

技 術 報 告

UDC 669.184.244.66.013.5 : 681.323.02

室蘭第2製鋼工場における計算機システムについて*

都築 誠毅**・湖海 克明**・内田 恒次**

Computing Control System at No 2 LD Plant in Muroran Works

Seiki TSUZUKI, Katsuaki KOKAI, and Tsuneji UCHIDA

Synopsis :

No 2 LD Plant, Muroran Works, produces various kinds of steel with very high productivity establishing a new world record of 2762 heats per month in April 1970. By introducing a mini process computer, a unique control system has been brought into the plant.

The system has achieved splendid accomplishment, e. g. improvement of the end point control, reducing the workers required and mechanization of tabulation.

The system embodies three features.

1. Linkage with the central computer :

The process computer has been directly linked with the large central computer.

2. Display units :

Cathode Ray Tube (CRT) has been introduced instead of typewriters first in steel making process control system.

3. Dynamic temperature control :

The bath temperature during blowing is measured by the sub-lance and taken into the process computer.

(Received Sept. 20, 1971)

1. 緒 言

室蘭第2製鋼工場 (110t×2, 120t×1, 2/3基操業) は日間最高103チャージ、月間最高2762チャージ出鋼している高能率操業¹⁾の工場である。この工場に小型制御用計算機を導入し、吹錬技術の向上、省力化、情報収集の機械化に成功した。本システムは昭和44年7月に企画を開始し、昭和45年10月より本格的にオンライン操業に入っている。以来大きな故障もなく順調に稼動している。

2. 導 入 経 緯

当工場では昭和39年以来制御用計算機を導入するために鋭意努力してきたが過去の経緯を4期に分けて説明する。

第I期 (昭和39年～昭和44年3月) では FACOM 230-10 を貸借して工場に配置し、吹錬計算モデルの開発に力を注いだ。

(1) 統計的手法 (重回帰分析が主体)

鋼種構成が複雑なため人間と大差ない結果に終わった。

(2) 類似チャージ選択法

過去のチャージを記憶し、予定チャージに類似したチャージを選び出す方法であるが、生産量増加に伴い溶銑変動に追従できず人間と差がなくなってしまうた。

(3) 学習法

学習因子を時系列に変動させ必要な酸素量、冷却剤の量を求める方法であるが、一応の成果が得られたので改善を加え現在に至っている。

第II期 (昭和44年6月～44年9月) では第I期で開発されたモデル (3) の長期使用により若干の修正を加え完全なものとするため、炉前操作室に、中央計算機に接続された入出力タイプライターを設置し、夜間のみ使用した。

第III期 (昭和44年10月～45年9月) ではタイプライターを3交替で使用し、モデルの習熟をはかるとともに、転炉操業データのタイプ入力を実施した。この時点で操業記録の手書きを廃止した²⁾。

第IV期 (昭和45年10月～) では制御用計算機を導入して中央計算機および原料秤量計算機と結合させた。こ

* 昭和46年9月20日受付

** 新日本製鉄(株)室蘭製鉄所

れが現在稼動しているシステムである。

3. 転炉計算機システム

3.1 システム構成

システムは Fig. 2 のごとく表わされるが、ハードウェアの構成としては Table 1, 2 のごとくなる。

3.2 システム概要

Fig. 1 のシステム構成図および Fig. 2 の計算機操業図がシステム概要であるが、ここでは転炉操業と計算機制御を対比させて説明する。図中タイムコントロールとあるのは操業時刻の時間管理プログラムのことであり、操業時刻を自動的に記憶するものである。以下操業サイクルにあわせて計算機による転炉操業を説明していくことにする。転炉ではあらかじめ中央計算機から送信されてきた吹錬予定（鋼種、溶銹量、屑鉄量、型銹量）に従って吹錬するが、混銹炉操作室では溶銹を払い出す前に予定量釦を押すと溶銹予定量が払い出し鋼番とともに光

字管に表示される。つぎに払い出しが終了した後、読込釦を押すと払い出し実量が表示され、吹錬データとして記憶される。この後溶銹温度の測定、試料採取を行なうが温度は自動的に計算機に読み込まれ、試料はカントバック（分析装置）にかけられ、自動的に計算機に読み込まれる。この溶銹が転炉に装入されると HM（溶銹装入）が働いて溶銹実量を装入炉の操業データとする。屑鉄、型銹などは原料秤量計算機に送られた予定量を操業データとしており、屑鉄、型銹などが転炉に装入されると SC（屑鉄装入）が働く。一方吹錬者は終点目標カーボン、終点目標温度をあらかじめ炉前設定盤より設定しておく、スタティックモデルを使つて吹止酸素量、冷却剤の量、ランス位置、サブランス降下酸素量などを計算する。これらの値は CRT と呼ばれるブラウン管表示装置に表示される。つぎに吹錬が始まると BLW（吹錬開始）が働いてランス位置制御、酸素流量制御が行なわれ始めるが、この後直ちに着火釦を押すと冷却剤が投入される。吹錬の末期、サブランス降下酸素量になったときサブランス³⁾により吹錬中の溶鋼温度を測定し、終点温度を目標の範囲に適中させるためのアクションをとる。吹錬を終了すると、BND（吹錬終了）が働いて吹錬に消費した酸素量が自動的に記憶される。吹錬終了後直ちに終点温度測定と試料採取を行なうが、終点温度は消耗型熱電対を炉内に浸積させると自動的に計算機に読み込まれる。同時に炉前、注入棟の光字管に表示される。試料はカントバックで分析され、計算機に自動的に読み込まれるとともに炉裏の光字管に表示される。一方吹錬者は出鋼前に合金鉄量を合金鉄設定盤で計算し計量しておく。この後、TAP（出鋼開始）、TND（出鋼終了）、SLG（排滓開始）、SND（排滓終了）が働いて転炉操業の 1 サイクルが終了する。この操業の間にも制御用計算機は中央計

Table 1. Specification of HIDIC-100.

CPU	Program Core	Stored program
	Cycle time Word length Instruction Memory Expression Speed	2 μ s 16 bits + parity 16 16 kW pararel
DRUM	Drum Memory Mean access time	64 kW 10 ms
	Communication control Communication line Data transfer rate	1 200 baud

Table 2. The devices installed for the computing control.

Device	Number	Reference
CPU	1	
Process I/O	1	
Magnetic drum	1	To keep programmes in memory
ASR	1	To feed initial programmes and data
PTR	1	To feed initial programmes
CCU	1	Communication control
CRT (Cathode Ray Tube)	3	Viewer, 12 inches
Pulpit input station	3	To feed data needed for LD operation
Mixer display	2	To display weight of hot metal
Tap side display panel A	2	To display amount of coke & Fe-Mn
Tap side push bottom panel	3	To feed time data of trouble
Charge side push bottom panel	3	To feed time data of trouble
Temperature display panel	5	To display measured temperature
Automatic input panel	1	To feed analyzed results of chemical composition
Tap side display panel B	3	To display analyzed results
Console type writer	3	To be linked with the central computer

算機と生産情報のやり取りを行なっている。

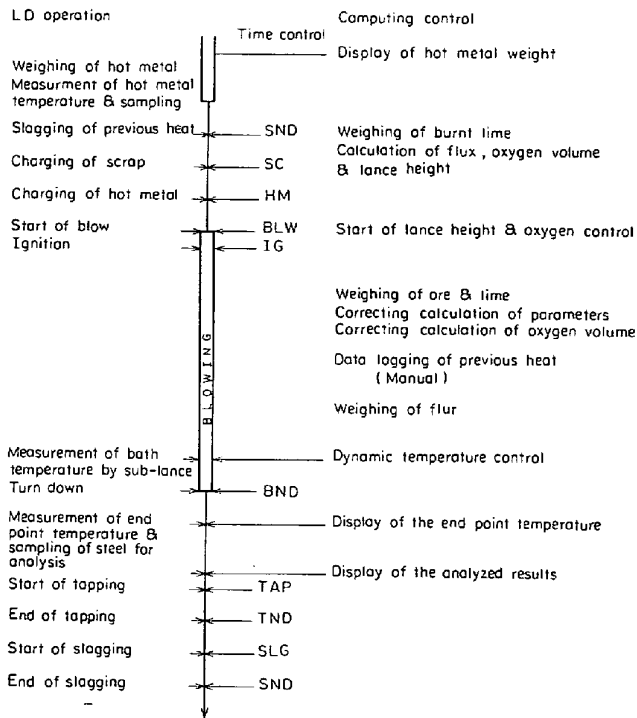


Fig. 1. Comparison of LD operation and computing control.

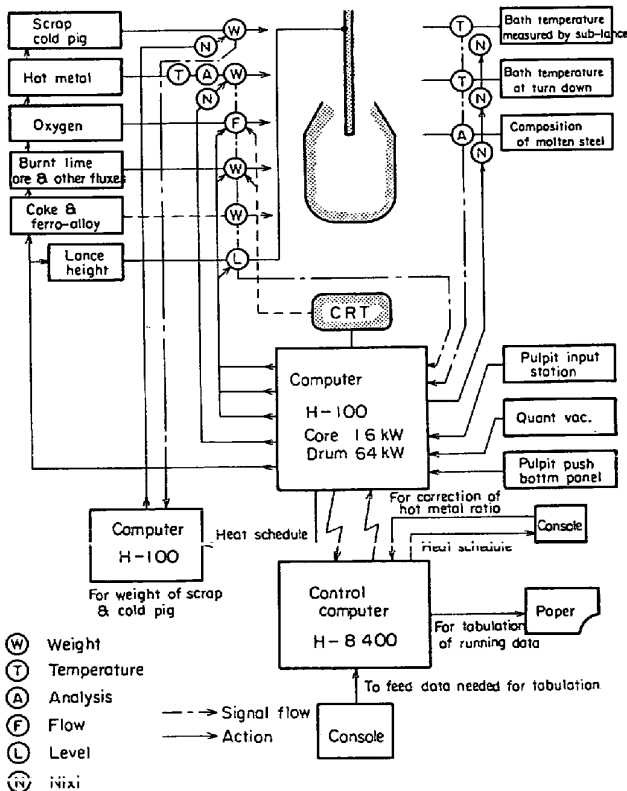


Fig. 2. Schematic diagram of the computing control system.

3.3 システムの特徴

3.3.1 人との調和

制御用計算機を導入するにあたって留意したことは、実際の操作者にとって気楽に使えること、高級な判断はできるだけ人間に残し単純な作業を計算機にやらせることである。つまり吹錬者の考えを大幅に介させ、計算機に使われるのではなく、計算機を使ってやるのだという思想を徹底的にシステム化した。

3.3.2 スタティックおよびダイナミック吹錬計算

スタティックモデルとして学習法を採用していることは2章で述べたが、このモデルは溶銑成分に関する学習因子である C1, 脱炭速度に関する学習因子である C2, 溶銑温度に関する学習因子である TH をベースとして成立している。吹錬計算の目的は終点温度、カーボンを目標範囲に適中させることであるが、計算方法はまず C1, C2, 終点目標カーボンから酸素量を計算し、つぎに先に求めた酸素量および TH, 終点目標温度から冷却剤の量を計算する。つぎに終点近くでサブランスを降下させ吹錬中の溶鋼温度を測定し終点温度を適中させるため、最終の温度調整を行なう。これがダイナミック吹錬計算である。ダイナミックモデルは Fig. 3 に図示しているが、吹止 1 min 前にサブランスによつて吹錬中の温度を読み込み、所定の温度より高い場合は冷却剤を求め、低い場合はその分だけ酸素量を追加計算する。ここでサブランスとは、吹錬中の溶鋼温度の測定、試料の採取を目的として設置されたランスのことであり、酸素ランスと同様に垂直に炉内に降下させられるようになっている。

3.3.3 CRT (ブラウン管表示装置) の活用

制御用計算機との対話窓口として従来利用されていたタイプライターに代わるものとして、保守性および使いやすさの面ですぐれている CRT の採用に踏み切り全面的に活用している。画面数は吹錬計算として4画面、分

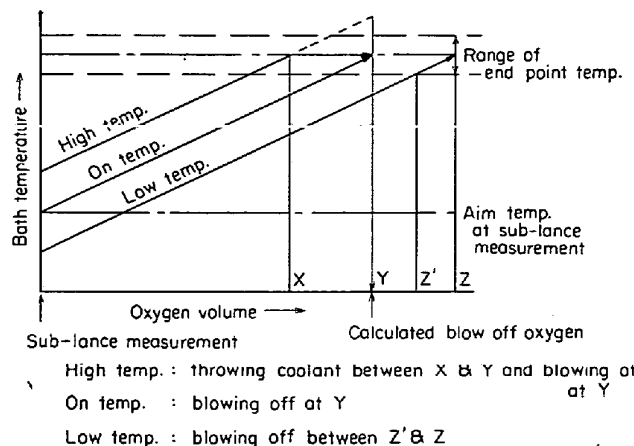


Fig. 3. Dynamic control of end point temperature.



Photo. 1. CRT and pulpit input station in the operating room.

析表示用画面，データ訂正用の画面，吹錬予定表示用の画面と計7画面あり，通常は吹錬計算画面が表示されている。

3.3.4 付帯設備の自動化

(1) カントバックと H-100 を接続することにより，分析専用のコンピュータを置くことなく自動読み込みしている。分析された値はコンピュータに記憶されて中央コンピュータに送信されるが，分析室のディーゼプリンターにも印字される。

(2) リミットスイッチを利用して信号を取り入れ，これをソフト処理することによって時間管理を自動化した。

(3) ランス位置，酸素流量，副原料投入はあらかじめパターンを設定し，そのパターンに従ってプログラム制御している。副原料自動計量は DDC 的計量を行なっている。

(4) 溶銑，溶鋼温度の自動読み込み，溶銑予定量の表示と実量読み込み。

3.3.5 制御用コンピュータと中央コンピュータとの結合

室蘭製鉄所の情報処理システムの考え方の一つに，中央の大形コンピュータと各工場の制御用コンピュータおよび端末機器と高度な結合を図ることがあるが，当工場はこの考えを

全面的に採用し，下記の2項目を基本とし，独創的なシステムを築いた。

(1) 事務用コンピュータ，制御用コンピュータがそれぞれ分担すべき機能に従って使い分け，有機的なコンピュータ結合を図った。これはシステムの信頼性に多大の貢献をしている。

(2) 中央コンピュータ故障のとき生産工程に支障を与えないこと。この対策として，吹錬予定，実績データのバッファエリアとしてそれぞれ 50 チャージ分を制御用コンピュータが持っている。それ以上故障が続くときは吹錬予定，実績データは ASR (H-100 の入出力タイプライター) より，それぞれテープで入力，出力される。

4. 稼働後の状況

4.1 導入後のトラブル

オンライン当初のトラブルはタイムコントロール，自動制御関係，および中央コンピュータとのリンケージに多発した。前者はハード，後者はソフトがおもな原因である。自動制御のうち，副原料自動計量，投入はその後の操業の変化に追従できない場合が出ており制御方法を検討中である。中央コンピュータとのリンケージでは当初プログラムミスによるリンケージダウンとそれに伴うリンケージの再起動方法に問題があつたが，ソフト改造および保守体制の確立によつて一段落した。

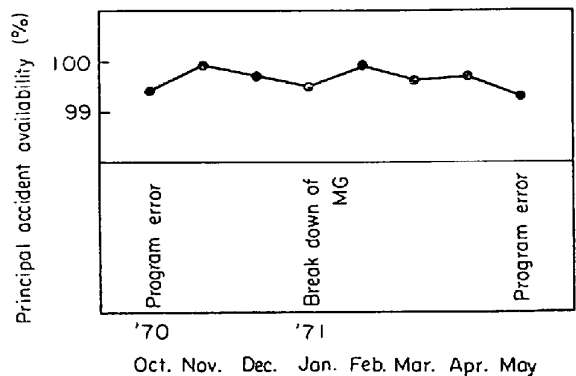


Fig. 4. Availability of the system.

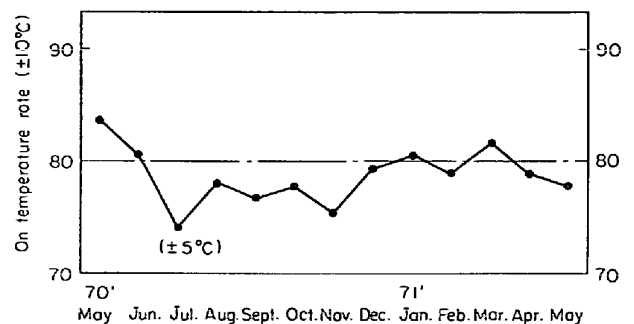


Fig. 5. Progress of end point temperature control.

Table 3. Comparison of end point carbon and temperature control in low carbon steels.

	Static and Dynamic control	Static control only	Manual	Reference
End point carbon	83.0%	85.1%	66.5%	Standard was set up far aim [C]
End point temperature	87.0%	75.5%	69.9%	Aim temp. $\pm 10^{\circ}\text{C}$
Period	April 70'	Transition period		

4.2 保守体制

保守は中央計算機と転炉制御用計算機とに分けられる。中央では工程管理およびその他のサービス業務のためオペレータが三交替で保守しているが、制御用計算機では常昼勤務の保守体制をとり、異常の場合のみ呼び出しとなっている。Fig. 4にシステムの稼働率を図示したが十分信頼できる稼働率である。

4.3 終点温度、成分適中率

Table 3に低炭素鋼の適中率を3期に分けて比較しているが、成分適中はスタティックモデル、温度適中はサブランスによる貢献度が大きい。しかし最近の温度適中率をFig. 5に示すがあまり芳しくない。この原因として高溶銑操作がある。つまり操作が不安定になりカーボン適中率が落ち、それが直接温度適中率に反映しているためである。

4.4 情報収集の機械化

制御用計算で自動入力された情報はすべて中央計算機にオンラインで送られ、下工程に流されている。このデ

ータは一度ディスクに格納され、操業日報として出力の際磁気テープに格納される。このテープは操業解析、月報、原価計算などに利用されている。

6. 結 言

端末システムの段階を加えてのオンライン操業成果としてつぎの3点が挙げられる。

- (1) 操業が安定し吹錬成績が飛躍的に向上した。
- (2) 炉前、混銑の連絡業務の簡素化、手書き業務の廃止により省力化に成功した。
- (3) 情報収集の機械化により工程管理に多大の貢献をした。

文 献

- 1) 都築: 製鉄研究, 272 (1971), p. 9777
- 2) S. TSUZUKI, T. KUWABARA, and T. FURUSAKI: International Conference on the Science and Technology of Iron and Steel, Sept. (1970), p. 182~183
- 3) 都築, 高橋: 鉄と鋼, 56 (1970), p. 69