

京都大学 工学部  
大学院

梅本 実, 田村 今男

○ 古原 忠

1. 緒言: 鋼の等温変態線図(TTT図)は, その鋼に対しては一義的に定まるものであり, 変態を予測するための基礎となるものである。材料の合金設計や熱処理方法の決定には必要不可欠なものである。ところで従来, 等温変態線図は主に実験により作図されており, それらを理論的計算により求める試みはあまりなされていない。近年, 鋼における種々の合金元素の熱力学的データがかなりの量蓄積されるにいたり, 種々の合金における変態の駆動力が計算可能になってきている。本研究はこれら熱力学的データを使い, 合金元素の種類と量及びオーステナイト粒径からコンピュータによりTTT図を作図することを目的としている。

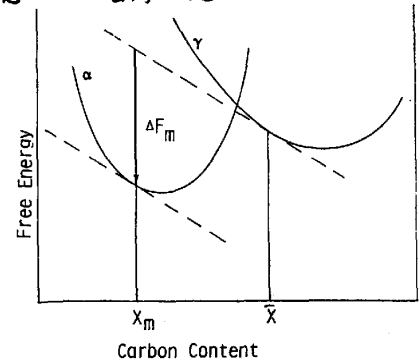


Fig. 1 Schematic diagram illustrating free energy change  $\Delta F_m$  involved during nucleation of ferrite from austenite with composition  $\bar{X}$  at temperature  $T_1$ .

2. 方法: Russell<sup>1)</sup>は潜伏期, つまり核生成速度が一定になるまでの時間では古典的核生成理論から次のように表わされる事を示した。

$$\tau = KT / \{(\Delta F_m)^p \exp(-Q/RT)\} \quad (1)$$

ここでTは絶対温度,  $\Delta F_m$ はFig. 1に示すような核生成の際の最大駆動力であり, Rはガス定数, Kは比例定数である。指数Pの値は整合析出の場合2で, その時Qは格子拡散の活性化エネルギーであり, 不整合析出の場合Pは3で, その時Qは界面拡散の活性化エネルギーである。この式を使ってTTT図における変態開始曲線を計算した。

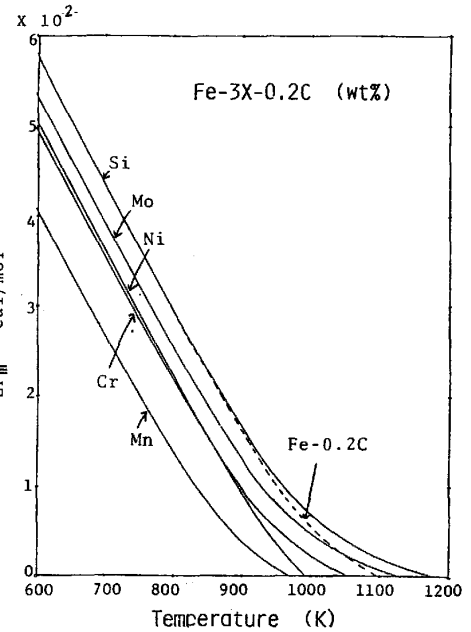


Fig. 2  $\Delta F_m$  for various Fe-3X-0.2C alloys as a function of temperature.

3. 結果: Fig. 2は合金元素としてCr, Mn, Mo, Ni, Siを単独に含んだ3元素のFe-3X-0.2C合金における $\Delta F_m$ の値を温度に対してプロットしたものである。ただし, オーステナイトとフェライトの間では合金元素の分配は起こらないものと仮定している (para-equilibrium)。この図よりこれら合金元素の間ではMnの添加

による $\Delta F_m$ の減少の効果が最も大きく, Cr, Ni, Mo, Siの順でその効果が小さくなるのがわかる。Fig. 3はFig. 2に示す $\Delta F_m$ を使って計算した各合金の変態開始曲線を示している。ただし,  $P=3, Q=30,600 \text{ cal/mol}$ とし比例定数KはFe-C合金で実験により求めた変態開始曲線と計算値とが合うように決定した。図中には $A_{c3}$ 点及び $M_s$ 点を示しているが, この図よりそれぞれの合金元素の変態に対する効果が, これまで実験により報告されているものとよく対応しているのがわかる。

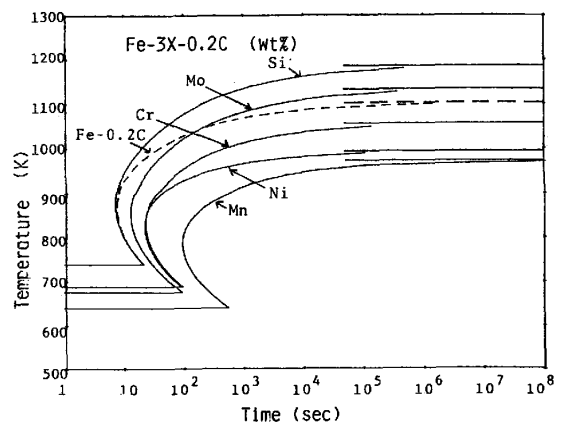


Fig. 3 Calculated TTT diagrams for various Fe-3X-0.2C alloys.

参考文献 1) K.C. Russell: Acta Met. 16 (1968), 761