

(99) 多孔質ウスタイトペレットの水素還元における反応帯を考慮したモデル

大阪大学工学部 ○ 碓井建夫 近江宗一

1. 緒言 多孔質ウスタイトペレットの水素還元過程の記述には、反応帯を考慮したモデルによる解析が適切であることを前に報告¹⁾したが、さらに基礎式の取り扱い方について検討を加えた結果、二三の知見が得られたので報告する。

2. 基礎式 著者ら¹⁾は、原²⁾と同様の仮定のもとに導出した以下の基礎式

$$\frac{\partial(\epsilon C_{H_2})}{\partial t} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 D_e \frac{\partial C_{H_2}}{\partial r} \right) - \frac{3(1-\epsilon^{(w)})k_c}{r_c} \left(1 + \frac{1}{K} \right) (1-f)^{2/3} (C_{H_2} - C_{H_2e}) \dots (1)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = [3k_c / (\rho_0^{(w)} r_c)] (1 + 1/K) (1-f)^{2/3} (C_{H_2} - C_{H_2e}) \dots (2)$$

$$D_e = \epsilon^2 D_{H_2-H_2O} / \tau, \quad \epsilon = \epsilon^{(w)} + (\epsilon^{(Fe)} - \epsilon^{(w)}) f$$

をもとに、これをそのまま解く場合(非定常数値解)と、(1)式左辺を0とおく場合(擬定常数値解)などについて解析を行ってきた。さきに、原²⁾は(1)式で $\partial \epsilon / \partial t = \partial D_e / \partial r = 0$ とした式と(2)式を示し、計算に膨大な時間を要するため、被還元酸素濃度 $\rho_0^{(w)}$ を $1/M$ 倍 ($M=8000$) して解析した。ここでも $\rho_0^{(w)}$ を $1/M$ 倍しておき、計算還元曲線の時間を M 倍することにした。

3. 計算結果と考察 Fig. 1 に非定常数値解による還元時間 t の M 値による変化および還元率 1.5% において $M=1$ の場合の還元時間を基準としたそれぞれの $M (>1)$ 値での還元時間の誤差 E を示す。大阪大学大型計算機 CPU 時間 2h で $M=1$ では還元率 1.5%, $M=10$ では 14%, $M=100$ では 81% 程度までの結果しか得られていないが、両曲線から判断して、全還元率において $M=200$ で誤差 4%, $M=2000$ で 45% 程度と考えられる。なお、この図は試薬ペレットの 900°C における水素流量 5NL/min の還元条件で計算してあり、速度パラメータ k_c , D_e (τ) の値には、 $M=200$ において定めたもの (Table 1 参照) を用いている。

(1) 式中の各項を省略した場合の計算を、上記と同一速度パラメータ値を用いて行い、還元曲線について非定常数値解と比較して Fig. 2 に示した。これより、まず $M=1$ と 200 の場合の結果はかなりよく一致していることが、還元初期だけではあるが、認められる。つぎに、 $M=200$ で還元末期まで計算した結果から、 $\partial \epsilon / \partial t = 0$ としても非定常数値解とほとんど変わらないが、 $\partial D_e / \partial r = 0$ とするとかなりずれてくることと、擬定常数値解でも非定常数値解の結果と比較的よく一致していることがわかる。なお、擬定常数値解では、 M 値によらず同一の計算結果が得られる。

Table 1 に示した k_c , τ 値は、各解析結果が実測還元曲線と反応帯の観察結果とにできるだけよく合うように定めたものである。非定常数値解で $M=200$ と 2000 の場合の値は、擬定常数値解のそれと同程度であるが、非定常数値解で $M=50000$ のものは、これらからかけ離れている。

記号 文献 1) 参照

文献 1) M. Ohmi and T. Usui: Trans. ISIJ, 22(1982), p.66 2) 原行明: 鉄と鋼, 57(1971), p.1441

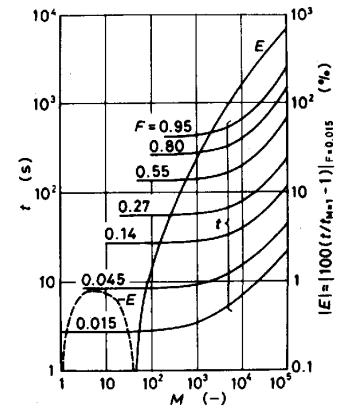


Fig. 1. Variations of reduction time t and its error E with the value M .

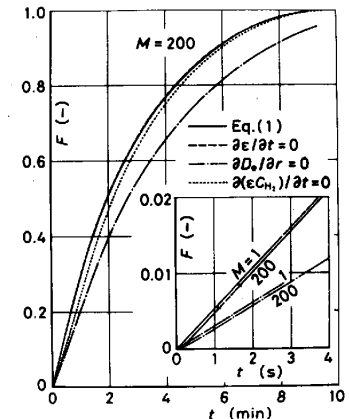


Fig. 2. Influences of the terms $\partial \epsilon / \partial t$, $\partial D_e / \partial r$, etc. in Eq. (1) on the computed reduction curve.

Table 1. List of values of k_c and τ for each solution.

		k_c (cm/s)	τ
Unsteady numerical solution	$M=200$	0.11	2.9
	2000	0.11	2.5
	50000	0.25	0.43
Quasi-steady numerical solution		0.11	2.7