

1. 緒言

溶鉱炉下部では気体と2種類の液体が互に相互作用をおよぼしながら向流に流れているために問題が複雑であり現在までのところ少数の報告^{1~3)}があるのみである。本報では溶鉱炉下部での二相向流流れをシミュレートするため、ガラス球を充填した充填層頂部から水を均一に流下させ側面羽口から空気を吹き込む系における気体・液体流れを記述するモデルを開発し、計算例を示した。

2. 実験

空気流量は $0.08 \sim 0.42 \text{ Nm}^3/\text{min}$ 、水流量は $650, 900, 1500 \text{ cm}^3/\text{min}$ 、充填層高さ(H)は $45, 60 \text{ cm}$ 、羽口レベル以上の充填層高さ(I)は $15, 30 \text{ cm}$ 、ガラス球径は $3.07, 4.68 \text{ mm}$ について充填層底部における水流速分布、羽口前の乾域の大きさを調査した。³⁾

3. 理論

羽口前に形成される乾域内の気体流れについては従来用いられている Ergun 式を使用し、湿域の気体流れについては次式に示すように Ergun 式を修正し、湿域の液体流れについては修正 Darcy 式を用いた。

$$\text{気相} \begin{cases} \text{連続の式} & \nabla \cdot \rho_g \vec{V}_g = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \text{修正 Ergun 式} & -\nabla P_g = \vec{V}_g \left(150 \frac{(1-\varepsilon)^2 \mu_g}{d_p^2 (\varepsilon - h_T)^3} + 1.75 \frac{(1-\varepsilon) \rho_g}{d_p (\varepsilon - h_T)^3} |\vec{V}_g| \right) \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{液相} \begin{cases} \text{連続の式} & \nabla \cdot \rho_l \vec{V}_l = 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \text{修正 Darcy 式} & -\nabla P_l = 180 \frac{(1-\varepsilon)^2 \mu_l}{d_p^2 (\varepsilon - h_T)^3} \vec{V}_l + \rho_l \vec{g} \end{cases} \quad (4)$$

$$\text{液滞留率は次式で評価した。}^{4)} \quad h_T = h_s + h_d = 0.03 + 0.147 V_l^{0.676} \quad (5)$$

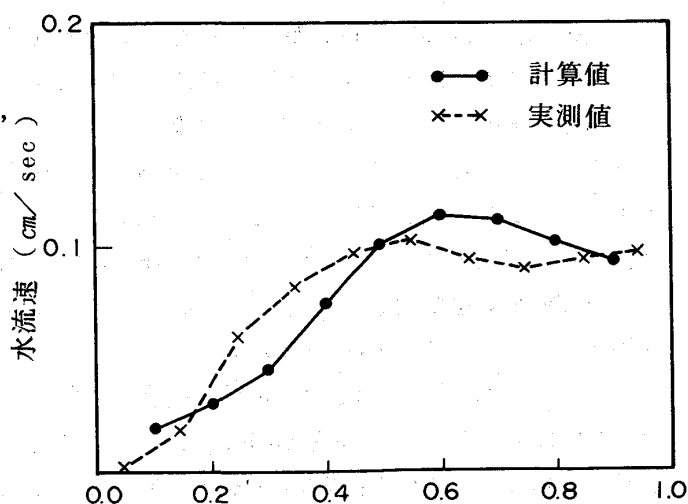
乾域の境界は実験で求めた。

4. 計算結果

右図に $Q_l = 900 \text{ cm}^3/\text{min}$ 、 $Q_g = 0.28 \text{ Nm}^3/\text{min}$ 、 $H = 60 \text{ cm}$ 、 $I = 30 \text{ cm}$ 、 $d_p = 3.07 \text{ mm}$ の条件下での充填層底部での水流速分布の計算値と実測値との比較を示す。出口での液体流れの境界条件として $\frac{\partial \psi_l}{\partial y} = 0$ を用いると比較的良好一致がみられた。

5. 結言

充填層中の二相向流流れをシミュレートする数式モデルを開発し、出口水流速分布の計算値と実測値とは比較的良好一致がみられた。



羽口からの無次元距離

文献 1) 中込, 桑野, 館: 鉄と鋼, 61, (1975), S385

2) 成田, 前川, 出口, 斎藤: 鉄と鋼, 61, (1975), S384

3) 羽田野, 梶原: 学振 54 委, 1412 (1977)

4) S. Goto and J.M. Smith: AIChE. J., 21, (1975), 706

図 1. 出口水流速分布