

# (176) 上下吹き転炉羽口の検討

(流量可変幅の大きい上下吹き転炉への改造 第1報)

川崎製鉄 水島製鉄所 ○橋 林三 高柴信元 桑山道弘

小笠原一紀 前田端夫

1. 緒言 水島製鉄所第1製鋼工場において、従来の不活性ガス底吹き上下吹き転炉(LD-KG)を更に発展させ、溶鋼静圧にバランスする最低圧(実用上  $0.005 \text{ Nm}^3/\text{min,t}$ )から最大  $0.2 \text{ Nm}^3/\text{min,t}$ を達成できる底吹き流量可変幅の大きい上下吹き転炉(LD-KGC)へ改造を行った<sup>1)</sup>。本報では流量可変幅の大きい細管羽口を用いる場合に観察される熱チョーキング現象を述べる。

2. 熱チョーキング現象 流量可変幅の大きい羽口には細管のパイプを使用するが、低圧低流量の範囲で、転炉立ち上げから熱含有量の増大ともなっていて、同じ圧力では流量が低下する現象が観察された(Fig. 1)。羽口を回収したが、パイプに変形はなかった。原因を追求するため、小型の電気炉中に各種径のパイプをセットし、管長、管径、温度の影響度を調査した。実験の1例として示すFig. 2でわかるようにパイプを加熱すると、供給可能量が低下する熱チョーキング現象(管内流れが  $M \leq 1$ に制限される)が再現された。

3. Rayleigh流れに基づく解析 細管内の気体が管壁から加熱されるとして高速で流れる現象を解析する手法として外部と熱の授受はあるが、摩擦のない断面積一定の流れであるRayleigh流れを適用した。Fig. 3に示す状態を考えるとパイプ出口では

$$\text{温度: } T^* = T_0^* \times \frac{2}{\kappa + 1} = \left( \frac{\Delta q}{C_p} + T_0 \right) \times \frac{2}{\kappa + 1} \dots (1)$$

$$\text{密度: } \rho^* = \frac{p^*}{\frac{\kappa - 1}{\kappa} C_p T^*} \dots (2) \quad \kappa: \text{比熱化} \quad C_p: \text{定圧比熱}$$

$$\text{速度: } V^* = C^* = \sqrt{(\kappa - 1) C_p T^*} \dots (3) \quad C: \text{音速}$$

で表わされるので、質量速度  $\dot{m}$  は(4)式で求まる。

$$\dot{m} = A \rho^* V^* = \frac{\pi}{4} d_i^2 \rho^* V^* \dots (4)$$

実績データを代入した結果、実際の現象をよく説明できることが判った。実際の定量式は所定の圧力で(5)式のように示される。

$$\dot{m} = A_0 V / (\beta - \alpha d_i) \dots (5) \quad \alpha, \beta: \text{定数}$$

4. 羽口の検討 以上の検討を基に、羽口は流量制御を容易にするため断熱構造とした。またこの解析によりこのノズルは溶銑溶鋼等の2次圧変動に影響されない詰りにくい羽口であることが判り、底吹きはtotal流量制御を行っている。さらに回収羽口の先端は微細な気孔が形成されており、これが低流量域でも詰りが無い理由の一つと推定される。現在  $\max 40 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ の圧力まで制御可能となった設備でその冶金特性を生かしている。

参考文献 1) 山根ら: 今講演大会発表予定

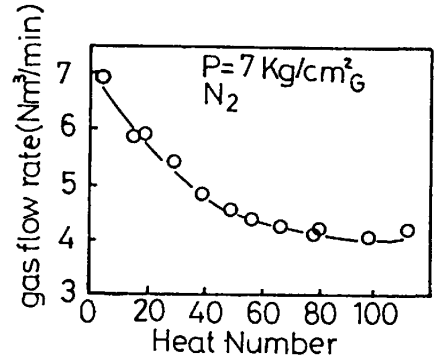


Fig.1 Change of gas flow rate at constant pressure

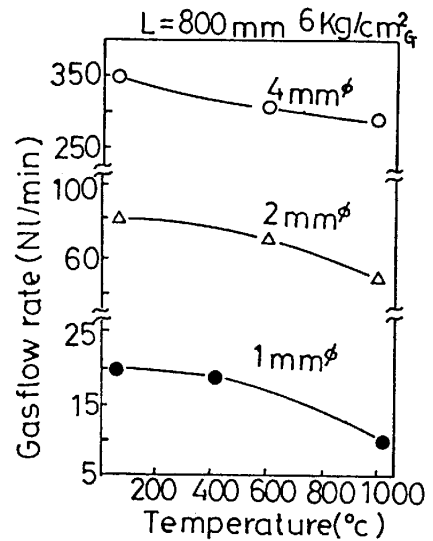


Fig.2 Relation between gas flow rate and temperature at constant pressure

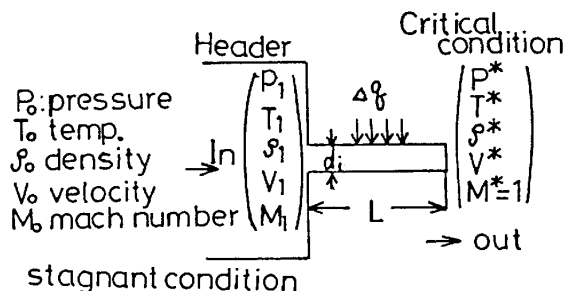


Fig.3 Schematic drawing of flow phenomena (heating condition)