

PS-2 固相内拡散を考慮した多段反応帯モデルによる酸化鉄ペレットのガス還元反応速度

大阪大学 工学部

近江 宗一

○ 内藤 誠章 (大学院)

碓井 達夫

1. 緒言 前報¹⁾で使用した塩基度 2.15 の自溶性ペレットを 1000°C で水素還元した際に、還元後期に著しい反応の停滞が現われ、従来の解析によっては記述できない。還元途中のミクロ組織を観察すると、マグネタイト、ウスタイト、鉄がほぼ図1のように共存し、反応帯を形成している。特にウスタイトから鉄への還元形態には、ウスタイト粒子中に鉄核が散在しているものとウスタイト粒子のまわりにち密な鉄層が生成しているものとがみられた²⁾。これら二つの反応形態は同時に進行しているが、ち密な鉄層で取り囲まれたウスタイトの還元は、再結晶鉄中の酸素イオンの拡散が律速段階と考えられる³⁾。そこで本研究では、前報の多段反応帯モデル⁴⁾にウスタイトから鉄への還元段階で固相内拡散式を導入し、実測値と比較して検討した。

2. 解析 次の仮定を設ける。(i) 第4層では、再結晶鉄中の酸素イオンの拡散が律速段階であり、個々の粒子の反応速度は、その収縮を考慮した次式で表される。

$$df/dt = (k/r_c^2) / [(1-f)^{-1/3} - (1-\nu f)^{-1/3}] \quad \dots (1)$$

$$\text{ここで } k = (D_0 C_0^*/d_0) V_M(\text{FeO})/V_M(\text{Fe}) \quad \dots (2)$$

$$\nu = 1 - V_M(\text{Fe})/V_M(\text{FeO}) \quad \dots (3)$$

(ii) 第③層と第④層の境界におけるウスタイト粒子の還元率は組織観察結果から約40%に相当する。したがって $r=r_3$ における固体酸素濃度は $0.6 \times C_0^{(w)}$ とする。(iii) 第④層においては

ガス成分に対する物質収支式中の反応項は、還元速度が遅いため無視できる。(iv) ガス成分の移動に関して擬定常状態が成立する。以上の仮定のもとに前報⁴⁾の基礎式、境界条件を一部修正して解析した。

3. 計算結果 図2, 3 に計算結果と実測値との比較を示す。還元末期まで実測値をよく表しており、 $D_0 C_0^*$ の値は KOHL ら³⁾の測定値とよく一致した。記号 C_0^* : 金属鉄に固溶した酸素濃度(at 0/cm³) $C_0^{(w)}$: ウスタイト中の酸素濃度(at 0/cm³-pellet) D_0 : 金属鉄に固溶した酸素の拡散係数(cm²/s) d_0 : ウスタイトの酸素含有量(at 0/cm³) f : ウスタイト粒子の還元率 r_c : ウスタイト粒子半径(cm) r_i : 第*i*層と第(*i*+1)層の境界半径(cm) $V_M(\text{Fe})$, $V_M(\text{FeO})$: 鉄, ウスタイトの分子容(cm³/mol)

文献 1) 近江, 碓井, 内藤, 貝田: 鉄と鋼, 63(1977)11, S450 2) H.O. LIEN, A.E. EL-MEHAIRY, and H.U. ROSS: JISI, 209(1971), p. 541 3) H.K. KOHL and H.J. ENGELL: Arch. Eisenhüttenw., 34(1963), p. 411 4) 近江, 内藤, 碓井: 鉄と鋼, 65(1979)4, S6

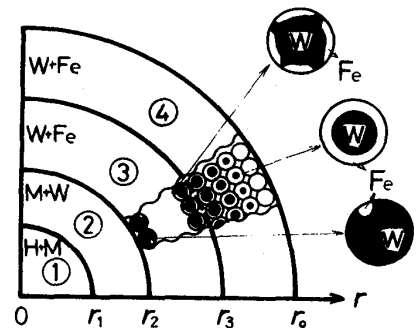


図1 モデル図

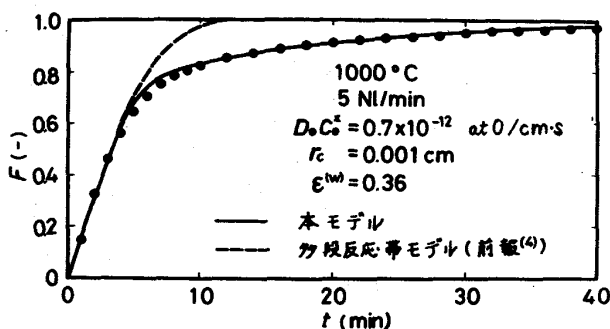


図2 還元曲線の実測値と計算値との比較

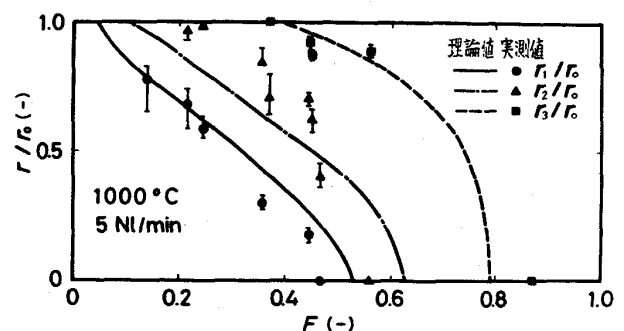


図3 層境界無次元半径と還元率との関係