

Table 1. Comparison of blowing conditions.

Vessel	No. 3	No. 1 and No. 2
Inner volume after lining	104.4 m ³	73.8 m ³
Average heat size	105 t	93 t
Oxygen blow rate	18,000 Nm ³ /hr	13,000 Nm ³ /hr
Oxygen pressure	11.4 kg/cm ²	8.2 kg/cm ²
Average blowing time	17 min	22 min
Average lance height	1,600 mm	1,000 mm

ことではない。しかしそれを上まわる次の二つの大きな効果がある。

(1) スラッグのフォーミング (foaming) の程度を知ることができる。すなわち、スラッグがフォーミングして出鋼口以上にいたるとフレームが止る。そして一般に出鋼口からのフレームが止つた時はスロッピングの前徴であるので、ただちに処置を講じることにより、スロッピングの増大を未然に防止することができる。

(2) キャッチカーボン (catch carbon) の目安が得られる。吹錬末期 C が 0.17% 近傍で出鋼口からのフレームが途だえることは确实であり、その精度は ±0.02% 以内である。当工場のように中炭素セミキルド鋼が半分以上をしめる場合、非常に有効なキャッチカーボンの手段となつている。

3. 操 業

新設の 3 号転炉と従来からある 1, 2 号転炉とでは吹錬条件が Table 1 に示すごとく大幅に異なっている。当初、3 号転炉に従来の 1, 2 号炉用のランスノズル (32 mm dia. × 3, 9°) ではあまりに吹錬条件が従来と異なるので、不都合な吹錬結果になるのを怖れて、酸素圧力およびランス、湯面間距離が従来とあまり変わらないように 3 号転炉専用のランスノズル (35 mm dia. × 3, 9°) を用いた。これによつて良好な吹錬結果が得られたことはいうまでもないが、3 基中 1 基だけの専用ノズルを用いることは作業上不便である。そこで、従来のノズルをそのまま 3 号転炉に適用することを試み、Table 1 に示すような適当な吹錬条件を選んだところ、従来と同様の良好な吹錬結果を得ることができたので、現在ではすべての炉に同じ型のランスノズルを用いている。さらに、この方がランスノズルの寿命的にも有利である。ランスノズルの寿命については、材質を無視するわけにはいかないが、Fig. 5 に示すごとくランス、湯面間距離の影響が大きい。

一般に、炉体とランスノズルの間には密接な関係があり、良好な吹錬結果を得るには適当なランスノズルの選択が重要であると考えられている。しかし、上述のような経験から炉体とノズルの関係よりも、むしろ適当な吹錬条件を見出すことが重要であり、この適用範囲はかなり広いものと考えられる。なお、ここに用いた「良好な吹錬結果」とは次のような点に着目している。

(1) ランスノズル寿命が長いこと。

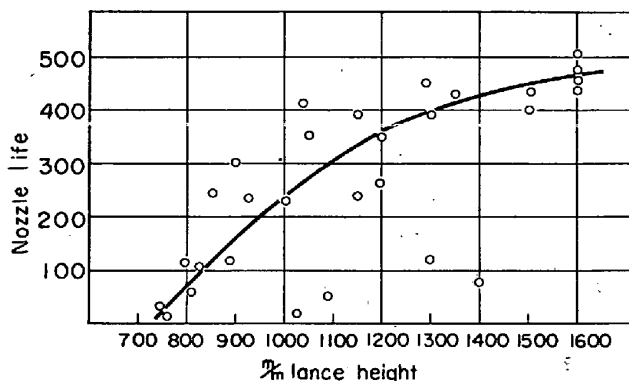


Fig. 5. Relation between lance height and nozzle life.

- (2) スロッピングがないこと。
(3) スラッグの (T. Fe) を適正にすること。

4. 結 言

以上、広畑転炉工場における 3 号転炉増設工事と新たな工場配置および 2/3 基操業について特色ある点を報告した。

設備的には偏心型炉体は炉下スラッグの処理が簡便であることおよび出鋼時の安全性の利点がある。また上向出鋼口についてはスラッグのフォーミングの状況把握およびキャッチカーボンの目安が得られる。また増産のため、3 号転炉は従来の 1, 2 号転炉よりも炉体をはじめ諸設備が大きい。適当な吹錬条件を選ぶことにより、同じランスノズルを用いても良好な吹錬結果を得ることができると。

(118) 上吹転炉における脱磷反応と製鋼条件について

東海製鉄

森田 和・有賀 昭三

千原 啓典・○竹村 洋三

Effect of the Steelmaking Conditions on the Dephosphorization in LD Converter.

Yawara MORITA, Syōzō ARIGA,

Kunisuke CHIHARA and Yōzō TAKEMURA.

1. 緒 言

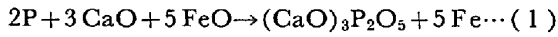
酸素上吹転炉における脱磷反応については、すでに多くの報告書もあり相当詳細に調査検討されているが、今回とくに極軟リムド鋼吹錬時における脱磷反応と操業条件。スラッグ中 T. Fe 分の影響について調査を行なったので、その結果について報告する。

2. 調査方法

操業条件と脱磷の関係を調査するにあたっては、昭和 40 年 7 月～12 月までの操業実績の平均値をもつて比較検討した。

3. 調査結果

3.1 脱磷とスラッグ中 T. Fe の関係
脱磷反応として



$$\frac{(CaO)_3P_2O_5}{(a_{CaO})^3 P^2} = (a_{FeO})^5 K \dots (2)$$

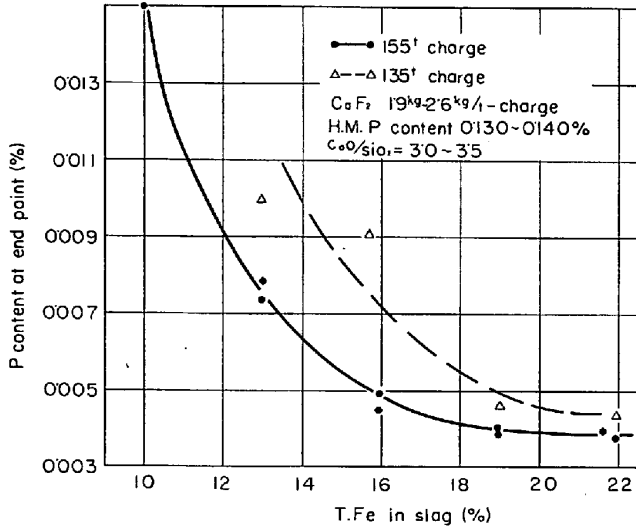


Fig. 1. Relation between P content at end point and T.Fe in slag.

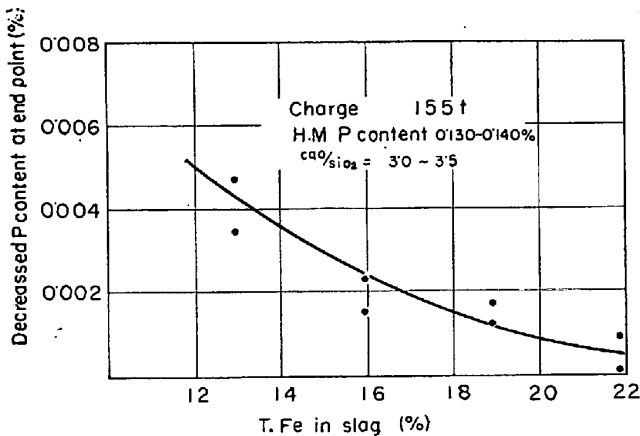


Fig. 2. Relation between decreased P content at end point and T.Fe in slag when adding 0.7kg CaF/t-charge.

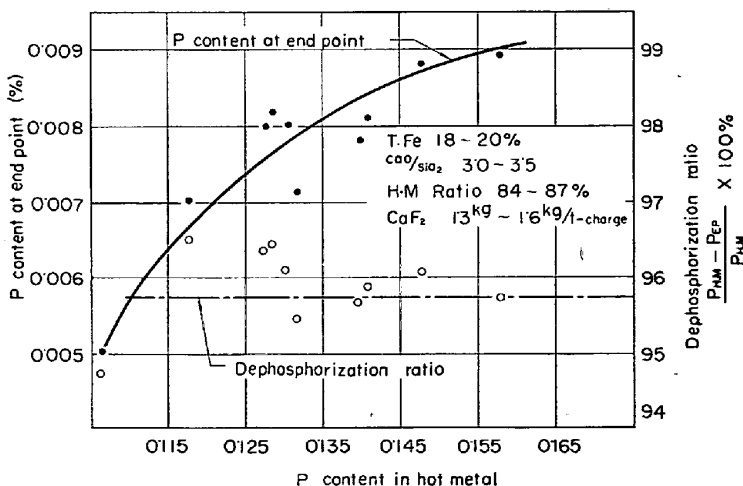


Fig. 3. Relation between P content in hot metal and at end point.

(1)式を与える場合、酸化性スラッグであることは脱磷のためには必要条件でありスラッグ中 T.Fe と脱磷の間には Fig. 1 に示すように明白な関係がある。しかしスラッグ中 a_{FeO} は CaO の上昇によつて低下する傾向にあるため、一般操作では脱磷条件として最も適した FeO, CaO の割合があり、一般的には $N_{FeO}=0.26$, $N_{CaO}=0.56$ の時に最適であるといわれているが¹⁾, Fig. 1 に示すように T.Fe 20% 程度で脱磷は限界に達している。一方 T.Fe 14% 以下で急激に脱磷不良となるのは T.Fe 低下による酸化源の不足と特にスラッグの流動性が悪くなるのが大きく影響しているものと考えられる。

3.2 脱磷と蛍石使用量の関係

T.Fe の脱磷反応に寄与する原因は単に酸化反応の酸素源のみならず、スラッグの流動性の向上ということが大きく影響しており、この二つの効果が同時にきいているものと考えられるが、CaF₂ の脱磷に対する効果は単にスラッグの流動性のみの効果と見なすことができる。蛍石 0.7 kg/ch 余分に使用した場合の吹止磷の低下量を Fig. 2 に示すが、T.Fe 22% 以上のようにスラッグ中 T.Fe によつて流動性が十分保障される場合には CaF₂ の脱磷に対する効果はほとんど出てこないが、T.Fe の低い場合には、CaF₂ の脱磷効果が非常に大きく出てくることがわかる。

3.3 吹止磷と溶銑磷の関係

溶銑磷と吹止磷の関係については、(1)式に従えば

$$K = a_{P_2O_5} / P^2 \cdot a_{FeO}^5 \alpha k \cdot (P_{H.M} - P_{E.P}) / P_{E.P}^2$$

$$a_{FeO} = \text{一定}$$

$$P_{H.M} = \text{溶銑磷\%}$$

$$P_{E.P} = \text{吹止磷\%}$$

で $P_{H.M}$ と $P_{E.P}$ との間には 2 次の関係があると考えられるが、実操作データでは Fig. 3 に示すような結果が得られた。一方脱磷率 $(P_{H.M} - P_{E.P}) / P_{H.M} \times 100$ は溶銑磷とはほとんど関係なく一定のような傾向にある。

3.4 溶銑配合率と脱磷の関係

脱磷と溶銑配合率の間には Fig. 4 に示すような関係があり、溶銑配合率が増加すると脱磷率は向上する傾向にある。これは溶銑配合率の増加により吹錬初期に添加する冷却材(スケール、鉄鉱石)の量が増すため、吹錬初期の鋼浴温度の低い脱磷条件の良い時機に多量の酸化鉄が存在することによつて脱磷を良好ならしめているものと思われる²⁾。

3.5 装入量と脱磷の関係

上吹転炉では鋼浴深さと脱磷とは関係あるといわれているが、155 t 装入(鋼浴深 1300 mm)と 135 t 装入(鋼浴深 1150 mm)の吹錬の場合における吹止磷の比較を Fig. 1 に示すが鋼浴深さが 150 mm 浅くなることによつて脱磷率が極端に悪くなった。これは鋼浴深さが浅いことによつてスラッグ-メタル間の良好な攪拌が阻害されることによるものか、また鋼浴内部で一部 $2P + 5O \rightarrow P_2O_5$ なる反応が起つており、鋼浴深さが浅くなることによつて酸素レベルの低下をきたし脱磷不良となるものか明白でない。

4. 結 言

脱磷反応として(1)式を考える場合、脱磷条

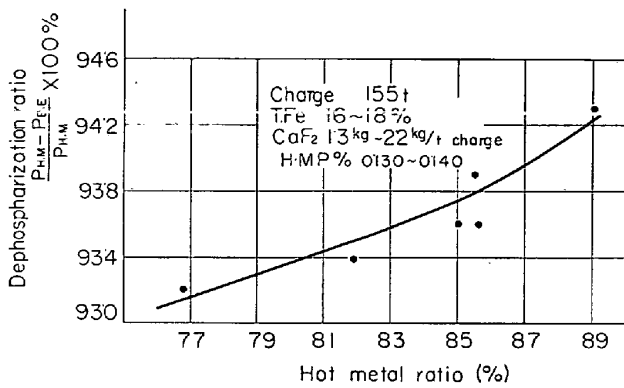


Fig. 4. Relation between hot metal ratio and dephosphorization ratio.

件としては(1)低温、(2)酸化性スラグ、(3)CaOが多いということが考えられるが上吹転炉では製鋼時間が13~20 minと極端に短いので上記条件の他に、吹錬初期のスラグ生成速度、スラッグーメタル間の良好な攪拌スラグ流動性、パス深さ、などによつて脱磷は大きく左右されるようで今回の調査の結果下記のことがわかった。

- (1) T.Fe の増加によつて脱磷は促進するが T.Fe 20~22% で限界に達する。
- (2) T.Fe の低い範囲では(T.Fe 12~18)CaF₂ によつて脱磷向上はできるが、T.Fe 20% 以上では効果はない。
- (3) 溶銑磷と吹止磷は2次の関係にあり溶銑磷の上昇によつて吹止磷は高くなるが脱磷率としてはほとんど変わらない。
- (4) 溶銑配合率の上昇によつて、脱磷率は向上する。
- (5) 鋼浴深さが一定以下となると脱磷不良となる。

文 献

- 1) 野中, 他: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1375
- 2) 八幡, 学振資料 (19 委-8010-3-119)

(119) LD-AC 法の脱磷について

日本鋼管, 川崎製鉄所

岸田 正夫・西尾 好光

前田 宏・○木村 成人

On Dephosphorization of the LD-ACP rocess.

Masao KISHIDA, Yoshimitsu NISHIO,

Hiroshi MAEDA and Narito KIMURA.

1. 結 言

すでに報告したごとく日本鋼管川崎製鉄所は、高級鋼の製造を目的として現有の 50 t 転炉 3 基のうち 1 基 3 号転炉に LD-AC 設備を設置し、39 年 8 月の試運転以来数次に渡る実験をへて、40 年 6 月より実操業に組み入れ 3 直操業とし、41 年 4 月現在、約 25,000 t 出鋼するに至っている。設備、操業経緯および結果については報告済であるので今回は、脱磷を主に LD 法との比較を行ないながら検討した結果を第 2 報として報告する。

2. 低磷銑における LD-AC 法の特徴

低磷銑の処理を目的とした LD-AC 法では、シングルスラグ法により、LD 法のダブルスラグに相当する成分の高級鋼溶製の可能性がある。

したがつてダブルスラグ法を前提とする場合は、LD-AC 法特有のフォーミング(foaming)した鋼滓ができ、吹錬状況が不安定になった場合は、ただちに排滓し、新たに吹錬を行なえば、安定した操業ができるのに対して、シングルスラグ法ではフォームした鋼滓を、噴き出さないようにコントロールして終点までもつていかななくてはならない。この点に操業の難しさがある。この操業の安定化脱炭、脱磷反応などにおよぼす粉石灰の吹込量および時期の影響は非常に大きく、目標成分に応じてこれらを適当に変化させることが操業上のポイントになる。換言すれば、LD 法ではランス高さ、吹錬圧力を変化させて吹錬状況をコントロールしたのに対して、LD-AC 法ではこのほかに粉石灰の添加時期および量が、新しい制御要因となることにほかならず、これらを有効に利用すれば、脱磷反応の相対的な速度を容易にコントロールでき、高炭低磷鋼の溶製に適していることがわかった。

3. LD-AC法の脱磷

高炭材を溶製する際に問題になるのは、[P]と[C]との相対的な値である。

一般に[C]を下げれば、[P]も下がるゆえ、[P]の絶対値を下げることは困難ではないが、[P]を下げるため[C]を下げると、目標素鋼カーボンまで加炭剤添加により[C]を上昇させなくてはならず、この加炭剤の歩留変動により素鋼[C]はばらつき、またカーボンを吹き下げることは材質的にも好ましくない。したがつて、[P]を低くし、しかも[C]は高く保つことが必要になる。

この点における LD 法と LD-AC 法の作業性を比較する。Fig. 1 に各吹錬法による終点[P]と[C]との関係を示す。これからも明らかごとく、低磷銑を使用した場合でも LD-AC 法は LD 法よりすぐれた脱磷特性を示し、LD-AC 法のシングルスラグは LD 法のシングルスラグとダブルスラグの中間に位置するが、高炭域になる程、LD 法との差は顕著になり、高炭材溶製における LD-AC 法の優位性を示している。

4. 考 察

Fig. 1 に示したごとく、LD-AC 法は LD 法にくらべて脱磷特性がすぐれており、とくに高炭域で著しく、低炭域ではあまり差がみられていないので、これらの原因について考察を進める。

脱磷平衡式は種々提示されているが、ここでは Turkdogan の式を採用する。

$$2[P] + 5[O] \rightleftharpoons (P_2O_5) \quad K = \frac{a_{P_2O_5}}{[P]^2 \times [O]^5}$$

$$\log K = \log a_{P_2O_5} - 5 \log [O] - 2 \log [P]$$

ここで、

$$[O] = [O]_s \cdot a_{FeO}$$

$$a_{FeO} = \gamma_{Fe^{++}}, \gamma_{O^{--}}, N_{Fe^{++}}, N_{O^{--}}$$

$$a_{P_2O_5} = a^s_{P_2O_5}, a^d_{P_2O_5}, a^l_{P_2O_5}, a^g_{P_2O_5}$$

ただし、

$$a^s_{P_2O_5}; \text{CaO 飽和スラグでのアクティビティ}$$

$$a^d_{P_2O_5}; \text{不純物の } P_2O_5 \text{ のアクティビティにおよ}$$