

1. 緒言 溶銑・溶鋼処理の多段分割化に伴い、処理を効率的に行うために底吹きガス攪拌、粉体インジェクション処理が行われている。本研究では、取鍋を用いた諸精錬反応を速度論的な観点から考察するための基礎としての浴流動について検討する。Table-1に示すように精錬反応の種類によって反応律速サイトが異なるため、Fig-1に示す三領域に分割した浴流動の定量化を行った。(I),(II),(III)領域はそれぞれ気液二相上昇領域、浴表面領域、浴バルク領域を示す。

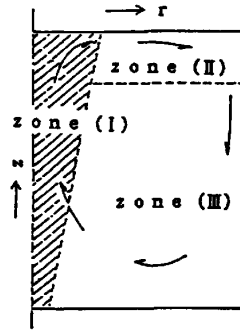


Fig-1 Modelled zones where turbulent properties are assumed to be uniform

Table-1 Relation between refining processes, limiting stages

Refining Process	Limiting Stage
Alloying	Mixing of bulk metal
Decarbonization of low carbon steel	Mixing of bulk metal
Dephosphorization	Mass transfer between slag and metal
Desulfurization	Mixing of bulk metal
Degassing	Mass transfer between gas and metal
Powder injection (Transitory reaction)	Mass transfer between slag and metal

2. 実験方法及び理論

レーザ流速計を用いて水モデルの水の流速  $u$ ，乱流成分  $\Delta u$  を測定し、(II)領域、(III)領域毎に平均化した。 $\Delta u$ については、浴径  $D$ ，浴深  $L_0$ ，攪拌動力  $\dot{\epsilon}_B$ ，浴密度  $\rho$ ，界面張力  $\sigma$ ，浴粘性係数  $\mu$ ，重力加速度  $g$  の関数として次元解析した。

Table-2 Results obtained by dimensional analysis of fluid flow in each zone

	Zone (I)	Zone (II)	Zone (III)
$\Delta u$	$\Delta u_I, \Pi = 0.0722 L_0^{1/3} \dot{\epsilon}_B^{1/3}$ $(\frac{\rho L_0^3 g}{\sigma})^{1/6} (\frac{\rho \sigma^3}{\mu^4 g})^{1/24} (\frac{D}{L_0})^{1/3}$		$\Delta u_{III} = 0.0168 L_0^{1/3} \dot{\epsilon}_B^{1/3}$ $(\frac{\rho L_0^3 g}{\sigma})^{1/6} (\frac{\rho \sigma^3}{\mu^4 g})^{1/24} (\frac{D}{L_0})^{1/3}$
$\dot{\epsilon}_{turb}$	$\dot{\epsilon}_{I,turb} = C_1 \dot{\epsilon}_B (\frac{\rho L_0^3 g}{\sigma})^{1/2} (\frac{\rho \sigma^3}{\mu^4 g})^{1/3} (\frac{D}{L_0})$		$\dot{\epsilon}_{III} = C_2 \dot{\epsilon}_B (\frac{\rho L_0^3 g}{\sigma})^{1/2} (\frac{\rho \sigma^3}{\mu^4 g})^{1/3} (\frac{D}{L_0})$
$\mu_{turb}$	$\mu_{I,turb} = 7.48 \times 10^{-3} L_0^{4/3} \dot{\epsilon}_B^{1/3}$ $(\frac{\rho L_0^3 g}{\sigma})^{1/6} (\frac{\rho \sigma^3}{\mu^4 g})^{1/24} (\frac{D}{L_0})^{1/3}$		$\mu_{III} = 1.74 \times 10^{-3} L_0^{4/3} \dot{\epsilon}_B^{1/3}$ $(\frac{\rho L_0^3 g}{\sigma})^{1/6} (\frac{\rho \sigma^3}{\mu^4 g})^{1/24} (\frac{D}{L_0})^{1/3}$

局所の乱流エネルギー消散速度  $\dot{\epsilon}$ ，乱流粘性係数  $\mu_T$  については①～③式を仮定し算出した<sup>1)</sup>

$$\dot{\epsilon} = C_1 (\Delta u)^3 / \ell \quad \text{①}$$

$$\mu_T = C_2 \rho \ell \Delta u \quad \text{②} \quad \ell = C_3 L_0 \quad \text{③}$$

3. 実験結果 Table-2に三領域の流動諸量を次元解析した結果を示す。ただし、 $\Delta u_I \sim \Delta u_{II}$ として評価した。 $\Delta u_{II} / \Delta u_{III} \sim 5$ であり、浴の高さ方向に乱流流動の分布が生じていることがわかる。また、②式で評価した  $\mu_T$  の値を用い、菊池らの気泡分散モデルによる数値計算を行った結果を Fig-2, 3に示す。Fig-3に示すように実測値と計算値は良く一致する。循環流量、(I)領域の上昇流速についても知見を得た。

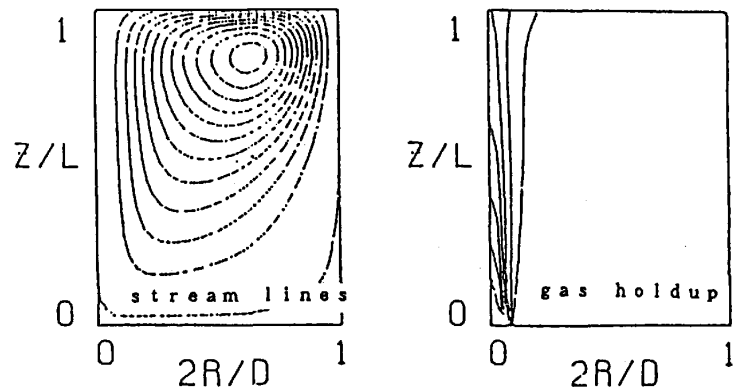


Fig-2 Stream lines and equi-gas-holdup lines calculated by numerical model (D=60 (cm), L=40 (cm),  $Q_B=20$  (Nl/min))

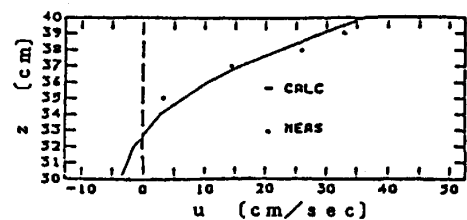


Fig-3 Comparison between calculated and observed distributions of fluid flow velocity in z-direction at  $r=D/4$

文献 1) 例えば、ランダウ＝リフシッツ：流体力学(東京図書)

2) 菊池ら：鉄と鋼，68(1982)S125