

川崎製鉄技術研究所 ○ 別所 永康

東北大学工学部

谷口 尚司 菊池 淳

1. 緒言: 底吹きによる溶鉄の攪拌は工業的に広く用いられている操作の一つで、したがってその攪拌特性を精錬反応との関連において明確にすることは非常に重要と思われる。本研究は、通気攪拌槽内におけるメタル連続相領域の流動特性および気-液間物質移動特性を考察することを目的とした。

2. 流動状態の観察結果: Fig. 1 の装置を用い、水-空素系にて通気攪拌槽内の液の流動状態を観察した。得られた結果の一例を photo. 1 に示す。液循環流の形成が認められ、循環流の中心が側壁近くにあることがわかる。

3. 流れの数値解析: 上記の条件下の流れを解析するにあたり、以下 1) ~ 4) を仮定した。1) 気泡分散領域および連続相領域を非圧縮性ニュートン流体とする。2) 乱流粘性係数は ad hoc モデルで与えられる。3) 気泡は液体に対し、終末速度に相当する相対速度で上昇する。4) 気泡は流れおよび乱流拡散で分散する。この場合、流れの基礎式は (1) ~ (3) 式で与えられる。

$$\frac{1}{r} \frac{\partial ru}{\partial r} + \frac{\partial v}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

$$u \frac{\partial u}{\partial r} + v \frac{\partial u}{\partial z} = \mu_e \left[\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial ru}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right] - \frac{1}{g} \frac{\partial P}{\partial r} \quad (2)$$

$$u \frac{\partial v}{\partial r} + v \frac{\partial v}{\partial z} = \mu_e \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial v}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right] - \frac{1}{g} \frac{\partial P}{\partial z} - (1 - \sigma) g \quad (3)$$

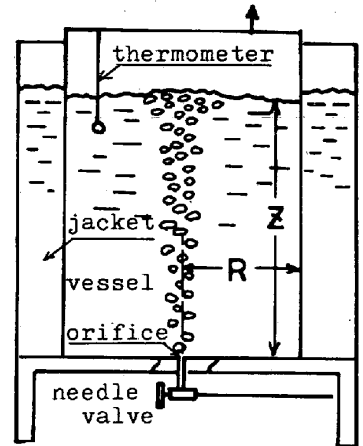


Fig. 1. Apparatus for model experiments

数値計算結果の一例を Fig. 2 に示したが、photo. 1 の観察結果と大略一致していることがわかる。

4. 気-液間物質移動の解析: Fig. 1 の装置を用い、水-CO₂系の吸収実験を行なった。液深を一定とし、液側物質移動の容量係数 ($k_L A/V$) と CO₂ ガス流量との関係をみたのが Fig. 3 である。容量係数の実験値はガス流量と共に増加し、上記の流れの数値解析と浸透説を組み合わせたモデルの計算値とほぼ一致していることがわかる。

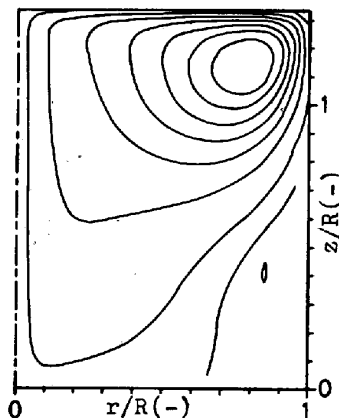


Fig. 2. Computed flow pattern. Conditions correspond to those shown in Photo. 1

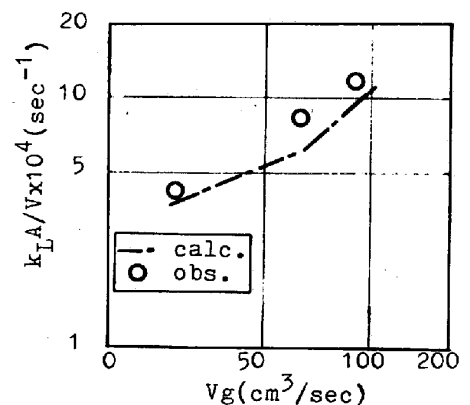


Fig. 3. Volumetric coefficients of CO₂-H₂O system

Photo. 1. Result of observation (R=14.5cm, Z=20cm, Vg=5l/min.)

(記号) r, z : 槽中心軸, 槽底よりの距離 (cm), u, v : r, z 方向の速度 (cm/s), P : 圧力 ($g/cm \cdot s^2$), μ_e : 動粘度 (cm^2/s), σ : ガス-ホールドアップ (-), ρ : 密度 (g/cm^3), g : 重力加速度 (cm/s^2), k_L : CO₂ の液側物質移動係数 (cm/s), A : 反応界面積 (cm^2), V : 液体積 (cm^3)