

(24) 酸化鉄ペレットの還元における気孔内拡散抵抗の評価
 (酸化鉄の還元に関する研究 - I)
 早稲田大学理工学部

工博 草川隆次
 ○清水拓三

1. 緒言

酸化鉄の還元過程の理論的解析は多くの場合、ある反応界面が求心的に移動するというモデルにもとずいて行われてゐる。しかしながら、しばしばこのような反応界面の存在が認められず、金属鉄が試料全体にわたって発生することが観察される。これは試料中の気孔の存在にもとづくものであり、この場合には気孔内の還元ガスの拡散を特に考慮する必要があるのではないかと考えらるるので、後述の如きモデルに従つてこの点を検討する。

2. 理論式の導入

いま第1図の如く未還元試料のもつ気孔を半径 \bar{r} 、長さ \bar{L} なる円筒気孔に近似し、ガス境膜拡散抵抗を無視しうる条件下で、気孔内壁に δ なる厚みをもつ金属鉄層が定常的に成長しつつ、還元が進行するものと仮定する。なお還元反応は $FeO + H_2 \rightarrow Fe + H_2O$ であり、これは $Fe-FeO$ 界面で行われるものとする。

気孔内での H_2 の物質収支:

$$\frac{d^2 C_p}{dz^2} - \frac{2k}{D\bar{r}}(C_p - C_w) = 0 \quad \dots (1)$$

B.C. $z=0; C_p = C_w$
 $z=\bar{L}; dC_p/dz = 0$

金属鉄層内での物質収支:

$$\frac{d}{dr} \left(r \frac{dC_m}{dr} \right) = 0 \quad \dots (2)$$

B.C. $r=\bar{r}; C_m = C_w$
 $r=\bar{r}+\delta; C_m = C_i$

また定常状態では、

$$(-2\pi\bar{r} \frac{dC_m}{dr} \Delta z)_{r=\bar{r}+\delta} = 2\pi(\bar{r}+\delta)\Delta z k_R(C_i - C_e) \quad \dots (3)$$

$$(-2\pi\bar{r} \frac{dC_m}{dr} \Delta z)_{r=\bar{r}} = 2\pi\bar{r}\Delta z k(C_p - C_w) \quad \dots (4)$$

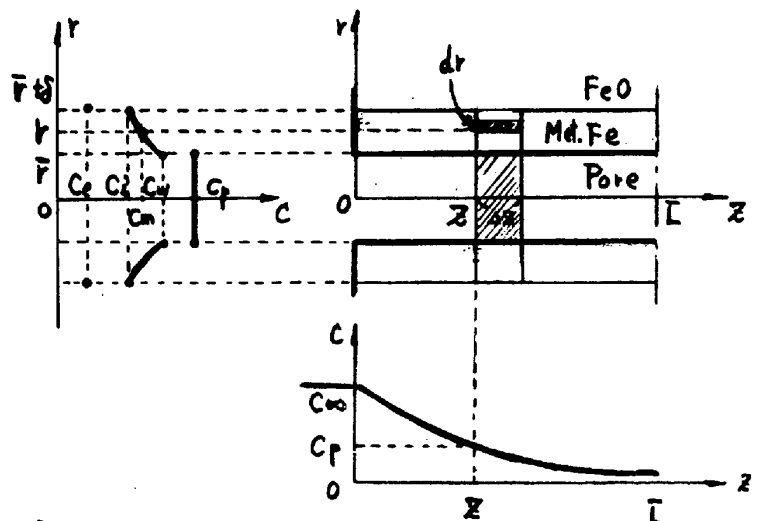
還元ガスの反応速度は気孔開口部における拡散速度に等しく、これは(1)~(4)を解いて次の如く求めらる。 $(dN/dt)_{z=0} = \pi\bar{r}^2 D \alpha \tanh(\alpha\bar{L}) \cdot (C_{w0} - C_e) \quad \dots (5)$
 $(dN/dt)_{z=0}$ は実験結果と対応するものである。但し、 α は次の通りである。

$$\alpha = \frac{1}{\bar{r}} \left[\frac{2Dk_R(\bar{r}+\delta) \cdot \ln(1+\delta/\bar{r})}{D[D' \ln(1+\delta/\bar{r}) + k_R(\bar{r}+\delta)]} \right]^{1/2}$$

記号; N : H_2 流量 [kg-mole]

D : 気孔内ガス拡散係数 [m^2/hr] k_R : 化学反応速度定数 [m/hr]

D' : 金属鉄層中のガス拡散係数 [m^2/hr], l : 物質移動係数 [m/hr]



第1図 反応モデル