

大阪大学 工学部 近江宗一 碓井建夫 ○内藤誠章(大学院) 高木 潔(椿本チェーン)

1. 結言 前報¹⁾では単一球の場合について、昇温中に流す不活性ガスと還元ガスの混合により生ずるペレット近傍での濃度変化と収支抵抗に関して種々の条件下で検討したが、ここでは固定層の場合について解析した。すなわち一界面および三界面モデルに基づき、特性曲線法による解析と近似解析とを行い、Ristモデルによる解析結果とも合わせて比較検討した。

2. 解析 2.1 一界面モデルに基づく解析 固定層下部から流入する還元ガスの濃度が一定の場合については理論的にも解けるが²⁾、不活性ガスによる希釈混合の影響を検討する場合には上記濃度が時間的に変化するので、数値計算によってしか解けない。

(1) 特性曲線法による解析 すでに一部報告³⁾したとおり、八木ら⁴⁾の解析に従って計算を行ったが、上述のように境界条件に濃度の時間変化の項が入ってくることになる。

(2) 近似解析 固定層を一層あたりN個のペレットからなる層がM層積み重なっていると考え、層ごとに物質収支をとると擬定常状態ではつぎの関係が得られる。 $C_i = C_{i-1} + n_{H_2} N / V_T$ ($i=2, \dots, M$)... (1) ここで C_i : 下からi番目の層のH₂ガス濃度, V_T : 流量, n_{H_2} : ペレット一個あたりのH₂ガス消費速度 (<0)で、一界面モデルに基づき評価する。

2.2 三界面モデルに基づく解析 (1) 特性曲線法による解析 無次元化した基礎式はつぎのように表せる。 $\partial x / \partial \theta + \partial x / \partial \eta = -R$... (2) $\partial f / \partial \theta = \varphi R$... (3) $R = R(x, R_i^{(Fe)}, R_i^{(w)}, R_i^{(m)}) = -3(1-\varepsilon)Ln_{H_2} / (4\pi r_0^3 u_0 C_b)$... (4)

$\eta = z/L$, $\theta = u_0 t / (\varepsilon L)$, $x = C/C_b$, $\varphi = \varepsilon C_b / [(1-\varepsilon)C_0^{(h)}]$, $R_i^{(s)} = r_i^{(s)} / r_0$ ($s = Fe, w, m$)... (5) ここで f : 局所還元率, ε : 空間率, L : 充填高さ, r_0 : ペレット半径, u_0 : ガスの空筒速度, C_b : 供給されるH₂ガス濃度, z : 軸方向座標, t : 時間, $r_i^{(s)}$: 反応界面半径, $C_0^{(h)}$: ヘマタイトペレット中の被還元酸素濃度。

(2), (3)式に特性曲線法を適用すると $d x / d \eta = -R$ ($\theta = \eta + \text{const.}$)... (6) $d f / d \theta = \varphi R$ ($\eta = \text{const.}$)... (7) となるが、(7)式はそのままでは計算できないので、特性曲線 $\eta = \text{const.}$ に沿っては反応界面半径の時間的変化を三界面モデルに従って計算して、(6)式と連立させることにした。

(2) 近似解析 (1)式中の n_{H_2} の項を三界面モデルに基づいて評価した。

3. 結果と考察 1) 特性曲線法による解析の結果と近似解析の結果とを比較すると、低流量で固定層内のH₂濃度分布が少し変わる程度で、総括還元率についてはほぼ一致した。

2) 固定層最底部の局所還元率は一界面、三界面モデルのいずれを用いてもあまり差は見られないが、最頂部では大きな差が見られ、その結果総括還元曲線はかなり異ってくる。なお三界面モデルによる結果はRistモデルによる結果と一界面モデルによる結果との中間の傾向を示す。

3) 収支抵抗を考慮するかしないかで、低流量においては特に還元中期以降で総括還元率に差が見られる。

4) 不活性ガスによる還元ガス希釈の影響については、低流量の場合に還元初期において総括還元率に少し差が見られる程度で、けっきょく固定層ではこの影響は無視できる。

5) 固定層内の気体の温度は一定で、ペレット内部だけ反応熱に基づく温度分布⁵⁾があるとして三界面モデルを用いて解析した結果、総括還元率は少し小さくなる程度で、この効果も無視できる。

文 献 1) 近江・碓井・内藤・ほか: 鉄と鋼, 63(1977)11, S450/S451; 64(1978)4, S77

2) 森山: 化学工学協会第34年講演要旨集, (1969, 東京) 第一分冊, p. 149

3) Ohmi, Usui, Minamide, and Naitō: Abstracts for 3rd IISC, 61st NOH-BOS and 37th IC, (1978, Chicago), p. 81

4) 八木・高橋・大森: 鉄と鋼, 57(1971)9, p. 1453 5) 原・土屋・近藤: 鉄と鋼, 60(1974)9, p. 1261