

新日鐵 生産技研

○脇元博文, 山元勇夫, 石橋政衛, 山本里見

宮崎 喬

1), 2)

1. 緒言 製鋼用酸素底吹き羽口の溶損防止についてはすでに報告し、高流速吹込みが有効なことを述べた。^{1), 2)} 今回はジェッティングのない低流速域でも羽口が溶損しない条件について検討したので報告する。

2. 実験条件 これまでの結果では気泡放散指数として定義した Fr を $Fr > 30$, 受熱指数として定義した H_c を $H_c < 1$ の範囲が羽口健全領域であることを示した。 $Fr > 30$ では噴出流が音速に達しており、羽口ではジェッティングがみとめられる³⁾。今回は $Fr < 30$ もしくはジェッティングの起らない低流速での吹き込みにおける最低限の羽口冷却条件を明らかにした。

羽口の構造はステンレス製の二重管とし、内管に酸素、外管にプロパンガスを流した。羽口の大きさは内径 4 ~ 8 mm, 酸素流量 20 ~ 60 Nm³/h, とし 1650°C の溶鋼に Al を発熱剤として投入し浴内に羽口を 200 mm 浸漬して、2.5 ~ 5 分間吹込みを続けたのちに溶損状況を観察した。

3. 実験結果と考察 同一の酸素流量では羽口内径を大きくして噴出流速を小さくすると溶損しやすくなる。羽口の熱的溶損は、羽口の受熱量と冷却熱量とのバランスによって左右されるので、このバランスの指標として受熱指数 $H_c \propto$ 受熱速度/放熱速度 を用いた。この H_c は $Fr > 30$ では $H_c = 1$ の定数であった。今回の $Fr < 30$ のような溶損しやすい条件下では、図 1 の Fr と H_c との関係は(1)式で示され、 $H_c < 1$ となるように冷却を強化すれば溶損を防ぐことが出来るのがわかった。

図 1 の羽口健全領域の境界は次式で示される。

$$Fr = 30 \cdot H_c^{1.8} \quad \text{但し } Fr < 30 \quad \dots\dots\dots (1)$$

こゝで Fr ; 気泡放散指数 (-)

$$Fr = (\rho_g / \rho_l) (v_g^2 / d_i \cdot g) (d_i / L_0)$$

H_c ; 受熱指数 (-)

$$H_c = \frac{0.05 \{ \Delta H_i (D_0^2 - D_i^2) / d_i^2 \}^{0.5}}{0.13 \frac{D_i \cdot V_{C_3H_8}^{0.8}}{(D_i^2 - d_0^2)^{0.8}} + 38 \cdot V_{C_3H_8}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

こゝで ρ_g, ρ_l ; 吹込みガスと溶浴の密度, (kg/Nm³), (kg/m³)

v_g ; 吹込みガス流速, (m/sec) (標準状態換算)

V_{O_2} ; 酸素流量, (Nm³/h), L_0 ; 羽口までの浴深, (m)

$V_{C_3H_8}$; プロパンガス流量, (Nm³/h), ΔH_i ; 酸素による各成分の反応発熱量 = $\Delta h_i \cdot V_{O_2}$, (kcal/h)

D_0, D_i ; 外管の外径と内径, (m), d_0, d_i ; 内管の外径と内径, (m), $g = 9.8 \text{ m/sec}^2$

以上はいずれも羽口一本当りの計算である。(1), (2)式による冷却条件では羽口周辺に Q-BOP にみられるようなマッシュルーム⁴⁾ の生長はみとめられなかった。また送酸中の羽口外側温度を連続的に測温し、プロパン冷却とアルゴン冷却とでは羽口の長さ方向の温度勾配に差のあることを見出した。

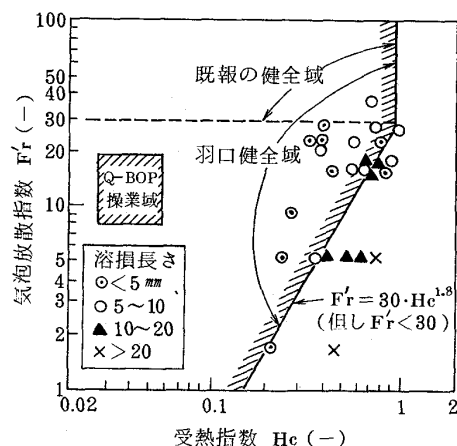


図 1 受熱指数と気泡放散指数の関係

参考文献 1) 坂口, 石橋, 吉井, 山本, 梶岡; 鉄と鋼, '77, S534

2) 石橋, 山本; 鉄と鋼, '79, A133

3) 小沢, 森, 佐野; 鉄と鋼, '79, S644

4) A.R. Parish, A.E.S. Pengelly; Ironmaking and Steelmaking '79, 163, P. 14