

## (254) 底吹き転炉羽口周辺の凝固鉄の生成機構

川崎製鉄(株) 技術研究所 ○岸本康夫 加藤嘉英

藤井徹也 垣生泰弘

**1. 緒言** 底吹きまたは上底吹き転炉の羽口先端には、冷却ガスによる凝固鉄（以下マッシュルームと呼ぶ）が生成し、羽口や炉底耐火物の保護や溶損に大きな影響を及ぼすことが知られている。操業要因とマッシュルームの形状についての報告も<sup>2, 3</sup>見られるが<sup>1)</sup>、統一的な知見は得られていない。そこで今回、コールド、ホットモデル実験を行うと共に、マッシュルームの生成熱収支モデルを作り、マッシュルームの生成機構の統一的な解明をはかった。

**2. 実験方法** Fig.1に示す装置を用いて、コールドモデル実験を行った。単管または二重管羽口に供給する圧縮空気の冷却には液体窒素を用いた。水温、ガス流量、ガス温度などが、マッシュルーム（氷）の形状変化に及ぼす影響を調べた。ホットモデル実験では、2重管羽口を鋼浴中に浸漬し、内管に酸素、外管にクーラントを所定量流して、羽口周辺のマッシュルームの形状などを調べた。

### 3. 実験結果とモデル計算

**3.1 単管羽口の実験** 管径8mm，ガス温度 $-180^{\circ}\text{C}$ ，ガス流量 $100\text{NL}/\text{min}$ ，水温 $1^{\circ}\text{C}$ で、吹きこみ開始から120秒後のマッシュルームの外観をPhoto 1に示す。羽口周りにはナードル状の氷が形成されている。Fig.2に、マッシュルーム質量 $W$ と吹きこみ時間の関係を示す。 $W$ はマッシュルームの底部半径と高さを用いて円錐近似で求めた。 $W$ の増加速度は、水温が低いほど大きい。

**3.2 熱収支モデルの適用** マッシュルーム内に温度分布がないものとする、熱収支から以下の基礎式が得られる。

$$\left\{ \Delta H + C_{pl}(T_{bl} - T_m) \right\} \frac{dw}{dt} = \dot{m}_g C_{pg}(T_{og} - T_{ig}) - k S_{bm} \frac{\partial T}{\partial Z} - h S_{tm}(T_{bl} - T_m) \quad (1)$$

Fig.2において $1^{\circ}\text{C}$ と $30^{\circ}\text{C}$ の時の $t = 60\text{ s}$ における $W$ と $\frac{dw}{dt}$ の測定値を用いて、(1)式に基づいて $h$ と $T_{og}$ を求めると、 $h = 11.4$  ( $\text{kw}/\text{m}^2\text{C}$ )、 $T_{og} = -168^{\circ}\text{C}$ が得られる。これらの値を用いて $W$ の経時変化を算出し、Fig.2に示した。120sまでは、水温が $5^{\circ}\text{C}$ と $10^{\circ}\text{C}$ の場合にも実測値と計算値はほぼ一致し、(1)式の熱収支モデルはコールドモデル実験結果を説明可能である。そこで、ホットモデル実験結果にも本熱収支モデルを発展、適用した。

〔使用記号〕  $C_{pg}$ : ガスの比熱,  $C_{pl}$ : 溶鋼の比熱,  $h$ : 溶鋼とマッシュルームの間の熱伝達係数,  $\dot{m}_g$ : ガス質量流量,  $S_{bm}$ : マッシュルームの底部面積,  $S_{tm}$ : マッシュルームの表面積,  $T_{bl}$ : 溶鋼の温度,  $T_{ig}$ : ガス温度,  $T_m$ : マッシュルームの温度,  $T_{og}$ : マッシュルームを出る時のガス温度,  $W$ : マッシュルームの質量,  $Z$ : 羽口先端からの高さ,  $\Delta H$ : 凝固潜熱,  $k$ : 耐火物の熱伝導度 (全てMKS単位)

〔参考文献〕 1) 仲村ら, 鉄と鋼; 67(1981), S873

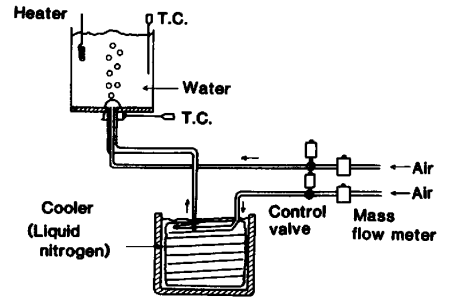


Fig.1. Schematic diagram of the experimental arrangements



Photo 1. Gas flow through

ice mushroom

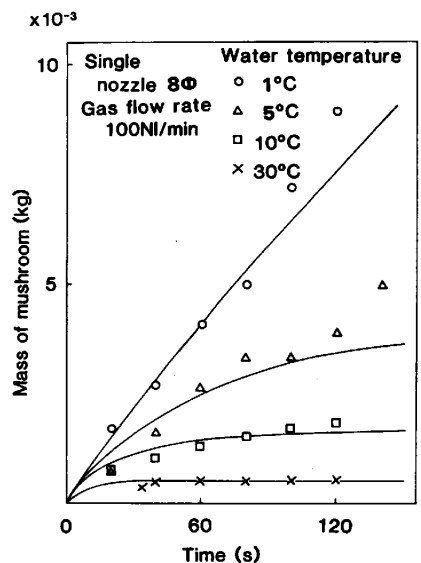


Fig.2 Change in mass of mushroom during blowing