

(680) 溶融金属の形状制御に関する基礎検討

(電磁気力の冶金プロセスへの応用 - I)

日本钢管(株)中央研究所

○井澤智生 水上秀昭 尾関昭矢

緒 言

電磁気力の冶金プロセスへの応用例として、鉄鋼分野では電磁攪拌等に限定されていたが、近年、高周波磁場による溶融金属の形状制御等の電磁気力の新たな応用分野の開発が注目を浴びている。形状制御を応用了した例としては、アルミニウム、銅等の電磁鋳造法があり、今後さらにこの分野の応用範囲は拡がっていくものと考えられる。今回、電磁力応用の第1段階として溶融金属の形状制御に関して基礎的な理論検討と、その確認実験を行った。

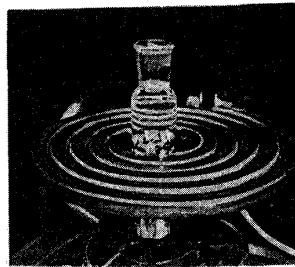
Table 1 Specifications of HF Supply

frequency	3 kHz
power output	30 kW
coil current	3 kA

実験方法

高周波磁場発生装置としてサイリスタインバーターを利用した高周波発生装置とコイルを用いた。(Table 1, Photo.1)

コイル内部及び周辺の磁束密度を測定し、ビオサバールの法則で予想された磁束密度分布 (Fig.2中計算値) との比較を行った。また、内径 26mm ϕ のガラス容器に導電流体として水銀を入れ、上記コイルにより発生するピンチ力による水銀の盛り上がり高さ (ガラス壁と非接触で保持される高さ) を調べた。



実験結果

1) 磁束密度分布 Fig.1 は、コイル表面上、半径方向の、磁束密度の測定結果である。コイル内部の軸方向の磁束密度は一様と見なすことができる。また、コイル外部の磁束密度は内部の30%以下しかなく外部磁場を形状制御に用いるのは困難である。コイル中心の磁束密度はコイルに流れる電流によりFig.2のように変化する。Fig.2 中の計算値は、5巻のコイルをその平均半径をもつ1巻のコイルと仮定した時の値 ($B = \mu_0 N I / 2R$, B : 磁束密度 μ_0 : 透磁率 N : 巻数 I : 電流 R : 平均半径) で実験値はこの値の約80%であった。

2) 形状制御の基礎実験 導電流体にかかるピンチ力と静水圧との釣り合いから考えると $\rho g h \propto B^2$ の関係が得られる。Fig.3 に示すように、盛り上がり高さは $H = 0.544 \times B^{2.10}$ (H : 盛り上がり高さ) であらわされ、予想した関係にほぼ一致した。本装置を用いて溶鐵を保持した場合、コイル電流 3000A の時、その保持高さは水銀と溶鐵との密度差から考えて約 2.6cm と計算される。

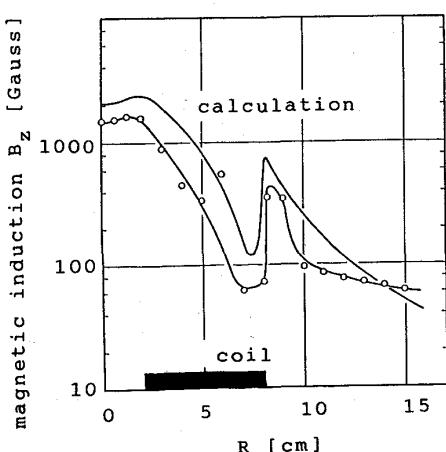


Fig.1 Magnetic induction profile of axial direction (R : the distance from the center)

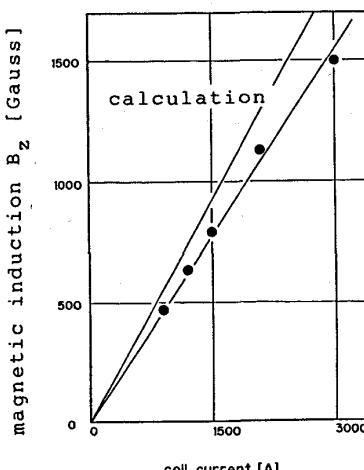


Fig.2 Magnetic induction change as a function of coil current

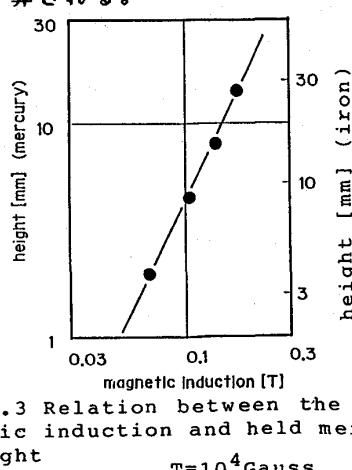


Fig.3 Relation between the magnetic induction and held mercury height
 $T=10^4$ Gauss