

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、スラッガ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)CaF<sub>2</sub>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) 溶鉄磷と吹止磷は2次の関係にあり溶鉄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) 溶鉄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 process.

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. 低磷鉄における LD-AC 法の特徴

低磷鉄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、低磷鉄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、

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

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

ぼす影響

$a^{P_2O_5}$ ; CaO 不飽和の影響  
 $a^{P_2O_5}$ ; CaO 不飽和における  
 $P_2O_5$  の影響

を考慮に入れた SCIMAR らの方法によつて計算を行なつたが、 $Fe_2O_3$  の分析積度に問題があるので、 $FeO$  のアクティビティの計算には、 $T.Fe$  の 20% が  $Fe^{+++}$ 、80% が  $Fe^{++}$  であるとの仮定にもとづき検討を進めた。

この計算による鋼滓と平衡する  $[P]$  の値を LD 法、LD-AC 法について求め、実際の分析値と比較したのが、Fig. 2 である。

この図から明らかごとく、LD-AC 法の実績値は計算値より高めに位置しているのに対して LD 法では実績値が計算値より低い値を示している。

実績値が平衡値より下側にきているゆえ、平衡式または分析方法の妥当性に疑問が残るが、LD-AC 法と LD 法との相対的な比較をする場合には、問題はないと思われる。

LD-AC 法は LD 法と比較した場合、実績値の平衡値からの偏位が大きい、すなわち、偏位  $\Delta P = [P]_{ob} - [P]_{cal}$  は、脱磷能力および速度を示すと考えられるゆえ、LD-AC 法は LD 法よりすぐれた脱磷特性を有することがわかる。

LD-AC 法では表面活性の高い粉石灰を火点に直接吹き込んであるゆえ、造滓性にすぐれていることは当然であり、早期造滓が脱磷に有効であることは経験的にも実験的にも知られているが、この LD-AC 法のすぐれた脱磷特性が、ただ単に造滓性のよさのみに起因するかどうかは興味ある問題である。

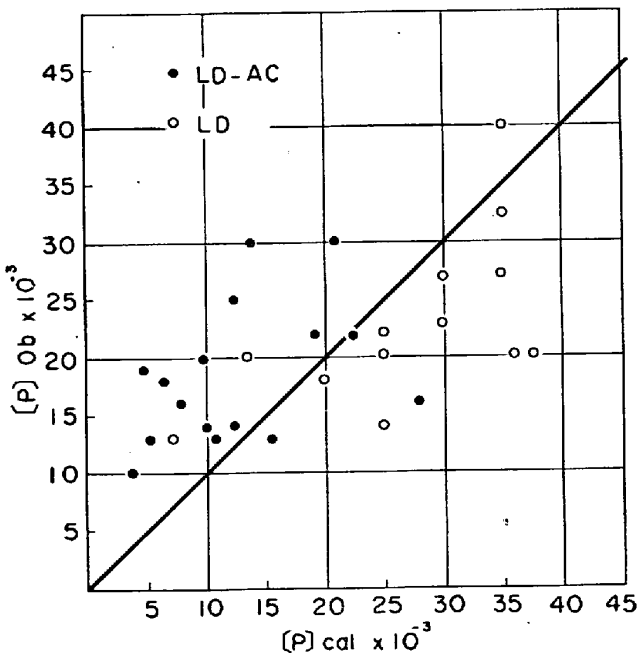


Fig. 2. Comparison of  $[P]$  between LD and LD-AC process.

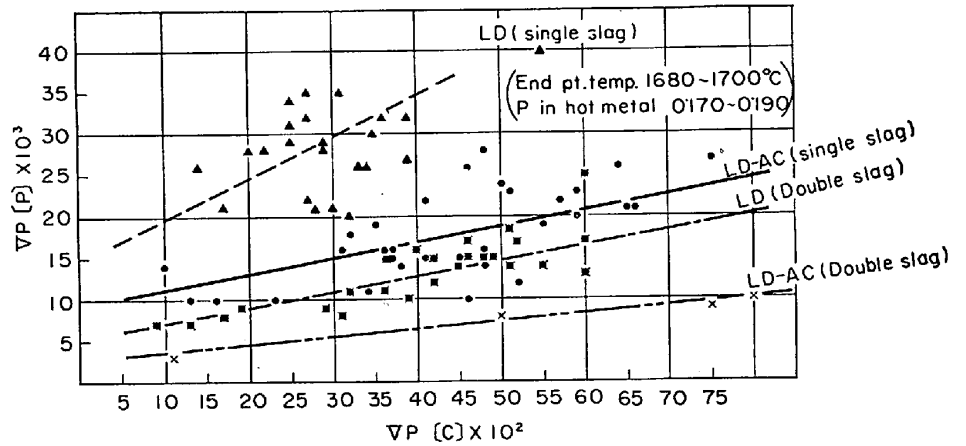


Fig. 1. Relation between end point  $[C]$  and  $[P]$  in LD and LD-AC process.

うかは興味ある問題である。

このような造滓条件下でのスラグ組成を LD 法との比較の意味で、Pearson らの  $FeO-(SiO_2+P_2O_5)-(CaO+MnO+MgO)$  系スラグにおける  $FeO$  などの活量曲線図にプロットしたのが Fig. 3 である。

LD-AC 鋼滓は成分的にはさほど大きな差は見られない

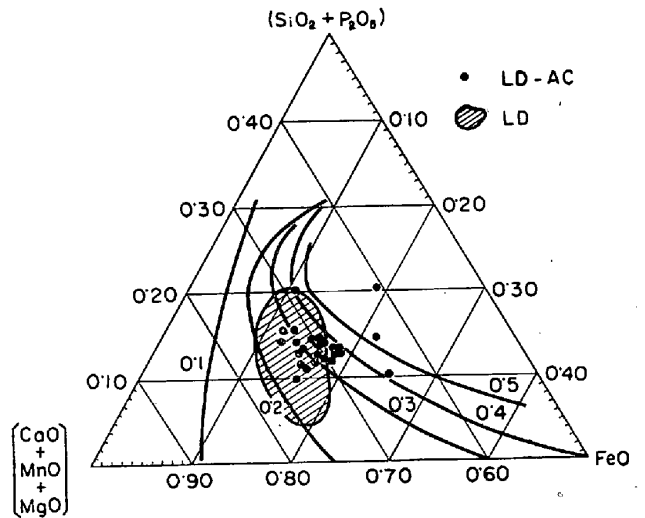


Fig. 3. Chemical composition of the slag.

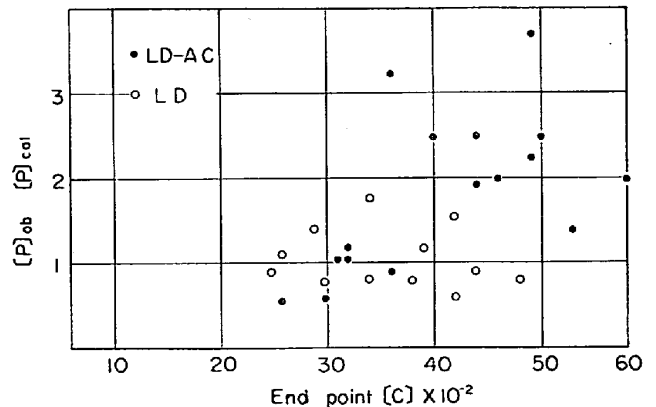


Fig. 4. Relation between end point  $[C]$  and deviation in  $[P]$ .

いが比較的 FeO のアクティビティの高い範囲に集中しパラッキが少ないことが目立っている。

脱磷反応と脱炭反応との関連を考える場合、転炉での脱炭反応は吹き込まれた酸素の直接酸化であり、脱磷反応とは機構的に異なっていることを考えれば、Coheurなどが提示している脱炭、脱磷速度の関係式

$$K_{CP} = \frac{1}{[P]_{ob} - [P]_{cal}} \cdot \frac{dp}{dt} / \frac{dc}{dt}$$

が、[C]の項を含んでいないことも納得でき、またこの式によれば、 $[P]_{ob} - [P]_{cal}$  が大きい LD-AC 法の優先脱磷も説明がつく。

つぎに、Fig. 1 に示したごとく、LD-AC 法と LD 法との差が高炭域程顕著になっている理由を知る目的で  $\Delta p = [P]_{ob} - [P]_{cal}$  と [C] との関係調べたのが、Fig. 4 である。この図からも明らかごとく、LD 法では [C] とレンジのいかんにかかわらず、 $\Delta P$  はほぼ一定であるのに対して、LD-AC 法では [C] が高くなるにつれて  $\Delta P$  が大きくなり、また [C] が低い範囲では  $\Delta P$  の絶対値は LD 法と LD-AC 法とはあまり差がみられていないが、一方、高 [C] 域では明らかに差があり、高 [C] 域での LD-AC 法のすぐれた脱磷特性を説明している。

なお、材質面に対する影響は現在調査中であるが、一般的にいつて、脱磷特性のすぐれた鋼滓を造つた際には、鋼中酸素の増加、したがって地疵などの悪影響を有すると考えられがちであるが、実際は鋼中酸素の増加はみられず、この間の事情は、BROWER, LARSEN らのいうように  $\Delta [O]$  と鋼滓中の T.Fe との間には、転炉では平炉と異なつて全く関係がなく、鋼中酸素は鋼中カーボンによつて規定されることを示していると思われる。

## 5. 結 言

日本鋼管川崎製鉄所では、39年 8 月以降、低磷銑における LD-AC 法を実施しているが、その操業結果を脱磷について検討し、つぎのことが明らかになった。

LD-AC 法は低磷銑を使用した場合でも、LD にくらべて脱磷特性はすぐれており、特に高炭域では著しい。

この理由は、種々考えられるが、終点 P の実績値の平衡値からのずれが、一般に LD-AC 法のほうが大きく、しかも高炭域程その差が明瞭になることも大きな原因と思われ、この特性を利用することにより、高温出鋼を必要とする高級鋼の溶製は能率、歩留を低下させるダブルスラグ法によらなくても十分可能となつた。

## (120) 吹錬条件のインディケータ表示について

(吹錬反応におよぼす吹錬条件の影響に関する研究—I)

日本鋼管、技術研究所

川上 公成・○今井寮一郎

On the Blowing Condition Indicator.

(Study on the effects of blowing conditions on blowing reactions—I)

Kiminari KAWAKAMI and Ryoichiro IMAI.

### 1. 結 言

LD 転炉の炉容は年々大型化し、わが国でも 170t/ch 国外では 300t/ch. の転炉が建設されている。このような大型化に伴ない、これまでの単孔ノズルにかわつて多孔ノズルが使われている。多孔ノズルは噴出の減少によつて生産性、作業性の面で大きな利点を持つている反面一般にいわれるソフトブローになりやすく、とくに極低炭リムド鋼を吹錬する場合には鋼中酸素およびスラグ中酸化鉄が高くなり<sup>1)</sup>。材質上および炉体持続回数上問題が多い。

LD 転炉の吹錬反応が他の製鋼炉と区別される点は、純酸素と鋼浴との接触による 2400°~2600°C<sup>2)</sup> に達する領域、いわゆる火点はその反応工学上重要な位置を占めていることである。したがつて吹錬条件によつて定まる火点の状況の変化は吹錬反応に大きな影響を与えると推定される。

従来の吹錬条件の表示は、ノズル孔数、吹錬圧力(酸素流量)、ランス高さ、装入量など非常に多くの要素を含んでおり、異なつた条件間の定量的な比較が困難であつた。本報告は、これらの要素を統一して定量的に表示するための火点面積、火点酸素分圧およびこれらを組み合わせた吹錬条件インディケータについて述べたものでこれを用いてノズル孔数、炉容など吹錬条件が変化した場合の吹錬反応について考察している。

### 2. 吹錬条件インディケータの計算

火点の物理化学的な状況を支配している要素として次の 2 点を最も重要であると考えた。

{ 反応面積 ———— 火点面積  
{ 気相側酸素ポテンシャル ———— 火点酸素分圧

#### 2.1 火点面積の計算

ここで次のような仮定を行なつた。

(1) フリージェット中の流速分布はガウスの確率分布関数に従う。

(2) 火点の凹み形状はジェットの動圧と鋼浴の静圧とがつり合うことによつて定まる。

(3) 発生する CO ガスおよびスラグの影響は無視する。

仮定(1)より流速分布は、

$$U = f(x, y) = U_{\max} \exp\left\{-\frac{(x^2 + y^2)}{2\sigma_u^2}\right\} \quad \dots (1)$$

U: 流速 (max はジェット中心)

$\sigma_u$ : 流速分布関数の標準偏差に相当する値

またジェットはノズルから噴出した後炉内雰囲気をも混入し mixig によつて巻込み体積が増加する。その状況は実測<sup>3)</sup>によつて次のように表わされた。