

名古屋大学大学院 ○岩田勝右

名古屋大学工学部 工学 長 隆郎 工学 井上通雄

1 緒言 出鋼あるいは上注法による造塊過程においては、溶鋼注入流は雰囲気中のガスあるいはスラグなどを溶鋼中に巻き込み合金元素の酸化損失、非金属介在物の増加、さらには、凝固時にける、亀の形成などを促進すると考えられる。そこで本研究では注入流によるガス巻き込みに関連して、液柱の挙動、及びガス巻き込み機構を検討することにした。

2 実験方法 まず一定流速で落下する水の液柱長さ l_z を、写真撮影によって決定し、ガス巻き込み量は、巻き込みに伴うガスの流れを、電気天秤によって捉えることにより測定した。次に実際の造塊過程に近づくために、一定量の容器内に貯えた、ホ、アルコール、グリセリン水溶液が、容器中央部のノズルから落下する場合について、同様の実験を行なった。

3 実験結果 液柱長さ l_z ; 本研究によれば、 $Re > 6000$ の時、液柱長さは、高橋らの結果を応用して、(1)式であらわされる。 $l_z/D_0 = A \cdot We^{0.75} \cdot Fr^{-0.4}$ —(1)、ただし A は、液体の物性、ノズルの形状、液体の流動状況等に、依存する定数であり、一定流速の場合、 $D_0 = 0.6$ cmのノズルでは、 $A = 15.8$ となる。

ガス巻き込み ; 本研究結果は、従来報告されているガス巻き込みに関する関係式を必ずしも満足しなかった。そこで筆者らは、液滴の衝突によるcavity形成の理論を導入した。すなわち、cavityの半径を、 R_c とする時、(2)式が与えられている。 $dR_c/dt = [(1/2)mv^2/\pi - 0.36598R_c^4 - 10.6R_c^2/r]/(0.58PR_c^3 + m/2\pi)$ —(2)。まず真の円筒状の液柱によっては、ガス巻き込みはないと仮定し、(2)式の m に図1の斜線部分の質量を代入する。次にRunge-kutta-Gill法で(2)式を解くと、ガス巻き込み速度と R_c の間に、(3)式の関係が得られる。 $\dot{V}_{gas}/\dot{V}_{liq} = \frac{\pi}{4}(R/D_0 - B)^2$ —(3)、 B は定数で、 $B = 0.65$ である。図2の実線は(3)式関係をあらわし、プロットは、実験値をあらわしている。以上の理論を一定量の液体の注入の場合に適用すれば、ガス巻き込み速度の時間変化を推定できる。その結果を図3にあらわしているが、注入開始初期を除いて、実験値は理論値とよく一致している。一方、注入開始初期においては、液柱が不安定であり、さらに、電気天秤の応答が遅いため、両者の一致がみられない。また実線の値は、(1)式の A の値に大きく影響され、ガス巻き込み量の推定には、正確に l_z を測定しなければならない。

記号 l_z ; 液柱長さ (cm), D_0 ; ノズル直径 (cm), R_c ; Cavity半径 (cm), U_0 ; 出口速度 (cm/sec), t ; 時間 (sec)
 γ ; 表面張力 (dyn/cm), ρ ; 密度 (g/cm³), m ; 質量 (g), g ; 重力加速度 (cm/sec²), We ; ウェーバー数 = $\rho D_0 U_0^2 / \gamma$, Fr ; フロード数 = $U_0^2 / D_0 g$, $\dot{V}_{gas}$; ガス巻き込み速度 (cc/sec), $\dot{V}_{liq}$; 液体流量 (cc/sec)。

文献 (1). 高橋ら, 化学工学 35(1971) No11, P1229~P1234. (2). Yu. N. Yakovlev, Steel in USSR(1973) June, P480~P483. (3). K. Lange, et.al. Eisenhüttenwes. 48(1977). Nr10, Oktober, P52~P526. (4). E. Van. Sonde. et.al. J. Appl. Physics. 45(1974) No2. P748~P753.

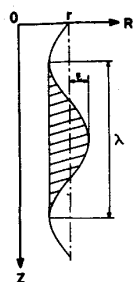


図1. 液柱モデル。

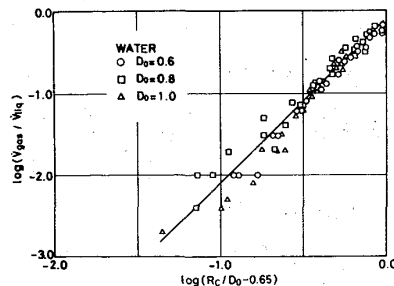


図2. 巻き込み速度とCavity半径の関係

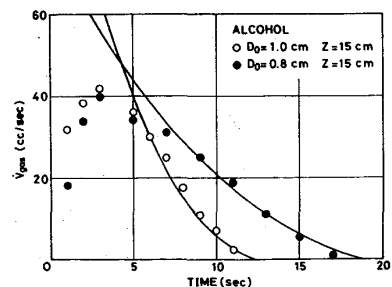


図3. 巻き込み速度の時間変化。