

# 討18 粉体上吹複合吹錬法の脱りん反応機構とスケールアップに対する要因解析

住友金属工業(株) 中央技術研究所 青木健郎 松尾 亨<sup>○</sup>増田誠一  
和歌山製鉄所 岸田達 加藤木 健 松村禎裕 本社 大喜多義道

## I. 緒 言

現在すでに実用段階にある転炉複合吹錬法 (STB法) を, さらに発展させた粉体上吹複合吹錬法 (STB-P法) を開発した。<sup>1)</sup> STB-P法においては, 造滓剤を粉体で上吹酸素と共に鋼浴中に吹込むため生石灰そのものの滓化速度を向上させ, スラグ-メタル間の反応を促進すると同時に, 鋼浴内に侵入した生石灰による直接脱りに起因すると思われる脱りん挙動も観察された。本報においては, 2.5 t 試験転炉と160 t 転炉における脱りん挙動を比較すると同時に, スケールアップに対する要因として攪拌力の評価と直接脱りんについて, その解析結果を述べる。

## II. 試験転炉と実操業炉の比較

### 1. 脱りと滓化

2.5 t 試験転炉における脱りん挙動を, LD転炉, STB法と比較して Fig.1 に示す。Fig.1 では, 溶銑, 造滓剤, 底吹ガス流量等同一条件下の吹錬における脱りん挙動を示しており, STB-P法では, STB法よりもさらに効果的な脱りんが可能で, 特に高炭素領域において良好な脱りんを示している。また図中にそれぞれのプロセスにおける滓化率の変化を示すが, STB-P法では吹込まれた生石灰の粉体が直ちに滓化するため, 脱りんが促進されるものと考えられる。一方, 160 t 転炉における脱りん挙動を Fig.2 に示す。実操業炉においても, 底吹ガス流量を変化させることにより, 良好な脱りん挙動を得ることができ, 160 t 転炉における最適底吹ガス流量は  $0.03 \text{ Nm}^3/\text{min} \cdot \text{t}$  程度である。

### 2. スラグ中 (T-Fe)

スラグ中 (T-Fe) は, 底吹ガス攪拌を併用しているため低く C: 0.50%, 温度:  $1650^\circ\text{C}$ , スラグ中 (T-Fe)  $\leq 10\%$  で  $0.020\%$  以下の (P) を得ることができた。その時の鋼浴中 (P) とスラグ中 (T-Fe) の関係を LD転炉, STB法と比較して Fig.3 に示す。図中には160 t 転炉における, (P) と (T-Fe) の関係をプロットしたが, 2.5 t 転炉とほぼ同じ領域に位置している。

また, Fig.3 中には, 添加した生石灰が100%滓化したと仮定して, Healyの脱りん平衡式<sup>2)</sup>と物質バランスより算出した鋼浴中 (P) とスラグ中 (T-Fe) の関係を実線で示す。STB-P法では生石灰が粉体で吹込まれることと適度なガス攪拌の選択により, 効果的な脱りんが進行する。

### 3. 脱珪溶銑の吹錬

脱珪溶銑の吹錬では, 溶銑 [Si] の低下に応じてスラグ量が低下するため, それに対応してスラグの塩基度を上昇させなければならない。その場合, LD法, STB法においては, 溶銑 [Si]

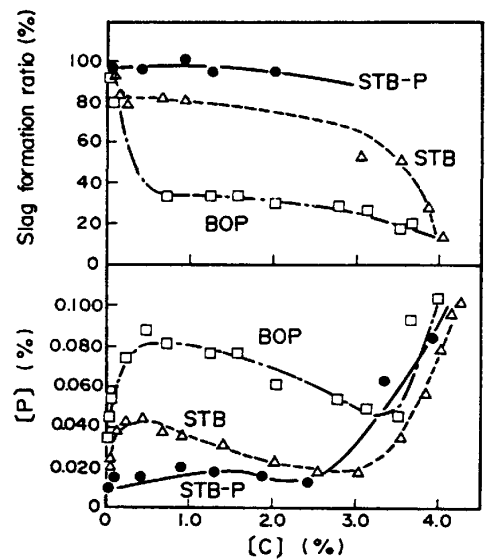


Fig.1 Dephosphorization behaviour and slag formation ratio compared STB-P with STB and BOF 2.5t converter) (Ar gas =  $0.3 \sim 0.5 \text{ Nm}^3/\text{min}$ )

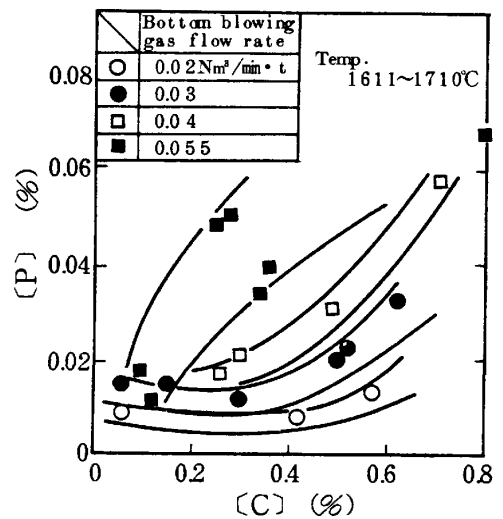


Fig.2 Dephosphorization behaviour (160t converter)

の低下に伴ないスラグの滓化率が低下する。しかし、STB-P法では良好な滓化が得られ溶銑〔Si〕の低下を有効に利用できる。160t転炉における溶銑〔Si〕とスラグの滓化率の関係を、STB法と比較してFig. 4に示すが、STB-P法ではスラグの滓化に対して溶銑〔Si〕の影響はほとんど認められず、脱りんも良好である。

4. 低りん鋼の吹錬

従来より〔P〕<0.010%の低りん鋼の溶製にはダブルスラグ法が適用されている。しかしSTB-P法では高塩基度スラグを得ることができるので、溶銑処理の有無にかかわらず、スラグの高塩基度化により〔P〕<0.010%の低りん鋼をシングルスラグ法で容易に溶製することができる。2.5t転炉における低りん鋼吹錬時の脱りん挙動をFig.5に示すが、160t転炉においても、終点〔P〕=0.004%という結果を得ている。

以上述べたごとくSTB-P法においては、脱りん挙動、スラグの滓化、スラグ中(T-Fe)といった化学反応にかかわる挙動においては、2.5t転炉、160t転炉の両者でほぼ同等の結果を得ることができた。

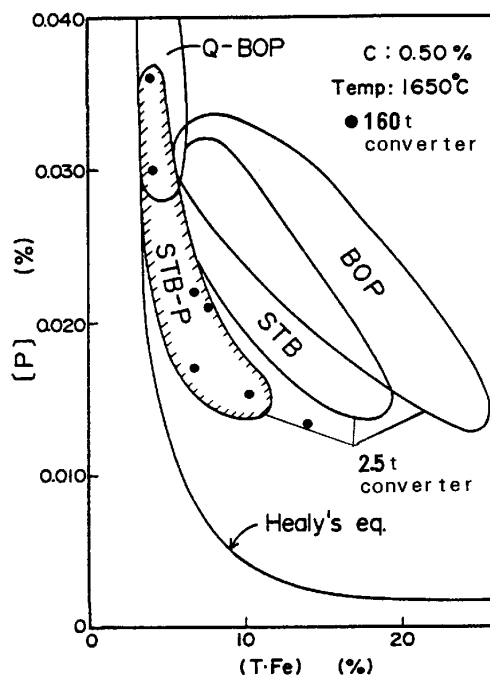


Fig.3 Relation between P in metal and T-Fe in slag in STB-P, STB, and BOP

Ⅲ. スケールアップ要因と脱りん機構

1. 上吹ランス

STB-P法においては、上吹酸素ジェットの攪拌力確保と粉体の加速を目的として、特殊な構造のランスを開発した。そのランス先端形状をFig.6に示す。2.5t転炉においては中心のストレートノズルより供給される粉体と周囲のラバーノズルより供給される酸素を集中させる構造のランスを使用したが、160t転炉では同じ構造とした場合、スピッチングが多少増加するため、Fig.6の右側に示したごとく、粉体供給ラインを3分割し、各酸素ジェットとともに吹込む構造とした。

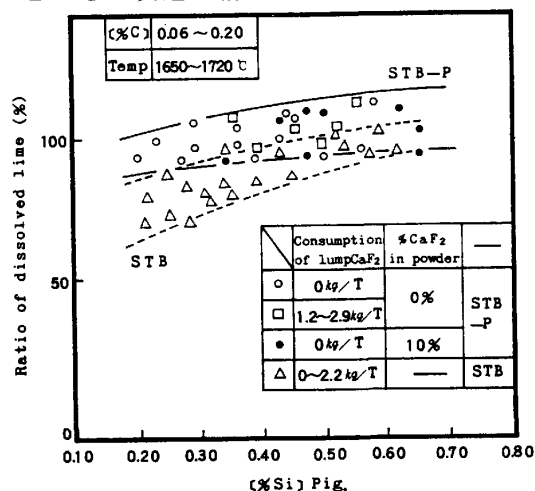


Fig.4 Effect of [Si] pig. on ratio of dissolved lime. (160t converter)

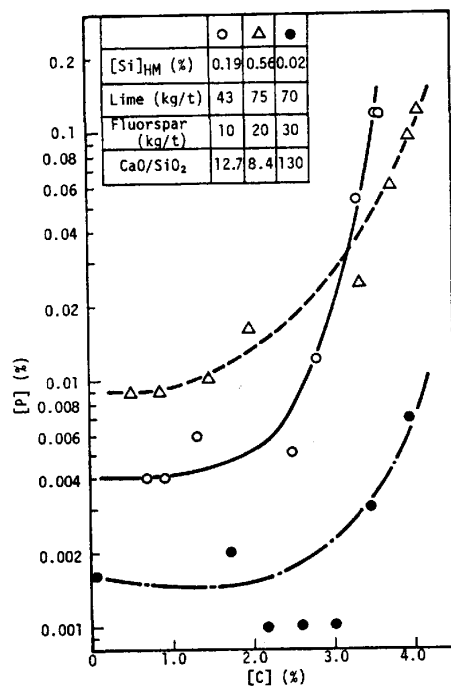


Fig.5 Refining of extra-low phosphorus steel in STB-P (2.5t converter)

2. 底吹ガス攪拌

2.5t転炉と160t転炉では鋼浴の深さが著しく異なる(約45倍)。従って各々の炉に応じた底吹ガス流量の選択が必要となった。そこで各々の炉における攪拌エネルギー密度と底吹ガス流量の関係をSTB法と対比してFig.7に示す。いずれの炉でも攪拌エネルギー密度として同程度の攪拌となっており、STB-P法の最適攪拌エネルギー密度はSTB法よりも低い値となっている。これは、Fig.8の脱りんメカニズム中にも示したように、吹込まれたパウダーがCOガスの核生成場所となり鋼浴の比較的深い場所でCO気泡が発生し攪拌を助長するため、もしくはパウダーそのものが攪拌を助長するためと考えられるが今後調査が必要である。

3. 脱りん機構

STB-P法では、まったく滓化しない条件( $(Si)_{HM}$ ,  $(Mn)_{HM}$ =トレース)でも脱りんが進行するといった鋼浴内における粉体の直接脱りんを予測させる脱りん挙動が認められた。そこで吹錬中鋼浴内より採取したサンプル内に存在する生石灰粉のEPMA写真をPhoto 1に示す。CaO-FeO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>系の球状スラグで(P)が偏在していないことから、Fig.8に示すように一部の脱りんは酸素と共に浴内に吹込まれた生石灰粉が、FeOと共に融体を形成し、このスラグにより進行したものと考えられる。しかし、スラグは吹錬終了まで炉内に残留するので、最終的な脱りんにはスラグ-メタル間の反応も重要な因子である。

IV. 結 言

STB-P法の精錬挙動について、試験転炉と実操業炉との比較を行なった結果、試験転炉におけるSTB-P法の精錬特性は大型実操業炉でも再現できることが証明された。

(文 献)

- 1)鉄と鋼, 68(1982) S202,S203,S904,S905,69(1983) S1014, 70(1984) S246, 2)G.W. Healy: JISI, 208(1970) 664

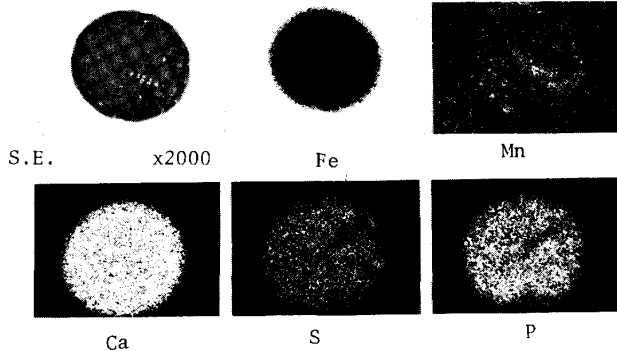


Photo. 1 Images of slag in STB-P on EPMA

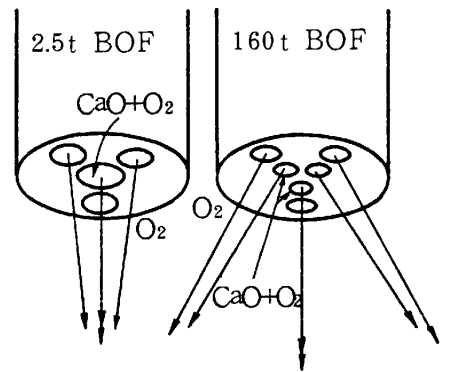


Fig.6 Lances of STB-P

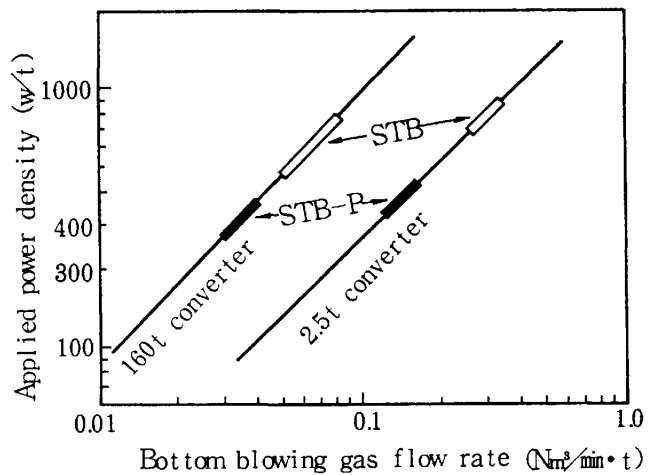


Fig.7 Applied power density in STB and STB-P

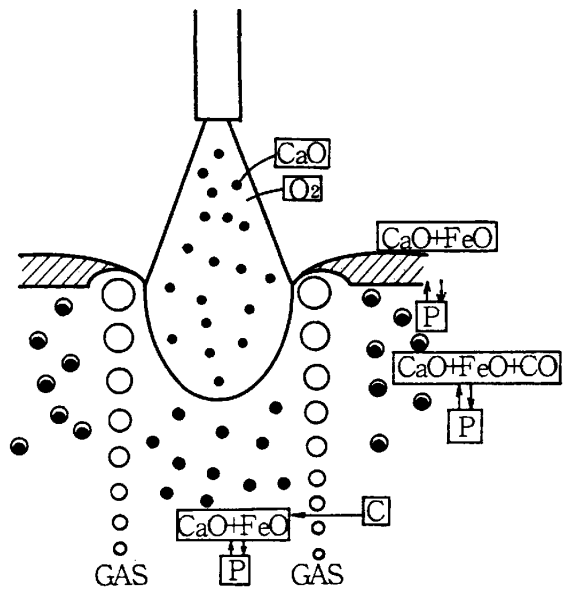


Fig.8 Dephosphorization Mechanism in STB-P