

(57) 一酸化珪素を媒介とする溶鉄中への珪素の移動

東京大学工学部

○縫部 綴

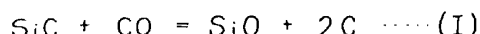
佐野信雄 松下幸雄

1. 緒言

近年SiO ガスを媒介とする溶鉄中への珪素の移動が問題となりつつあるが、筆者等はこの問題を速度論的立場から定量的に取扱ひ、いくつかの結果を得たので報告する。

2. 実験方法

SiO ガスは次の反応によって発生させた。



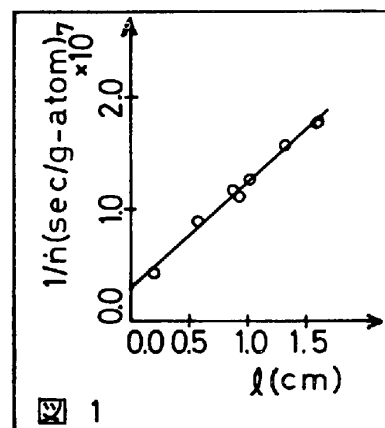
実験は内径15mm、深さ10~25mmの黒鉛(またはアルミナ)るつぼ中に予め炭素を溶解させた電解鉄を約10g 装入し、るつぼ上部にSiC粉末約4gを焼結させたタブレットをのせ、黒鉛製のカバーで覆い、雰囲気を清浄COガス約1気圧となるようにし、シリコニット炉中にて1,500°Cで所定時間(1~6時間)保持し、珪素の溶鉄中への吸収速度を測定した。

3. 実験結果および解析

SiO ガスは、

- 1) SiCタブレットから(I)のトポケミカルな反応によって発生し、
- 2) 既にタブレット表面に生成付着しているカーボン層中を拡散し、
- 3) COガス層中を拡散しガス-溶鉄界面に到達し、
- 4) $\text{SiO} + \text{C} = \text{Si} + \text{CO} \quad \text{--- (II)}$ なる反応によって溶鉄中へ吸収され、さらに溶鉄バルク中へ拡散してゆくものと考えた。

このモデルに混合律速の考えを適用し、速度式を導き変形すると次のようになる。



$$\frac{l}{\dot{n} \text{ (g-atom/sec)}} = \frac{R \cdot T}{(P_{\text{SiO}})_{\text{eq}}^{(I)} \cdot A \cdot D_{\text{SiO}}^{\text{C}}} \cdot l + \frac{R \cdot T \left\{ \left(\frac{K_{\text{eq}}^{(I)}}{1 + K_{\text{eq}}^{(I)}} \right) \cdot \frac{l}{f_{\text{C}}^{(I)}} + \frac{r_0 - r_i}{D_{\text{SiO}}^{\text{C}}} + \frac{l}{[C] \cdot f_{\text{C}}^{(II)}} \right\}}{(P_{\text{SiO}})_{\text{eq}}^{(I)} \cdot A} \quad \text{--- (III)}$$

ここで $(r_0 - r_i)/D_{\text{SiO}}^{\text{C}}$ の項は本実験の時間内では他の項にくらべて小さく、無視できる。従って、種々の l に対して $1/\dot{n}$ をプロットして得た直線の勾配から $D_{\text{SiO}}^{\text{C}}$ を求めることができ、約 $3 \text{ (cm}^2/\text{sec)}$ となった。図1に実験結果を示す。また $[C]$ を変えることによって切片から $f_{\text{C}}^{(I)}$, $f_{\text{C}}^{(II)}$ を求めることができる。また(III)式で示される各段階の抵抗は、 $(r_0 - r_i)/D_{\text{SiO}}^{\text{C}}$ の項以外は同程度の大きさで効いていることがわかった。また炭素飽和溶鉄中の珪素の拡散定数もその濃度分布から求められ、約 $1.4 \times 10^{-5} \text{ (cm}^2/\text{sec)}$ となった。

4. 結言

SiO ガスによる溶鉄中への珪素の移動を速度論的な取扱ひによって定量的に解析した結果、律速段階が単一のものではなく、SiCからのSiO発生の化学反応、COガス層中でのSiOガスの拡散、溶鉄中へのSiO吸収の化学反応、各々における抵抗が同程度の大きさで律速段階に寄与していることがわかった。

記号説明

$\dot{n}$ ……溶鉄中へのSiの移動速度。A……界面積。 $(P_{\text{SiO}})_{\text{eq}}^{(I)}$, $K_{\text{eq}}^{(I)}$, $f_{\text{C}}^{(I)}$ ……反応(I)の平衡分圧、平衡定数、みかけの反応速度定数。 $r_0 - r_i$, $D_{\text{SiO}}^{\text{C}}$ ……SiCタブレット表面付着炭素層の厚さ、その中でのSiOの拡散定数。 l , $D_{\text{SiO}}^{\text{G}}$ ……ガス層の厚さ、SiOのガス層中拡散定数。 $[C]$, $f_{\text{C}}^{(II)}$ ……反応(II)の炭素濃度、反応速度定数。T……温度。