

1. 緒 言

流滴脱ガス法は、熔融金属をノズルを通して真空中に噴出させ、気泡の生成により金属流を多数の粒滴に破壊して脱ガスを促進するもので、すでに溶鋼の真空脱ガス法として工業化されている。本研究は従来ほとんど報告されていない基本的な問題を明らかにするため、熔融銀-酸素ガス系を用いて行った。

2. 実験方法

純銀を内径 7.5 cm のタンディジュ (Nimonic 75 製) で誘導溶解し、その底部に位置する同材質のストレートノズル (直径 4.8 mm, 長さ 12.5 mm) から、種々の圧力の真空タンク中へ噴出させた。熔融銀は種々の酸素分圧を持つ全圧 1 気圧の O<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> 混合ガスと平衡させ、銀中の酸素濃度は固体電解質で測定した。銀の流量はタンディジュ内の液面降下速度を、3 種類の方法で実測して求めた。ノズル出口での流体の静圧はノズルにタップ孔をつけ、これに N<sub>2</sub> ガスで満たした細管を接続し他端の圧力トランスデューサーで測定した。ノズル出口での流体の挙動は、高速度映画に撮った。

3. 実験結果と考察

図 1 に Mass Flux (ノズル単位断面積当りの質量流量) とタンク圧力の関係を、あらかじめ脱ガスした銀と、1 気圧の純酸素で飽和した銀について示した。すなわち、高酸素濃度の銀では低圧でその流量は、脱ガスした銀に比べてはるかに低い値で頭打ちとなり、流体の挙動はノズル出口で激しい気泡の膨脹が観察された。この場合の流体の静圧は、ノズル出口で約 180 mm Hg と測定され、これ以下のタンクの減圧によっても何ら変化しない。これらの結果は一部が報告されているが<sup>(1)</sup>、本報はその理論的解析を示す。ノズル内での圧力降下は運動量保存則から式(1)のように与えられる。またガス-金属 2 相流体中の圧力波の伝播速度は、波の前後での運動量と質量保存則から導かれ、ノズル出口での流体のマッハ数 (Me) は式(2)のように与えられる。

$$P_a + \rho_L g h - P_e = (G^2 / 2 \rho_L) (1 + K_L + 4 C_{fm} \cdot \ell / d + 2 \delta_e) \tag{1}$$

$$Me = G \delta_e / K \rho_L P_e \tag{2}$$

ここに G = Mass flux (g/cm<sup>2</sup>·sec)

P<sub>e</sub> = ノズル出口の流体静圧 (dyne/cm<sup>2</sup>)

δ<sub>e</sub> = ノズル出口でのガス-金属体積比

K, K<sub>L</sub>, C<sub>fm</sub> = 系数

ノズル内で気泡が生成し 2 相流となると、平均密度は金属に近いが気体のような高い圧縮性がありその音速は単相流に比し非常に小さくなるため、低いタンク圧で容易にこの臨界状態に達し流量、静圧および平均密度は一定となる。これは元来、圧縮性の単相流体で知られた choking の現象と類似で、本系のような 2 相流も上記の解析で説明できることがわかった。

(1) F.D. Richardson: 湯川記念講演, 鉄鋼協会第 84 回講演大会 (1972 年 10 月)

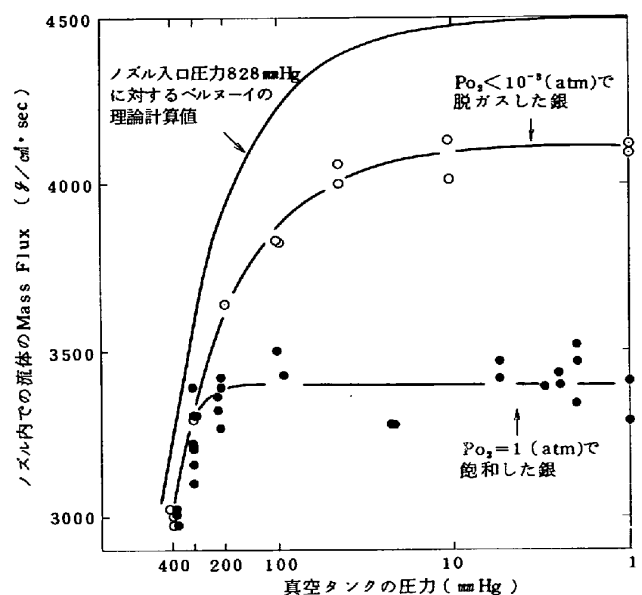


図 1 種々のタンク圧での Mass Flux