

線的で 8 kg/cm^2 と 4 kg/cm^2 とでは $0.010\%[\text{P}]$ 程度の差が認められた。この圧力による差は B 系列、すなわち $[\text{C}]$ が低い方が大きかった。

iii) 終点温度との関係 (Fig. 5)

この関係も実験値そのままでは終点 $[\text{C}]$ の影響を受け意味を持たないので ii) の場合と同じく $0.12\%[\text{C}]$, $0.07\%[\text{C}]$ になるように補正を行なった。この結果は Fig. 5 に示すように A, B 両系列とも同様な傾向を示しており終点酸素圧が高くなるとともに直線的に終点温度は低下しており、 8 kg/cm^2 と 4 kg/cm^2 との差は 20°C 程度であった。

IV. 結 言

純酸素転炉の終点 $[\text{C}]$, $[\text{P}]$ および温度におよぼす吹錬酸素圧力の影響について定量的に把握した。それにより終点の $[\text{C}]$, $[\text{P}]$ および温度の安定化を更に推進せしめることができ、吹錬作業全般の安定化に役立つことができた。

文 献

- 1) 板岡, 永井, 伊藤: 鉄と鋼, 47 (1961) 10, p. 1360
- 2) T. Kooztz: J. Iron and Steel Inst. (U.K.), (1960) Nov. p. 253

669.184.244.662669.012.1-522681.3

(59) 純酸素転炉計算機制御の対象および装置について 63249

(純酸素転炉操業の計算機制御—I)

日本鋼管川崎製鉄所

板岡 隆・斎藤 剛

伊藤 雅治・○田口喜代美

On the Subjects and Equipments of Computer Control System of an LD Converter.

(Computer control of an LD converter operation—I)

Takashi ITOOKA, Katashi SAITŌ,
Masaharu ITŌ and Kiyomi TAGUCHI.

I. 緒 言

1963年3月1日、日本鋼管川崎製鉄所純酸素転炉工場において、世界で初めての完全なオンラインでの計算機制御操業が開始された。純酸素転炉に計算機制御を適用する研究は、すでに国内外で活発に行なわれているが、当川崎製鉄所においても、約3年前から、所内の冶金、計測、物理、数学技術者よりなる計算制御開発グループにより、活発な研究が行なわれてきた。その結果、永年にわたって蓄積された当社転炉技術の集大成として、今回の計算機制御が完成したのである。

稼働以来、順調に作動して予期以上の成果を上げているので、まず、本報で計算制御の対象と装置について述べ、次報では、数式モデルの構成と適用結果について発表する予定である。

II. 計算機制御の対象

すでに周知の如く、純酸素転炉の製鋼過程は、酸素の

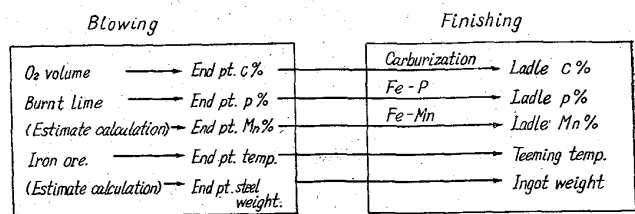


Fig. 1. Control of blowing and finishing process.

吹き込みによる吹錬過程と、吹錬後目的とする鋼塊を得るための調整過程の2つに大別される。この両者のうち、吹錬過程の作業が最も未知の要因が多く、実操業上問題となることが多いので、この吹錬過程の制御に最も重点をおくこととした。しかしながら、調整過程の制御も素鋼成分を安定させるために重要であることは、改めて申すまでもなからう。

Fig. 1 に吹錬過程と調整過程の制御項目およびそれらの項目を制御するためにとりあげた制御要因を併記した。これらの制御対象のうち最も重要な項目は、周知の通り吹錬過程における終点 $\text{C}\%$ および終点温度である。特に終点 $\text{C}\%$ の制御を正確に行なうことは、その他の終点温度や終点 P , Mn などの諸成分を安定させるためにも最も重要なものであり、さらに終点の目標 $\text{C}\%$ が $0.01 \sim 0.30\%$ と広範囲にわたった鋼種を1日に10数種類も出鋼する当転炉工場の場合に重要な意義をもつてくるのである。Fig. 1 で終点 $\text{P}\%$ の制御をとらあげたのは、溶銑の $\text{P}\%$ の変動が大きく、かつ、規格 $\text{P}\%$ が広範囲にわたっているからである。

Fig. 1 には掲げてないが、その他鋼中 $[\text{O}]\%$ の制御、注入流の溶鋼温度などの制御についても現在解析途上にあるので、解析結果が明らかになった時点で制御対象にとり上げて行く予定である。各制御対象に関する制御要因の撰択および数式モデルは、次報で詳細に述べる予定であるので今回は省略する。

III. 計算制御装置

Fig. 2 に制御システムの詳細を掲げる。これらのシステムは、既存の設備や制御の対象、鋼種構成は勿論、分析設備や、社内、社外の冶金、計装などに関する技術レベルを総括して検討が行なわれた。このシステムの個々の機能のおもな特徴をまとめると次のごとくなる。

(1) ログ機能を中心とするシステムでなく、転炉の吹錬作業そのものを制御することを第1の目的とするオンラインの計算機制御装置である。ログ機能は第2次的に考えている。

(2) このシステムを転炉操業の標準作業の一環として稼働せしめるために、人による操作上の誤りを、極力排除するための細かい設計上の配慮がなされている。

(3) 計算機の型式としては、数式モデルの高度な開発に順応させるためには、アナログ型計算機では不十分であるので、デジタル型計算機を採用した。その型式は北辰電機(株)製 Hoc-300E型である。

(4) 秤量機、媒溶剤投入装置および酸素流量調節装置などは、既設の装置をほぼそのまま用いているので入力および出力には、中間に人間が介入するいわゆる開ル

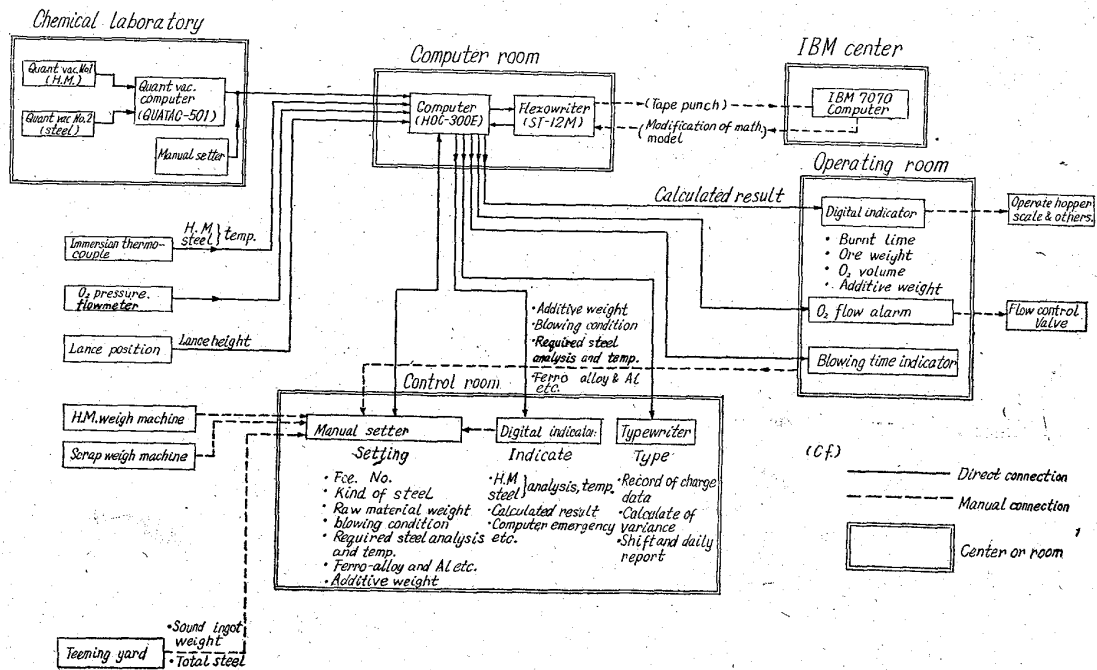


Fig. 2. Computer control system of LD converter of Kawasaki iron works.

ープのシステムとなつている。しかし近い将来、それらの出力の一部は、閉ループとして直接制御する方式になる。

(5) 従来最も大きな問題であつた溶銹成分および温度も全チャージについて測定し、終点温度をはじめ各数式の計算に使用している。この溶銹の条件を各チャージにつき正確に把握することによつて、計算式の精度を著しく向上せしめえた。溶銹および終点時の測定温度は、自動的に読み込まれる。

(6) このシステムの運転は、Fig. 2の指令室と呼ばれるところで集中的になされ(1炉につき1名の操作員)各種の計算結果は、指令室内には勿論、炉前にも表示され、直ちにアクションがとられるようになつている。

(7) 銹鉄や鋼の分析は、すべてカントバック分析機

にかけ、かつ分析結果は、カントバックのニアラズイ計算機を通じて直接転炉のデジタル計算計に入り記憶されると共に、各数式の計算に使用される。このように各銘柄の分析値が分析機にかかつた後は、一切人間の手を介せず最終的計算まで行ないうることが、計算が極めて迅速で、かつ正確に行なわれ、このシステム上の注目すべき新機軸である。

(8) 大量の日常操業データの蓄積およびその解析は、当制御用計算機では実施せず、オフラインのIBM 7070型電子計算機を利用している。当転炉制御用計算機からは紙テープが出され、そのままIBM 7070にインプットされる。

(9) 計算機本体をおく計算機室と、設定盤などを主体とする指令室とに分け、防塵、耐震などの対策を合理的に処置した、Photo. 1は指令室内の設定盤および表示盤を示す。

以上のごとく本システムは、設備上の制約を若干受けている部分もあるが、全体としてみた場合は、転炉のプロセスの本質を完全に把握した現在の各種の制約の中で実現しえる最高の装置群といいえよう。Table 1にHoc 300Eの仕様の一部を掲げる。

これらの装置は、本年3月1日の稼動以来、特に大きな故障もなく、極めて順調に稼動している。

IV. 結 言

川崎製鉄所転炉工場において、本年3月1日より稼動開始した計算機制御の対象とその装置の概要について述べた。稼動以来、極めて順調に作動しており、オンラインの制御としての成果を遺憾なく発揮している。次報にはこれらの適用結果について

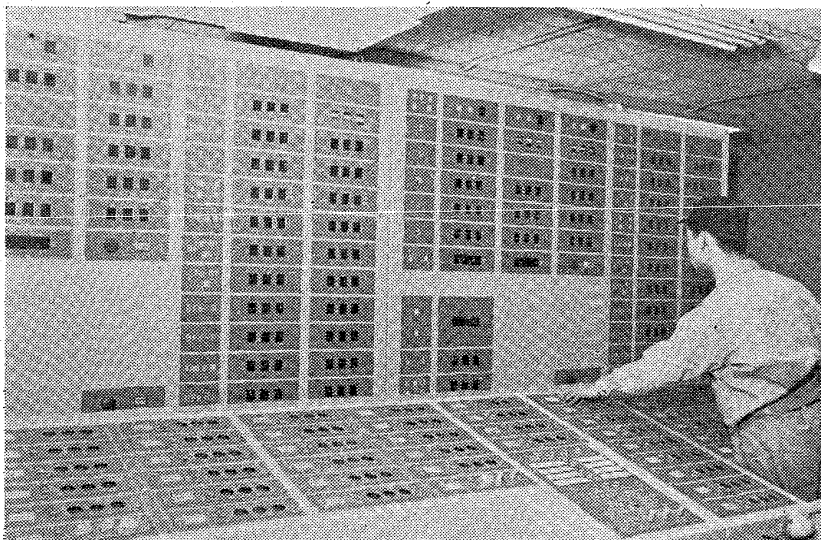


Photo. 1. View of manual setters and digital indicators in control room.

Table 1. General characteristics of Hoc-300E system.

Circuit unit	transistor
Word	inner binary code short ; 16 bits+sign long ; 34 bits+sign Decimel point; fixed point
Memory	Magnetic drum Capacity; long 8192 words Access time; 5 ms (6000 rpm)
Clock cycle	230 kc/s
Computing speed	Add., sub.; 0.3 ms. mult. } ; short 2.8 ms. div. } ; long 11.2 ms.
Scanning time and points	15 s; 44 pts 60 s; 111 pts
A/D converter	Unit; all transistor Speed; 14 us/pt.

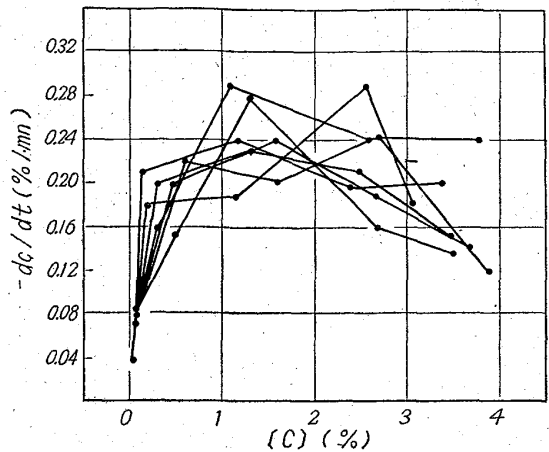


Fig. 2. Decarburizing rate.

そこで特殊サンプラーを作製して吹錬過程中に連続サンプリングし、生産を阻害することなくほぼ満足すべき結果をえたので、ここに吹錬中の諸成分の挙動にかんして報告する。

II. 試験結果

(1) 脱炭

純酸素転炉の精錬では、酸素ガスが溶鋼と直接接触することによって脱炭反応が進行するから、平炉の場合と異なつて供給された酸素はこの接触面において直ちに消費される。したがつてこの場合は、脱炭速度は酸素の供給速度によつて律せられることになる。当転炉の低炭リムド鋼吹錬の場合の送酸量は、60~65 Nm³/p-t で、送酸速度は、300~340 Nm³/mn であるとき、その脱炭曲線は Fig. 1 のごとくであり、また同時に酸素の挙動を示した。図から判るごとく [C] 0.5% まではほぼ直線的に脱炭され、それ以下ではその脱炭速度は急激に低下している。また [C] 2% 前後において [O] が最小値を示し、[C] > 2% で [O] が高い値を示すのは、吹錬初期では鉄の酸化が強く、脱炭反応がいくぶん抑制せられ、沸騰の遅れを生じてこの界面においては、[O] 過飽和の状態に保たれるが、温度の上昇と共に滓化スラグの生成、溶鋼粘性の低下にともない CO gas の発生成長が活発になり激しい攪拌によつて [O] が低下するものと考えられる。この [O] が最小値を示す時点は Slogging の発生する時点に一致しており、CO boil の激化が起つている。Fig. 2 に脱炭速度を示すが [C] 3.5% では -dc/dt = 0.14%/mn で脱炭反応が抑制されていることがわかる。[C] 2.5~0.5% までは -dc/dt = 0.22%/mn 程度のほぼ一定なる値を示している。

(2) 脱磷

吹錬中における脱磷曲線を Fig. 3 に示す。当転炉においては脱磷は脱炭反応とほぼ平行して起つており、各ヒートによる差はそれ程強くなくいづれも同一傾向を示す。すなわち脱磷速度は [C] 3~4% において最も大きく、[C] 2% 前後で復磷現象が認められた。この [P] の挙動は、前述の [O] の挙動に非常に良く一致し高炭素域においていわゆる沸騰の遅れによる Slag-metal 界面の

発表する予定である。

669.184.244.66 = 669.184.235 = 669.2

546.564 = 669.046.545.2 = 669.046

(60) 純酸素転炉における吹錬過程の諸成分の挙動

63250

川崎製鉄製鋼部
 技術研究所

川名昌志
 佐々木健二

野中 浩・O香月 淳一

The Behavior of Some Components During Blowing-in an Oxygen Converter.

Masashi KAWANA, Kenji SASAKI, Hiroshi NONAKA and Jyunichi KATSUKI

I. 緒言

純酸素転炉における吹錬過程の諸成分の挙動、精錬反応を把握することは、高炭素鋼の吹錬、あるいは脱磷、脱硫にかんする検討に必要な欠くべからざる問題である。

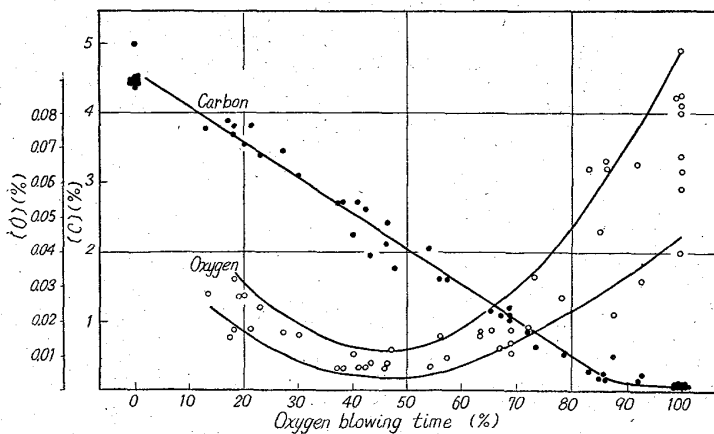


Fig. 1. Changes of carbon and oxygen content during oxygen blowing.