

(95) 実験室的規模の高周波誘導炉に関する基礎的研究

東北大学工学部

○渡辺 実, 谷口尚司
菊池 淳, 只木積夫

1. 緒言: 精錬反応の速度論的研究の多くは、実験室的規模の高周波誘導炉を用いて行なわれているが、炉内の溶鉄が電磁力の作用で複雑に流動するため、精錬反応機構をいまだ明らかにするに至っていない。そこで著者らは、溶鉄に作用する電磁力に Lavers²⁾ の解析的手法を適用して、Navier-Stokes の式の数値解を求め、電磁力作用下のフローパターンを算出したが、その手法が果して実験室的規模の高周波誘導炉に適用しうるか否かについては検討の余地が残された。

本報ではこの点を明らかにするために、(i) 高周波誘導炉内の磁束密度ならびに (ii) 被熱物に発生するジュール熱の測定を行ない、Lavers の解析解と比較検討した。

2. 磁束密度の測定: 図1に測定方法の概要を示した。サーチコイル①(内径6mm, 長さ5mm)を誘導コイル②(直径108mm, 高さ140mm, 巻数14turn)内に置き、これに誘起される起電力 E_f (Volt) をシンクロスコープ③により測定し、(1)式を用いて磁束密度 B (Gauss) を求めた。

$$B = \frac{E_f \times 10^4}{4.44 f N_s S} \quad \dots (1)$$

ここに、 f は誘導炉の周波数 (Hz)、 N_s はサーチコイルの巻数 (turn)、 S はサーチコイルの断面積 (m^2) である。

図2に磁束密度の Z 成分 B_z ならびに r 成分 B_r の実測値の一例を示した。計算値とよく一致しているのがわかる。

3. ジュール熱の測定: 図3に測定方法の概要を示した。図に示すごとく直径40mm、高さ60mmの試料①(Hg, Pb, Sn, Zn, Cu)を容器②内に置き、一定流量の純水を供給し、容器入口と出口の水温 T_{in} , T_{out} を熱電対③により実測して、(2)式により試料に発生するジュール熱 Q (joule/sec) を求めた。

$$Q = \rho \cdot C_p \cdot V \cdot (T_{out} - T_{in}) \quad \dots (2)$$

ここに、 ρ は純水の密度 (g/cm^3)、 C_p は純水の比熱 (joule/g $\cdot$ °C)、 V は純水の流量 (cm^3/sec) である。

図4は周波数 $f = 9090 \text{ Hz}$ 、コイル電流 $I_c = 60 \text{ A}$ の場合におけるジュール熱 Q と被熱物の電気伝導度 σ との関係を示したものである。 Q は σ の増加とともに小さくなる傾向がみとめられる。また、図には Lavers の手法による計算値もあわせて示したが、両者は比較的よく一致している。

なお前報に引続き、各種条件下の溶鉄のフローパターンの数値計算結果についても報告する。

1) 谷口, 菊池, 前田: 鉄と鋼, 62 (1976), S. 569

2) J.D. Lavers: Diss. Thesis, Univ. Toronto, 1970

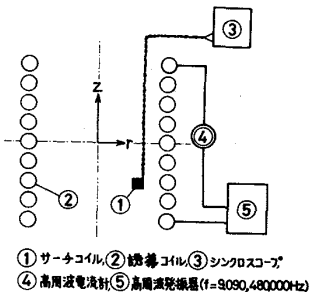


図1 磁束密度の測定方法

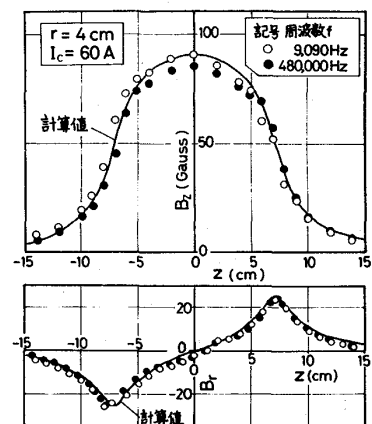


図2 磁束密度の実測値と計算値との比較

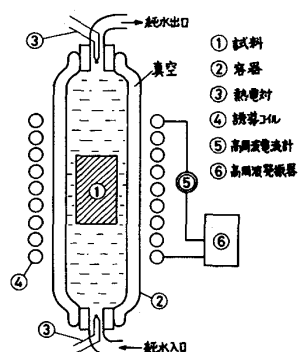


図3 ジュール熱の測定方法

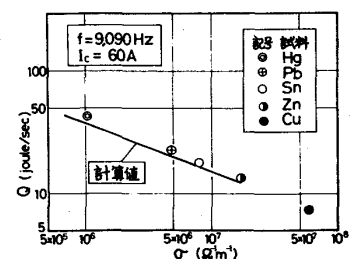


図4 ジュール熱の実測値と計算値との比較