

新日本製鐵(株)第一技術研究所 ○沢田郁夫, 阿部義男  
大橋徹郎

1 緒言 精錬工程における反応容器内の流動現象を知ることは反応速度を解析していくうえで重要である。一般に、溶鋼の攪拌等の目的でガス吹込みを伴う操業が多く、また、容器形状、操業様式も三次元的なものが多い。溶鉄の二次元二相流や三次元一相流の流動理論に関する報告はあるが、三次元二相流の理論に関するものはほとんどない。本報告では、溶鉄の三次元二相流流動について数値解析を行った結果とその検討について述べる。

2 方法 Spaldingらにより開発された三次元熱流動解析プログラムを用いて①~⑥式で表わされる二相流方程式(k-ε乱流モデル)の数値解を求めた。(Imperial College Report HTS 81/8)

$$\text{div}(R_i \rho_i \vec{U}_i \phi_i - R_i \mu_i \text{grad} \phi_i) = \rho_i R_i \vec{g} - C_f(\phi_i - \phi_{3-i}) \quad \text{①}$$

$$\phi_i = 1, U_i, V_i, W_i \quad (i=1 \text{ or } 2)$$

$$\text{div}(R_1 \rho_1 \vec{U}_1 k - R_1 \frac{\mu_1}{\sigma_k} \text{grad} k) = R_1 (G_k - \rho_1 \epsilon) \quad \text{②}$$

$$\text{div}(R_1 \rho_1 \vec{U}_1 \epsilon - R_1 \frac{\mu_1}{\sigma_\epsilon} \text{grad} \epsilon) = R_1 \frac{\epsilon}{k} (C_1 G_k - C_2 \rho_1 \epsilon) \quad \text{③}$$

$G_k$ : 粘性消散項                       $k$ : 乱流エネルギー

$$\mu_1 = \mu_{1,1} + C_\mu \rho \frac{\epsilon^2}{k} \quad \text{④}$$

$$\mu_2 = 300 \cdot \mu_{1,2} \quad \text{⑤}$$

$$C_1 = 1.43 \quad C_2 = 1.92 \quad C_\mu = 0.09 \quad \sigma_k = 0.9 \quad \sigma_\epsilon = 0.9$$

$$C_f = \frac{32}{Re} \cdot (1 - 0.314/\sqrt{Re}) \cdot \frac{3\rho_1 R_2}{4d_b^3} |\vec{U}_i - \vec{U}_{3-i}| \quad \text{⑥}$$

3 結果及び考察 前報<sup>3)</sup>と同条件における底吹きガス攪拌水モデルの浴流動の計算結果を Fig-1 に、測定値との比較を Fig-2 に示す。乱流モデルの仮定については今後の検討が必要であるものの、良い精度で実測値と一致することがわかった。Fig-3, Fig-4 には、上述の乱流モデルを用いて、底吹きガス攪拌取鍋(3本羽口)の溶鉄流動、CCモールド内 Ar ガス吹込み時の溶鉄流動の計算結果を示した。

参考文献 (1) 八百ら: 鉄と鋼, 70 (1984), S211 (2) C. Aldham et al: Polymode 5-Int. Conference on Process Modelling (1982)

(3) 沢田ら: 鉄と鋼, 69 (1983), S241

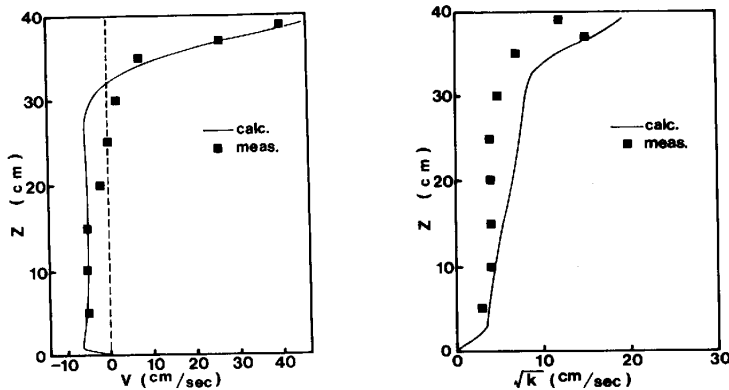


Fig. 2 Comparison between calculated and observed distributions of V and  $\sqrt{k}$  in Z-direction at  $r=D/4$

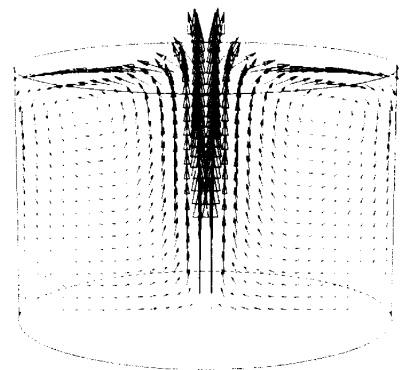


Fig. 1 Fluid flow velocity in the ladle (Injection lance)

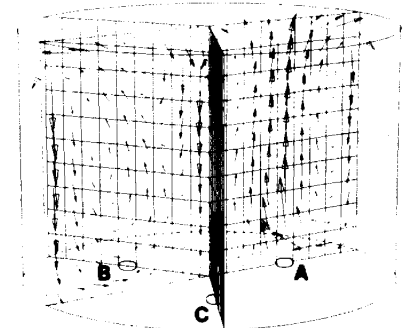


Fig. 3 Fluid flow velocity in the ladle (Three tuyers)

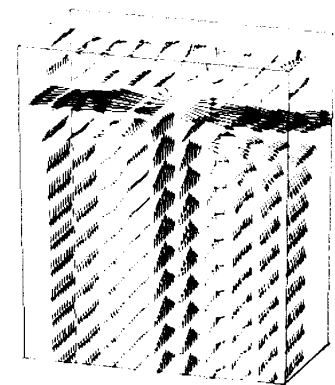


Fig. 4 Fluid flow velocity in the C.C. mold