

誌 上 討 論

(論文) 高圧流動層による鉄鉱石の水素還元解析

佐藤享司・西川泰則・植田芳信

鉄と鋼, 70 (1984) 10, pp. 1362~1369

【質問】

大阪大学工学部 近江宗一・碓井建夫

固相内拡散を考慮した三界面モデルについて、討論者らが前に発表¹⁾²⁾しておりますことは、講演発表³⁾の際に御指摘しました。貴論文 p. 1363 左欄 l. 34 付近に挙げていただきましたかと思ひます。

さて本文 p. 1366 で、討論者らの研究結果⁴⁾⁵⁾より(25)式を示され、これを用いた場合には実測値と一致しないと述べておられますが、この式はどのようにして導出されましたでしょうか。これで計算した値を、論文4), 5)に掲げた値と比較して示しますと、付表1のようになります。(25)式は結局間違っていると思ひます。したがって、これを訂正すれば、貴論文 Fig. 7, 8 のようにならずには小さくなり、もつと合つてくると思ひます。ご検討の結果をお知らせください。

文 献

- 1) 近江宗一, 碓井建夫, 内藤誠章, 神谷 寛: 鉄と鋼, 67 (1981), S 735
- 2) 近江宗一, 碓井建夫, 内藤誠章: 学振 54 委提出資料 (昭和 56 年 11 月), 54 委-1579
- 3) 佐藤享司: 鉄と鋼, 69 (1983), S 770
- 4) 近江宗一, 内藤誠章, 碓井建夫: 鉄と鋼, 69 (1983), p. 363
- 5) 近江宗一, 内藤誠章, 碓井建夫: 鉄と鋼, 69 (1983), p. 546

付表 1 $D_0\Delta C_0^*/r_0^2$ 値の比較 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$)

還元温度 (°C)	800	900
貴論文 (25) 式より	0.30	0.73
論文 4) Fig. 5 より	0.032	0.080
論文 5) Table 1† の値	0.020	0.091
	0.032	0.12
	0.128	0.28

†ペレット性状により $D_0\Delta C_0^*/r_0^2$ 値は異なる

【回答】

北海道工業開発試験所

佐藤享司・西川泰則・植田芳信

初めに、原稿執筆時に本論文(25)式括弧内第一項、2.64 の数値を 2.46 と間違つて記入したことをお詫びするとともに(25)式を下記のように訂正させていただきます。

$$D_0\Delta C_0^*/r_0^2 = 10^3 \exp[2.64 - 11350/T] \dots\dots (1)$$

この訂正による 1073 K, 1173 K における(1)式の値は 0.35, 0.88 であり、付表1の値とそれほど大きく

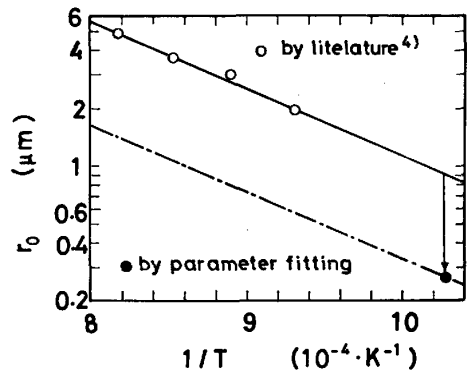


Fig. 1. Dyagram for prediction of grain radius r_0 .

変わつていません。

次に、(1)式の導出方法について述べます。論文4)の(33)式に気体定数の値を代入すると

$$D_0\Delta C_0^* = 0.1 \exp[-2.18 - 27174/T] \text{ [kg/(m}\cdot\text{s)]} \dots\dots\dots (2)$$

本論文の実験結果と計算結果とのパラメータフィッティングから 973 K で $D_0\Delta C_0^*/r_0^2 = 0.12 \text{ kg/(m}^3\cdot\text{s)}$ の値を得るとともに(2)式を使つて同時に $r_0 = 0.26 \mu\text{m}$ の値が得られています。

他方、論文4), Table 1 より平均の r_0 を $1/T$ に対してプロットすると Fig. 1 のようになります。この白丸印に一致する直線で表される r_0 の温度依存性が本論文の試料にも適用できると仮定して、先に求めた $r_0 = 0.26$ の黒丸印まで平行移動すると1点鎖線で示した直線が得られます。この直線を式で表すと

$$r_0 = 0.01 \exp[-2.41 - 7911/T] \text{ [m]} \dots\dots\dots (3)$$

(2), (3)式から(1)式が導かれます。

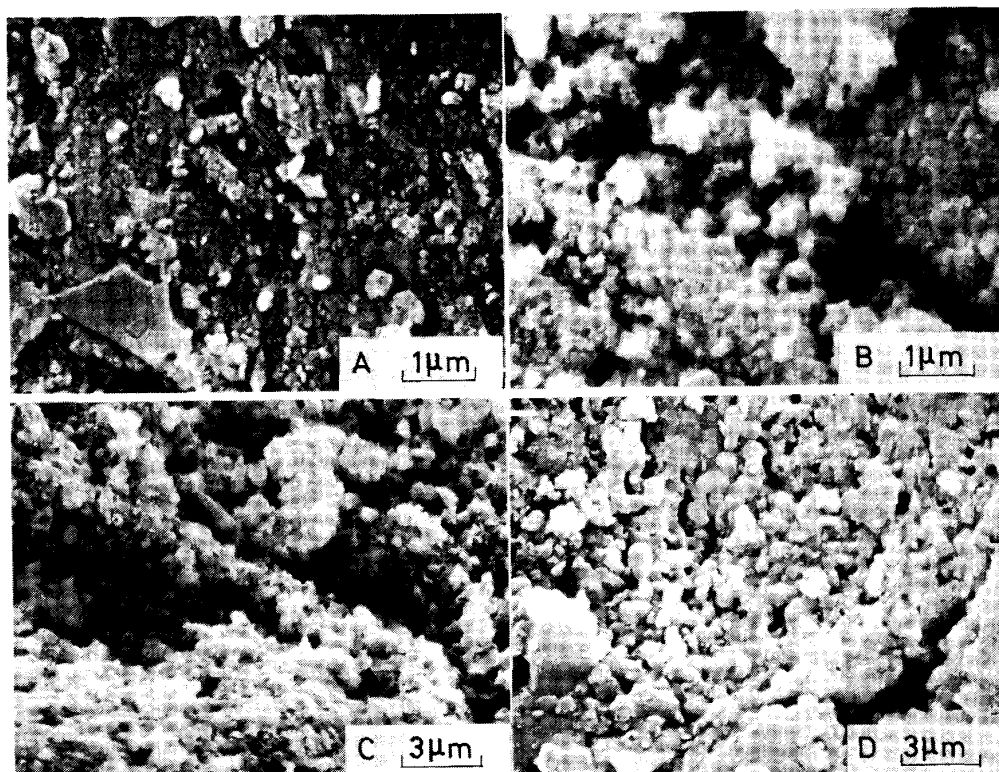
以上のようにして導いた(1)式では r_0 の値を論文4)の値よりも小さく推定しているの、質問者らが指摘されたように $D_0\Delta C_0^*/r_0^2$ の値は必然的に大きくなります。しかし、(1)式の導出方法に論理的な矛盾は無く、(1)式を使つてより高温の $D_0\Delta C_0^*/r_0^2$ を推定することは必ずしも間違いであるとは言えないと思ひます。

問題は論文4)に用いたペレットの r_0 の温度依存性が本論文の試料に適用できなかった点にあります。

そこで、その後、この r_0 の温度依存性について実験的に検討した結果について下記に報告させていただきます。

Photo. 1 は本論文に用いた還元前試料と 973 K, 1073 K, 1173 K で還元した試料粒子の表面を走査電子顕微鏡で観察した結果の1例です。還元前試料のグレインの直径は約 $0.045 \mu\text{m}$ と極めて小さい。還元した試料の表面はいずれも金属鉄で覆われていますが個々のグレインの大きさの識別は可能であり、還元温度が高くなるほどグレインも大きくなつていきます。

Fig. 2 は走査電子顕微鏡写真から測定した各温度におけるグレイン半径の2乗をプロットしたものです。粒径



A : original ore, B : 973K, 9 min, C : 1073K, 9 min, D : 1173K, 6 min
 Photo. 1. Scanning electron microphotograph of the reduction samples.

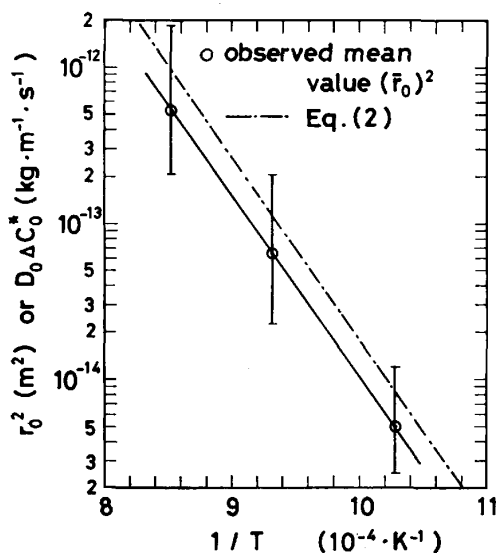


Fig. 2. Temperature dependency of r_0^2 and $D_0 \Delta C_0^* / r_0^2$.

分布が極めて広く、データのばらつきも大きく、必ずしも精度は高くありませんが、丸印で示した平均値を結んだ直線の勾配は(2)式の $D_0 \Delta C_0^*$ の勾配と大略一致しています。この結果から、本論文で用いた実験試料については、 $D_0 \Delta C_0^* / r_0^2$ が温度に対して一定とみなした判断はおおむね妥当なものと言えます。

最後に、文献名 1) 2) を記載しなかつたことをお詫びするとともに、記載しなかつた理由について弁明させていただきます。文献 1) は講演要旨であり、モデルの図は載つていましたが式は記入されておりました。また、文献 2) は一般に公開されておらず、現在までその存在を知らませんでした。従つて、本論文の固相内拡散に関する式の誘導は主として論文 4) を参考に行いました。