

(280) 上吹き底吹き併用転炉における鋼浴の振動と攪拌 (上底吹き転炉の開発 IV)

川崎製鉄 技術研究所 ○加藤嘉英, 中西恭二, 斎藤健志

野崎 努, 鈴木健一郎, 江見俊彦

1. 緒言

併用吹錬では上吹きランスと底吹き羽口から同時に吹込まれるガスジェットによって、鋼浴運動は複雑化する。本報ではこれまで説明されていない併用吹錬時の攪拌について上吹きガスジェットが鋼浴に与えるエネルギー密度の消散速度を理論的に求め、均一混合時間 τ を導出した。また、従来測定が皆無であった併用吹錬の τ を5t試験転炉を用いて実測し、理論との対応を調べた。

2. 鋼浴振動

水モデルを用いて鋼浴運動を観察した。振動は、U字管中の液の振動のように一群となった気-液共存域を中心として左右に揺れるもの(Aタイプ)、二つに分かれた気-液共存域が近寄っては離れる運動を行うもの(Bタイプ)の二つに分類できた。Aタイプの浴振動では周期 T_A は

$$T_A = 2\pi \sqrt{\ell/2g} \dots\dots\dots (1) \quad \text{で与えられることがわかった。}$$

ここに、 ℓ は液の全長で、静止浴深さ H 、羽口配列間隔、炉底径から求めた。Aタイプの振動周期を図1に示す。計算値と実測値はよく一致した。

3. 鋼浴攪拌

上吹きガスジェットのエネルギー消散速度 $\dot{E}_T$ を以下のように求める。ランスからでたガスジェットの速度分布を図2のように直線近似すれば

$$u(r, x)/u(0, x) = (r_\infty - r)/r_\infty \dots\dots\dots (2) \quad \text{となる。}$$

ここに、 $u(r, x)$; ガス速度, r_∞ ; ガスジェットの最外殻半径, r ; 半径, x ; ランス先端からの距離, θ ; ガス拡がり角である。

ノズル先端と先端からの距離 x の間の運動量収支は(3)式で表わされる。

$$\pi d^2 u^2(0, 0) \rho / 4 = \rho \int_0^{r_\infty} 2\pi r u^2(r, x) dr \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 ρ ; ガス密度, d ; ノズル径, $u(0, 0)$; ガスの初速度である。

一方、ガスジェットの運動エネルギー E は(4)式で与えられる。

$$E = \int_0^{r_\infty} 2\pi r d r u^3(r, x) \rho / 2 \dots\dots\dots (4)$$

(2), (3)式から $u(0, 0)$ と $u(0, x)$ の関係がわかるので、それを(4)式に代入すれば E が求まる。ノズル孔数 N_T 、ノズル傾角 ξ を考慮すれば、上吹きガスジェットのエネルギー消散密度 $\dot{E}_T$ は次式となる。

$$\dot{E}_T = (N_T \cdot E / W) \cdot \cos^2 \xi = 0.0453 Q \frac{du^2(0, 0)}{W x} \cos^2 \xi \dots\dots\dots (5)$$

著者らはすでに均一混合時間とエネルギー消散密度の関係を見いだしているが¹⁾、併用吹きの場合に適用すると、底吹きエネルギー密度 $\dot{E}_B$ 、羽口本数 N_B として、(6)式のようになる。

$$\tau = 800 \dot{E}^{-0.4} N^{1/3} = 800 (\dot{E}_T N_T^{-0.833} + \dot{E}_B N_B^{-0.833})^{-0.4} \dots\dots\dots (6)$$

図3に、(6)式による計算値と実測値の τ を示す。両者は大体一致する。また、底吹き比0.1~0.2以上では τ の減少割合が小さくなる。

1) 中西ら ; 鉄と鋼, 64(1978), S169

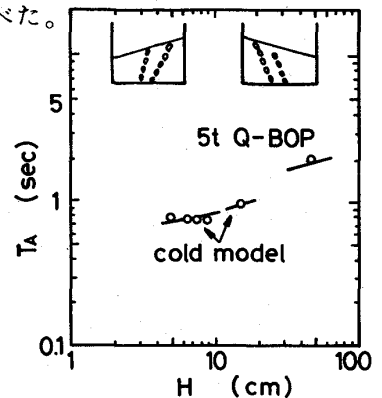


図1. 振動周期と浴深さ

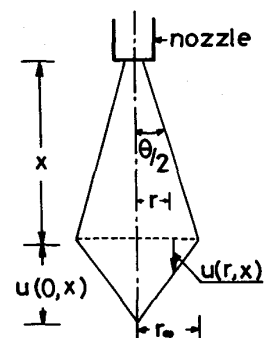


図2. 上吹きガスジェットのモデル

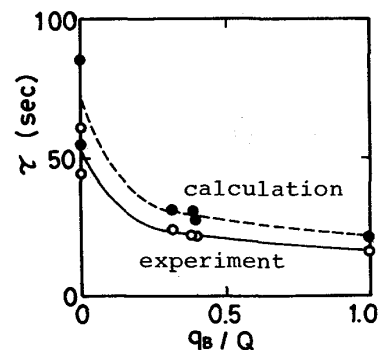


図3. 均一混合時間 τ と底吹き比