

(124) 溶鉄中マンガンのスラグによる酸化速度

九州大学大学院

九州大学工学部

・篠崎信也

森克巳

川合保治

緒言 溶鉄-スラグ間のマンガンの相互反応は製鉄過程における酸化還元の指針、製鉄末期および造塊時の脱酸などきわめて大きな役割を持っている。したがって製鋼反応の中でマンガンに対する関心は強く、溶鉄とスラグ中のマンガンの関係については古くから多くの研究が見られる。しかしその多くは平衡論的な研究であり速度論的研究は少ない。そこで本研究では溶鉄中マンガンの $\text{FeO}-\text{CaO}(\text{+MgO})-\text{SiO}_2$ 系スラグによる酸化反応の速度論的検討を行なった。

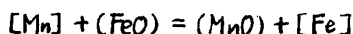
実験方法 実験にはシリコニット電気抵抗炉を使用し、アルゴン雰囲気下で電融マグネシアるつぼ(内径30mm ϕ ×高さ100mm)中で約180gのFe-Mn合金(大部分の実験で0.4~0.6%Mn)を溶解する。実験温度に達した後約20gの溶融スラグを投入し、この時を開始点とし以後適当な間隔で溶鉄試料の採取を行なう。これらの試料の分析によって反応に関与する各成分の経時変化を測定した。合成スラグは $\text{FeO}-\text{CaO}(\text{+MgO})-\text{SiO}_2$ 系で $\text{CaO}/\text{SiO}_2=0.5\sim0.9$, $\text{FeO}=35\sim55\%$ のものを使用し、実験温度は1600℃である。

実験結果 実験結果の例を図.1に示す。図からわかるように時間と共にマンガンの濃度は減少し、酸素濃度は増加している。これらの実験結果について溶鉄中マンガンのスラグによる酸化速度の律速段階はメタル側およびスラグ側境界層中のマンガンの拡散であるとして解析を行なった。この場合の速度式は(1)式で表わせる。

$$-\frac{d[\text{Mn}]}{dt} = \frac{FK}{W_m} \{ [\text{Mn}] - (\text{Mn})/L_m \} \quad \dots\dots (1)$$

$[\text{Mn}]$, (Mn) : メタルおよびスラグ中のマンガンの濃度,
 F : 界面積, K : 総括物質移動係数, W_m : メタル重量,
 L_m : マンガンの分配比

マンガンの酸化が次式によるものとし、各試料採取間の物



質収支を考慮すると(1)式は(2)式となる。

$$\sum_{i=1}^{[Mn]_{i+1}} \frac{W_m d[\text{Mn}]}{[\text{Mn}]_i (1 + W_m/W_s L_m) [\text{Mn}] - (\text{Mn})/L_m - W_m [\text{Mn}]_i / W_s L_m} = K F t \quad \dots\dots (2)$$

ここで $1/K = 1/k_m S_m + 1/k_s S_s L_m$, $L_m = A(\text{FeO})$ である。

(2)式の左辺が時間 t に対して直線関係になるように A を定め、総括物質移動係数 K を算出した。反応の進行につれてスラグ組成の変化により A 値が変化することも考えられるが、反応過程で $A:\text{const.}$ として計算を行なった。得られた A および K 値を用いてRunge-Kutta法により求めた $[\text{Mn}]$ 値を図.1に破線で付記する。

最終的に得られた総括物質移動係数 K は $4\sim11 \times 10^{-2}$ g/cm²secの範囲にあり、 $1/L_m$ と $1/K$ との関係は図.2の通りである。

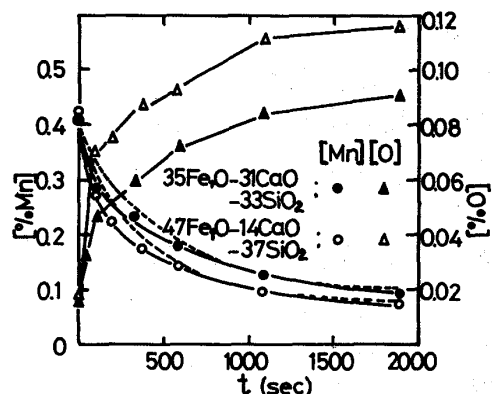


図.1 [%Mn]と[%O]の経時変化(1600℃)

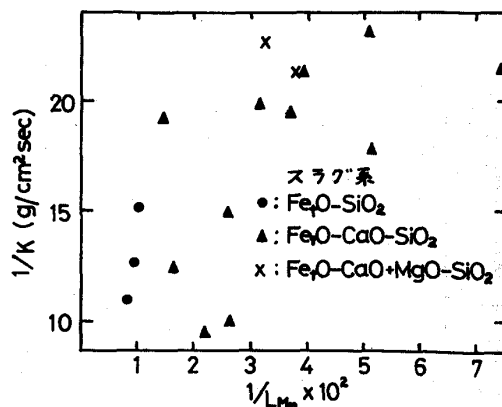


図.2 $1/L_m$ と $1/K$ との関係(1600℃)