

(165) 吹込み精錬における吹込みガスの運動エネルギーの役割

川崎製鉄(株) 技術研究所 ○ 拜 田 治

ブリティッシュ・コロンビア大学 J.K. Brimacombe

1. 緒言 液体中へのガス吹込みに伴う攪拌エネルギーは、運動エネルギー ($\epsilon_k = \rho_g v_g^2 / 2$) と浮力エネルギー ($\epsilon_b = \rho_l g H$) より成る。このうち ϵ_k の攪拌への寄与については従来2説あった。すなわち、吹抜け^{1),2)}、バブリングからジェットイングへの遷移、スプラッシュ、底たたきなどの現象を調べると ϵ_k の寄与が大きく、バルク液体の混合については ϵ_k の寄与は小さい³⁾ と報告されていた。そこで、本研究は、 ϵ_k の攪拌への寄与をより明確にすることを目的として行なった。

2. 実験 円筒形容器の底面中央よりガス吹込みする水モデル実験を行なった。限界電流法⁴⁾を用い底面の半径に垂直な方向に埋込んだ9個のセンサーによってせん断応力 τ を、ガス吹込み用ノズルから 11, 31, 71 mm 高さの位置に設置した3個のセンサーによって水の流速 v_L を測定した。 $\tau \propto k^3$ の関係式より物質移動係数 k も計算できる。 ϵ_b 一定、すなわち浴深さ H 一定の下にガスの密度 ρ_g (N_2 と He) とノズル径 d (3.2, 6.4 mm) を変えて ϵ_k を変化させることにより ϵ_k の効果を調べた。

3. 結果 底面の平均せん断応力 τ_{AV} は、ガス流量 Q が増すにつれて増加し、臨界流速 Q_c で最大値を示す (Fig. 1)。目視観察よりこの最大値は“吹き抜け”に対応していた。文献1)に報告された式により計算した“吹き抜け”の臨界値 Q_c^{calc} が上記 Q_c とほぼ一致することもこの解釈を裏付ける。Fig. 1において、 Q_c がガス種とノズル径に依存することより“吹き抜け”は ϵ_k に影響されることが確認された。一方、浴深を増し、“吹き抜け”が起らぬ条件下では、Fig. 2に示すように $\sum \tau_i S_i$ (S_i, τ_i : i 番目のセンサーに割当てた底面積と τ の測定値) が ϵ_b の0.63乗に比例する。この指数0.63は、浴全体の流動が ϵ_b のみで決まるとした場合の理論値0.67とほぼ一致する。したがって浴全体の流動に対する ϵ_k の寄与は

少ない。ノズルから、1.1, 7.1 cmの位置の水の流速 v_L は Fig. 3に示すようにガス種すなわち ϵ_k に影響される。 N_2 ガス吹込みは、 ϵ_k が大きい

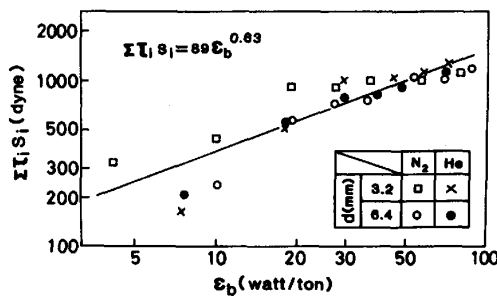


Fig. 2 Relation between shear force, $\sum \tau_i S_i$, and buoyancy energy, ϵ_b .

ので 1.1 cm 位置の v_L が大きいですが、“吹き抜け”により 7.1 cm 位置の v_L は逆に小さい。

4. 結言 ϵ_k は、“吹き抜け”現象に強く影響するが、浴全体の流動への影響は小さい。また、 ϵ_k は、ノズル前方の液体流速 v_L にも影響する。

文献 1)加藤, 野崎, 鈴木, 中西, 永井: 鉄と鋼, 65(1979)A137, 2) 甲斐, 大河平, 平居: 鉄と鋼, 68(1982)P1964, 3) O. Haida, J.K. Brimacombe: SCANINJECT-III, Lulea, Sweden, June 15-17, 1983, P5:1~5:17, 4) J.R. Selmen, C.W. Tobias: Advances in Chem. Eng., Academic Press, 1978

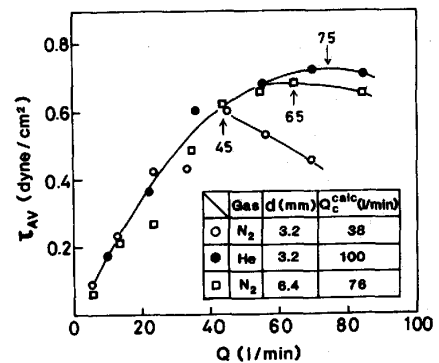


Fig. 1 Decrease of averaged shear stress, τ_{AV} , due to channeling.

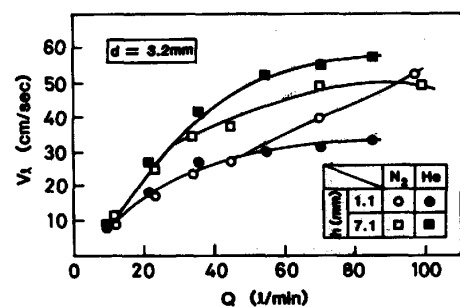


Fig. 3 Water velocity, v_L , at different heights from the nozzle.