

(28) 非等温固定層による酸化鉄ペレットの還元プロセスのシミュレーション

東北大学選鉱製錬研究所 工博〇八木 順一郎 高橋 礼二郎
工博 大森 康男

I 目的: 非触媒反応操作は本質的に熱と物質の移動を伴っているため、反応装置内においてはガス濃度、粒子の反応率ばかりでなく、ガスと粒子の温度にも分布を生じ、反応成績に影響を及ぼす。従来報告された非等温固定層の研究においては反応速度の表現が単純化されており、プロセス変数の分布の推算は十分であるとはいえない。ここでは酸化鉄ペレットの水素還元反応を固定層で行なった場合の層内軸方向における温度分布を実測し、理論的に推算した値と比較検討した。

II 実験: 固定層反応装置は前報¹⁾の装置を使用した。内径8.3cmのSUS42製の反応管に、粒子径が±0.5mm以内の誤差範囲にそろえたペレットを充填した。この充填層の中心軸上の三ヶ所に熱電対を挿入し、熱起電力を標準mV設定器を使って温度の変化分だけを取り出し増巾して記録した。

III 理論: 前報²⁾で示したように、非等温固定層の1次元モデルは、ガス濃度 χ 、粒子の反応 f 、ガス温度 θ_g 、粒子温度 θ_s に関して(1)~(4)式で与えられる。

$$\partial \chi / \partial \tau + \partial \chi / \partial \eta = -R(f, \theta_s) \chi \dots \dots \dots (1) \quad \partial f / \partial \tau = \psi R(f, \theta_s) \chi \dots \dots \dots (2)$$

$$\partial \theta_g / \partial \tau + \partial \theta_g / \partial \eta = [\lambda_g (T_i \theta_s / T_0 - \theta_g) + W(\theta_f - \theta_g) - v_g C \theta_g \chi R(f, \theta_s)] / P(C + \theta_g \partial C / \partial \theta_g) \dots \dots (3)$$

$$\partial \theta_s / \partial \tau = [-\lambda_s (\theta_s - T_0 \theta_g / T_i) + (H - v_s \Delta \rho_s C_s \theta_s) \chi R(f, \theta_s)] / P_s(C_s + \theta_s \partial C_s / \partial \theta_s) \dots \dots \dots (4)$$

初期条件： $\tau \leq 0$ で $\chi = 0, f = 0, \theta_s = 1$; 境界条件： $\eta = 0$ で $\chi = 1, \theta_g = 1$ である。単一粒子の還元反応速度は未反応核モデルで表わし、速度パラメータは前報の値^{1), 3)}を使用した。

IV 結果: 塩基性ペレットを充填した層高9.4cmの固定層内の3つのレベルにおけるガス温度の実測値と計算値を図1に示した。数値計算においては管壁の総括伝熱係数の値は約200 kcal / m² · hr · °Cとした。どのレベルにおいても最小温度に到達した後の回復は計算の方がやや速い。 $\eta = 0.12, 0.39$ の場合、両者は類似の傾向を示している。 $\eta = 0.73$ では最小温度は計算値の方がやや高くなった。酸性ペレットを充填した層高5.1cmの固定層における層平均の還元率の実測値と計算値を図2に示した。この場合実測値は計算値とよい一致を示している。断熱操作と等温操作における f_a の計算値は近い値になっているが、層高が高くなると断熱操作と等温操作では還元曲線の差が大きくなっていく。

記号：C：比熱，H：反応熱，K：平衡定数，P：密度， T_i, T_0 ：ガス入口，粒子初期温度，W：管壁の伝熱係数， η ：距離， τ ：時間（下ツキ，g：ガス，s：粒子）

文献¹⁾ 八木，高橋，大森：鉄と鋼，57（1971），1453

²⁾ 八木，高橋，大森：選研彙，27（1971）187

³⁾ 高橋，八木，大森：同上，27（1971），175

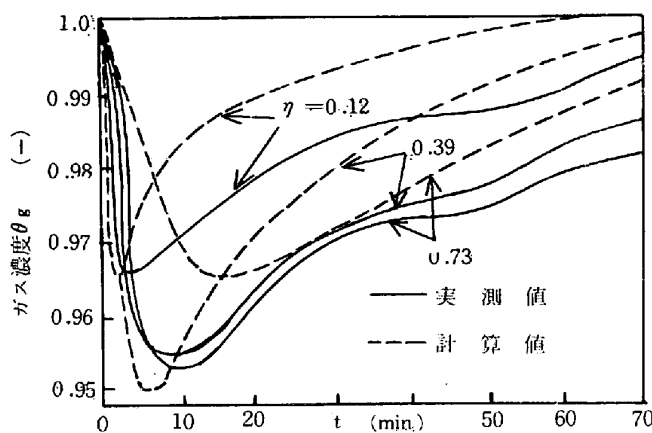


図1 層内各位置での温度の経時変化

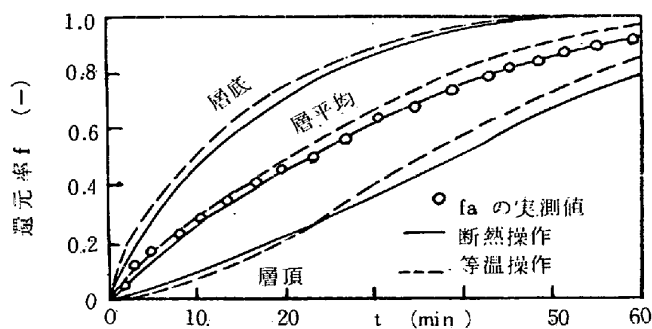


図2 層内各位置における還元率の経時変化