

技術資料

UDC 681.3.02:669.1

日本鉄鋼業における計算機制御の進歩*

野 坂 康 雄**

The Development of Process Computer Controls in
the Japanese Iron and Steel Industry

Yasuo NOZAKA

ま え が き

計算機が産業界に導入されてから10年以上を経過し、その間に計算機の応用範囲は顕著な効果によつて急速に拡張された。その中でも鉄鋼業における計算機制御の効果は大きく、導入例は他の工業に比較してはるかに多い。

日本の鉄鋼業の急速な設備拡張とオートメーション化のために、計算機制御は鉄鋼生産にとつて不可欠となった。

現在、日本の鉄鋼各社で使用されている制御用計算機の数に300台に近く、数多くの鉄鋼製造プロセスに定着した。そして、計算機は管理者からも、また操業者からも、よきアシスタントとして認められるようになった。

最近のコンピュータシステムの新しい方向として、ビジネスコンピュータとプロセスコンピュータの組合せシステムが出現した。このシステムによつて、メリットはさらに顕著となった。

日本の鉄鋼業は、労働力不足、厳しい品質要求、環境管理対策など、今後ますますむずかしくなる諸問題に直面しており、その解決策のひとつとして、計算機制御の推進は経営上の重要項目となつている。

以下、日本鉄鋼業における計算機制御の現況、導入経緯ならびに今後の方向について、概略を述べる。

1. 計算機制御の現況

図1は、昭和47年6月現在高炉6社で稼働中の計算機制御システムをプロセス別に示したものである¹⁾。図中に昭和44年当時の導入状況をあわせて記した。これからわかるように、プロセス別では、転炉、ストリップミル、高炉、焼結、厚板、分塊、エネルギーセンターなどの対象が最も多く、条鋼、鋼管、コークス炉、連鑄などの導入例は少ない。また最近の傾向として、各プロセス

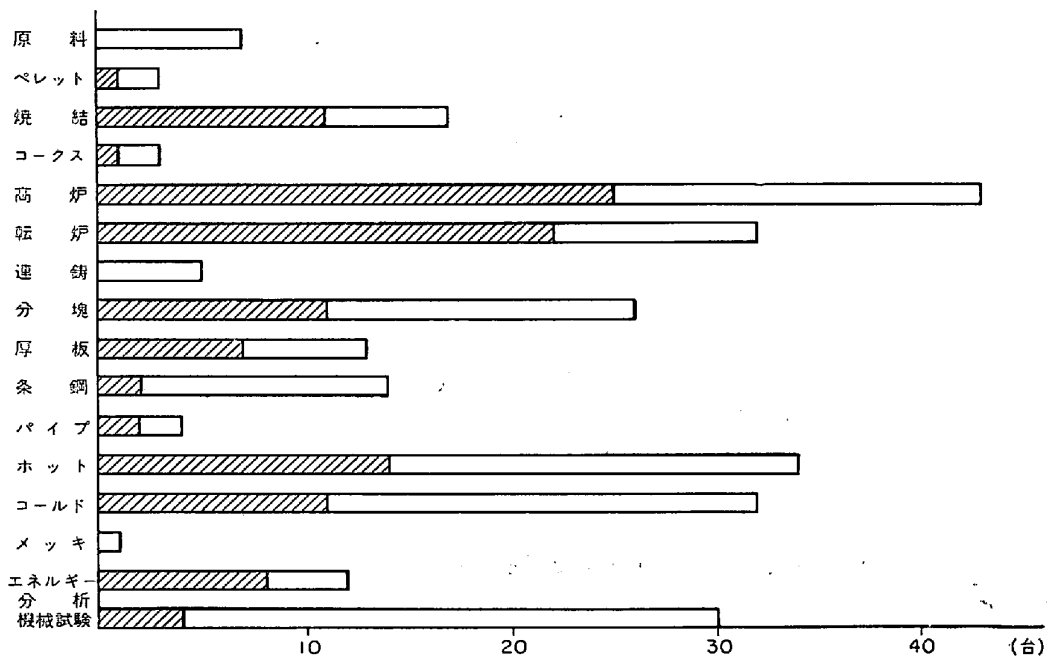
におけるオンライン工程管理、分析、材料試験に対する応用が目立つて増加している。導入総数の増加は昭和44年と比べて約250%であり、これは計算機制御の有効性を証明するとともに、この間に建設された新設備、新製鉄所にはほとんど例外なく適用されていることを意味する。なお、表1は世界鉄鋼業におけるプロセス別の計算機制御導入比率と今後の予想を示したものである。また、比較のため、化学工業、電力事業など各種産業における計算機制御の導入数を表2に示す。

日本の鉄鋼においてはこのように多数の計算機制御を実用化したが、計算機制御のもたらした効果、または期待される効果は何であろうか。簡単にいえば、計算機制御が人の行なう作業に比較していかなる特徴を發揮するかということであろう。一般に計算機制御の効果として宣伝されているのは、(1)高い生産性の維持、(2)製品品質の安定化、(3)歩留の向上と安定化、(4)操業人員の減少または無人化、(5)正しい情報の把握であり、その結果として、(6)製品コストの低下、(7)作業の標準化、(8)新技術開発の促進、などの二次的効果も大きく期待されることである²⁾。いずれにしてもこれらの諸効果はすべて人間が行なう場合と比較して優劣を決めなければならない。たとえば、計算機制御は全面的に手動作業よりすぐれている場合(不可欠)、計算機制御がないと手動作業がうまくできない場合(ないと困る)、計算機制御と人間の機能はあまり変わらない場合(あつてもなくてもよい)、計算機制御より人間の能力がすぐれている場合(導入はしばらく見合わせ)など、それぞれの場合に応じて適正な判断が要求される。

つぎに、前記の不可欠またはそれに準ずる場合を中心に計算機制御の鉄鋼生産におけるおもな必要性をあげて

* 昭和47年7月17日受付(依頼技術資料)

** 新日本製鉄(株)設備技術センター電気計装技術部



S.47.6月現在総計 276 台, 斜線部分は S.44.2月の導入状況で総数 126 台 (計測部会資料による)

図1 高炉6社プロセスごとの計算機設置台数 (ロガー含む)
(新日鉄・鋼管・川鉄・住金・神鋼・日新)

みよう。

原料のほとんど全部を海外からの輸入に頼る日本の鉄鋼生産がこれまで成長した秘密は、数多くの新方策、新技術、新管理方式によつて代表される (すなわち、臨海大規模一貫製鉄所の建設、高能率な港湾設備、専用大型船の使用、豊富な工業用水、消費地に近い立地条件、転炉製鋼の大幅採用、設備の大型化、能率のよい工場レイアウト、最新の製造技術の導入、計算機の広範囲利用、オートメーションの活用、などがそれである。

計算機の利用効果はそれ自体によるものも少なくないが、前記のごとき諸技術との相乗効果がきわめて大きいのみならず、大型設備の運転、大規模一貫製鉄所の計画、大幅な省力化、など計算機システムの前提なしには考えられなくなつた。

つぎにコンピュータコントロールの必要性和目的を具体的に述べる。

鉄鋼業の計算機制御技術はきわめて高度なものであり、しかもその導入にはかなりの投資と多くのマンパワーを必要とする。それにもかかわらず、日本の鉄鋼業の経営陣がこのような大幅な計算機制御の導入を決定、実行した理由を簡単にいえば、設備と生産規模の大型化、高い品質要求、生産管理の合理化および省力化などに起因する必要性がさわめて高いことを意味する。元来鉄鋼生産のプロセスは、バッチ部分が多いこと、物の流れが複雑なこと、受注生産方式であることが宿命であり、こ

表1 世界製鉄業・工程別コンピュータ利用状況の現在と将来

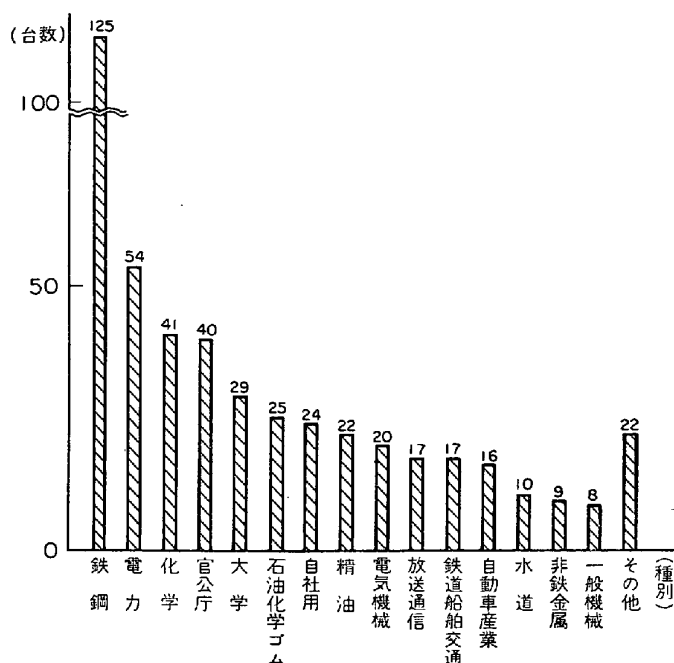
工 程	コンピュータ 利用度現在 (%)	同 今後5年間の 導入計画 (%)
オンライン生産管理	12.8	25.6
オンライン工程管理	10	15.6
原料ヤード	5.6	5.6
焼結工場	7.1	11.4
高炉工場	27.1	11.4
転炉工場	31.4	20
電気炉工場	20	18.7
アーク炉	10	15.6
連続铸造工場	4.2	11.4
分塊工場	24.2	14.2
厚板工場	21.4	12.8
条鋼工場	7.1	12.8
熱延工場	31.4	10.0
冷延工場	18.7	14.2
酸洗ライン	4.2	4.2
ブリックライン	10	5.6
亜鉛メッキライン		5.6
焼鈍ライン	5.6	10.0
調質ライン	8.5	7.1

(出典) 吉谷・計測と制御 vol. 11 No 2 17年2月 p. 37 表4

のようなむずかしい条件が必要をより高くさせた。以下主要な項目別に必要性和効果を簡単に説明する。

(1) 設備大型化に起因する必要性和効果

大型設備では、小型設備以上にそれが正常運転を続けられることが重要で高い生産性が保持できないこと、生産したものの品質が不良であることは経営上致命的である。このような重要な作業を人間だけで実行すること



出典：日本電子工業振興協会
工業用コンピュータの利用に関する調査報告書 p. 10

表2 産業別プロセス・コンピュータ導入状況比較
1968 年末現在

は人間の負担と判断の信頼性においてきわめて困難である。たとえば、日産 10000 t の高炉の安定操業、月産数 10 万 t の製鋼工場における操業管理、月産 300000 t を超える最近のホットストリップミルの運転など、数字を見るだけで自動化ならびにコンピュータ化の助けなしに作業することは困難なことが想像できる。

(2) 高い品質要求に対する必要性

大型化と同時に品質に対する要求は次第に高くなってきた。ある場合には、大型化と品質要求とは対策において相反することが起こる。たとえば、300 t/ch の転炉製鋼で毎チャージの鋼種が異なる場合とか、ホットストリップミルにおいて生産するホットコイルが全部違った品種、サイズであることは頻繁であり、高い生産性の下で品質要求を満たすにはコンピュータに頼らざるを得ない。また鋼材の寸法、形状の制御なども手動圧延の場合よりコンピュータコントロールの方がはるかに能率がよい。ただしこのような場合にはコンピュータのみならず品質計測、自動検査システムとの組み合わせが必要なことはいうまでもない。

(3) 生産管理の合理化から起こる必要性

鉄鋼生産が受注生産であるため、生産計画、生産調整、工程管理を能率的にするには、物と情報の流れを正確に把握して迅速な判断をしなければならない。その上、高い生産性と品質要求が重なると生産管理は一層やりにく

くなる。生産規模が 300~400 万 t/year 以下であれば従来同様に人海戦術でも可能であろうが、1000 万 t/year クラスの製鉄所ではもはや不可能に近い。コンピュータはこのような困難を一挙に解決し、同時に、需要家に対して正確な納期を確保できるという効果もあわせて得られた。

(4) 省力化

鉄鋼業における省力化は多くの面で検討されねばならず、必ずしもコンピュータだけで解決できない。しかし、前述の各ニーズに対するコンピュータの進出は、同時に省力化に大きな貢献をしている。現在までの結果では、設備運転における熟練工と生産管理における工程要員の省力化が顕著である。また他面、管理者、技術者などを日常定形業務から解放し、より高度な人間向きの業務に対する余裕を与えることも、広い意味で計算機システムの省力化効果である。

2. 計算機制御導入の経緯

わが国の製鉄業に計算機が導入されはじめたのは昭和 30 年代のはじめであるが、事務用で本格的に実用段階に入ったのは昭和 36 年頃からで、第二世代計算機導入によつて、PCS (パンチ・カード・システム) から EDPS (エレクトロニック・データ・プロセッシング) に転換された。世界的にみた場合計算機制御では、これより早く昭和 34 年頃、米国の Texaco に TRW 社が納入した RW300 による最初の計算機制御システムが完成している。鉄鋼業では、やや遅れたが、McLouth Steel と National Steel (Great Lakes) で、ホットストリップミル、LD 転炉を対象にしたプロセス解析と、それにつづく実機導入が行なわれた。当時、日本の鉄鋼業は第二次設備拡張たけなわであり、新技術、新設備の技術導入が先決であつた。しかも制御用計算機の国産はほとんどなく、計算機制御の概念と期待効果の認識はあつたが、実行の手法、手段には厚い壁があつた。たまたま、導入後間もない LD 転炉の操業管理は、それまでの平炉製鋼に比較してむずかしく、計算機制御によつて改善することが各社で考えられ始めた。実用システムとしては昭和 38 年日本鋼管(京浜)に導入されたものが最初である。ついで、昭和 40 年頃までに新日鉄(八幡)、川鉄(千葉)、などに相ついで導入された³⁾。高炉用としては、これよりさき昭和 36 年新日鉄(室蘭)に解析用として計算機が導入されている。ホットストリップミルでは、昭和 39 年新日鉄(戸畑)の導入が最初で、ついで、昭和 41 年新日鉄(堺)、日本鋼管(福山)に据付けられた。コールドストリップミルは、これよりややおくれ、昭和 42 年から 43 年にかけて、日

本鋼管(福山), 新日鉄(名古屋・八幡)で導入されている。厚板では, ミルコントロールを対象に, 昭和 40 年日本鋼管(京浜), 昭和 42 年川鉄(水島)に導入されたものがはじめである。分塊工場の生産管理を中心とするシステムは, 昭和 37 年川鉄(千葉)で実用化されている。ミルコントロール, 工程管理を含むシステムは, 昭和42年新日鉄(堺)に導入された。

このように計算機制御の導入開始はプロセスによつて時期のズレはあつたが, 時, あたかも第三次拡張である新鋭製鉄所の建設にあつていて, これまでの計算機制御の効果から本格的実用段階になり, そのすう勢は現在に至つている。

これらの新鋭製鉄所では, 前節に述べたごとく, 計算機制御がベースとなつて操業方式, 管理方式の策定がなされた。これに加えて, 計算機制御は単一プロセスを対象とするのみならず, プロセス間の情報伝達などにも用途が開かれた。さらに特筆すべきは, 製鉄所全体を対象とした生産管理システムとプロセス制御システムの有機的結合(ビジネスコンピュータとプロセスコンピュータによるハイアラキシステム)が実現したことである。

昭和 43 年新日鉄(君津)で完成した AOL システム (All On-Line System) は世界で始めてのものである。今後は 1 000 万 t 製鉄所の管理はこのような計算機システムによつて管理されることが普通になりつつある。表 3 に国内の新鋭製鉄所と計算機導入台数を示した。

以上は鉄鋼生産ラインの計算機制御導入の経過であるが付帯部門における状況にも目を向けてみる。

エネルギーセンターはすでに大型製鉄所では常識となつているが, その最初の例は, 昭和 36 年新日鉄(広畑・釜石)のガスセンターにおける計算機導入にさかのぼつている。分析用コンピュータは, 昭和 38 年日本鋼管(京浜), 川鉄(千葉)に導入されたのがはじめてで, 以後急速に増加した。最近では, 材料試験, ラボラトリオートメーションなどにも計算機制御の利用が開始され, 成果

が得られている。

3. 計算機制御の導入例

次に紹介する導入例は, 現在日本の鉄鋼各社で採用されている代表的なものである。

3.1 原料および製鉄における計算機制御

この分野では, 焼結工程と高炉のコンピュータコントロールが最も多い。原料ヤードを中心とした原料の荷上げ, ベッディング, 配合などを制御するシステムは新鋭工場で進行中である。

焼結工程では, 計算機制御によつて原料鉱石の自動装入, 燃焼制御, 焼結鉱の塩基度制御など, ほぼ完全な自動運転が可能となつている。

高炉の計算機制御では, 表 4 に示すごとく, 多くの機能と効果をもつたシステムが用いられている。これらの機能中, 炉内反応の制御はまだ開発段階のものが多いが, オペレータガイドによつてかなりの成果を得ている。図 2 は, これらのうち, 生産能率, 鉄中の Si 量, コークス比の変動を改善した実績を示す。図 3 は, オペレータガイドによる操業結果の一例である。また, 図 4 にこのようなシステムの構成を示した⁴⁾。

3.2 製鋼における計算機制御

製鋼分野における計算機制御の対象は, 転炉吹錬作業が大部分であるが, 最近では, 連続鑄造工程への導入が始められた。

造塊, 真空脱ガスなどの工程では, 情報処理を除いては適用されていない。

連続鑄造では, 引抜速度, 冷却速度, 品質管理など総合的な制御システムが目標であるが, 現在ではまだ解析あるいはデータ処理がコンピュータ導入の主目的となつている。

鋼成分の分析には, 自動分光分析装置が使われるが, 検量線の自動読取りと他システムへの連繋のため, 特殊ミニコンピュータが採用されることが多い。

表 3 日本鉄鋼業の新鋭大型製鉄所一覧表 (S. 47. 6. 現在)

工 場 名		工 場 規 模					
会 社	製 鉄 所 名	面 積 万m ²	一貫工程 創業年次	高炉基数	1971年末 生産規模	最終計画 生産規模	コンピュータ 設置台数
新 日 鉄	君 津	740	1968	3(4)	1 000万 t	1 500万 t/年	33台
新 日 鉄	大 分	660	1972	(3)	—	1 500	19
日 本 鋼 管	福 山	727	1966	4(5)	1 200	1 600	37
川 崎 製 鉄	水 島	903	1967	3(4)	800	1 200	22
住 友 金 属	鹿 島	696	1971	1(4)	300	1 500	17
神 戸 製 鋼	加 古 川	425	1970	1(3)	250	1 100	9

(注) 高炉基数のところ()してあるのは最終計画

最近の製鋼工場では転炉，造塊，鑄型管理，連続鑄造，真空脱ガスなど一連の作業をひとつのシステムとして管

表 4 高炉コンピュータコントロールの機能と効果

機 能	効 果
(1) 炉 況 制 御	(1) 銑鉄生産性の向上 (2) 燃料比の減少 (3) 溶銑成分変動の減少 (Si%, S%)
(2) 熱 風 炉 制 御	(4) 炉内状況の安定化 (a) 棚, スリップ減少 (b) 通気性の安定化
(3) 原料装入制御	(5) 省力化 (a) 装入要員減 (b) データ処理要員減
(4) 装入原料配合計算	(6) 作業管理レベル向上 (7) 異常状態の迅速把握
(5) 各種モニタ機能	(8) 製銑技術の向上
(6) データロギング	(9) 安全作業の確立

理する傾向で検討が進んでいる。

表5は，最も普及している転炉作業における計算機制御の機能と効果を示すものである。図5は，終点適中率の向上例，図6は，代表的なシステム構成である。これまで得られた結果によると，終点適中率の向上は温度，カーボンを通じて，スタティック制御では手動に比較して10%前後，ダイナミック制御では20~25%程度であった。ごく最近開発されたサブランス法によるダイナミック制御ではさらに高い適中率の向上が期待できる。再吹錬の減少は2~5%認められた。

3.3 圧延における計算機制御

圧延プロセスは計算機制御が最も普及している分野である。その中でも，ホットストリップミル，コールドストリップミル，厚板ミルならびに分塊における応用例が多く，成果も大きい。型钢，棒鋼，線材，鋼管では完全な実施例は少なく，対象になっているものの多くは開発

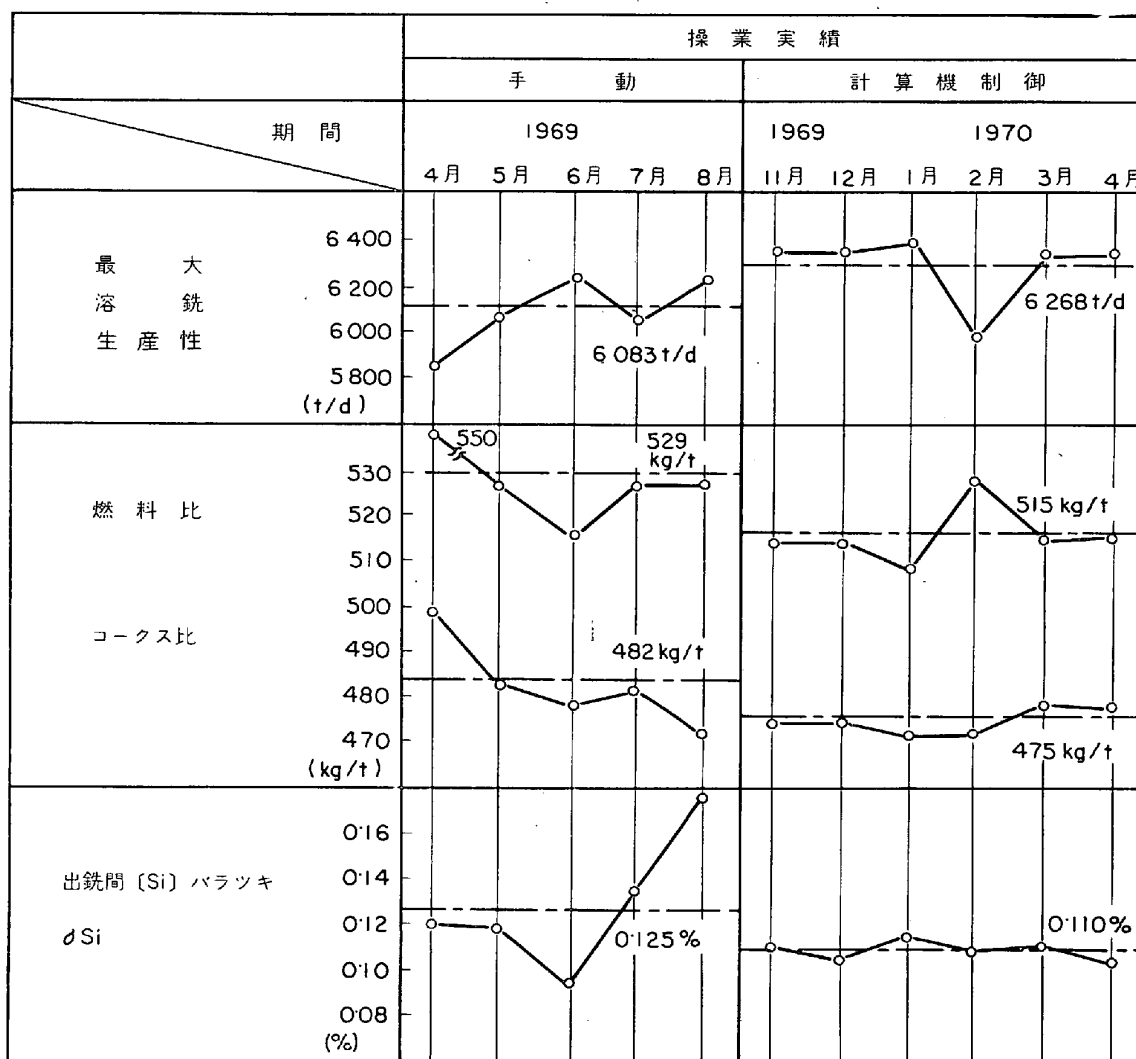


図2 高炉計算機制御の効果実例

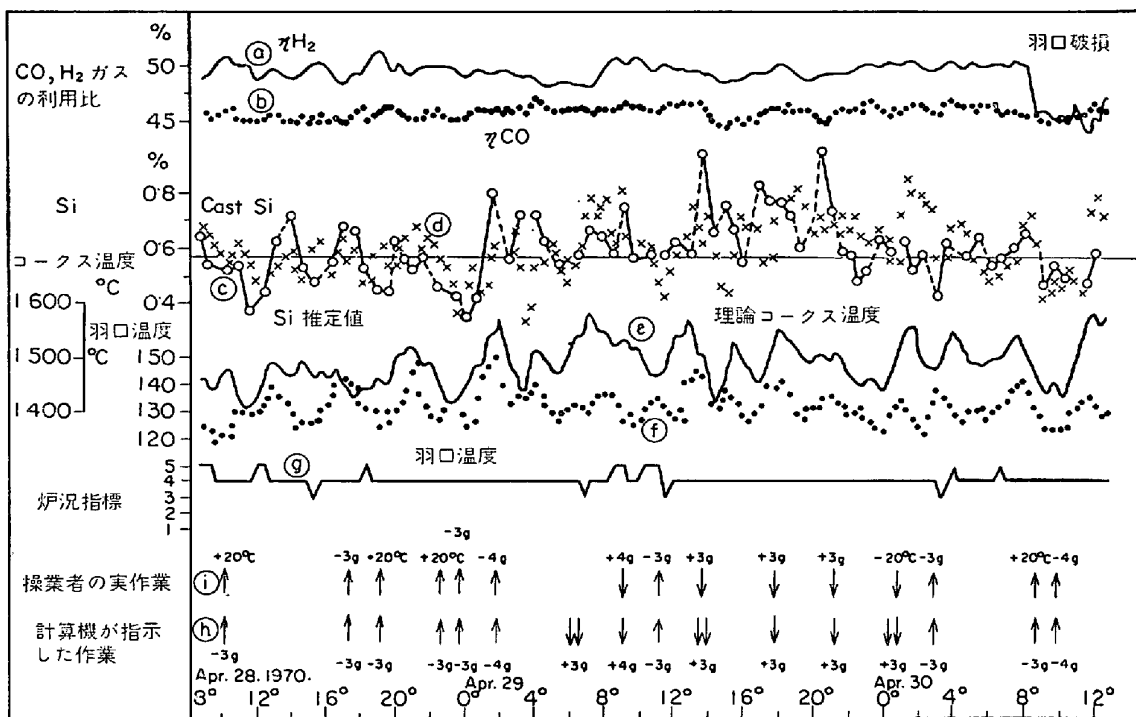


図3 高炉オペレータ・ガイド実施例

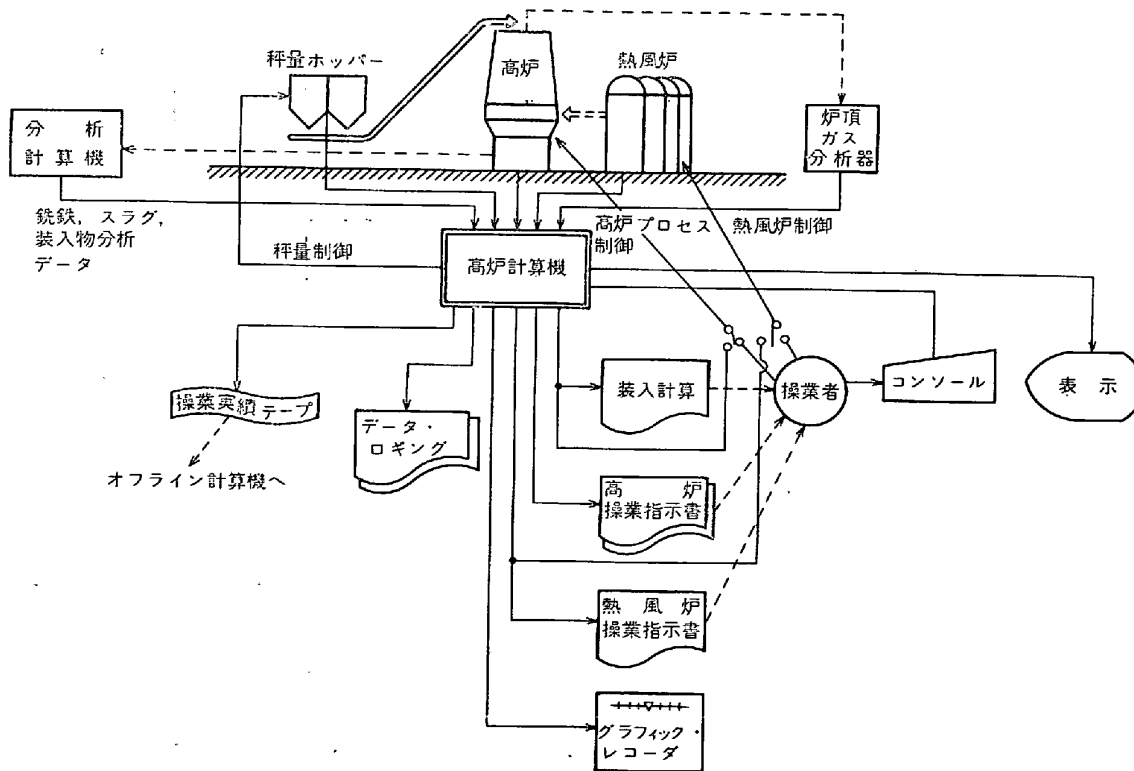


図4 高炉計算機制御システム図

中のものである。

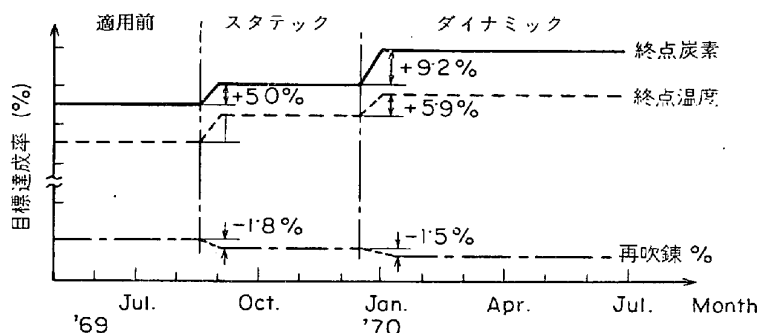
圧延設備では、元来製鉄、製鋼に比べると自動化率が
高く、設備それ自体の全自動または半自動運転は常識で
あつた。しかし、これらの自動制御装置の機能は圧延作
業のパラメータのいくつか（ロール速度、ロール圧下位
置、加熱炉温度）などを制御するもので、これだけでは
圧延する材料または成品の制御には直接的効果は少な
い。計算機制御システムはこのような各種自動制御をマ
イナーループとして使用しつつ、成品の品質、生産性、作
業コストを対象に制御する機能をもつ。現状での適用範
囲は圧延作業の主要部分——加熱炉、圧延機、剪断機、
矯正機、冷却テーブル、捲取機など——が中心で、この
部分では早くから定着して効果をあげているが、それ以
外の前後工程では技術的にも未開発の部分が多い。その
中で、加熱炉の材料（スラブまたはピレット）装入の自
動化、材料ヤードの自動化はやや進展し、実用化段階に

達したものがあるが、圧延後の成品の精整、検査工程に
は依然として人間に頼る部分が少なくない。各種の寸
法、形状の測定、キズ検出、手入れ、ハンドリングの自
動化などがそれである。

つぎに、圧延プロセスの計算機制御の代表例として、
ホットストリップにおける計算機制御の機能と効果を表
6に示す。また、図7にシステム構成を示した。また、
図8に成品コイルのゲージ変更後1本目の仕上り厚さ偏
差、仕上温度適中成績の一例を示した。

3.4 オンライン生産管理システム

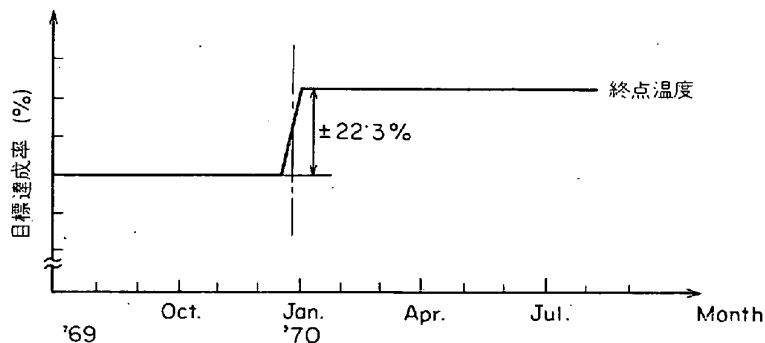
鋼材の製造は受注後、成品の仕様、数量、納期などを
勘案の上、製造ラインと工程とを決定してから開始され
る。工程の組み方は、成品→鋼片→鋼塊の工程順に逆算
し、遡上方式によつて、各工程ごとに必要な材料と必要
時期をきめる。このようなスケジュールによつて製造す
る場合に、物の流れと情報とは常に一致して把握、管理



(a) スタテック及びダイナミック制御の成果 (新日鉄, 君津)

(注: 目標終点温度・成分範囲)

温度 ; ± 13°C
炭素 ; ± 1.5 × 10⁻²%



(b) サブランスによるダイナミック温度制御の成果 (新日鉄, 室蘭)

図5 転炉計算機制御の効果 (終点適中率の向上)

表 5 転炉操業用計算機制御の機能と効果

機 能	効 果
(1) 吹錬プロセス制御 (a) 終点適中制御 (スタティック) // (ダイナミック) (b) ランス高さ計算と制御 (c) 副原料, 合金鉄装入計算 (d) 取鍋内溶鋼温度制御	(1) 終点適中率向上 (a) 終点温度適中率向上 (b) 終点成分適中率向上 (c) 再吹錬の減少 (d) 注入温度管理の向上
(2) 吹錬作業のオペレータガイド (a) 溶銑装入量計算 (b) くず鉄, 型銑装入計算 (c) 脱硫剤計算, 脱硫法指示 (d) 造塊ヤード情報指示	(2) 合金鉄コスト低下 (3) 良塊歩留の向上 (4) 操業要員の減少 (5) 操業の標準化 (6) 操業技術の向上
(3) 閉ループ制御 (a) 酸素量制御 (b) ランス高さ制御 (c) 副原料自動装入 (d) 合金鉄自動装入 (e) サブランス運転制御	
(4) データロギング (a) チャージ操工表 (b) 日報・月報 (c) 技術データロギング	

されねばならない。

これまででは工程に精通した工程要員を中心に、人海戦術で工程管理を実行してきたが、前述のごとく、大型製鉄所ではもはや実行不可能となつた。オンラインの生産管理システムはこのようなニーズから新しく作られたもので、このシステムによつて、工程管理精度の向上、正確な納期管理、大幅な省力化という大きな効果が得られた。現在、日本の新鋭製鉄所は全部このようなシステムの導入を前提としている。図9は、新日鉄君津製鉄所に導入された AOL 生産管理システムの構成と機能を示すものである。このシステムでは、生産管理機能をその管理範囲と管理サイクルによつて3レベルにわけ、生産計画、生産調整、作業指示、実績集計の諸機能をコンピュータハイラーキシステムで実現している。3レベルとは、生産管理の全工場機能(Aレベル)、工場別機能(Bレベル)、工程別機能(Cレベル)で、さらにこれにプロセス制御(Dレベル)も有機的に結合し、全製鉄所のトータル管理システムを形成している。

4. これからの計算機制御の進歩と問題点

日本鉄鋼業における計算機制御の利用は非常に広範囲であり、しかもその内容、効果ともに高水準にあることはすでに述べた。しかしこれをもつて鉄鋼生産作業の大部

表 6 ホットストリップミル計算機制御の機能と効果

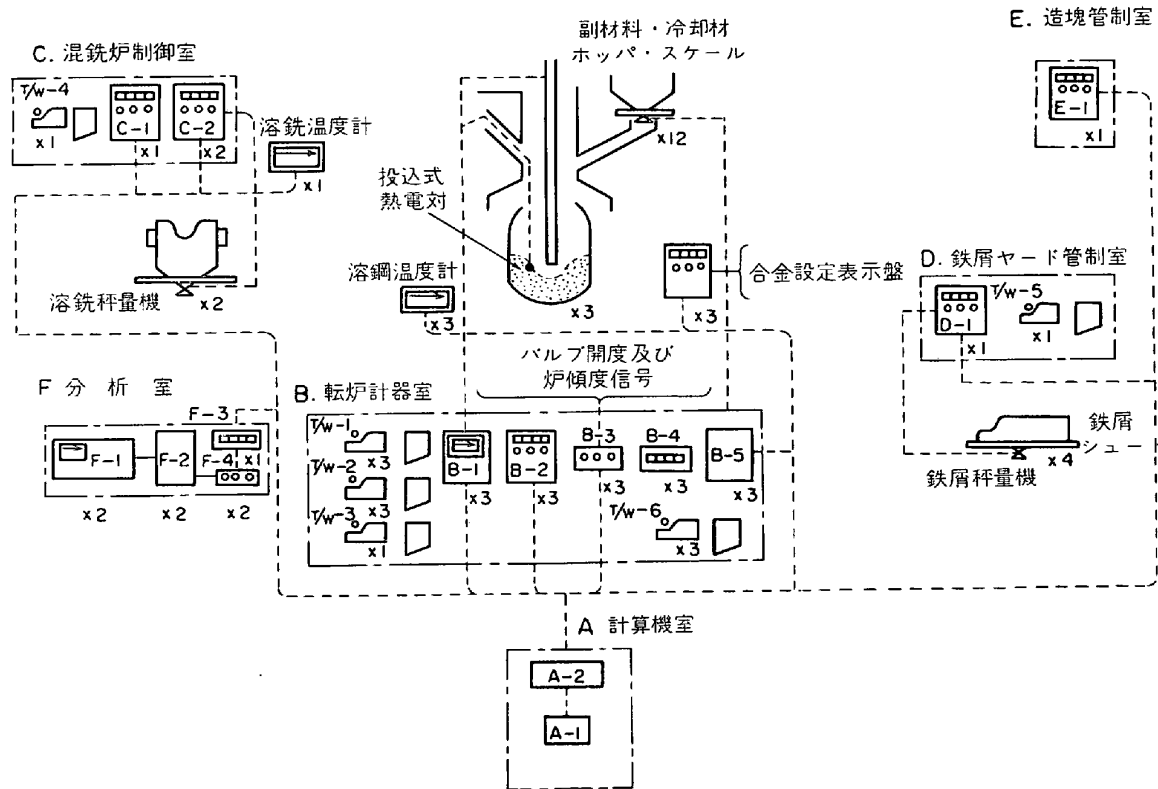
機 能	効 果
(1) スラプトラッキング (a) 加熱炉 (b) ミルライン (2) 加熱炉まわりの制御 (a) スラブ装入 (b) スラブ抽出 (3) 加熱炉燃焼制御 (4) ミルペーシング	(1) 歩留向上 (a) オフゲージ減少 (b) 幅不足減少 (2) 品質向上 (a) ゲージ精度向上 (b) 仕上温度精度向上 (3) コブル減少 (4) 生産性向上 (a) コブル減少 (b) 設定時間短縮 (5) コスト低減 (a) 電力費減少 (b) 用水費減少 (c) 燃料費減少 (6) 要員減少
(5) 粗圧延機設定 (a) 圧下位置設定 (b) エッジ設定 (6) 仕上圧延機設定 (a) 圧下位置設定 (b) ロール速度設定 (c) サイドガイド設定 (d) ルーバ位置設定 (7) 捲取機設定	(7) 圧延スケジュールの合理化ロット変更可能範囲拡大 (8) 管理の合理化 (a) 正確な品質情報 (b) 圧延技術の向上 (9) 整備コストの減少 事故の減少
(8) 温度制御 (a) 仕上温度制御 (b) 捲取温度制御 (9) 計測器設定 (10) データロギング (a) 日報・月報 (b) アラームロギング (c) 操工表 (d) 技術情報	

分が計算機制御化されたと見なすのは早計である。たしかに、図1の導入状況のみに着目すれば、かなりの部分が計算機制御化されたと見られるであろうが、実際には、むしろ計算機制御が適用可能な部分のみに導入されたものと見るべきである。すなわち、導入の可能性が低いか、あるいは技術的諸問題のため計算機制御が利用されていない分野の方が多いということであつて、一方からみれば、これらの分野にも対応できるような計算機制御システムの開発こそ今後の中心と見なければならぬ。われわれは、このような現状をよく認識の上、これまでの経験を活用して、これからの諸方策を立てるべきと考える。

つぎに、これからの計算機制御の動向の予想と関連する問題点を簡単に述べてむすびとしたい。

4.1 今後の計算機制御の応用分野

これまで計算機制御の適用が行なわれていない対象については新技術の開発が決め手となるが、新技術以外に導入の基本的考え方も変える必要があると考えられる。たとえば、従来は主として生産性の高い工程から優先順位をつけていたが、生産性だけでなく、品種の多様性、工程の複雑さなども導入の必要条件と考慮されなければならない。また、鉄鋼業全体としての設備投資のロー



A-1		制 御 用 計 算 機	
型 式	DDP-516 (Honeywell)		
主 記 憶 容 量	16384 words		
ディスク記憶容量	163840 words		
A-2		プ ロ セ ス I/O 装 置	
入 力	割 込 : 96 channels		
	デジタル信号 : 768 bits		
	アナログ信号 : 72 channels		
出 力	デジタル : ワンショット	564 bits	
	フライリップフロップ	480 bits	
	ステッピングモータ : x12		
	アナログ : 12 channels		
B		コ ン ピ ュ ー タ シ ス テ ム の 仕 様	
B-1	計 器 盤	x 3	
B-2	計器室設定表示盤	x 3	
B-3	稼働状況表示盤	x 3	
B-4	副材料・冷却材表示盤	x 3	
B-5	副材料・冷却材投入制御盤	x 3	
C-1	溶鉄秤量操作盤	x 1	
C-2	溶鉄秤量設定表示盤	x 2	
D-1	造塊設定表示盤	x 1	
E-1	造塊設定表示盤	x 1	
F-1	分析用計算機 (QUANTAC)	x 2	
F-2	分析操作盤	x 1	
F-3	成分表示盤	x 2	
F-4	オペレーションガイドログ	x 3	
T/W-1	操 工 表	x 3	
T/W-2	操 工 日 報	x 1	
T/W-3	溶鉄記録表	x 1	
T/W-4	鉄屑記録表	x 1	
T/W-5	副材料, 冷却材記録表	x 1	
T/W-6	副材料, 冷却材記録表	x 3	

図 6 転 炉 計 算 機 制 御 シ ス テ ム

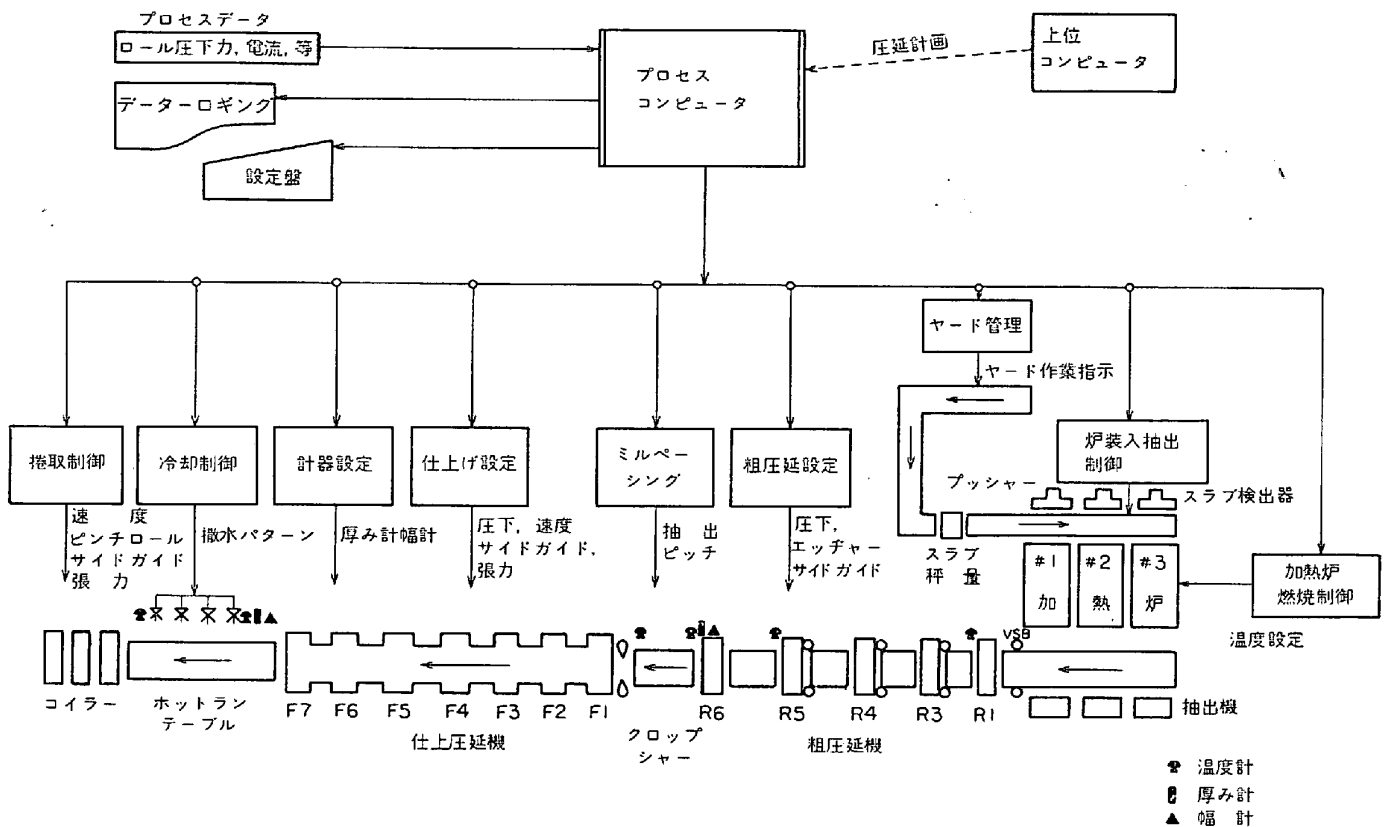


図7 ホットストリップミルシステム構成図

ダウンも基本的要素として考える必要がある。

すでに計算機制御を導入したプロセスにおいても、その機能の拡張、精度の向上などは常に変動する品質要求、コストダウン要求などに追従できるような対策がとられることが必要である。

計算機制御の導入によつて生産作業の標準化が進んでいるが、さらにこれを基本として生産管理、品質管理ならびに技術情報管理のシステム化または計算機制御化する必要性が高まっている。これらは物理的な制御機能とは異なっているが、これまでの計算機制御システムを基本として推進されなければならない。

4.2 導入、運用上の問題点

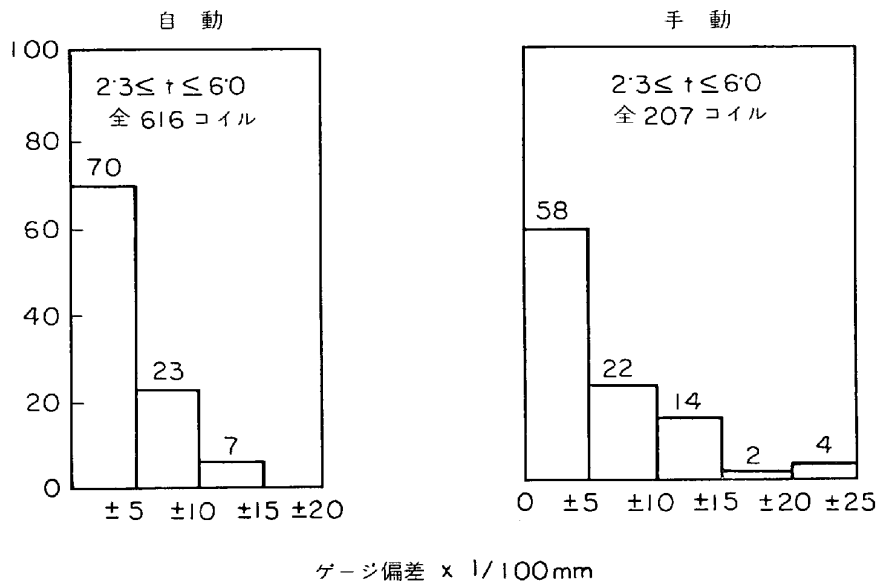
計算機制御システムの導入には、多額の投資、多量の頭脳と長期間を要する。したがつて、それらの導入の決定はきわめて慎重に行なわれている。その中で中心となる判断基準は、前述のごとく、人との対比であつた。これは単なる省力化のみでなく、人ではできないとか、人とシステムとの相乗効果など、広義に人と対比させた基準である。今後の導入方針、運用上の問題も、当然のことながら、人間にとつて有効なシステム、人間が安心して使用できるシステムということが判断の中心になると思われる。

計算機制御の導入と運用上、とくに検討すべき問題点を列挙すると次のごとくになる。

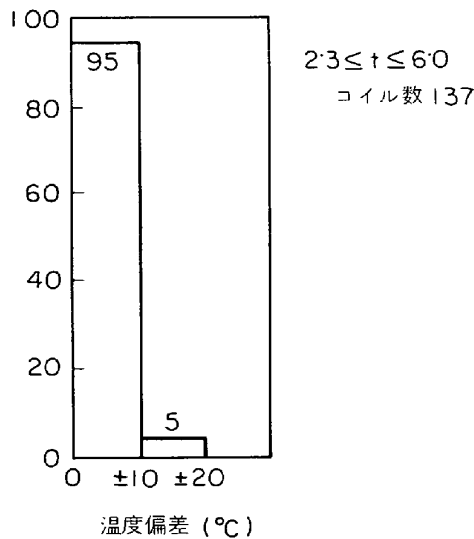
- (1) 人間と計算機制御システムの機能分担の明確化
- (2) 計算機制御による広義な省力化と人間の能力の有効活用
- (3) 計算機制御に対する違和感、不信感その他の心理的要因の検討
- (4) 既存工場に対する計算機制御導入上の配慮
- (5) 計算機制御導入による操業者のレベル向上とシステム機能との関係
- (6) システム導入と操業の硬直化の問題、システムの flexibility 向上の諸問題
- (7) システムダウンと生産ストップに対する考え方
- (8) 新技術、新作業法開発に対する計算機制御の新しい価値の検討

4.3 技術上の諸問題

計算機制御技術はすべてが新しいため、つぎつぎ発生する問題の解決をまたずに進展の道をたどつてきた。そのため、かなり多くのむずかしい問題があり、しかも短期間に解決できぬものも少なくない。計算機制御の普及が進むとともに、これらの問題はあるいは障壁となることが予想される。



ゲージ変更後の第一バーの頭部厚み変化



仕上げ温度制御結果

図8 ホット・ストリップミル計算機制御の効果の一例

4.3.1 計算機の機能, とくにシステムソフトウェアについて

制御用計算機の機能はオンラインシステムに適合したものでなければならない。元来、計算機製造業界としてはいわゆる事務用計算機のシェアが大きいいためか、制御用計算機に対する配慮が足りない場合や、ときには事務用計算機のモディフィケーションを行なつて、制御用とすることもあつた。最近、事務系でもややオンライン特性を具備したものが現われて、両者の間が近づいた

かに見えるが、現実はまだ改善されていない。問題の中心はシステムソフトウェアにあり、これは計算機の基本設計に属することで、一度機種が定るとまず変更できないのが通常である。最近の傾向として、汎用性を重んずるあまりに、システムソフトウェアが複雑でしかも容量が大きくなつて、かえつて総合機能を減退させてしまつていくことが多い。またシステムソフトウェアの内容が必ずしも process oriented でないことも使用効率上問題である。鉄鋼向きにはそれぞれ特性が要求されるが、ユ

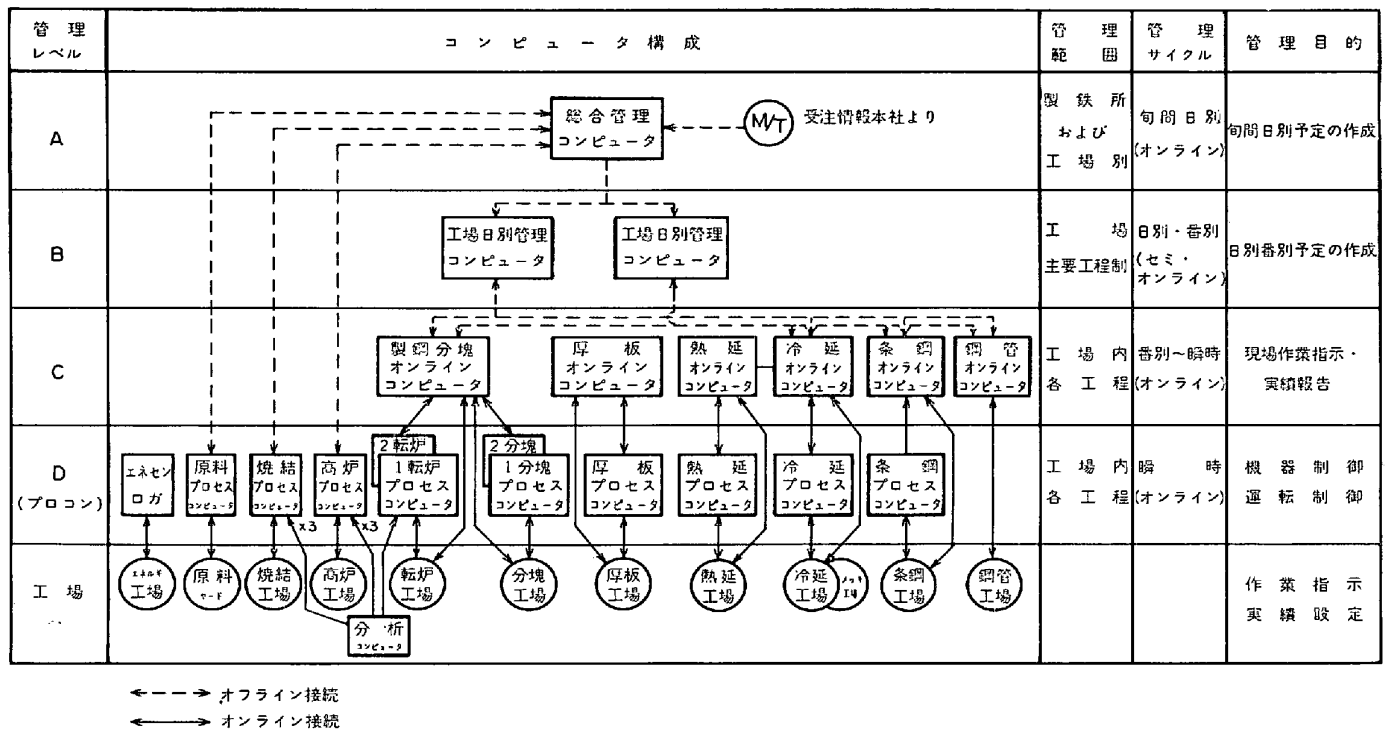


図 9 A O L シ ス テ ム

一者としての鉄鋼業界のみで解決できないことであるが、いずれにしても使いやすく、プログラミングの容易なシステムソフトウェアの出現を望んでやまない。

4.3.2 周辺機器 端末機器 通信機器

周辺機器、端末機器ともまだ耐久性の点で、オンライン長時間の使用に不十分な点が多い。端末機器は人間とシステムのインターフェースとしてきわめて重要であり、人間がシステムと容易に会話し、指示しうるものでなければならない。

最近ではこれまでの汎用機種 (タイプライタなど) 以外にグラフィックディスプレイ、手動入力盤など各種のものが開発されているが、操作ミスが発生しないことなど、まだ多くの問題が残されている。システム規模が大きくなると通信機能が問題で、現用のままでは通信速度、Cost/Performance の点で満足できない。全般にこれらの機器は計算機本体に比較してかなり遅れている。とくにミニコンの導入が盛んになると価格の点で改善が必要と思われる。

4.3.3 自動化機器、省力化機器

計算機制御は計算機とプロセスモデルだけで成り立つものではない。計算機制御としての基本的システムならびにシステム中のマイナー制御ループが必要である。自動化機器はこれらのマイナーループ形成上不可欠であるが、技術的に未解決なことが少なくない。とくに人間の

五官に頼る作業の機械化、たとえば、キズ検査用のパターン認識技術、高熱重筋作業の機械化、分析作業の機械化などはむずかしい問題である。鉄鋼業界としては独自に開発を行なっているが、今後とも開発のため人と金の投入を惜しまぬことが必要である。

4.4 計算機制御導入のための要員と体制

計算機制御システムは対象プロセスのすべてにわたって関与するため、その導入は通常の機械設備のごとく簡単ではない。また、導入後のシステムメンテナンスも操業と密接に関係する。したがって、必要な要員はいわゆるシステム技術者のみではなく、生産技術者も絶対必要で、しかもこれらの人々がよく協力してシステムを作ることが必要である。そしてこの場合、システム技術者としては生産プロセスについて、また生産技術者は計算機制御システムについて、相互に理解と知識経験をもつていくことが望ましい。このような要員が十分に能力を発揮するためにはそれぞれの所属長の理解と協力が必要で、具体的にはプロジェクトチームなどの体制を組むことが最も能率的である。これまでの導入の結果として、このような経験を積んだ技術者はかなり増加したと思われるが、今後もその教育、養成を強力に行なうことを経営層以下各職位において努力しなければならないと考える。

本稿は昭和 47 年 3 月 18 日ライプテヒ見本市セミナーにおいて、鉄鋼協会として発表した内容に諸資料を加

えたものである。これらについては、各社の関係の方々に多大なご協力をいただいたので、紙上にて深く感謝申し上げます。

各プロセスにおける実施例についての詳細は省略したが、別記文献⁵⁾を参照されたい。

文 献

- 1) 第 43 回計測部会資料, プロセスコンピュータの設備 (昭和44年6月) 状況一覧表
- 2) 鉄鋼界報 No 883, 1970. 9. 1 鉄鋼業におけるコンピュータの利用
- 3) K. KOMODA and N. SHIOKAWA: The Computer Control System of the LD Plant of Chiba Works 1970 年鉄鋼オートメーション会議資料(ルクセンブルグ)
- 4) Y. FUKAGAWA, et al.: Development and Application of Computer Control System at Sakai No 2 Blast Furnace Proceeding ICSTIS, Section 1, vol 11, 1971
- 5) 野坂編著, 鉄鋼業のコンピュータコントロール 産業図書, 昭和 45 年