

大量溶銑予備処理導入による転炉生産性向上

Improvement of BOF Productivity
by the Application of the Massive Hot Metal Pretreatment Process

新日本製鉄(株)名古屋製鉄所

伊奈正樹*・加藤 郁・

小野山修平・福田佳之

製鋼技術室

山内秀樹

1. 緒言

新日本製鉄名古屋製鉄所においては、1989年12月に、転炉方式溶銑予備処理（以下LD-ORPと略す）^{1) 2)}が稼働した。これにより、溶銑予備処理の従来の目的である精錬コストの改善および高純化による品質向上に加えて、転炉の生産性向上に寄与し、高効率生産体制が確立できたので以下に報告する。

2. プロセス概要

Fig. 1にLD-ORPプロセスのフローを示す。

高炉から出た溶銑は、従来の予備処理ステーションを経由せずに、スクラップとともにLD-ORP炉に装入され、脱Si、脱P、脱S処理を行う。処理後溶銑は転炉に移送されて高速送酸による脱炭処理が行われる。

2. 1. 転炉方式溶銑予備処理の特徴

LD-ORP炉の主仕様をTable 1に示す。

LD-ORP炉は、旧第1製鋼工場の粉体底吹機能を有する上底吹転炉（LD-PB炉）³⁾を改造したものである。従って、転炉本来の高速送酸機能、副原料投入系統およびスクラップ装入系統等の設備を有効活用でき、設備投資を最小限に抑えることができた。

反応容器が転炉であるLD-ORP炉の設備機能の特徴は、(1)十分な炉内容積を確保できるため、スロッピングの心配なく大量の気体酸素を吹き込むことが可能 (2)炉底からのガスおよび粉体の吹き込みにより溶銑の強撹拌が可能 (3)転炉の排ガス回収設備を使用し脱Si脱P処理中に発生するCOガスが回収可能である点である。

このような設備的特徴をもったLD-ORPの精錬機能の特徴は (1)同時脱Si脱P+後吹き脱Sによる高速処理が可能 (2)予備処理工程でのスクラップ溶解が可能である点である。以下に精錬の特徴である(1)、(2)について述べる。

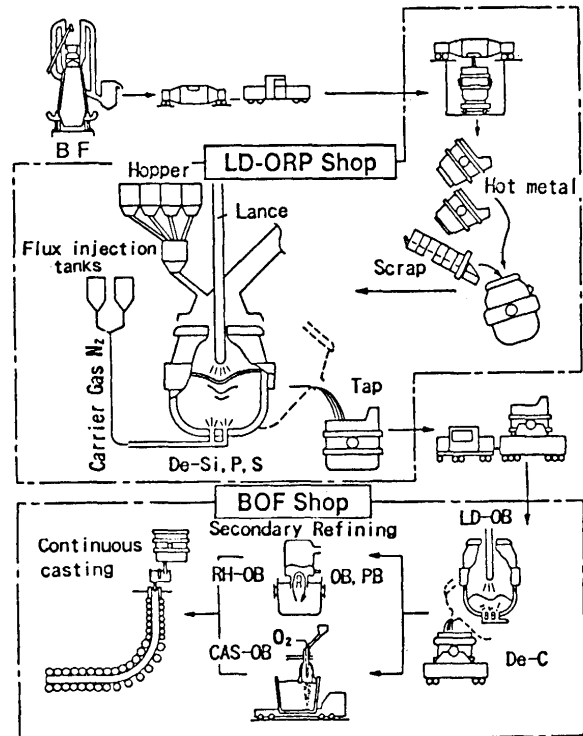


Fig.1 Process flow

Table 1 Basic specification of LD-ORP

Unit	2
Capacity	290 t/heat
Top blowing	O ₂ 25,000 Nm ³ /hr
Bottom blowing	Single tube type
① Tuyere type	2
② Number	N ₂
③ Gas	de-P Max 300kg/min.
④ Flux injection rate	de-S Max 700kg/min.

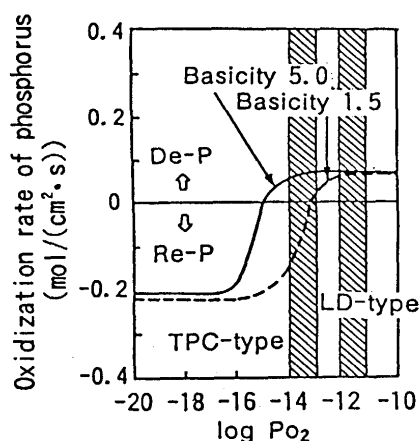


Fig. 2 Effect of slag basicity on De-P (calc.)

(1)同時脱S・脱P + 後吹き脱Sによる高速処理⁴⁾

LD-ORPの精錬反応は、スラグ・メタル反応が主であるが、高速で酸素を吹き込むことにより同時脱S・脱P反応が可能となり、短時間での高速処理が可能となった。更に高送酸速度の確保により界面の酸素ポテンシャルを高く維持することができ、塩基度2以下の低塩基度の同時脱S・脱Pが可能である。そのため、副原料の徹底的な削減が可能となり、コスト上有利なプロセスとなっている。

これを多成分競合反応モデル⁵⁾から解析した結果をFig. 2、3に示す。Fig. 2は塩基度1.5と5におけるP酸化速度の解析結果であり、界面酸素ポテンシャルが高く保持されている転炉方式では低塩基度における脱Pが可能であることがわかる。

Fig. 3は塩基度1.5におけるP酸化速度の解析結果である。図より、[Si]の増加によって同時脱S・脱Pの可能な界面酸素ポテンシャルの限界値が増加しても、同時脱S・脱Pが可能であることがわかる。Fig. 3を[Si]と送酸速度の関係からみたのがFig. 4である。[Si]が高くなると、同時脱Si脱Pに必要な酸素供給速度は大きくなるが、酸素供給速度の大きいLD-ORP方式では高[Si]領域まで同時脱S・脱Pが可能である。

Fig. 5に処理中の成分、温度の推移を示す。図より、低塩基度下において、同時脱Si脱Pが進行していることがわかる。

Fig. 6に操業条件を示すが、脱Sについては、トランジェトリな反応を目的に脱S・脱P後連続してソーダ灰系脱S剤を後吹きすることで、脱P後排滓なしで脱Sを実施している。

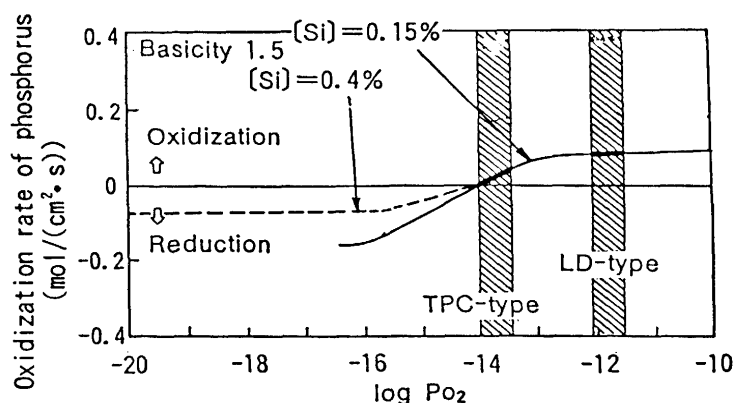


Fig. 3 Effect of slag oxygen potential on De-P (calc.)

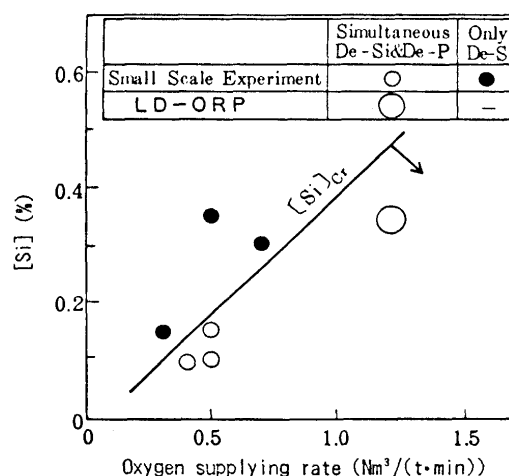


Fig. 4 Effect of oxygen supplying rate on simultaneous De-Si・De-P

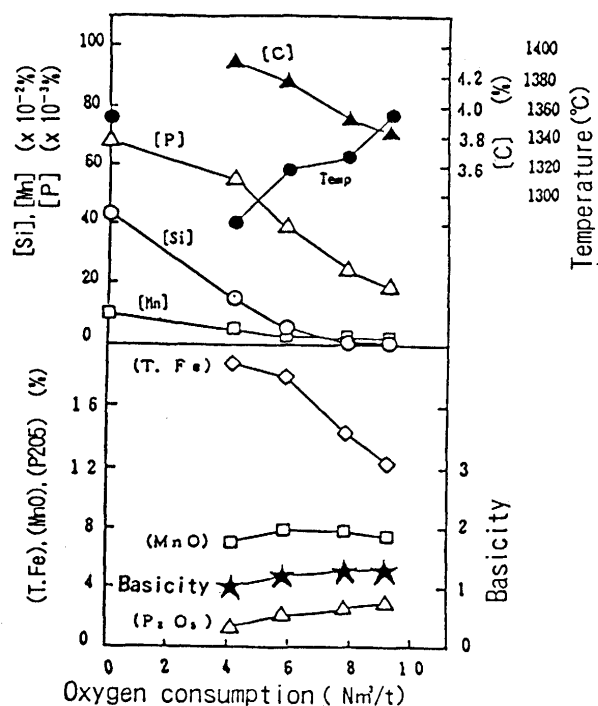


Fig. 5 Change of compositions and temperature in dephosphorization treatment

以上のように、脱S i 脱P 脱S 処理が同一工程で処理できるため、サイクルタイムが約31分という短時間での高速処理が可能になるとともに、溶銑予備処理工程の集約ができ、銑鋼間の物流が改善され熱ロス等の低減を図ることができた。

(2) 予備処理炉におけるスクラップ溶解

LD-ORPにおいては、予備処理工程でのスクラップ溶解が可能である。それは、反応容器としてフリーボードの大きい転炉を用いていることから、本プロセスは供給する酸素源のうちの気体酸素比率を高くできかつ炉内の攪拌力を大きくできるので、それらの結果、温度コントロールの冷却剤を酸化鉄からスクラップに変更できるからである。

HMRは、LD-ORP 炉単体でスクラップを装入した場合85%まで可能であるが、LD-ORP 炉と転炉の両方で装入した場合最低71%までHMRを下げる事が可能である。⁶⁾

予備処理工程でスクラップ溶解が可能になったことで、転炉でのスクラップ装入が不要となり、その分転炉の製鋼時間が約2分短縮され、転炉の生産性向上を図ることができた。

2. 2. 転炉処理の特徴⁷⁾

転炉の主仕様及び、LD-ORP 導入前後の操業条件をTable 2 及び、Table 3 に示す。

Fig. 7 に溶銑予備処理導入前後の、転炉製鋼時間を示す。予備処理工程でスクラップを使用することで製鋼時間が短縮できた。また、脱S i 脱P 処理された予備処理銑を使用することで副原料が削減でき、炉内のスラグボリュームが低減できたため、排ガスの流量の変動およびピーク流量が小さくなり吹錬が安定した。その結果、送酸速度65000 Nm³/hr の高速吹錬が可能になり吹錬時間の短縮が可能になった。また、吹錬が安定したことでヒートサイズの増加(240⇒270 t/ヒート)も同時に可能となった。その結果、製鋼時間はヒートサイズの増加にも係わらず、従来の28分から22分に大幅に短縮された。

一方、このようなスラグボリュームを低減した状態で高速吹錬を実施する場合、吹錬のハードブロー化、スラグボリュームの低減およびスラグの滓化不良によるカバースラグ効果の低減により、ダストの増加が問題となった。

この対策としては (1)ダストの発生を抑制した高速吹錬用のランスチップの開発 (2)珪石の少量添加により滓化促進を図りカバースラグ効果の改善 を実施した。その効果を、Fig. 8 の示す。これにより、高速吹錬時においてもダスト発生量を従来並に抑制することができた。

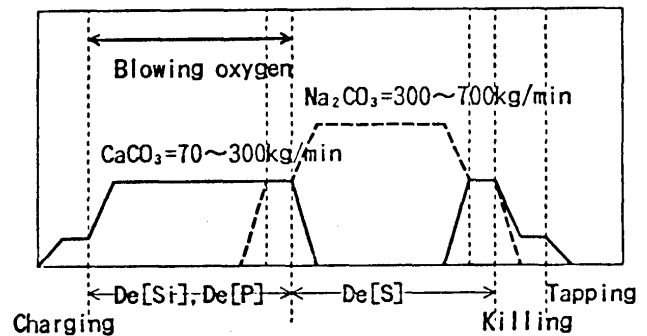


Fig.6 Treatment conditions of top blowing and bottom blowing in LD-ORP

Table 2 Basic specification of BOF

Unit	2
Capacity	270 t/heat
Top blowing	O ₂ 65,000 Nm ³ /hr
Bottom blowing	Double-walled annular
① Tuyere type	4
② Number	O ₂ , C ₃ H ₈ , CO ₂ , N ₂
③ Gas	Max 0.33Nm ³ /(t·min)
④ Oxygen flow rate	

Table 3 Refining condition of BOF

	Before	After
Lance height (m)	2.9~2.6	2.7~2.4
Top blowing (Nm ³ /(t·min))	3.4 3.1 2.7	4.1 3.4 2.0~3.1
Bottom blowing (Nm ³ /(t·min))	0.12	0.23

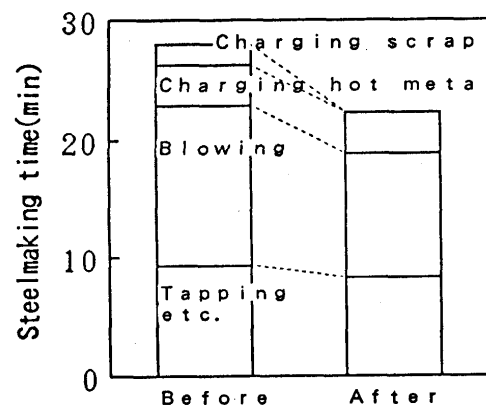


Fig.7 Comparison of steelmaking time

3. 操業実績

Fig. 9に、転炉1/2基の操業実績を示す。

LD-ORP導入後は、ORP比率95%以上を定常的に確保している。予備処理銑使用による転炉製鋼時間の大幅な短縮の結果、転炉1/2基時の生産能力は日産ヒート数では平均で55～56ヒート/日にまで増加し、最大で60ヒート/日となっている。生産性はヒートサイズの増加(240⇒270t/ヒート)の効果も含めると1.6倍になった。

4. 結言

新日本製鐵名古屋製鐵所においては、1989年

12月よりLD-ORPを導入した結果、

(1)精錬工程分割による精錬コストの低減効果

(2)品質対応力の向上⁸⁾

に加え

(3)転炉の生産性向上

転炉1/2基時の生産能力が、日産ヒート数では1.4倍に、生産性では1.6倍の向上が達成された。

また、LD-ORPの導入により、予備処理工程の集約ができ、銑鋼間の物流が改善され熱ロス等の低減を図ることができた。

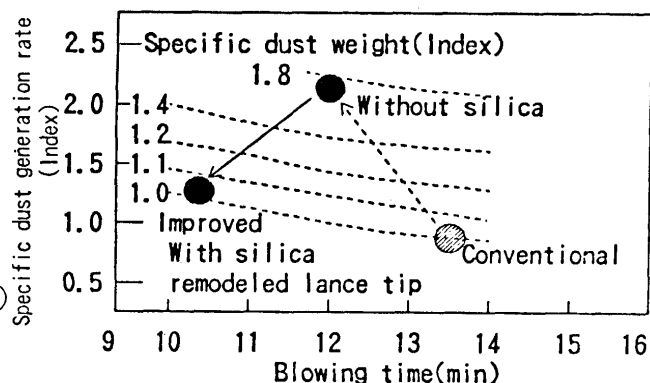


Fig.8 Relation between blowing time and specific dust generation rate

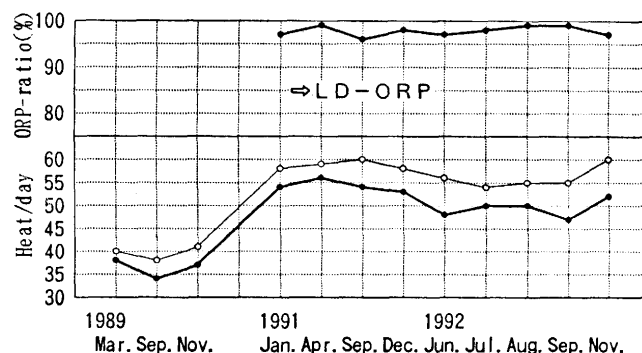


Fig.9 Transition of production of BOF

5. 参考文献

- 1) 加藤 郁、小島政道、小島邦之、赤林 豊、中村良昭、小野山修平
: CAMP-ISI J, 4 (1991), P 1153
- 2) 加藤 郁、山内秀樹、小野山修平、追田真人、佐渡達也、伊奈正樹
: CAMP-ISI J, 4 (1991), P 1154
- 3) 森 正晃、小林 功、吉田学史、二瓶 清、石井光嗣
: 鉄と鋼, 72 (1986), S 171
- 4) 北村信也、水上義正、金子敏行、山本利樹、迫村良一、
相田英二、小野山修平: 鉄と鋼, 76 (1990), P 1805
- 5) 北村信也、北村寿宏、相田英二、務川 進、縫部 綏
: CAMP-ISI J, 4 (1990), P 202
- 6) 佐渡達也、山内秀樹、野又宏之、占部教之、小野山修平
: CAMP-ISI J, 5 (1992), P 1279
- 7) 加藤 郁、山内秀樹、小野山修平、福田佳之、吹上和徳
吉田学史: CAMP-ISI J, 4 (1991), P 1302
- 8) 今井 正、吹上和徳、高木信浩、堤 直人
: CAMP-ISI J, 4 (1991), P 1243