

(207) オーステナイト中でのセメントタイト粒子のオストワルド成長

東北大学工学部  
東北大学大学院  
東北大学工学部

○ 佐久間 健人  
石田 清仁  
西沢 泰二

1. 緒言：鉄鋼材料中での炭化物粒子のオストワルド成長に関する研究は、その大部分がフェライト中での成長を取り扱ったものであり、オーステナイト中での成長を調べた報告は比較的少ない。一方、フェライト中での炭化物粒子の成長機構に関する議論にもまだ結着がつけられていないのが実情である。本研究は鉄鋼中での炭化物粒子の成長についての基礎資料を得ることを目的として、高純度の素材を用いてオーステナイト中でのセメントタイト粒子の成長過程を調べたものである。

2. 実験方法：素材として直径5mm中のJohnson-Matthey社製高純度鉄を用い、これを長さ5mmに切った試片を1070℃で100時間活性炭によって浸炭処理を施した。この試料を石英管中にアルゴン封入し、1130℃で100時間溶体化処理してから水中に急冷し、さらに液体窒素中で約1時間サブゼロ処理を行なった。その後真空中で700℃で3時間焼き戻して炭化物の球状化処理を行なった後、各試料を800℃～1000℃の温度範囲で所定時間加熱してから水中に急冷した。セメントタイト粒子のサイズ分布の測定は1000倍の写真上で通常の線分法によって行なった。

3. 実験結果：図1はセメントタイト粒子の平均半径 $r$ と加熱時間 $t$ の $1/3$ 乗との関係をプロットしたものである。この図から、各温度において $r$ と $t^{1/3}$ の間にはほぼ原点を通る直線関係がなりたつことが知られる。拡散支配のオストワルド成長の理論によれば、 $r$ は

$$r = \left( \frac{8\gamma D C_0 V_m^2}{9RT} \right) t^{1/3} = K t^{1/3} \quad (1)$$

で表わされることが知られており、本研究結果はこの理論式と合致していることが分る。ここで、 $D$ は拡散係数、 $\gamma$ は界面エネルギー、 $C_0$ は母相中の炭素の平衡濃度、 $V_m$ はセメントタイトのモル容積を表わす。図1の直線の勾配から $K$ を求め、さらに $\gamma = 700 \text{ erg/cm}^2$ 、 $V_m = 24.3 \text{ cm}^3/\text{mole}$ として(1)式から $D$ を計算した結果を図2に示す。この結果からすると、セメントタイトの成長過程から計算した $D$ の値はオーステナイト中でのCの拡散係数より約1桁小さな値となることが知られる。また、この $D$ は連結過程を考慮して計算した拡散係数より2桁程度大きくなっている。

以上のような実験結果を検討するために、これまでに報告されてきた炭化物粒子の成長機構の考え方の主なものをあげると次の2つの過程になる。

(i) 連結拡散過程が支配的となっているが、母相中の粒界や転位に沿っての拡散が優先的に起っている。

(ii) 微量に存在している不純物原子がオーステナイトとセメントタイトの間に分配する過程が律速となっている。

現在までのところ、上記2つのいずれの過程が律速となっているかは明らかではない。

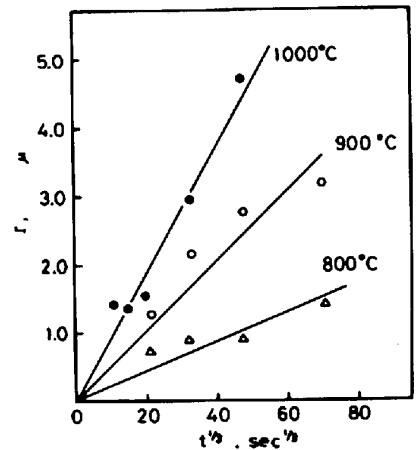


図1 平均粒子半径と加熱時間との関係

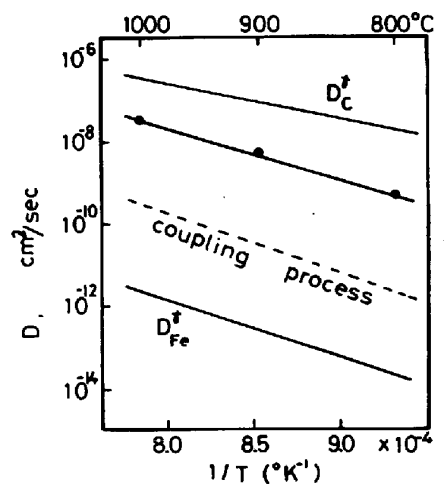


図2 拡散係数の温度依存性