

(7) 酸化鉄ペレットをガス還元する等温向流移動層の定常特性

川崎製鉄 技術研究所

近藤幹夫

I. 緒言 著者はすでに、多界面反応モデルに基づいて、酸化鉄ペレットをガス還元する等温向流移動層の理論解析について報告した<sup>1)</sup>。しかし有次元の解析であるため計算条件の範囲を十分に与えることができなかった。本報では、基礎方程式の無次元化によって得られる2個の変数群を用いて操作条件や装置条件全般にわたった定常特性について検討した。

II. 基礎方程式の無次元化と計算方法 基礎方程式を(1)、(2)式に、境界条件を(3)式に示す。(1)式は還元ガスの収支式、(2)式は各界面の進行速度とあらわす式である。

$$v dx/dz = - \left\{ b(1-\epsilon)/dp \cdot Ct \right\} \left\{ \sum_{m=1}^3 C_m \cdot k_m (X - X_{em}) (2r_m/dp)^2 \right\} \quad (1)$$

$$u d r_m/dz = k_m (X - X_{em}) \quad (m=1, 2, 3) \quad (2)$$

$$z=0 \text{ で } X=X_0, \quad z=L \text{ で } r_m = dp/2 \quad (3)$$

ここで  $l = z/L$ ,  $S_m = (X - X_{em})/X_0$ ,  $\eta_m = 2r_m/dp$ ,  $\Phi_m = C_m k_m / C_3 k_3$ ,  $\psi_m = k_m / k_3$  ( $m=1, 2, 3$ ) とおいて(1)~(3)式を無次元化すると(4)~(6)式となる。

$$d S_m / dl = - \alpha \sum_{m=1}^3 \Phi_m S_m \eta_m^2 \quad (4) \quad d \eta_m / dl = \beta \psi_m S_m \quad (m=1, 2, 3) \quad (5)$$

$$l=0 \text{ で } S_m = 1 - X_{em}/X_0, \quad l=1 \text{ で } \eta_m = 1 \quad (m=1, 2, 3) \quad (6)$$

ここに  $\alpha = b(1-\epsilon) \cdot L \cdot C_3 k_3 / (v \cdot dp \cdot Ct)$ ,  $\beta = 2 X_0 \cdot L \cdot k_3 / (u \cdot dp)$  でそれぞれ無次元のガスと固体の層内滞留時間であり、定常状態はこの2個の無次元数により決定されるが、 $\Phi_m, X_{em}/X_0$  が一定であることが必要である。計算方法は前報と同じで、層内温度900°C、還元ガスはCO 100%とした。

III. 計算結果 図1は最終還元率  $f_1$  と  $\alpha$  および  $\beta$  との関係を示している。 $\alpha$ 一定のもとでは  $\beta$  が増加するにつれ  $f_1$  は大きくなり、 $\beta$ 一定のもとでは  $\alpha$  が増加すると  $f_1$  は小さくなる。 $\alpha$  と  $\beta$  とに共通して含まれる層高  $L$ 、粒子径  $dp$  などが  $f_1$  に与える影響は破線で示した  $\beta/\alpha$  一定の曲線であらわされる。この場合には  $\beta$  が大きくなると操作線図上で勾配一定の操作線がウスタイトの pinch point に接近して層内に化学保存帯が広がるため  $f_1$  はある値に漸近する。図2は還元完結に必要な無次元層高  $l_{ef}$  を示す。 $\beta^*$  は単一粒子の無次元反応完結時間で、 $\alpha=0$  の場合には  $l_{ef} = \beta^*/\beta$  となる。このほか、層内における Fe/FeO 平衡からの偏倚、化学保存帯の位置と長さ、ガス利用率、操作線図上での包絡線についても検討した。

(記号)  $X, X_0, X_{em}$ : 層内, ガス入口, 平衡状態での還元ガスモル分率,  $z$ : 層頂からの距離,  $k_m$ : 界面進行速度,  $C_m$ : 還元により奪れる酸素量,  $v, u$ : ガス, 固体の線速度,  $r_m$ : 反応界面半径,  $\epsilon$ : 層空間率,  $C_t$ : ガスのモル濃度,  $m$ : 還元段階を示す添字 (1:  $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4$ , 2:  $Fe_3O_4 \rightarrow FeO$ , 3:  $FeO \rightarrow Fe$ )

(文献) 近藤: 鉄と鋼, 55 (1969), 11, S422

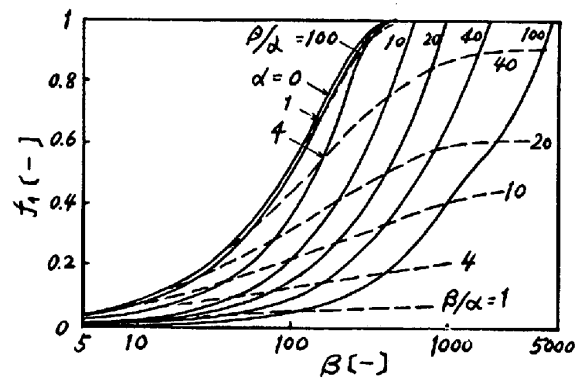


図1 最終還元率

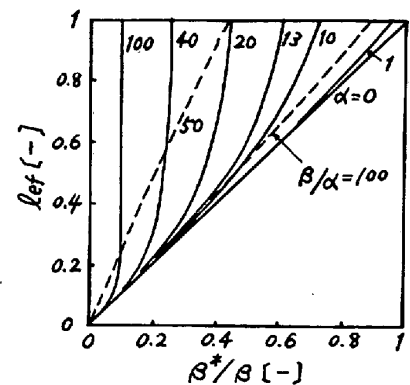


図2 還元完結に必要な無次元有効層高