

入試験を行なった。工場には coke 添加設備がないためにいかなる方法で coke を使用するのがもつとも効果的かを調査の目的とし

(A) 混鉄炉から出鉄時に熔鉄鍋内に coke を添加する方法。

(B) 吹錬途中で一旦送酸を中止し rotary feeder から coke を添加する方法。

(C) 屑鉄装入前に炉内へ coke を装入する方法。  
 の三法について装入量 66,500kg, 屑鉄配合率 25.5%, 熔鉄成分一定, 副材料使用量一定 (石灰 3,500kg ミルスケール 1,000kg 螢石 100kg) と条件を一定とし連続的に試験した。その結果を Table 3 に示す。

Table 3. Results of coke charged tests.

Process	Ordinary	A	B	C
n	—	5	3	3
Pig ratio	—	-1.3	-1.3	-1.3
Up temp. (°C)	—	+22	+26	+20
Charging time (mn)	5	5	5	8
Refining time (mn)	21.6	22.5	22	22.6
Operating time (mn)	34	36	37.0	38.5
Tons per hour (ch to tap)	107	101	97.5	94.5
Oxygen consumption (m <sup>3</sup> /t-ingot)	50.3	53.9	53.4	53.5

A; Charge coke (300 kg) into a pig ladle when pig iron is tapped from a mixer.

B; Charge coke (300 kg) into the converter from the rotary feeder.

C; Charge coke (300 kg) into the converter by scrap chute before scrap is charged.

各法においてその鋼浴温度上昇はほぼ等しいが熱効率の点ではB法が有利である。おおよそ coke 300 kg / ch 使用により熔鉄配合率 1.3% 減少できることが分つた。これは主原料 66,500kg / ch 装入の場合 coke 300 kg / ch 使用は熔鉄 900kg 減少 (屑鉄 900kg 増加) に相当する。装入屑鉄, 熔鉄の 900kg の増減は装入材料の熱精算上から理論的に計算すると coke 224kg (coke 中の C を 80% とし CO<sub>2</sub> 17.0%, CO 80.0% に燃焼するものとする) となりしたがつて装入 coke の燃焼効率は 74.5% である。原単位, 能率面では coke 300kg / ch 装入によつて酸素原単位は 3~3.5 Nm<sup>3</sup>/t-ingot 増, 吹錬時間 1~2.5 分増, 製鋼能率は 6~13 t/h 減となる。coke 粒度については粉, 粒 coke が良く塊 coke は溶解燃焼に時間を要し好ましくない。

## VI. 結 言

LD 転炉の熔鉄配合率を一番大きく左右するものは副材料のミルスケールと石灰石でありこれを極少まで減量することにより LD 50 t 転炉の熔鉄配合率を平均 70

%にまで下げることができる。またこれに付随して酸素原単位の切下げ, 吹錬時間の短縮による製鋼能率の向上を図ることができる。さらに転炉炉内に粉 coke を 5 kg / t 添加することにより熔鉄配合率を 1.3% 下げることができる。

## (50) 脱 P におよぼす造滓条件の影響について

(純酸素転炉の脱 P に関する研究—II)

八幡製鉄所技術研究所

工博 瀬川 清・渡辺司郎・○田中徳幸

### Effect of Fluxing Conditions on Dephosphorization.

(Study on dephosphorization of a L.D. converter—II)

Dr. Kiyoshi SEGAWA, Shirō WATANABE  
and Noriyuki TANAKA

## I. 緒 言

純酸素上吹転炉では全吹錬時間が 20~30 分ときわめて短く, その間に熔鋼中の [P] もほぼ平衡に達している。このように酸化反応そのものがきわめて高速であるから脱 P 反応の管理という点では, 従来のような平衡論的研究にまつよりもむしろ速度論的研究を重視すべきと考えられる。すなわち転炉製鋼法では吹錬の過程において脱 C に先んじて脱 P を行なうことがとくに肝要で, 優先脱 P が遂行できればその後は適当なキャッチカーボンによつて操業をより合理的かつ経済的なものに行なうことができるはずである。かかる見地から当所では数年来, 相似則を適用した小型転炉を用いて主として Si 吹期における脱 P 反応と吹精条件ならびに造滓条件の関係を調査する実験を続けて来た。そしてこの内モデル炉の相似性の検討結果および吹精条件の影響については, その概要をさきの東海支部講演会<sup>2)</sup>に発表した。そこで今回は主として造滓原料組成, 粒度などの造滓因子の影響について調査した結果を報告する。

## II. 実験方法

モデル炉に製鋼用冷鉄 (C 4.4%, P 0.27%) 830~1900 g を装入し, 加熱溶解する。溶解後浴温が一定温度になつたらただちに造滓原料を投入すると同時に純酸素吹錬を始める。メタルおよびスラグの試料採取や浴温測

Table 1. Operation data.

Pig (g)	Fluxes (wt.%)					Diameter of bath (mm)	Depth of bath (mm)	Diameter of nozzle (mm)	Height of nozzle (mm)	Velocity of blast (m/sc.)	L/L <sub>0</sub>
	Lime	Silica	Scale	Fluor- spar	Sodium carbon- ate						
830 ~1900	15~50	5~50	5~65	0~15	0~15	70~120	23~40	1.0~2.0	40~75	130~240	0.40 ~1.00

定, さらには炉況観察などは第1報の実験とまったく同様に行なつた. 主な実験条件を Table 1 に示す.

III. 実験結果ならびに考察

第1報で報告した実験結果から最大優先脱P率 ( $\Delta P/\Delta C$ )<sub>max.</sub> と最終[P]含有量および全吹錬時間の関係さらには優先脱P率が最大になるまでの時間 ( $t_m$ ) と全吹錬時間の間には明確な相関関係があることが判つた. そこで本報では主として造滓原料の組成や粒度のような造滓条件と優先脱Pに關与する諸因子の關係について述べる.

(1) ( $\Delta P/\Delta C$ )<sub>max.</sub> と造滓原料組成の關係

( $\Delta P/\Delta C$ )<sub>max.</sub> と吹精條件の關係については, 第1報既報のように次式が与えられている.

$$\log (\Delta P/\Delta C)_{\max.} = -0.349 \log t_s - 9.619 \log T_K + 0.531 \log L/L_0 + 32.50 \dots \dots \dots (1)$$

ここに  $t_s$ : 造滓時間(mn),  $T_K$ : 浴温(°K),  $L/L_0$ : 湯動きの指標, そこで今回は (1) 式に依つて算出した  $\log (\Delta P/\Delta C)_{\max. \text{cal}}$  を実測値  $\log (\Delta P/\Delta C)_{\max. \text{obs.}}$  から差引いた  $\Delta \log (\Delta P/\Delta C)_{\max.}$  なる値と造滓原料組成の相関性を調査した. まず各成分と  $\Delta \log (\Delta P/\Delta C)_{\max.}$  の關係グラフを作成した結果, いずれの場合も因子間の相互作用があるためにバラツキはかなりあるけれども, それぞれ明確な相関性が認められた. そこで, これらの要因解析を第1報の場合と同様に最小二乗法で行なつた結果次式を得た.

$$\begin{aligned} \Delta \log (\Delta P/\Delta C)_{\max.} = & 0.026 \log \text{Na}_2\text{CO}_3 - 0.002 \\ & \log \text{CaF}_2 + 0.046 \log \text{scale} + 0.665 \\ & \log \text{CaO} - 1.217 \dots \dots \dots (2) \end{aligned}$$

ただし上式中の  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaF}_2$  などの値は各成分の添加量の装入全量に対する重量百分率である. (2)式から優先脱P率のレベルをあげる成分としては  $\text{CaO}$  がもつとも効果的で, ついで  $\text{scale}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の順であることが判る. 一方  $\text{CaF}_2$  の影響はきわめて微弱で, 優先脱Pのレベルに關する限りむしろ負因子としてはたらいっている. つぎに  $\log (\Delta P/\Delta C)_{\max.}$  に關して吹精條件と造滓條件の影響を総合すると, (1)(2)両式からつぎのような關係式が得られる.

$$\begin{aligned} \log (\Delta P/\Delta C)_{\max. \text{corr.}} = & -0.349 \log t_s - 9.619 \log T_K \\ & + 0.531 \log L/L_0 + 0.026 \log \text{Na}_2\text{CO}_3 - 0.002 \\ & \log \text{CaF}_2 + 0.046 \log \text{scale} + 0.665 \log \text{CaO} \\ & + 31,283 \dots \dots \dots (3) \end{aligned}$$

(3)式の精度を確めるために実測値と(3)式による計算値の關係を示せば Fig. 1 のとおりである.

Fig. 1 から(3)式が充分な信頼性を持つていることが判る. さらに(3)式から吹精條件と造滓條件のそれぞれの影響力を比較すると, 吹精條件の影響の方がはるかに大きいことが判る. ただし熔剤の影響は造滓時間  $t_s$  を介して間接的に影響していることも考慮すべきである.

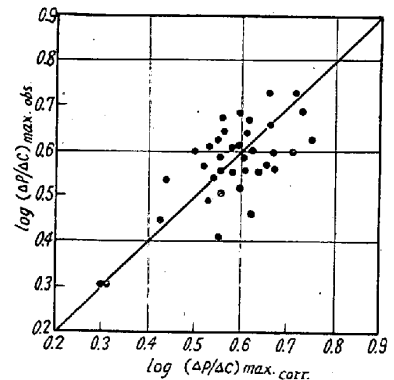


Fig. 1. Relation between observed value and corrected value of  $\log (\Delta P/\Delta C)_{\max.}$

(2)  $t_m$  と造滓原料組成の關係

優先脱P率が最大になるまでの時間:  $t_m$  と吹精條件の關係については第1報で述べたように

$$\log t_m = 0.639 \log t_s - 0.797 \log T_K - 0.247 L/L_0 + 2.81 \dots \dots \dots (4)$$

なる關係式が与えられている. そこで本報では造滓原料組成と  $t_m$  の關係を明らかにするために, 前項と同様の方針で(4)式から算出した  $\log t_{m \text{ cal}}$  を実測値  $\log t_{m \text{ obs.}}$  から差引いた値  $\Delta \log t_m$  と造滓原料組成の相関性を調査した結果次式を得た.

$$\begin{aligned} \Delta \log t_m = & -0.048 \log \text{Na}_2\text{CO}_3 - 0.055 \log \text{CaF}_2 \\ & + 0.036 \log \text{scale} + 0.270 \log \text{CaO} - 0.527 \\ & \dots \dots \dots (5) \end{aligned}$$

(5)式から優先脱Pの時期を早めるためには,  $\text{CaF}_2$  の添加がもつとも効果的で, ついで  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  が有効であることが判る.  $\text{scale}$  の影響はきわめて微弱であり, さらに  $\text{CaO}$  は全因子中最大の係数を持つたマイナス因子で

あることが判る。

つぎに吹精条件と造滓条件の影響を総合すると、(4) (5)両式からつぎのような関係式が得られる。

$$\begin{aligned} \log t_{m\text{corr.}} = & 0.639 \log t_s - 0.797 \log T_K \\ & - 0.247 \log L/L_0 - 0.048 \log \text{Na}_2\text{CO}_3 - 0.055 \\ & \log \text{CaF}_2 + 0.036 \log \text{scale} \\ & + 0.270 \log \text{CaO} - 2.283 \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

(6)式の精度を確かめるために実測値と(6)式よりの計算値の関係をグラフで示すと Fig. 2 のとおりである。

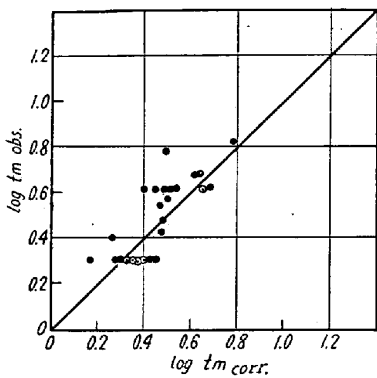


Fig. 2. Relation between observed value and corrected value of  $\log t_m$ .

Fig. 2 から(6)式が高度の信頼性を持っているのが認められる。つぎに(6)式から吹精条件と造滓条件の影響力を比較すると、吹精条件の方が概して大きな影響力を持っていることが判る。ただし溶剤の影響は前項の場合と同様に造滓時間  $t_s$  を介して間接的に作用していることも配慮すべきである。

(3) 造滓時間  $t_s$  と造滓原料組成の関係

第 1 報の実験結果から、造滓時間を短縮することにより優先脱 P を早め、ひいては吹錬時間も短縮しうることが明らかとなつたので、造滓時間を短縮させることはきわめて有意義である。造滓時間を左右する因子としては吹精条件、造滓原料の組成、粒度などが考えられる。このうち造滓時間と吹精条件の関係についてはすでに第 1 報で検討し次式を得た。

$$\log t_s = -4.97 \log T_K - 0.473 \log L/L_0 + 16.502 \dots \dots (7)$$

一方(3)(6)式に関連しても述べたように、 $t_s$  は造滓原料組成によつてかなり影響されるはずである。そこでこれまでの方法で(7)式に規つて吹精条件の影響を消去した値:  $\Delta \log t_s$  と造滓原料組成の関係を調査した結果次式を得た。

$$\begin{aligned} \Delta \log t_s = & 0.009 \log \text{Na}_2\text{CO}_3 - 0.080 \log \text{CaF}_2 \\ & - 0.347 \log \text{scale} + 0.519 \dots \dots \dots (8) \end{aligned}$$

(4)式から造滓時間を短縮する因子としては scale がもつとも効果的で、 $\text{CaF}_2$  がこれにつぎ、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の影響はきわめて微弱であることが判る。

つぎに  $t_s$  に関して吹精条件と造滓原料組成の影響を総合すると、(7)(8)式からつぎのごとき関係式が得られる。

$$\begin{aligned} \log t_{s\text{corr.}} = & -4.97 \log T_K - 0.473 \log L/L_0 \\ & + 0.009 \log \text{Na}_2\text{CO}_3 - 0.080 \log \text{CaF}_2 \\ & - 0.347 \log \text{scale} + 17.021 \dots \dots \dots (9) \end{aligned}$$

(9)式の精度を確かめるために実測値と(9)式による計算値の関係をグラフで示すと図(略)のとおりである。

図(略)から(9)式がかなり高度の信頼性を持っていることが判る。さらに(9)式から吹精条件と造滓条件の影響力を比較すると、前者がはるかに大きい影響を持っていることが判る。

(4) 石灰粒度と造滓時間の関係

石灰粒度と造滓時間 ( $t_{sG}$ ) の関係を明らかにするために造滓原料組成ならびに吹精条件を一定とし、粒度を Table 2 の 6 段階に設定した吹錬実験を行なつた。

実験結果を前項までと同様の方法で要因解析した結果次式を得た。

$$\begin{aligned} \log t_{sG} = & 0.066 \log D - 4.52 \log T_K \\ & + 0.032 \log vd^2 + 15.05 \dots \dots \dots (10) \end{aligned}$$

ここに  $D$ : 石灰粒度 (mm)

$T_K$ : 浴温 ( $^{\circ}\text{K}$ )

$vd^2$ : 酸素流量の函数 ( $\text{m/s} \times \text{mm}^2$ )

(10)式から石灰粒度の影響は浴温に較べると、はるかに小さいがその傾向としては粒度の増大とともに明らかに造滓時間を長くする影響をもっていることが判る。

(10)式の精度を確かめるために実測値と(10)式による計算値の関係をグラフで示すと図(省略)のとおりである。

図略から(10)式が高度の信頼性を持っていることが判る。

文 献

- 1) 富士製鉄室蘭製鉄所, 学振 19 委 4683 (昭 34 年 7 月)
- 2) 鉄鋼協会東海支部学術講演会 (昭 36 年 5 月)

Table 2

No.	1	2	3	4	5	6
Grain size of limestone (mm)	<0.25	0.25~0.32	0.35~0.50	0.70~0.99	1.65~2.36	3.33~4.70