面での特徴

5.1 データハイウェイシステムの採用

データ伝送量の激増、広域、高速化に対応するためPCMデータハイウェイシステムを採用した。主な仕様をTable 3に示す。

当データハイウェイシステムの特徴としては、工事コスト廉価、通信経路の増設・変更が容易、異伝送手順の混在通信可能などがあげられる。

5.2 トリプレックスシステム

コンピュータ資源有効利用の観点から、Fig.5のようなトリプレックスシステムを採用した。F230-45Sは第2厚板用、1台のF230-48は熱延・大形の共用、もう1台のF230-48は共通予備とした。

5.3 L/CにおけるCOBOLの採用

プログラム言語としてアセンブラ、問題向専用言語(COP translator)、高級言語(COBOL)についてシミュレーションを行い、COBOLが生産性、保守性の向上に効果があることを確認した。CPU (Central Processing Unit) 走行時間、プログラ

ムサイズの面で若干不利であるが、これらはハードウェアコストパフォーマンスで吸収できる。

調査結果の一例をFig.6に示す。

5.4 コンピュータとの会話方式の採用

処理結果の最適化、迅速化、信頼性向上のため各所で会話方式を採用した。

たとえば、精整命令組は対象となる全データの中から各種の制約条件を考慮して最適解を求める処理であり、バッチ向の処理であるがJOB構成、管理プログラムなどを改善することによりリアル処理とし、C/Cと会話しながら制約条件を調整する命令組を実現した。

Table 3 Detail specification of the data highway system

	Method & contents
Modulation type	Pulse coded modulation
Circuit form	Duple loop construction
Multiplex type	Multi time sharing octet
Transmit code type	Bipolar code
Transmit speed	1.554 mbps
Data speed	Non-synchronize: 200bps, 1.2kbps Synchronize: 2.4kbps, 9.6kbps
Interface	MODEM interface
Transmit capacity	Max. 460 channel
Cable in use	0.9mm ϕ PEF cable $\times$ 4p (Signal: Normal $\times$ 1P Emergency $\times$ 1P Control: $\times$ 1P Operation: $\times$ 1P)
Transmit distance	About 13km
Back-up	Circuit control & change by CTE Function of troubled RTE passing

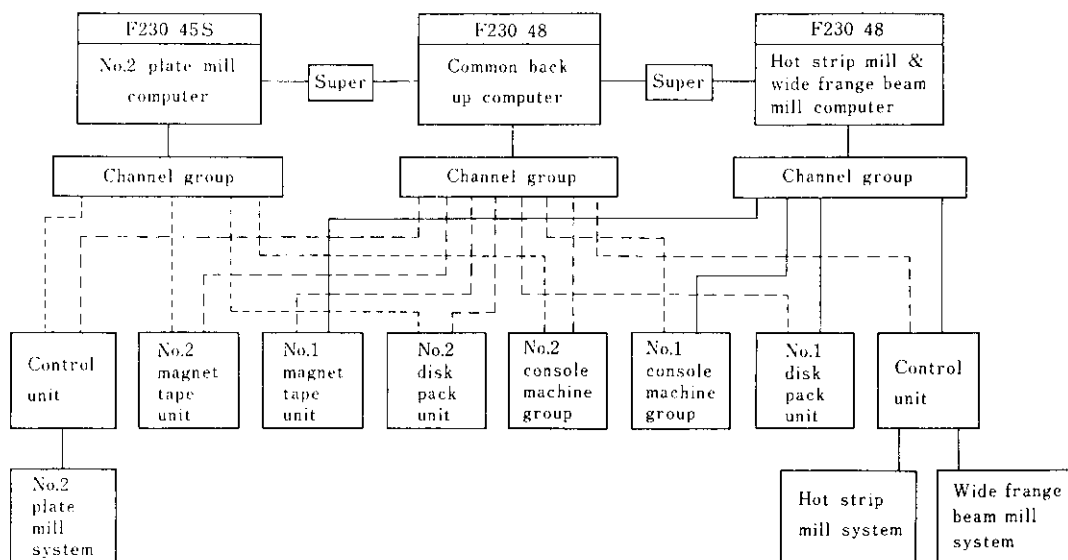


Fig.5 Center process unit and peripheral configuration of on-line triplex system

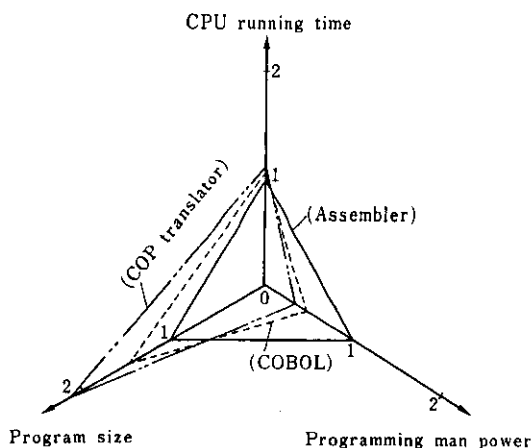


Fig. 6 Program language comparison

5.5 ネットワーク

管理プログラムの改善、通信制御装置の改善、FEP (Front End Processor) の採用などにより、異伝送手順のもとで既設・新設の異機種コンピュータの専用インハウスネットワークシステムを実現した。

ネットワーク構成を Fig. 7 に示す。

5.6 L/C のダブルファイル方式

シングルファイル方式は「ファイル更新後イメージ」の磁気テープ保存が必要であり、テープの

かけかえと復元時間が約 40 min かかるという問題があり、ダブルファイル方式を採用した。

片系障害時の問題は、リカバリー機能を開発することによりオンラインのままでの復元を可能とした。

6. 開発技法

当システムにおける特徴的な開発技法を簡単に紹介する。

6.1 トップダウン開発

マンパワーを要するプログラム作成段階においてはトップダウン開発方式を採用し、開発援助パッケージとしてプログラムテスト結果の自動判定、進捗管理データ処理を行い効率アップを図った。

6.2 システムシミュレーションの開発

システムシミュレーションモデルを開発し、ソフト・ハードの構成と規模、最適言語、レスポンスタイムなどの検証を高精度で行い、バランスのとれたシステムを作った。

レスポンスタイムのシミュレーション結果を Fig. 8 に示す。

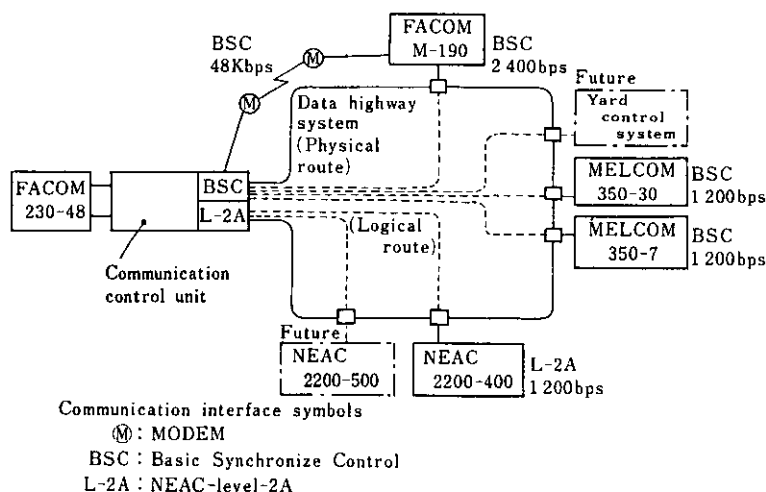


Fig. 7 Computer network system

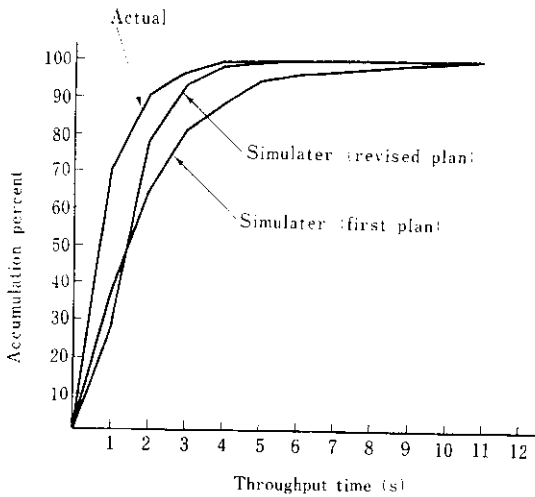


Fig. 8 Throughput characteristic curve

7. システム稼動状況

稼動中設備への大規模システムの一括導入という厳しい条件であり、稼動当初のトラブル防止のため、ハード・ソフトおよび運用面に関してあらかじめ数十の評価項目を設定し、各テスト段階でのシステムレベルが確実に把握できるように配慮

した。特に運用面についていえば、500人におよぶシステム利用者があり、処理手順書を事前に作成し、机上教育とシステムセンター内および実ラインでの実習を約6箇月間にわたって実行し、オペレーターの習熟度向上を図った。

このため、当初よりL/Cは月間99.7%以上の高稼働率を確保し、システム全体が安定稼動している。

8. 結 言

大量生産を行っている既存工場へ大規模コンピュータシステムを導入したが、全社的品質保証体制の進捗のもとに標準化が十分にき届いた工場であったため、各種の機能設計は効果的にとりこむことができた。また所内の長年にわたる開発技法の蓄積が十分威力を発揮し、きわめて円滑に本番稼動へ移行できた。当システムは稼動後間もないが、管理水準の向上、省力を実現し、多大のコストダウンに寄与している。

おわりに、当システム開発のため長期にわたって多大な御教示をたまわった富士通㈱、三菱電機製造㈱、日本電気㈱他の方々に紙面をもってお礼申し上げます。