

(534) Nb鋼の相界面析出に関する速度論的解析

東北大工 佐久間 健人

1. 緒言: Nb鋼の等温変態に際して、フェライト中に形成されるNbCの析出形態は、変態の進行につれて変化する(T. Sakuma and R. W. K. Honeycombe: submitted to Met. Sci.), Fig. 1は、NbCの析出形態が変態温度および時間によってどのように変るかを模式的に示したものである。今回の報告では、このうちの比較的高温領域における組織変化に注目し、変態初期に初析フェライト反応が起り、後期に相界面析出が起る理由を検討した結果について述べる。

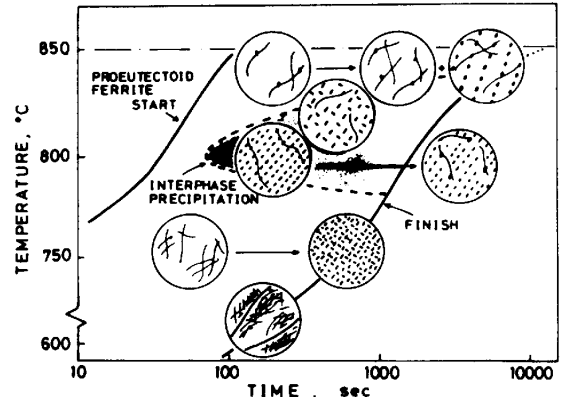


Fig. 1 The microstructure formed during isothermal treatment in Fe-Nb-C alloy.

2. 変態の駆動力 ΔG : 本研究では $\delta \rightarrow \alpha$ および $\delta \rightarrow \alpha + NbC$ の2種類の拡散型変態の駆動力を見積った。Fe-Nb-C系の相平衡のデータは、西沢らによる最近の解析結果(大谷, 長谷部, 西沢: 金属学会講演概要(1981年4月))を参考とし、自由エネルギー(G)・組成(X)曲線から ΔG を見積った。

$\delta \rightarrow \alpha$ 変態の駆動力 ΔG^f および共析変態の駆動力 ΔG^e を 800 K ~ 1123 K の温度範囲で評価した結果、両者とも温度および組成によって顕著に変化するが、ここで取り扱った範囲では $\Delta G^f < \Delta G^e$ となることが分った。実際に起る反応が駆動力最大のものであるとすると、Nb鋼においてはほとんどの場合に $\delta \rightarrow \alpha + NbC$ の反応が起ることになる。ところが、Fig. 1に示したようにNb鋼では初析フェライト反応が起り易く、相界面析出は高温の変態後期にのみ現われる。これは $\delta \rightarrow \alpha + NbC$ の反応が、拡散の遅いNbの拡散律速によって起るためであると考えられる。

3. 変態速度: 本研究では、 $\delta \rightarrow \alpha$ 変態がCの拡散律速によって起り、 $\delta \rightarrow \alpha + NbC$ の反応はNbの拡散律速によって起るものとして解析した。Cの拡散律速による初析フェライトの成長速度は、近似的に次式で表わされる。

$$v^f \approx \frac{D_C^\delta}{ZRTx_C^\delta} \Delta G^f \quad (1)$$

ここで D_C^δ はオーステナイト中のCの拡散係数、 Z は有効拡散距離、 x_C^δ はオーステナイト中のC濃度である。一方、共析反応における界面の成長速度は

$$v^e \approx \frac{D_{Nb}^\delta (\Delta G^e)^2}{RTx_{Nb}^\delta (4\alpha\sigma V_m)} \quad (2)$$

で与えられる。ここで D_{Nb}^δ はオーステナイト中のNbの拡散係数、 α は定数、 σ は界面エネルギー、 V_m はモル容積である。(1), (2)式による v^f および v^e の計算結果の一例を Fig. 2 に示す。この結果は、C濃度によって v^f と v^e の大小が変わることを示している。本報告では Fig. 1 の高温領域における組織変化が、C濃度の変化に伴う v^f と v^e の大小の変化で説明できることを述べる。

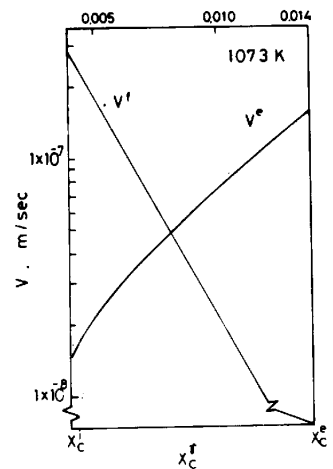


Fig. 2 A plot of v^f and v^e as a function of carbon content in austenite.