



---

---

---



## 転炉の新計算機制御システム

## New Computer Control System of the LD Plant

古茂田 敬一\*

Keiichi Komoda

川崎 量一\*\*

Ryoichi Kawasaki

塩川 信正\*\*\*

Nobumasa Shiokawa

羽田 守幸\*\*\*

Moriyuki Haneda

## Synopsis:

Since the first attack was made on the task of developing a computer control system of LD-plant at Chiba Works in October 1961, a number of control methods have been developed and established

dependability and advanced data processing as well as expanded scope of control, a new computer system was adopted to replace a conventional system, and it went into operation in August 1969.

The new system keeps an average 10% higher

してきたと思われる。

当社千葉製鉄所では1969年5月末、従来のTOSBAC-3315（東芝）による計算機システムに代わるものとして、DDP-516（山武ハネウェル）による新システムを導入し、同年8月の稼働開始と同時に上記の効果を十分発揮するとともに、省力化にも貢献している。

本稿では、転炉計算機制御システムの開発経過および新計算機システムについて述べる。  
なお表1に転炉工場の設備一覧を示す。

## 2. 転炉計算機制御システム開発の経過

5/21 転炉計算機制御システム開発の経過

などの理由から TOSBAC 3315 は他に転用することにし、DDP 516 (山武ハネウェル) による

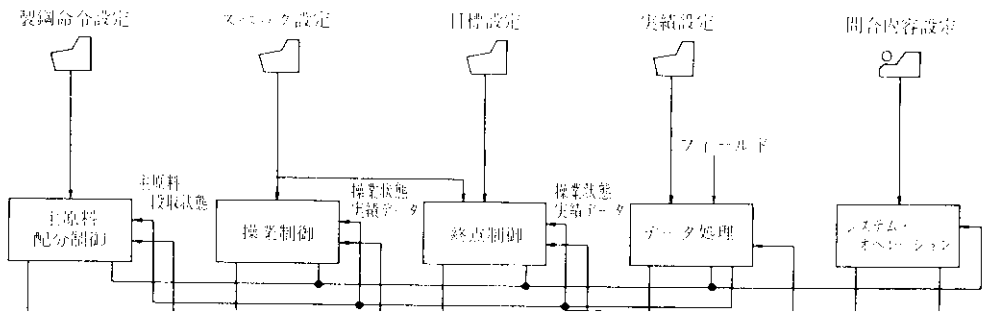
を表2に、計算機本体その他を写真1に示す。  
本システムに対する転炉工場外からの入力情報

正が施されている)がオペレータに表示される。  
次に転炉の操業順に新システムの概要を記す。

は製鋼命令と溶銑事情であり、製鋼命令によって  
操業に対するスペックならびに目標値を決定し、  
溶銑事情によって主原料装入配分に対する溶銑配  
合率を指定する。このスペックは、極限まで

以下のとおりである。

- (1) 主原料の段取りは主原料装入配分指令に基  
いて行なわれ、混銑が操作室とスクラップ  
部は、



すべての段階が正確に理論的定量的な数式モデルによって記述される訳ではなく、プロセスから得ら

らびに操業方法の特性値としてとられ、それらの間の相関がきわめて強いことが確かめられれば、そ

ならびに操業方法による特性値を把握して、実操業に使用できる程度の数式モデルとしなければならない。

転炉のプロセスはバッチ・プロセスであるから、吹錬が終了した時点では若干の仮定を設けることによってすべての熱バランス、酸素バランスを理論的に計算することは可能となるが、静的終

データより回帰式として求めることの方が得策である。

精度の良い結果を得るためには1炉代程度のデータ数を必要とするから回帰式自体は1炉代における回帰式となり、したがって各ヒートにそのまま適用すると許容できない残差を生ずる。しかしこの残差は、連続するヒート間では転炉プロセスの再現性によって回帰式の定数項に吸収される。



以下に、理論式、回帰式、推定式、補正式について詳述する（記号は表3参照）。

(1) 理論式

(i) 熱バランス

熱バランスは25°Cを基準として kcal 単位で計算する。

入熱

$$Q_{14} = 0.444 \cdot (T_F - 25) \cdot W_P$$

$Q_{14}$  :  $TiO_2$ の顕熱

$$0.444 \cdot (T_F - 25) \cdot W_P$$

$Q_{15}$  :  $FeO$ の顕熱

$$276 \cdot (T_F - 25) \cdot (3.849 \times 10^{-3} \cdot JV + 0.1993 \cdot W_{MS} + 0.5782 \cdot W_{OR})$$

$Q_{16}$  :  $CaO$ の顕熱

$$382 \cdot (T_F - 25) \cdot [0.936 \cdot W_{LM} + 0.536 \cdot W_{ST} - \{3.993 \cdot SiO + 0.362 \cdot (P_O - A \cdot P_E)\} \cdot W_D$$

$$(181.65 \cdot T_O + 30,520) \cdot W_{HM}$$

$$\times 10^{-4} - (15.87 \cdot W_{OR} + 7.468 \cdot W_{MS}) \times 10^{-2}$$

$Q_{17}$  :  $CaO$ の顕熱 (ガス温度は1450°Cとする。)

$$239.1 \cdot (C_O - A \cdot C_F) \cdot W_P$$

$Q_3$  :  $Fe_3C + CO_2$ の反応熱

$$93.20 \cdot (C_O - A \cdot C_F) \cdot W_P$$

$Q_{18}$  :  $CO_2$ の顕熱 (ガス温度は1450°Cとする。)

$$Q_{19}$$

$Q_4$  :  $Fe_3Si - Ca_2SiO_4$ の反応熱

$$781.9 \cdot Si_O \cdot W_P$$

$Q_4'$  :  $SiO_2 + Ca_2SiO_4$ の反応熱

$$253.1 \cdot W_{ST} + 1.14 \cdot W_{LM} + 1.14 \cdot W_{MS}$$

$Q_{19}$  : 石灰石の分解反応熱

$$(0.426 \cdot W_{ST} + 0.034 \cdot W_{LM}) \times 10^6$$

$Q_{20}$  : スケールの分解反応熱

$$7.822 \times 10^5 \cdot W_{MS}$$

$V_{19}$  : 石灰石の分解反応によって発生する酸素  
0

$V_{20}$  : スケールの分解反応によって発生する酸素  
 $134.7 \cdot W_{MS}$

$V_{21}$  : 鉄鉱石の分解反応によって発生する酸素  
 $102.1 \cdot W_{OR}$

出酸素

$V_2$  :  $C \rightarrow CO$ の反応に使われる酸素  
 $93.26 \times 10^{-3} \cdot (C_O - A \cdot C_F) \cdot W_P$

$V_3$  :  $C \rightarrow CO_2$ の反応に使われる酸素  
0

$V_4$  :  $Si \rightarrow SiO_2$ の反応に使われる酸素  
 $79.74 \times 10^{-3} \cdot Si_O \cdot W_P$

$V_5$  :  $Mn \rightarrow MnO$ の反応に使われる酸素  
 $20.39 \times 10^{-3} \cdot (Mn_O - A \cdot M_{NF}) \cdot W_P$

$V_6$  :  $P \rightarrow P_2O_5$ の反応に使われる酸素  
 $9.041 \times 10^{-3} \cdot (P_O - A \cdot P_F) \cdot W_P$

$V_7$  :  $Ti \rightarrow TiO_2$ の反応に使われる酸素  
 $0.5612 \cdot W_P$

$V_8$  :  $Fe \rightarrow FeO$ の反応に使われる酸素

$V_9$  :  $CO \rightarrow CO_2$ などの反応に使われる酸素

以上から、 $\Delta V = V_8 + V_9$ 、入酸素 = 出酸素とおいて、

$$\Delta V = (O_2 + \sum_{i=19}^{21} V_i) - \sum_{i=2}^9 V_i$$

有し、前に述べた各要因の影響を同時に受けるものであることから、 $\Delta Q$ と $\Delta V$ とを個々に各要因によって回帰解析を行なっても精度の良い回帰式は得られない。そこで、(4-1)、(4-2)で表現される $\Delta Q$ と $\Delta V$ との相関をとれば、各要因による影響は相殺されて強い相関のあることが期待できる。実際に図3に示されるような

$$\Delta Q = a \cdot \Delta V + b \dots\dots\dots (4-3)$$

の強い相関があって、相関係数はつねに 0.92~0.98 であった。

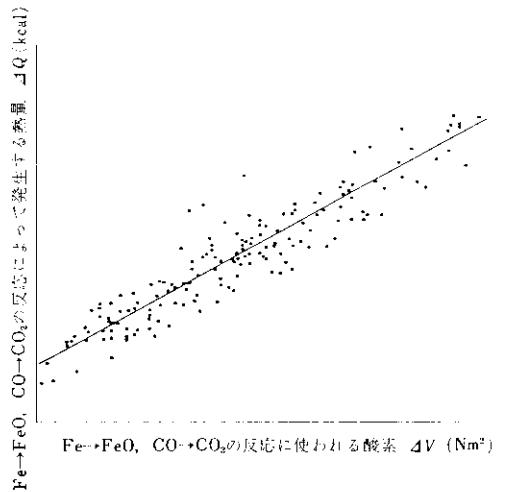


図3 ΔVとΔQとの関係

ただし、

$$\begin{aligned} \delta = & 134.7 \cdot W_{MS} \\ & - W_P \cdot \{ 93.26 \cdot (C_O - A \cdot C_F) \\ & + 79.74 \cdot Si_O \\ & + 20.39 \cdot (Mn_O - A \cdot M_{NF}) \\ & + 9.041 \cdot (P_O - A \cdot P_F) + 561.2 \} \times 10^{-3} \end{aligned}$$

$n$ ヒート目の $\Delta Q$ 、 $\Delta V$ を各々 $\Delta Q_n$ 、 $\Delta V_n$ と表わしたとき、

$$\Delta q_n = \Delta Q_{n+1} - \Delta Q_n$$

$$\Delta v_n = \Delta V_{n+1} - \Delta V_n$$

なる $\Delta q_n$ と $\Delta v_n$ の相関が(4-3)とまったく同等になることが確認できたので、定数項の補正という

デルに組み入れている。この  $\Delta V$  の推定式は現場吹錬者の経験を基にしており、

$$\Delta V = f(W_{Ug}, W_{Cg}, W_{Sc}, C_F, B)$$

で表わされる。

……………(A-4)

定誤差を代入して計算誤差を推定したところ、 $\Delta V$  の推定誤差の標準偏差は  $54 \text{ Nm}^3$  であり、その誤差の 95% 程度は溶鉄 C の測定誤差に起因して

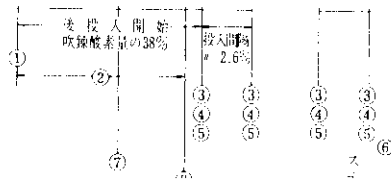
いた。さらに、推定式の内帰解析では内帰後の標準偏差はその値の数倍に及んでいる。

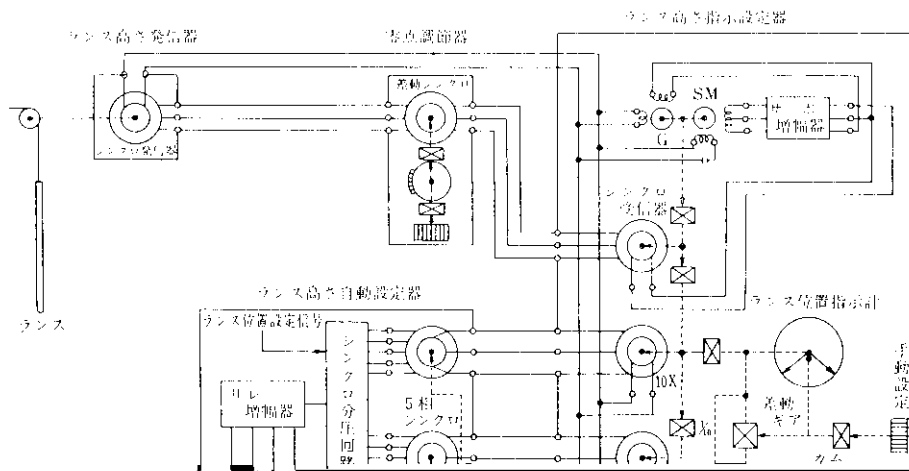
そこで、操業制御として転炉操業の標準化を計画し、副原料自動投入は1968年4月実用化に成功したが、還元剤投入量計算はオンライン・テスト中であり、酸素流量とランス高さのパターン制御は現在オンライン・テストの計画中である。この



(2) 自動投入のシーケンス

副原料の投入は、前投入と後投入とに大別される。前投入とは、前ヒートの排滓終了から吹錬開始直後までに副原料を一括投入するもので、吹錬開始時の計算用基準





理もできるようになっている。将来は、溶銑の有効利用を目的として、混銑炉内のSiを予測すること  
っている。なお、ここで冷材というのはスクラップと冷銑のことである。

ませるための計算式の付加を計画している。

実用化は、主原料装入配分計算、冷材の計算

このプログラムは、主原料装入配分計算、冷材

れるこの仕事は、整理委員をモデルとして実用化

行なり時、溶銑秤量機操作表示盤に整理番号を指定して溶銑払出量表示を要求する。このプログラムは、この時対応する冷材の積込みが完了してい

く、システムの短期稼動に貢献した。

本システムのデータ処理の特徴を列挙すると、

- (1) オペレータの誤操作を是認する

み行ふて溶銑払出量に前回の積量に空鋼重積を

目 本機ボータの上下照エニ、カ行かみとレ

用の上、このプログラムは、本機との間

と、本機との間のデータ処理の検出を



増尾 一之介 工機部 転炉課 主任 山武ハネウェル株式会社 山武ハネウェル株式会社

今後の計算機制御システムの建設に有益な経験を得たと考えている。

おわりに、これまで計算機制御の開発にご協力

テムの建設に努力していただいた山武ハネウェル株式会社の担当者各位に、厚く感謝する次第である。

