

(683) 電磁力による溶融金属の保持形状

(電磁力による溶融金属保持の検討-Ⅱ)

住友金属工業株式会社 総合技術研究所

○小林純夫, 中井 健

鳴海製陶株式会社

杉村利之

I. はじめに

前報¹⁾では、溶融金属の保持形状を円柱状と仮定して解析を行なったが、これは理想的な場合であり、より詳細な検討を行なうためには、溶融金属の保持形状を求める必要がある。コイル電流を既知とした時の溶融金属形状を求める数値解析手法を導びき、実験結果との比較を行なった。

II. 解析方法

二次元軸対称系を対象とし、円柱座標系(r, ϕ, z)を用いた。電流の方向は、 ϕ 方向のみであるとし溶融金属を完全導体と仮定すると、ベクトルポテンシャルに関する方程式にグリーンの公式を適用することによって次の積分方程式を得る。

$$\int Gr(r_0, z_0; r, z) H_s(r, z) d\Gamma(r, z) = - \int Gr(r_0, z_0; r, z) I(r, z) d\Omega(r, z) \quad (1)$$

ここで、 $Gr = [(r+r_0)^2 + (z-z_0)^2]^{1/2} [(1-k^2/2)K(k) - E(k)]$, $k^2 = 4rr_0 / [(r+r_0)^2 + (z-z_0)^2]$, K, E : 第1種および第2種完全楕円積分, H_s : 溶融金属表面磁場, I : コイル電流(既知), $\int d\Gamma, \int d\Omega$: それぞれ $r-z$ 面内での溶融金属表面に沿った線積分およびコイルに対する面積分, である。一方、力の釣合条件は次式で与えられる。

$$\Delta h = h - z + 2\gamma / \rho g R_0 - (\frac{1}{2} \mu_0 H_s^2 + \gamma(1/R_1 + 1/R_2)) / \rho g = 0 \quad (2)$$

ここで、 h : 溶融金属頂点の z 座標, γ : 表面張力, ρ : 溶融金属密度, g : 重力加速度, R_1 : 頂点および他の位置での主曲率半径, である。(1), (2)を連立させて解くことにより、溶融金属形状を求める。

III. 実験方法・結果

Fig. 1 に示するつば内に溶融アルミニウム(約800℃)を貯え、環状コイルに約3kHzの高周波電流を通電させたときのアルミニウムの盛り上がり形状を接触子により測定した。図中に示す銅製短絡環の効果も合わせて調査した。結果の一例をFig. 2 に示す。解析結果と実験結果の対応がほぼ良好なこと、短絡環の設置により、溶融金属の頂部をほぼ平坦にできることが分かった。

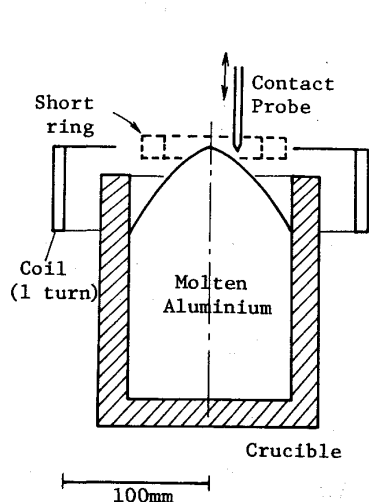


Fig. 1 Experimental method.

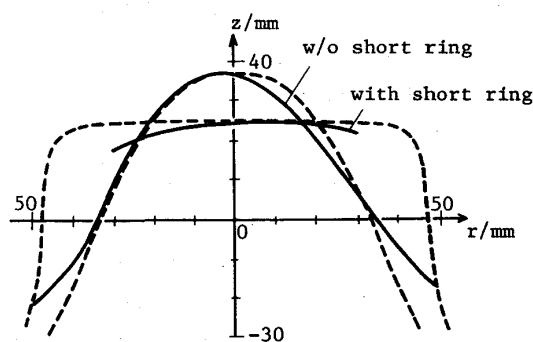


Fig. 2 Experimental and calculated results :
Coil Current 8000A, $z=0$: coil center,
—: experimental, ----: calculated.