

(179) オーステナイト中でのセメンタイト粒子の成長におよぼす合金元素の影響
 東北大学工学部

○熊谷 仁治
 佐久間 健人
 西沢 泰二

1. 緒言：我々は鉄鋼材料中での各種炭化物の成長に関する基礎的データを得ることを目的に、これまでオーステナイト中でのセメンタイト粒子、 Cr_7C_3 粒子などの成長過程を調べた。今回はそのうち、セメンタイト粒子の成長におよぼす第三元素の影響を調べた結果について報告する。

2. 実験方法：電解鉄、白鉄および電解クロムまたは純モリブデンを素材として高周波アルゴン溶解によって、Fe-C-Cr, および Fe-C-Mo 合金を作製した。各試料の炭素量は約 1.6 重量%, 合金元素量は約 0.3 重量%である。鍛造後、各試料から 5mm 角の試片を切り出し、石英管中に真空封入して 1130°C で 100 時間溶体化処理を施し、水中に急冷した後、約 1 時間液体窒素中でサバセロ処理を行った。これを更に 700°C で 2 時間焼戻して炭化物の球状化をはかった後急冷し、再び各試片を石英管中に真空封入して、800°C, 900°C, 1000°C の各温度で所定時間加熱してから水中に急冷した。組織観察は光学顕微鏡および電子顕微鏡レプリカ法によって行ない、セメンタイト粒子のサイズ分布および平均粒径を測定した。

3. 実験結果：一例として図 1 に 800°C における Fe-C 二元系および Fe-C-Cr, Fe-C-Mo 三元系合金についてオーステナイト中でのセメンタイト粒子の平均半径(\bar{r}) と加熱時間(t) の 1/3 乗との関係を示した。図 1 から各合金系とも \bar{r} と $t^{1/3}$ との間には直線関係が成り立っていることが知られる。また、この図から、セメンタイト粒子の成長速度に微量の合金元素の添加がかなり大きな影響を与えるものであることが知られる。

Fe-C-M 三元合金においてセメンタイト粒子の成長が母相中の M 原子の拡散によって律速されている場合には、その成長速度は次式で表わされることと示されている。

$$\bar{r}^3 - r_0^3 = \frac{8\delta \cdot V_{Fe_3C} \cdot D_M}{27RT(1-K_M)^2 \cdot u_M} t = kt \quad (1)$$

ここで K_M は母相とセメンタイト相間の合金元素 M の分配係数であり D_M , u_M はそれぞれ母相中における合金元素 M の拡散係数および平衡濃度を表わす。また δ は界面エネルギー、 V_{Fe_3C} はセメンタイトのモル体積を表わしている。図 2 は、図 1 に示したような直線の勾配から k の値を評価し、 $\delta = 700 \text{ erg/cm}^2$, $V_{Fe_3C} = 24.3 \text{ cm}^3/\text{mole}$ として (1) 式から D_M を計算した結果を示したものである。図中の D_{Cr}^{δ} および D_{Mo}^{δ} の値はそれぞれオーステナイト中における Cr および Mo の拡散係数を表わす。この結果からオーステナイト中でのセメンタイト粒子の成長過程を解析して得られた D_M の値がそれぞれ D_{Cr}^{δ} および D_{Mo}^{δ} の値とかなりよく一致していることが知られ、(1) 式がオーステナイト中でのセメンタイト粒子の成長過程をかなり正確に記述している理論式であると結論することが出来る。

また (1) 式によれば、Fe-C-M 三元合金中でのセメンタイト粒子の成長速度が $D_M / (1-K_M)^2 \cdot u_M$ に比例することになり、第三添加元素 M の役割をこの値を見積ることによりほぼ推定できる事が分った。

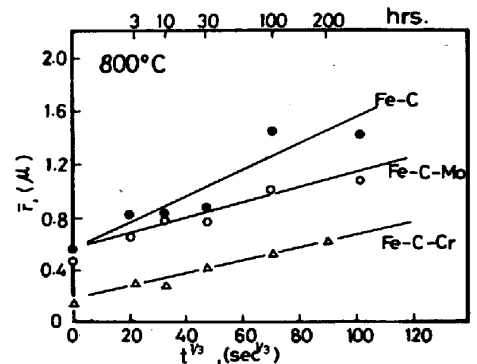


図 1 800°C における平均粒子半径と加熱時間との関係

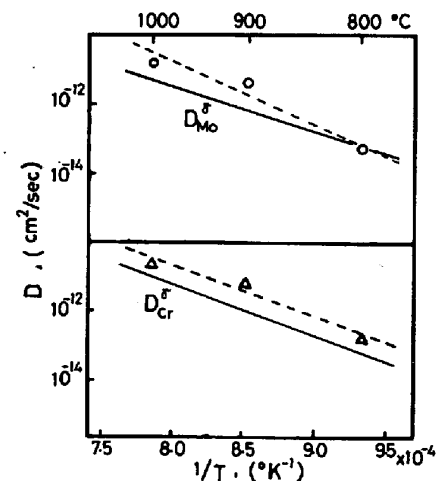


図 2 拡散係数の温度依存性