

(193) 高周波誘導攪拌下の溶鉄へのグラファイトの溶解速度

東北大学工学部 O谷口尚司, 菊池淳, 前田四郎

1. 緒言: 精錬反応の速度論的研究の多くは, 高周波誘導攪拌されているるつば内の溶融金属にノズルよりガスを吹きつける方法を用いておこなわれている。著者らはこれまでこのような反応器の気相内物質移動機構を実験的ならびに理論的に検討してきた。^{1)~3)}

本報では高周波誘導攪拌下の液相内物質移動機構を解明することを目的として(i)グラファイトの溶鉄への溶解実験(図1)をおこない, ついで液相内物質移動機構に関する知見を得るために(ii)高周波誘導攪拌による溶鉄の流動に関する数値解析をおこなった。

2. グラファイトの溶解実験: 高周波誘導攪拌されているFe-C融液中にグラファイト試料を浸漬し, 液中炭素濃度の経時変化より液相内の平均物質移動係数 k_L (cm/sec) を求めた。また試料の直径変化より局所物質移動係数 $(k_L)_l$ (cm/sec) を求めた。

図2に k_L と高周波出力 P (kW) (真空管の陽極電流と陽極電圧との積)との関係を示した。 k_L は P の増加とともに大きくなる傾向がみとめられる。つぎに表1に1400 °Cの場合について k_L におよぼすコイル巻数 N および周波数 f の影響を示した。表より k_L は N によってあまり変化していないが f によって著しく変化している。

以上のように k_L が高周波出力, 周波数などの電磁気学的因子によって変化するのは, これらの因子が溶鉄の流動に影響を与えるためと考えられる。

3. 溶鉄の流動に関する数値解析: 定常状態下における運動の基礎式は(1)および(2)式であらわされる。

$$\nabla \cdot \psi = 0 \quad (1), \quad \rho_L (\psi \cdot \nabla) \psi = -\nabla P + \mu_L \nabla^2 \psi + \rho_L g + f \quad (2)$$

ここに f は電磁力で, 液の流動によって磁場が変化しないとすれば f は次式であらわされる。

$$f = [J \times B] \quad (3) \quad \frac{\partial B}{\partial t} = (1/\mu\sigma) \nabla^2 B, \quad J = [\nabla \times H]$$

f は Lavers⁴⁾ の解析的手法により算出した。

(1), (2)式をUDS法で差分化し, SOR法により ψ の数値解を得た。図3にフローパターンの1例を示した。図にはグラファイトの溶解実験より得た $(k_L)_l$ の分布もあわせて示したが, 両者は比較的良好に対応している。

(主要記号) ρ_L, μ_L : 液の密度および粘度, μ : 透磁率, σ : 電気伝導度, ψ : 液の流速, J : 電流密度, B : 磁束密度, H : 磁場の強さ, ψ : 流れ関数, $U (= r_2 u_R / \mu_L) = (1/R) \partial \psi / \partial z, V (= r_2 v_R / \mu_L) = -(1/R) \partial \psi / \partial r, u, v$: 半径方向および高さ方向の流速, $R = r/r_2, Z = z/r_2, r_2$: るつばの半径

文献 1) 谷口, 菊池, 前田: 鉄と鋼, 62 (1976), P.191, 2) 谷口, 菊池, 前田: 鉄と鋼, 60 (1974), S 413, 3) 谷口, 菊池, 前田: 鉄と鋼, 61 (1975), S 88, 4) J.D. Lavers: Diss. Thesis Univ. Toronto, 1970

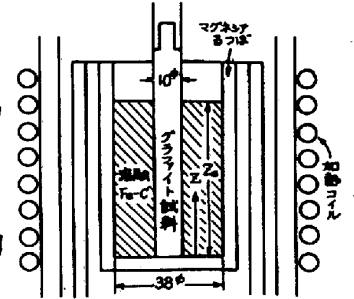


図1 装置概略図

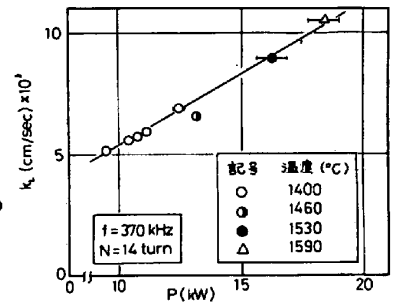


図2 k_L におよぼす P の影響

表1 k_L におよぼす N および f の影響

f (kHz)	N (turn)	P (kW)	$k_L \times 10^3$ (cm/sec)
370	14	12.4	6.89
370	12	13.7	6.93
370	10	16.0	6.30
10	10	-	18.4

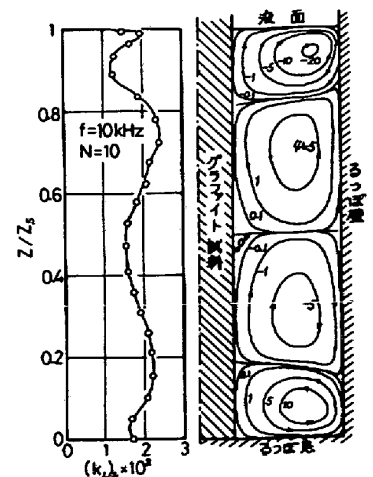


図3 溶鉄のフローパターンと $(k_L)_l$ の分布