

Fig. 5. Change of exhaust gas analysis.
(Average oxygen flow rate=170 cm³/min)

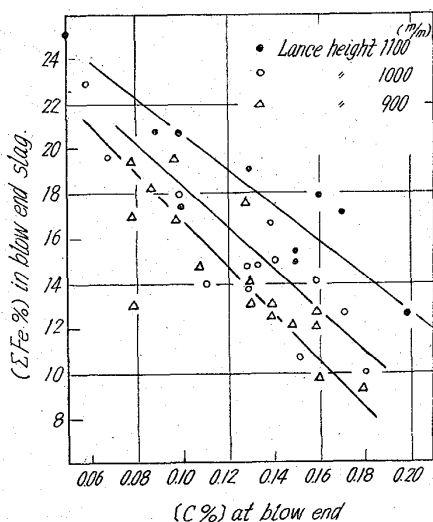


Fig. 6. Relation between (Σ Fe%) and [C] at blow end in different blowing condition with multihole nozzle.

て大きいといえる。鋼滓中の (FeO) 含有量に対しても、ランス高さの影響は Fig. 6 に示すごとく明かである。

4. 結 言

多孔ノズル適用の所期の目的であった脱磷性の向上、製出鋼歩留りの向上、製鋼能率の増大に好結果を得た。作業性および炉体寿命についても向上した。

多孔ノズルでは鋼滓中の (FeO) は若干高目となるが、適当なランスの高さにすることによつて、鋼滓中 (FeO) の制御を行なうことができる。

文 献

- 1) H. KNÜPPEL u. F. OETERS: Arch. Eisenhüttenw. 32 (1961), p. 779~p. 808
- 2) A. FISCHER u. V. ENDE: Arch. Eisenhüttenw. 23 (1952/53), p. 21
- 3) 川上, 他: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 1712

(56) 鋼滓中 (T. Fe) 含有量におよぼすランスノズル形状および副原料使用方法の影響

(純酸素転炉による低炭素鋼溶製に際しての鋼滓中酸化鉄含有量の研究—I)

日本鋼管, 水江製鉄所

坂岡 隆・三好 俊吉・山鹿 素雄
片山 平太・〇半明 正之

Effect of Lance Nozzle Condition and Charging Method of Fluxes as Coolant on Iron Content of Slag.

(Study on iron content of slag of low carbon steel by LD process report—I)

Takashi ITOGA, Shunkichi MIYOSHI,
Motoo YAMAGA, Heita KATAYAMA
and Masayuki HANMYO.

1. 結 言

LD 法の特徴の一つは平炉法に比べて鋼中 [C] 含有量の割には鋼中酸素含有量およびスラグ中酸化鉄含有量が少ないことである。然しながら LD 法においても低炭素鋼の吹精に際してはこれらの酸素および酸化鉄含有量は急激に上昇し、これらが鋼中非金属介在物の発生原因や転炉および造塊耐火物の寿命低下の原因ともなることは周知のごとくである。一方低磷鋼が要求される場合には通常の LD 操業法ではこのスラグ中酸化鉄含有量を増加させることが必要となつてくる。したがつて鋼中酸素並びにスラグ中酸化鉄含有量を任意に制御できる方法を解明することは LD 操業を行なう上に必要であるばかりでなく、LD 法の酸化機構をさらに深く解明する手だてともなる。

本報告は、これらを解明する第一段階として低炭素域でのスラグ中酸化鉄含有量におよぼすランスノズル形状および副原料使用方法の影響について、現場作業の実績解析と若干の確性試験の結果について述べる。なおデータは日本鋼管, 水江製鉄所, 60 t 転炉より採つた。

2. スラグ中酸化鉄含有量におよぼす要因について

スラグ中酸化鉄含有量は鋼中 [C] の減少と共に増加する。この [C]-[T. Fe] の関係を変動させる要因としては次のような事柄が掲げられる。

- イ) 吹錬酸素圧力
- ロ) ランスー湯面間距離
- ハ) 炉 令
- ニ) スラグの塩基度

これらの要因についてはいろいろの報告もあり周知の通りであるが、これらの諸要因が変化しなくても [C]-[T. Fe] 曲線のバラッキは大きく、特に低炭素域ではそれが著しい。本報告は前述のイ)~ニ)の要因を一定とした場合のスラグ中 T. Fe 含有量におよぼす要因として、ランス使用回数および副原料(鉄鉱石・石灰石)使用方法を選んだ。

2.1 ランス使用回数のスラグ中 T. Fe 含有量におよぼす影響。

現場作業においてランスの使用回数が進行し、寿命に近づくとも脱炭速度の低下と吹錬終了後、倒炉の際にスラ

ゲがフォーミングすることがしばしば見受けられる。この現象はランスノズルが溶損するのに従い、酸素ジェットがノズル出口において乱流を起し湯面でのジェットエネルギーが小さくなることが原因と考えられる。Fig. 1 はランスノズルの相対使用回数 (=ランス使用回数/ランス寿命) とスラグ中 T. Fe 含有量の関係を示したものであるが、相対使用回数が大きくなるに従いスラグ中 T. Fe 含有量の上昇が見られる。この場合横軸にランスノズルの相対使用回数をとつたのは、ランスノズルの溶損速度が炉体の新・旧などの使用条件によつて異なりノズルの使用回数がそのまま溶損の程度に比例しないからである。また、マルチノズルランスはノズルの新しい時点ではシングルノズルランスとはほぼ同程度の T. Fe 含有量であるが、使用回数の進行にともなう T. Fe 含有量の上昇はシングルノズルランスの場合よりも急であり、ランス廃却時の T. Fe 含有量の絶対値も高くなつている。これはマルチノズルランスがシングルノズルランスよりも厳しい使用条件 ($H=900\text{mm}$) の下に使用されているので溶損進行が速いためと、ランスノズルの寿命判定に両者の差があるからである。

2.2 副原料 (鉄鋼石・石灰石) の使用方法の T. Fe におよぼす影響。

当工場におけるスラグ中 T. Fe 含有量の過去の実績を見るとそれは大きい波で変動している。その変動は溶銑配合率および溶銑温度に関係している。即ち溶銑配合率の上昇と共に T. Fe 含有量は増加し、また溶銑温度が高いと T. Fe 含有量も高い。転炉操作において溶銑配合率および溶銑温度によつて左右される要因は冷却材の使用量である。当工場においては冷却材として石灰石

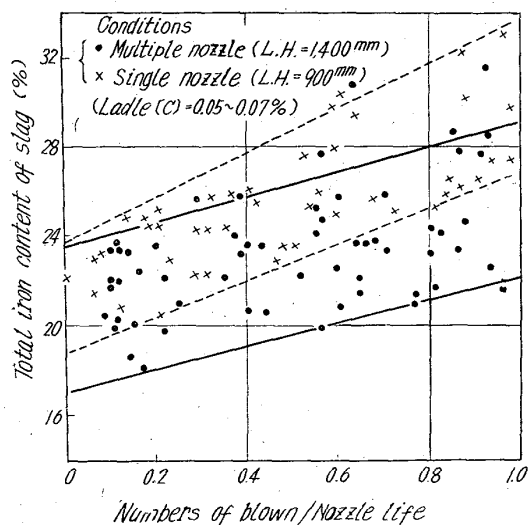


Fig. 1. Relation between nozzle life and iron content of slag.

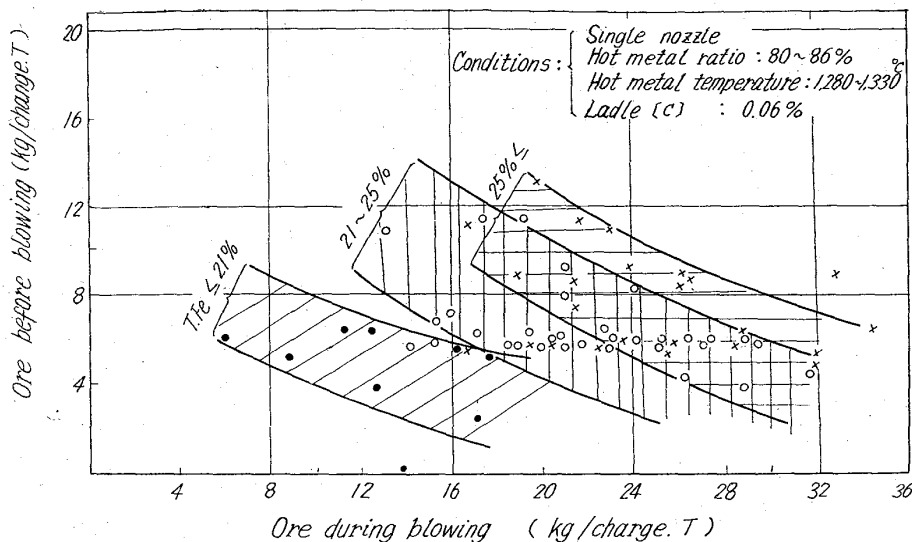


Fig. 2. Relation between charging method of ore and iron content of slag.

および鉄鉱石を使用しているが、石灰石の使用量は 13 kg /ingot T 程度でこれは通常の溶銑配合率 (80~86%) においては変化させていない。従つて終点温度の調整は鉄鉱石の使用量を変える事によつて行なつている。冷却材としての鉄鉱石は吹錬開始後着火と同時に投入するもの (前投入鉄石) と吹錬開始後 7~13 min の間に 100~200kg づつ分割投入するもの (分割投入鉄石) とに分けられ、前者と後者の比は一定ではないが、全鉄石使用量の 1/3~1/4 を前投入鉄石として使用している。なお、石灰石は吹錬開始後 13~17 min の間に分割投入している。

Fig. 2 はこれら 前投入鉄石および分割投入鉄石使用量 (kg/charge T) とスラグ中 T. Fe 含有量の関係をシングルノズルランスについて示したものである。Fig. 2 からスラグ中 T. Fe 含有量は 前投入鉄石および分割投入鉄石の函数として表わされることが判る。

すなわち、
 前投入鉄石: y kg/charge T
 分割投入鉄石: x " "
 スラグ中 T. Fe: $T\%$ とすれば、

$$y + ax = kT + b$$

Fig. 2 から a を求めると $a=0.4$

したがつて、
 $T = k'(y + 0.4x) + b'$ (1)

となる。
 Fig. 3 は Fig. 2 を (1) 式にしたがつてグラフ化したものである。

同様の事をマルチノズルランスについても行なつてみるとスラグ中 T. Fe 含有量は (2) 式で表わされる。

$$T = k''(y + 0.7x) + b''$$
 (2)

これらより判明することは分割投入鉄石量に対する補正係数である 0.4 および 0.7 という絶対値の真疑性はともかく、少なくとも前投入鉄石よりも分割投入鉄石の方がスラグ中 T. Fe 含有量に対する影響は少ないことである。

かくしてスラグ中の T. Fe 含有量は前投入鉄石およ

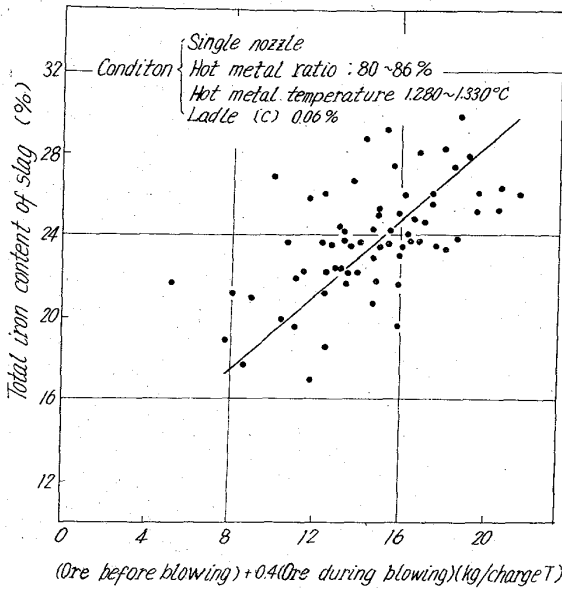


Fig. 3. Relation between ore consumption and iron content of slag.

び分割投入鉬石の函数として表わされることを示したが、これらの鉬石そのものが T. Fe 含有量の変動要因か否かは断定できない。何故なら前述のごとく鉬石の使用量は溶銑配合率および溶銑温度によつて左右されるものであつて、T. Fe 含有量の変動要因は溶銑配合率および溶銑温度であるとも考えられるからである。そこで溶銑温度および溶銑配合率を一定として前投入鉬石、分割投入鉬石および石灰石の使用量を変動させて合計の冷却効果が同一となるようにした若干の試験を行なつた。この場合、結果の判定を容易にするため冷却材使用量が最大となる 100%溶銑で試験を行なつた。なお試験条件としてはマルチノズルランス、溶銑温度 1290°C~1320°C、終点 [C] 0.04~0.06% である。

Fig. 4 はその結果を示したものであるが、溶銑配合率および溶銑温度が一定の場合にも Fig. 3 と同様の結果が得られた。したがつて鉬石およびその使用方法をス

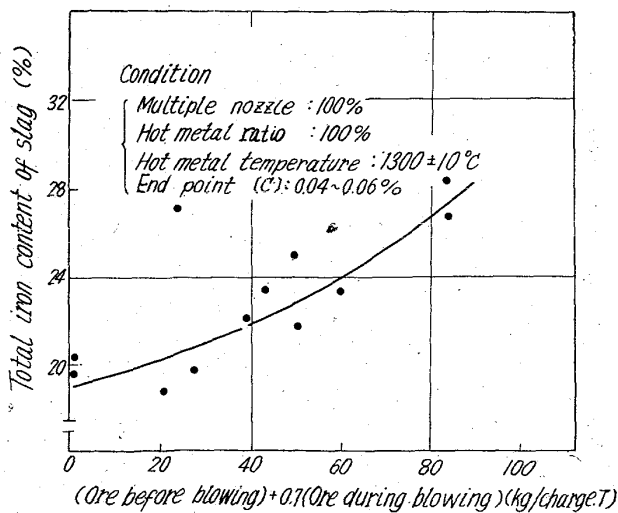


Fig. 4. Relation between iron content of slag and ore consumption.

ラグ中 T. Fe 含有量の変動要因と見なしてきつつかえないと考える。

3. 考 察

ランス使用回数とスラグ中 T. Fe 含有量の関係は前述のごとく湯面における酸素ジェットエネルギーを変動させることによりスラグ中 T. Fe 含有量が変化する現象と原則的には同一のものであると考える。

鉬石のスラグ中 T. Fe におよぼす影響については、1962 年国際 LD 技術会議において報告した通りであり、それは鉬石の投入が吹錬終了前 1 分頃に行なわれると、未還元酸化鉄がスラグ中に残存しスラグ中 T. Fe 含有量を上昇させるというものである。しかしながら本報告におけるごとく前投入鉬石の方が、吹錬中に投入する分割投入鉬石よりもスラグ中 T. Fe 含有量に対する影響が大きいという事実は、未還元酸化鉄の残存現象とは若干異なつたものようである。この現象の解析は現在実施中であるが、次のようなことが推測される。

すなわち、

- イ) 前投入鉬石量の多少により初期のスラグ形成状況が変化する。
- ロ) 鋼浴温度が低くて脱炭速度の遅い時点で鉬石を投入することは、スラグの T. Fe 含有量を必要以上に高めることとなり、その影響が吹錬終点のスラグ組成にも若干影響を与える。
- ハ) 吹錬中期の脱炭速度の大きい時点で投入される鉬石はロ) の影響が少ない。

以上のごとき事柄が推測されるが、これらの説明は今後の課題である。

さらに、Fig. 3 と Fig. 4 を比べて見る時 Fig. 4 の各点は Fig. 3 の直線の延長上にはない。すなわち溶銑配合率が異なると (1), (2) 式の k' および k'' の値は変化するようである。すなわち、Fig. 5 に示すごとく関係が考えられる。ここで z_1, z_2, z_3 点は各溶銑配合率において冷却を全て前投入鉬石で行なつた場合、 $a z_1, a z_2, a z_3$ は冷却を全て分割投入鉬石で行なつた場合、O 点は冷却を全て石灰石で行なつた場合を示す。a は分割投入鉬石に対する補正係数でシングルノズルランスの場合で 0.4、マルチノズルランスの場合で 0.7 程度である。したがつて Fig. 4 で言及していた事は Fig. 5 に

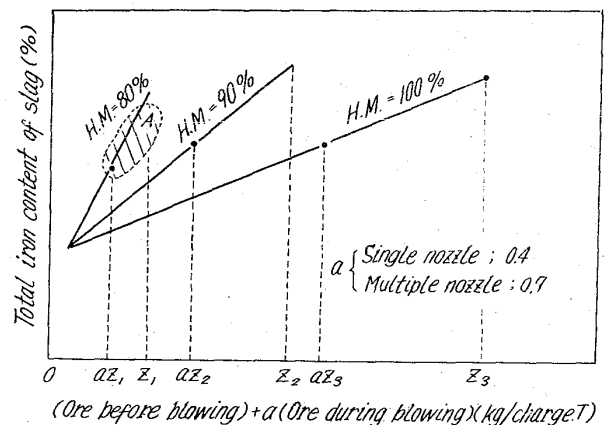


Fig. 5. Relation between hot metal ratio, ore consumption and iron content of slag.

おける斜線部④域での現象と考えられる。

4. 結 び

スラグ中 T. Fe 含有量の変動要因としてランスの使用回数および副原料(鉄鉱石・石灰石)の使用方法を考慮する必要がある。前者については湯面における酸素ジェットエネルギーの変化によるものと考えられるが後者については未だ不明な点が残されている。今後は考察の項で述べた事柄を確認すると共に本報告ではふれなかつたミルスケールの影響および分割投入鉄石の投入時期の影響についてもさらに検討中である。

(57) 洞岡転炉工場における炉材ならびに操業法の改善について

八幡製鉄所, 技術研究所

工博 大庭 宏

製鋼部

○若林一男・中田 聡・阿南春男

Improvement of Refractories and Operation at Kukioka LD Converter Plant.

Dr. Hiroshi, OHBA, Kazuo WAKABAYASHI, Satoshi NAKATA and Haruo ANAN.

1. 緒 言

洞岡転炉工場においては転炉用炉材について操業開始以来多くの試験を実施して炉材の開発に努めて来たが、S 36 年以降溶製鋼種の拡大につれて製鋼要因の炉材におよぼす影響が顕著となつて来た。

この製鋼条件を満足し得る炉材の開発に努めた結果、高耐食性 タールドロマイト煉瓦の実用化を見出したので、その状況について操業法の改善と併せ報告する。

2. 試験状況

操業開始以来 36 年までの間に使用されて来たタールドロマイト煉瓦の材質を Table 1 に示した。

A, B 二種類の煉瓦が使用されていた。

一方研究所において使用後の煉瓦についていろいろ材質試験を行ない溶損機構について調査した結果²⁾, タールドロマイト煉瓦の溶損速度は煉瓦稼働面の脱炭層の大きさによつて支配されていることが確認されたので、炭素の耐食性増強効果の積極的用法として二次的に黒鉛を添加して高炭素質化した煉瓦の開発に主力を置いた。

試験使用した 3 種類の煉瓦は Table 2 に示したごとくである。

なおタールドロマイト煉瓦 A, B, C, D, E 各煉瓦について簡単にその特徴を記すと次のごとくである。

A 煉瓦……タールドロマイト煉瓦普通品。

B 煉瓦……普通品より MgO 含有量を高めた。

C 煉瓦……B 煉瓦を基本にして高炭素質化した。

D 煉瓦……B 煉瓦の化学組成で粒度配合を粗粒化した。

E 煉瓦……D 煉瓦を基本にして高炭素質化した。

試験方法は鋼浴部において B 煉瓦と張分け比較を実施して各煉瓦の効果を確認した。

3. 試験結果

3.1 溶損速度比較

各試験煉瓦の鋼浴部残存寸法から求めた 1ch 当りの溶損速度は、第一次試験結果 C 煉瓦の耐食性が最も優れその溶損速度は B 煉瓦と比較して 60~70% 程度であった。D, E 煉瓦は B 煉瓦と比較して溶損速度の差は認められなかつた。さらに第二次試験においても装入側壁を除く炉腹部および炉頂部においても C 煉瓦の優位性は十分に認められた。

3.2 使用後煉瓦の材質調査結果

試験使用した各煉瓦について炉殷し中試料を採取して研究所において材質試験を実施したが、その一例を示すと次のごとくである。

3.2.1 残存カーボン量

Fig. 1 に B, C 煉瓦の稼働面からの残存カーボン量の比較を示した。

B 煉瓦においては稼働面より 20mm 程度で残存カーボン量は一定値に達しているが、C 煉瓦においては 8mm 程度で残存カーボン量はほぼ一定値に達している。

Table 1. Qualities of tested tar dolomite bricks.

	Chemical composition (%)							Physical and mechanical properties		
	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	IgLoss	Bulk density	Apparent porosity (%)	Crushing strength (kg/cm ²)
A	49.79	36.26	4.08	0.74	3.10	0.08	6.02	2.83	9.4	384
B	71.32	15.00	1.49	0.57	3.30	0.27	7.47	2.81	10.3	391

Table 2. Kinds of tested refractories.

	Chemical composition (%)							Physical and mechanical properties		
	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	IgLoss	Bulk density	Apparent porosity (%)	Crushing strength (kg/cm ²)
C	70.70	12.50	2.16	0.49	3.26	0.10	9.53	2.77	8.4	270
D	68.31	15.81	3.51	0.51	3.12	0.17	6.98	2.83	10.4	360
E	67.63	14.72	3.03	0.62	3.08	0.19	9.89	2.82	9.2	352