

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<sup>-3</sup>% 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<sup>-3</sup>%[S]前後の溶銑を用いて終点[S]13.6×10<sup>-3</sup>%、成品[S]12.1×10<sup>-3</sup>%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 Sopping 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<sup>1)</sup>。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、

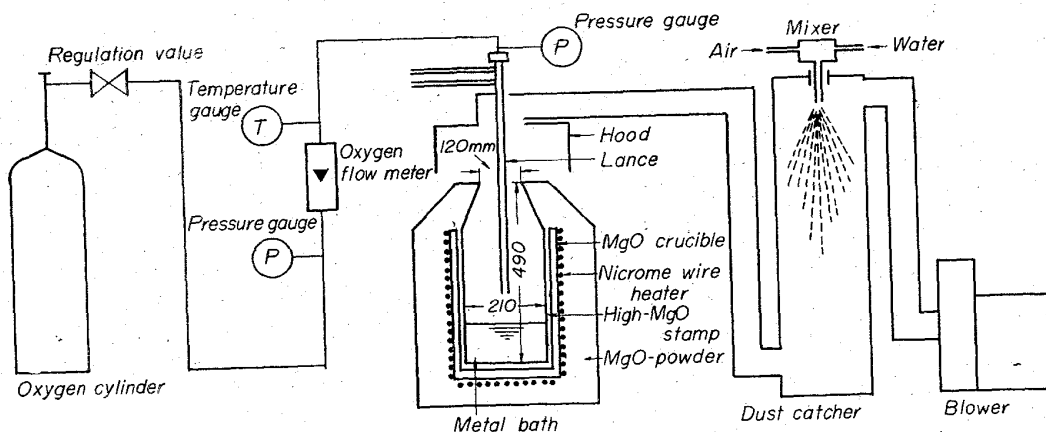


Fig. 1. Schematic diagram of top-blowing apparatus.

Table 1. Blowing condition.

Lance type		Single-hole lance						Three-hole lance			
Nozzle diameter (mm)		3.0		5.0		7.0		1.7 <sup>3</sup>	2.8 <sup>8</sup>	1.4 <sup>1</sup>	1.7 <sup>3</sup>
Oxygen flow rate	(l/min)	370	460	370	460	370	460	370	190		
	(m <sup>3</sup> /min·t)	(14.8)	(18.0)	(14.8)	(18.0)	(14.8)	(18.0)	(14.8)	(7.6)		
Blowing time (min)		3.5~4.0	2.7~3.5	3.5~4.0	2.7~3.5	3.5~4.0	2.7~3.5	3.5~4.0	7.0~7.5		
Oxygen pressure (kg/cm <sup>2</sup> , G)		4.1	5.3	0.8	1.3	0.4	0.6	4.1	0.8	4.1	1.5

副原料配合

主原料装入量: 25 kg, スクラップ比: 8~20%.  
 副原料装入量: 生石灰 50 kg/t, 鉄鉱石 20 kg/t, 螢石 2.4 kg/t. 副原料装入量は実炉操業実績にもとずいて決定した. なお石灰添加量は実験目的から一部変更した.

2.3.2 吹錬条件

吹錬には単孔ランス, 7° 3 孔ランスを使用した. ノズル径, 酸素流量, ランス圧, 吹錬時間を Table 1 に示す.

3 孔ランスのノズル径 1.4<sup>1</sup>, 1.7<sup>3</sup>, 2.8<sup>8</sup> mm は, それぞれ単孔ランスのノズル径 2.0, 3.0, 5.0 mm と断面積が等しくなる.

実測値から酸素流量  $Q$  (Nm<sup>3</sup>/min), ノズル径  $d$  (m), ランス圧  $P$  (kg/m<sup>2</sup>, G.) との関係は次式で示される.

$$Q = 0.80 \cdot d^2 \cdot (P + 1 \times 10^4), P \geq 0.89 \times 10^4 \text{ (音速流)} \quad (1)$$

$$Q = 176 \cdot d^2 \cdot \sqrt{P}, P < 0.89 \times 10^4 \text{ (自由噴流)} \dots\dots (2)$$

本実験ではノズル径を広範囲に変化させて, 実炉に相似する超音速流領域から, 自由噴流領域までの酸素噴出条件で, 実験を行なった.

ランス高さは 40~170 mm の範囲に変化させた. 酸素噴流の圧力分布を測定した結果から, 鋼浴最高凹み深さ  $L$  (m) を推定する実験式は次式で示される.  $h$ : ランス高さ (m)

$$L = 4.6 \cdot (Q / 0.80 - d^2 \cdot 10^4) / \{d + 0.35(L + h)\}^2, P \geq 0.89 \times 10^4 \dots\dots (3)$$

なお, 3 孔ランスについては, 実測値から直接  $L$  を推定した.

2.3.3 3 孔ランスの実験条件

3 孔ランスは単孔ランスに比べて, スロッピングが起こりにくいので, ノズル径, ランス高さがスロッピングにおよぼす影響を明確にするため, 実験条件はスロッピングが発生しやすい条件とした. すなわち酸素流量 370 l/min では溶銑 Si 含有量を通常より高い約 1% とし, 190 l/min では, 石灰添加量を通常の 1/3 量とした.

3. 実験結果および考察

3.1 吹錬条件とスロッピング発生との関係

酸素流量, ノズル径を変化させた場合, 単孔, 3 孔ランスのスロッピング発生状況とランス高さの関係を Fig. 2 に示す. 酸素流量が一定の場合は, ノズル径を大にするほど, スロッピングが小もしくは発生なしの安定吹錬領域は, ランス高さを低くする方向に移行する. ノズル径が一定の場合は, 酸素流量を大にするほど, ランス高さを高くする方向に安定吹錬領域は移行する.

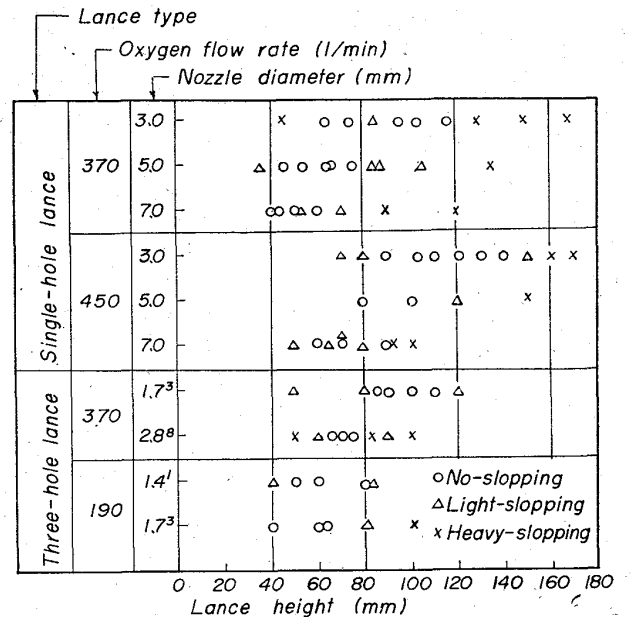


Fig. 2. Relation between slopping and lance height.

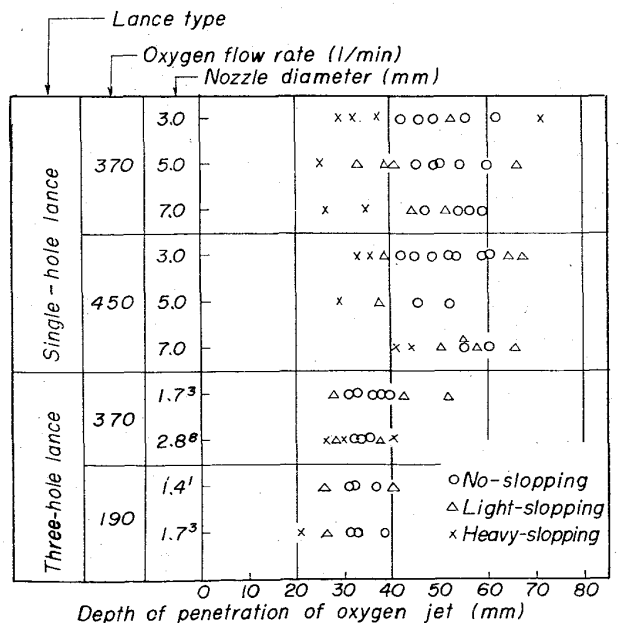


Fig. 3. Relation between slopping and depth of penetration of oxygen jet.

3.2 鋼浴最高凹み深さ  $L$  とスロッピング発生との関係  
 実験結果をさらに定量的に表現する一つの方法として、(3)式あるいは圧力分布測定結果にもとづき、スロッピング発生状況と  $L$  との関係を検討した。結果を Fig. 3 に示す。Fig. 3 より実験条件の範囲内で、単孔ランスについては、酸素流量、ノズル径に無関係に  $L=45\sim 65$  mm の範囲内に安定吹錬領域が存在する。炉回数と共に鋼浴径が増加し、本実験中、鋼浴深さが  $80\sim 110$  mm に変化した。それにもかかわらず安定吹錬領域を与える  $L$  の値は、鋼浴深さ  $L_0$  に無関係にほぼ一定値範囲内にある。従って単孔ランスの場合、スロッピングの発生を防止する吹錬条件は、 $L/L_0$  よりむしろ  $L$  の値を選定するほうがよいと考えられる。3孔ランスについては、実験結果が明瞭ではないが、 $L=30\sim 35$  mm の範囲内に安定吹錬領域が存在する。

3孔ランスの安定吹錬領域の  $L$  値が単孔ランスより低値であることから、3孔ランスでは鋼浴に対して横方向に作用する噴流の衝撃力が強く、垂直方向への衝撃力すなわち  $L$  が小でも、鋼浴、鋼滓に十分な攪拌を与え、安定吹錬が得られるのではないかと推定される。またスロッピングの防止条件として  $L$  あるいは  $L/L_0$  以外に、鋼浴凹み巾  $D$ 、あるいは  $D/D_0$  ( $D_0$ : 鋼浴径) が、必要条件になることも考えられる。これらの点については、さらに実験を進めて検討を加える予定である。

### 3.3 スロッピングの発生時期

ランス形状、ノズル径、酸素流量に関係なく、ランス高さでスロッピングの発生時期との間には一定の関係が認められた。すなわちランス高さが安定吹錬領域より低い場合は、吹錬前期～中期に、高い場合は吹錬中期～後期にスロッピングが発生する。前者は酸素噴流の衝撃力による溶鋼、溶滓の物理的なはね上り、いわゆるスピッチング現象あるいは Si 吹き後の急激な脱炭反応の進行、CO ガスの逸出条件の不良等が原因するものと推定される。ランス高さが高い場合は、鋼浴の攪拌力が弱く、反応におくれを生じ、非平衡状態が急激に解消されたときにスロッピングが発生するという H. RELLERMEYER u. T. KOOTZ<sup>2)</sup> の説が一原因として考えられる。図面は省略したが、終点酸素含有量はランス高さによる差はほとんど認められず、一方終点鋼滓 T. Fe 含有量はランス高さが高い場合は、低い場合に比べて高値を示し、鋼浴-鋼滓間の酸化度の非平衡状態はランス高さが高い場合に強いことを示している。

## 4. 結 言

25 kg 試験転炉でスロッピング発生におよぼすノズル径、酸素流量、ランス高さの影響を単孔、7°3孔ランスについて検討した。結果を総括するとつぎのとおりである。

- 1) 単孔、3孔ランス共に、一定酸素流量に対して、ノズル径、ランス圧を大巾に変化させても、スロッピングの発生しない安定吹錬可能なランス高さの範囲が存在する。
- 2) 酸素流量一定の場合、ノズル径を大にするほど、安定吹錬領域はランス高さを低くする方向に移行する。
- 3) ノズル径一定の場合、酸素流量が増加すると、安定吹錬領域はランス高さを高くする方向に移行する。

4) スロッピング防止条件として、 $L/L_0$  より  $L$  を選定するほうがよいのではないかと考えられるが、これについては鋼浴形状等も考慮して、さらに検討する必要がある。

## 文 献

- 1) 武田: 「純酸素転炉法の研究」(学位論文), (1961)
- 2) H. RELLERMEYER u. T. KOOTZ: Stahl u. Eisen, 74 (1954), p. 381

669.184.244.66 : 669.184.162  
 : 669.184.22 : 669.046.52

## (51) 転炉のスロッピング発生におよぼす造滓材添加の影響

(転炉の吹錬に関する研究—II)

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 Addition of the Fluxing Agent on the Occurrence of Slogging in Basic Oxygen Converter.

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

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

## 1. 緒 言

酸素上吹き転炉吹錬において、石灰滓化の促進あるいは生成鋼滓量を調整してスロッピングの発生を防止する目的で、石灰、鉄鉱石の添加方法が検討されている。石灰、鉄鉱石の添加は冷却効果と同時に、滓化、鋼滓酸化度に影響をおよぼし、精錬反応の進行に影響する。さらに鋼滓の組成は、鋼滓のフォーミング(foaming)性質にも関係するので、石灰、鉄鉱石の添加量、添加方法、添加時期は、スロッピングの発生に影響をおよぼすと考えられる。本報では一定の炉形状、吹錬条件下で、石灰、鉄鉱石の添加条件とスロッピングの発生との関係を調査し、スロッピングの発生に対して考察を加えた。以下にその結果を報告する。

## 2. 実験方法

約  $1000^{\circ}\text{C}$  に予熱した 25 kg 試験転炉(第1報<sup>1)</sup>参照)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し、石灰、鉄鉱石の添加量、添加方法、添加時期を変えて吹錬を行ない、スロッピングの発生状況を調査した。必要に応じて、吹錬中に溶鋼分析試料を真空吸上石英採取管(AI線入り)で、鋼滓分析試料を鉄棒にまきつけて採取した。

実験条件はつぎのとおりである。

1. 主原料成分, 主原料配合, 吹錬条件, 鋼浴形状(一定)  
 溶銑目標成分: C 4.3%, Si 0.5%, Mn 0.8%,  
 P 0.18%, S 0.04%  
 スクラップ成分: C 0.12%, Si 0.25%, Mn 0.48%,  
 P 0.012%, S 0.019%  
 主原料装入量: 25 kg, スクラップ比: 6~20%(実績)  
 吹錬ランス: スロート径 3 mm, 単孔ランスノズル,