

(120) 渦によるスラグ巻込現象に関する一考察

新日本製鐵㈱ 八幡技術研究部 ○鍛取英宏 宮村 紘
八幡製鐵所 池崎英二 草野昭彦

1. 緒 言

製鋼過程におけるスラグおよびパウダー系介在物は成品欠陥として問題となるが、スラグおよびパウダー巻込には、渦、溶鋼介在物による伴連れ、剪断流による巻込等の要因が考えられる。ここでは、渦による巻込現象について、水モデルを用い、渦の生成条件や、スラグの物性の影響等を基礎検討し、簡単なモデルで理論考察を行なった。

2. 流体中の渦の形態モデル

図1に、水浴内の流動形態の模式図とモデル計算に使用した記号を示す。界面周速の支配形態が変化する点 ($r = a$) が存在する。(図3参照)すなわち、界面周速は、

$r \leq a$: $U_r = wr$ ($w = \text{const}$) 支配域 (I)の領域) から、

$r \geq a$: $U_r \cdot r = \text{const}$ 支配域 (II)の領域)へ変化すると考えられる。

今、渦界面でのエネルギー収支を考えると、(1)式が成り立つ。

$$\int_0^r (\rho U_r^2 / r) dr = \Delta \rho gh \quad (1)$$

ここで、 ρ は溶鋼(水)の比重、 $\Delta \rho$ は溶鋼(水)とスラグ(油)の比重差、 U_r は界面周速である。(1)式を展開すると、最終的に(2)式を得る。

$$H = 2ha = \left(\frac{\rho}{\Delta \rho}\right) \left(\frac{U_R^2 R^2}{ga^2}\right) \quad (2)$$

(2)式より、渦深さHは、流体の比重項、界面周速、系の代表長R、および臨界半径aで説明できると推定される。ここで、臨界半径aについては、渦下方でのエネルギー収支を考えると、 $a \propto \nu^{1/3}$ を得る。(ν : 動粘性係数)

3. 水モデル実験結果との比較検討

5ℓビーカー(200mmφ×210mm)の下方からマグネティックスターラーにより渦を生じさせ、渦深さを測定し、また上方から界面周速を測定した。NaCl水により比重を調整し、油の粘性を2.2cp~16.2cpに変えて物性の影響を調査した。その結果、二相間の比重差の大きいもの程、巻込は小さくなる。粘性の影響については、明確な差は確認されなかった。実験結果と上記のモデル計算の比較を図2に示す。渦深さHは、(2)式でよく説明できることがわかる。実機の渦の推定には、臨界半径aとともに、代表長Rを決定する必要があるが、これについては現在検討中である。なお、(1)式は表面張力項を考慮していないが、その項を入れた場合も(1)式の結果とほとんど一致することを確認している。

図2は、渦深さH (cm) と、 $\left(\frac{\rho}{\Delta \rho}\right) \left(\frac{U_R^2 R^2}{ga^2}\right)$ (cm) の関係を示す。実験値は各種記号で表され、理論値は直線で示されている。a = 1.02 cm と記載されている。

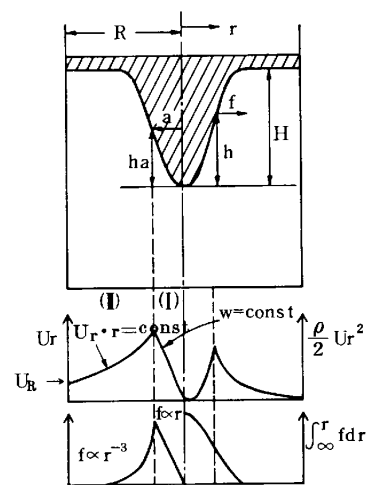
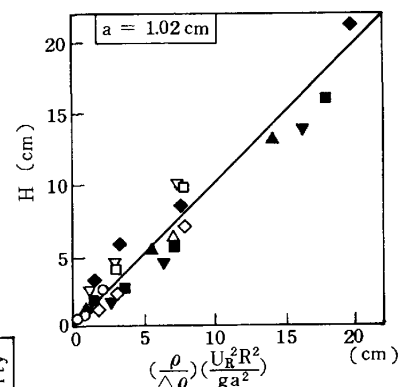


Fig. 1 Calibration model



	Water		Nace + Water	
	$\rho=1.0$	$\rho=1.20$	$\rho=1.0$	$\rho=1.20$
O/I	2.2	0.86	▲	△
	5.4	0.88	▼	▽
	8.8	0.89	■	□
	16.2	0.90	◆	◇

Fig. 2 Comparison of calibrated values and experimental values

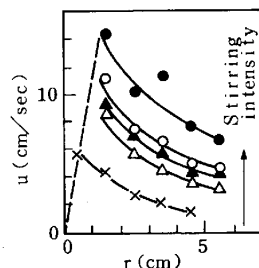


Fig. 3 Velocity of surface (experimental result)

4. 結 論

理論モデルと水モデルにより、渦の支配条件とその要因を定量化し、実機の巻込現象を解明する可能性を得た。