

第 3 会 場 (転 炉 ・ 平 炉 ・ 電 炉 ・ そ の 他)

669, 184, 244, 66, 669, 14
(49) 純酸素転炉における高炭素鋼の溶製について

八幡製鉄, 八幡製造所

若林 一男・中川 一

磯平一郎・椿原 治・〇八木次郎

Melting Practice of High Carbon Steel by LD Converter Process.

Kazuo WAKABAYASHI, Hajime NAKAGAWA, Heiichirō ISO, Osamu TSUBAKIHARA and Jirō YAGI.

1. 結 言

平炉鋼が粗鋼生産高中の大半を占めていた時代には転炉における高炭素鋼の溶製は脱燐のため不利と考えられていたし、また転炉にて溶製する必要もなかつた。しかし、近年粗鋼生産高中、転炉鋼の占める割合が急上昇したため、中炭素鋼はもちろんのこと、高炭素鋼まで転炉で溶製する必要性が生じてきた。これに相前後して純酸素転炉技術も大巾に進歩をとげ、Kaldo など特殊な方法によらないでも優先脱燐法の開発などにより、十分高炭素領域での脱燐は可能となつてきたり³⁾。

当洞岡転炉工場でも種々の予備試験の結果 one slag 法にて軌条、硬線などの高炭素鋼を溶製しているのでその結果を報告する。

2. 溶 製 方 法

2.1 脱燐について

2.1.1 概 要

純酸素転炉での脱燐については早期に脱燐は完了しているが、その後の激しい Carbon 吹きにより

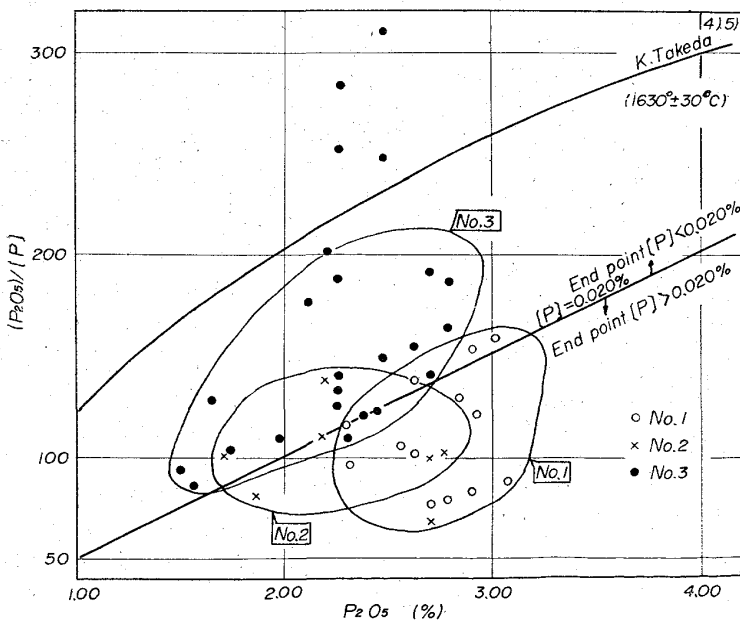
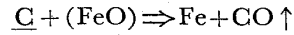


Fig. 1. Relation between $(P_2O_5)\%/[P]$ and $(P_2O_5)\%$ under different blowing conditions.



の反応が起こり、添加した酸化剤の FeO は還元され、T. Fe は低下し、雰囲気は CO gas におおわれ、また鋼浴温度も上昇するため、復燐が進行する。このため高炭素領域にて低燐鋼を得るには、この激しい脱炭時期を遅らせて slag の T. Fe を高めてから反応させることにより復燐を防止することが必要であり、これを達成するのが soft blow であることはよく知られている。soft blow では hard blow に比較して攪拌が悪く、このため酸素 rich な部分への [C] の拡散が悪く $[O] + [C] \Rightarrow CO \uparrow$ の反応がおくれる。このため [O] は Fe と結合し、FeO となり、slag の T. Fe が高くなる。また、これにつれて鋼中の酸素も高くなり、復燐を防ぐ。これらより、高炭素領域では末期適当な時間 soft blow することにより T. Fe を高め、これにより、十分成品 [P] を低下させることができる。

2.1.2 Slag Control

低炭素鋼では slag control はもちろん必要であるが、高炭素領域では不可欠である。反応の進行は、平衡論と反応速度論の両面より考察しなければならないが、純酸素転炉では精錬時間がわずかに約 20 min で完了するため、流動性の悪い slag を作ると平衡に達しない間に脱炭が完了し、十分脱燐できない場合が多いと考えられる。このため平衡と反応速度のかね合いが問題であり、われわれの調査では、塩基度 (便宜上 $(CaO)\% / (SiO_2)\%$ で示す。) が 5.0 を越えると slag が滓化不良となり、粘性をおび、脱燐が全く不良となつた。また塩基度が 2.5 以下となると脱燐は全く不可能であつたがこれは平衡論的についても当然である。このため高炭素領域で soft blow にて優先脱燐を行なわせる場合には 4.0~4.5 の塩基度が望ましい。

2.1.3 吹錬基準について

吹錬基準により T. Fe が変化することは前にも述べたが、洞岡転炉工場にて one slag 法で吹錬基準、副材料を種々変化させて溶製した結果を Fig. 1, Table 1 に示す。

これらより、第 1 回と第 2 回では吹錬基準を同一とし、副材料を増加させた結果、slag 量は増加し、 $(P_2O_5)\%$ は低下している。このため E. P [P] は若干低下したが満足はできない。

第 3 回では、第 2 回と副材料基準は同一とし 10000m³/hr

6000m³/hr にて溶製したところ T. Fe は 13.10% となり、E. P [P] 平均値は $14.1 \times 10^{-3}\%$ と低くなり、また平衡にも近づいた。

2.2 吹止について

2.2.1 Catch Carbon

高炭素領域にて狭い [C] 範囲に吹き止めることは極めて困難な技である。なぜならば [C] を 0.10% 除去するのに要する酸素量は 1m³ O₂/t. steel 前後であり、当工場の 70 t 炉では実測

Table 1. Results of preliminary blowing test.

| Group | Blowing practice | Flux | | | | End point | | | | | | |
|-------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------|----------------|----------------------------|------------------------------|-------------|----------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| | | Burnt lime (t/ch) | Mill scale (t/ch) | Spar (t/ch) | Silica (kg/ch) | Metal | | Slag | | | | |
| | | | | | | [P] ($\times 10^{-3}\%$) | Temp. ($^{\circ}\text{C}$) | (T. Fe) (%) | Basicity | (P_2O_5) (%) | (P_2O_5)/[P] | Slag volume (t/ch) |
| No. 1 | 8000 Nm ³ /hr | 4.52 | 1.50 | 0.755 | 39 | 25.1 | 1637 | 7.70 | 3.80 | 2.71 | 111 | 7.2 |
| No. 2 | " | 5.00 | 1.50 | 0.960 | 255 | 21.1 | 1604 | 8.62 | 3.94 | 2.46 | 121 | 9.6 |
| No. 3 | ⊗ | 5.00 | 1.50 | 1.000 | 300 | 14.1 | 1626 | 13.10 | 4.31 | 2.20 | 162 | 11.2 |

⊗ は $\frac{10000\text{Nm}^3/\text{hr}}{6000\text{Nm}^3/\text{hr}}$

Table 2. Melting results of high carbon steel.

| Number of heats | | Chemical composition | | | | | | Yield of molton steel (%) |
|-----------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | | End point | | | Ladle | | | |
| | | [C] ($\times 10^{-2}\%$) | [P] ($\times 10^{-3}\%$) | [S] ($\times 10^{-3}\%$) | [C] ($\times 10^{-2}\%$) | [P] ($\times 10^{-3}\%$) | [S] ($\times 10^{-3}\%$) | |
| 24 heats | Mean (\bar{x}) | 60.7 | 10.8 | 13.6 | 62.8 | 16.2 | 12.1 | 92.1* |
| | Standard deviation (σ) | 8.2 | | | 1.1 | | | 0.93 |

* $\frac{\text{ingot} + \text{short ingot} + \text{skull}}{\text{hot metal} + \text{scrap}} \times 100$

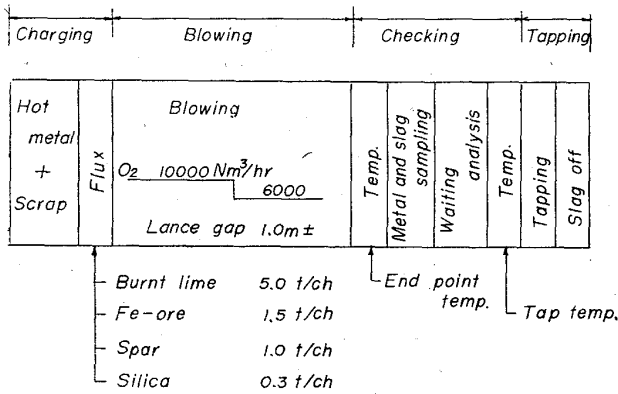


Fig. 2. Standard practice for high carbon steel.

の結果約 40sec 内外しか要しない。現在の Catch Carbon 方法は連続に高炭素鋼を溶製する場合には、前回出鋼の高炭素鋼と比較し、また、間歇的に溶製する場合には前回チャージとの O₂m³/t. hot metal の差にて control している。

これらを用いても終点 [C] のバラツキは $\sigma = 4.57 \times 10^{-2}\%$ [C] 前後あり今後の課題となっている。

しかし、予定変更の許されない場合には、[C] を高目にて吹止め、[C] 温度を確認して、所定の目標 [C] まで吹き下げるにより材質などには影響を与えずに E. P [C] の適中率を大巾に上昇させることができる。(このことは、1 度中断しその情報により終点を control するいわゆる Semi Dynamic Control 方式の有用性を確認し

ている.)

2.2.2 終点温度 Control

高炭素領域では脱炭による鋼浴温度上昇は少なく (0.10% [C] drop \Rightarrow 10 $^{\circ}\text{C}$ up 前後) 終点温度のバラツキは $\sigma = 11.3^{\circ}\text{C}$ と良好であった。

2.3 溶製方法について

種々の溶製試験結果を参考にし、one slag 法にて溶製する場合の吹錬基準を Fig. 2 に示す。

3. 溶製結果

溶製実績の 1 例を Table 2 に示す。

4. 考察

4.1 成品 [C] について

平炉、電気炉では数度鋼浴成分をチェックするが純酸素転炉では、吹止時ただ 1 回のチェックであるため、炉内偏析、sampling 誤差、分析誤差は最小に抑えなければ成品 [C] はせまい範囲に適中できない。更に悪いことには、脱燐のため末期 soft blow により攪拌が悪く、炉内偏析は大である。これらに留意した場合には高炭素鋼の成品成分適中は極軟鋼のそれとほぼ同様であった。

また自然脱炭については吹止から出鋼まで約 0.02% 程度であった。これは脱燐のため (T. Fe) を高くしたために吹止時の鋼中酸素が高く、自然脱炭が起つたものと考えられる。

4.2 成品 [P] について

溶銑として [P] 0.180% 内外のものを使用したにもかかわらず one slag 法で終点 [P] は $10.8 \times 10^{-3}\%$ と低く下げることができた。また吹止～成品までは $5.4 \times$

669,184,244.66; 669,184,162; 669,184,242
(50) 転炉のスロッピング発生におよぼす吹錬条件の影響

10⁻³% 復磷した。

4.3 成品[S]について

脱[P]強化のために、早期滓化を行なわせ、slag量を大とし、塩基度を4.0~4.5にcontrolしているため30×10⁻³% [S]前後の溶銑を用いて終点[S]13.6×10⁻³%、成品[S]12.1×10⁻³%とかなり脱硫した。

4.4 製出鋼歩留について

製出鋼歩留についてはTable 2に示したごとく、92.1%程度の成績であったが、これは脱磷のためslag量を大としたこと、およびsoft blowしたことにより泡状のslagとなり、炉口よりあふれ出たため、歩留が低下したものである。

5. 結 言

- 1) 軌条、硬線級の高炭素領域でも、soft blowするone slag法により、十分脱磷できる。
- 2) 高炭素領域でのCatch Carbonはかなり困難であったが終点温度については、かなり狭い範囲に適中できた。
- 3) 成品成分適中率
[C]については、平炉、電気炉と同様の狭い範囲に適中した。
その他の成分については問題なかった。
- 4) 製出鋼歩留についてはslag量を大とし、soft blowするとT.Feが高く、92.1%の成績であった。

文 献

- 1) パネル討論会報告: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 216, 248
- 2) 若林, 他: 鉄と鋼, 51 (1965), p. 745
- 3) CAMPBELL: J. Metals, 15 (1963), p. 570
- 4) FISCHER, ENDE: Stahl u. Eisen, 72 (1952), p. 1398, 1408
- 5) 武田: 純酸素転炉法の研究, (1961), p. 65

(転炉の吹錬に関する研究—I)
住友金属工業, 中央技術研究所

工博 田上 豊助・赤松 経一

池田 隆果・山崎 章

Effect of the Blowing Condition on the Occurrence of Slopping in Basic Oxygen Converter.

(Study on the blowing in basic oxygen converter — I)

Dr. Toyosuke TANOU, Keiichi AKAMATSU, Takami IKEDA and Akira YAMAZAKI.

1. 結 言

酸素上吹き転炉におけるスロッピングの発生は、操業能率、出鋼歩留の低下を招くので、極力これを防止する必要がある。スロッピングの発生の要因を追求し、その防止対策を確立するために、25 kg 試験転炉を製作し、一連の基礎実験を行なっている。

転炉の炉形状や吹錬条件が異なると、物理的には溶鋼、溶滓のはね上がりに影響し、化学的には鋼浴の攪拌状況に影響して、反応のおくれを生じ、スピィテング、スロッピングの原因となるといわれている¹⁾。一定の酸素供給量に対して、ノズル径の選択により、ランス圧は広範囲に変更が可能であるので、吹錬条件として、ランス形状、ノズル径、酸素流量およびランス高さが必要となる。本実験ではスロッピングの発生を防止する吹錬条件を明らかにするため、酸素流量、ノズル径、ランス高さの相互関係が、スロッピングにおよぼす影響を一定の炉形状の条件下で検討した。

2. 実験方法

2.1 試験転炉

実験に使用した25 kg 試験転炉の配列をFig. 1に示す。炉内寸法は70 t 転炉の1/14に幾何学的に相似させた。炉体ライニングは高純度マグネシヤをスタンプした。炉体は熱放射を防ぐため、ニクロム線加熱がほどこされ、炉内ガスバーナー加熱を併用して、吹錬前に約1000°Cに炉体は予熱される。酸素吹込みは水冷銅ランスを使用した。

2.2 試験方法

転炉内に20 mm 角低炭素鋼スクラップ、高周波溶解した溶銑を装入後、造滓材を投入し、ランスを下降して吹錬を開始する。終点温度目標は1620°Cとし、転炉予熱温度、前回チャージを参考にして、スクラップ比を決定した。

2.3 実験条件

2.3.1 主原料、

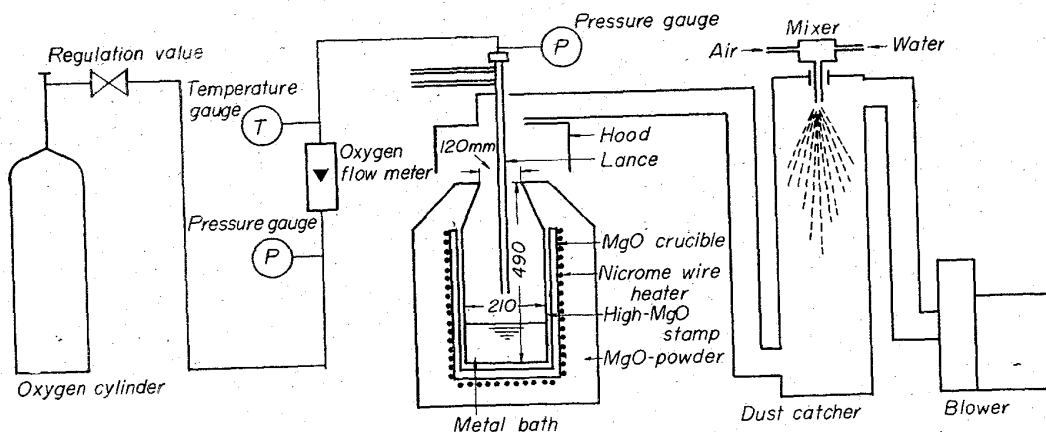


Fig. 1. Schematic diagram of top-blowing apparatus.