

(132) 底吹き転炉内鋼浴の脱炭反応モデル (底吹き転炉々内反応機構の研究-3)

川崎製鉄 技研 ○加藤嘉英 中西恭二 野崎 努

1. 緒言

前報⁽¹⁾では、まず鋼中の脱N反応からガスメタル界面積を見積もり、これを用いて脱炭速度を粗いモデルで解析した。今回はさらに厳密なモデル化をおこなった。

2. モデル化

底吹き転炉の水モデル実験によれば、⁽²⁾鋼浴が図1のように2つに大別されることがわかった、Aゾーンは気-液共存域、Bゾーンは気泡のない下降流の領域である。そこで図のようにAゾーンから吐きだされたメタルはBゾーンを下降して再度Aゾーン入口へ到達する、さらにガスはAゾーンのみを通過してガスメタル反応をおこす、冷却ガスは鋼浴と反応する前に酸素と反応する、鋼浴内の半径方向濃度勾配は無視することなどを仮定して以下の定式化を試みた。Aゾーンでは、

$$\partial C_A / \partial t = E \partial^2 C_A / \partial x^2 - V_A \partial C_A / \partial x - f(C_A)$$

$$\text{I.C. } C_A(x, 0) = C_0 \quad \text{B.C. } C_A(0, t) = C_B(L, t), \quad \partial C_A / \partial x|_{x=L} = 0$$

Bゾーンでは

$$\partial C_B / \partial t = -V_B \partial C_B / \partial x' \quad \text{I.C. } C_B(x', 0) = C_0 \quad \text{B.C. } C_B(0, t) = C_A(L, t)$$

脱炭量 $f(C_A)$ については

$$f(C_A) = \begin{cases} f_1(C_A) = \alpha Q & \text{at } f_1(C_A) \leq f_2(C_A) \quad (\text{酸素供給律速}) \\ f_2(C_A) = K_Q 4\pi r^2 C_A N_0 & \text{at } f_1(C_A) > f_2(C_A) \quad (\text{液側物質移動律速}) \end{cases}$$

気泡については理想気体の法則から $P \cdot (3/4)\pi r^3 = RT(n_t^0 + 0.5 \int_0^t f(C_A) dt)$

ここに、 C_A , C_B はそれぞれA, BゾーンのC濃度、 t は時間、 E は逆混合係数、 V_A , V_B はA, Bゾーンの線速度、 C_0 は初期C濃度、 x , x' はそれぞれ炉底、鋼浴表面からの距離、 L は鋼浴深さ、 Q は酸素流量、 α は係数、 P は圧力、 R はガス定数、 T は絶対温度、 n_t^0 は気泡一個の初期モル数、 N_0 は気泡数密度

3. 計算結果

上記の式を差分法で解いた。初期気泡半径を3.5 cmとすれば臨界C濃度(脱炭酸素効率が100%を下回りはじめるC)は、0.43% となり前報⁽¹⁾の結果とほぼ一致する。図2に気泡径の推移を酸素効率 η_{O_2} をパラメータにとって示す。図から酸素効率が100%のところでは鋼浴表面の気泡半径 r が5.34 cmに膨張していることがわかる。

以上の脱炭モデルを脱Si, 脱Mn, さらにスラグメタル反応などを考慮した底吹き転炉の総括的な反応モデルへと拡張する。

1) 中西ら; 鉄と鋼 64 (1978) S. 168

2) 加藤ら; 鉄と鋼 64 (1978) (底吹き転炉々内反応機構の解明-4)

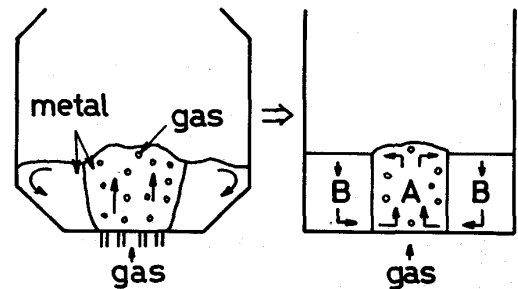


図1 鋼浴模式図

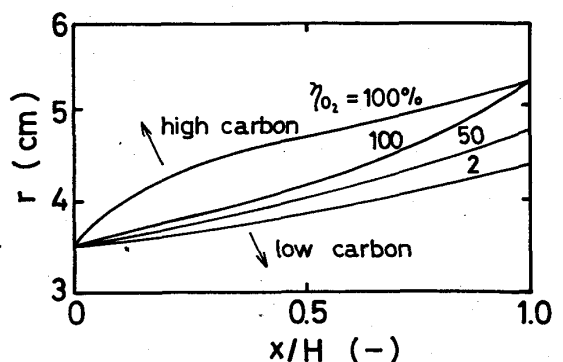


図2 気泡の浮上過程における半径の変化