

(198)

Fe-C-M 3元系における包晶点の熱力学的解析

東北大学工学部 ○石田清仁 東北大学工学部学生 深井英明
 東北大学大学院 大谷博司 東北大学工学部 西沢泰二

1. 緒言: Fe-C系の包晶反応は、鉄鋼の凝固に伴う合金元素の偏析挙動や凝固温度範囲等と理解可
 る上で非常に重要な反応である。しかしながら多元系のみならず、最も基本となるFe-C-M 3元系に
 いても、包晶反応に対する合金元素の影響について、実験的にも理論的にも十分な検討がなされてい
 ない。そこで本研究では、合金組成を入力すれば任意の温度における液相(L)、オーステナイト(γ)お
 よびフェライト(δ)各相の体積分率、平衡組成、合金元素の分配係数、凝固温度算が精度よく推定出来る
 様なりフトピアを作成する事を最終目標とし、その一環として、まずFe-C系の包晶点に及ぼす元素
 の影響について、熱力学的解析を行った。

2. 熱力学的解析: γ/δ相平衡の熱力学的取り扱いについては既に報告した⁽¹⁾、δ/Lおよびγ/L相平
 衡についても、全く同様に扱う事が出来る。すなわち、Fe-C-M 3元系の各相の自由エネルギーを正則
 溶体近似し、さらに各相における化学ポテンシャルが等しいという条件より、例えばγ相とL相について
 は次式が得られる。

$$x_C^L - x_C^\gamma + x_M^L - x_M^\gamma = (\circ G_{Fe}^L - \circ G_{Fe}^\gamma) / RT \quad (1)$$

$$f_{C,C}^{\gamma/L} = x_C^\gamma / x_C^L \approx \exp \left\{ \left[(\circ G_C^L - \circ G_C^\gamma) + \Omega_{FeC}^L (1 - 2x_C^L) - \Omega_{FeC}^\gamma (1 - 2x_C^\gamma) \right. \right. \\ \left. \left. + W_{MC}^L x_M^L - W_{MC}^\gamma x_M^\gamma \right] / RT \right\} \quad (2)$$

$$f_{C,M}^{\gamma/L} = x_M^\gamma / x_M^L \approx \exp \left\{ \left[(\circ G_M^L - \circ G_M^\gamma) + \Omega_{FeM}^L (1 - 2x_M^L) - \Omega_{FeM}^\gamma (1 - 2x_M^\gamma) \right. \right. \\ \left. \left. + W_{MC}^L x_C^L - W_{MC}^\gamma x_C^\gamma \right] / RT \right\} \quad (3)$$

ここで、 $\circ G_{Fe}^L, \circ G_C^L, \circ G_M^L$ は Fe, C および M 原子の液体, bcc 又
 は fcc 状態における自由エネルギー、 $\Omega_{FeC}, \Omega_{FeM}, W_{MC}$ は それぞ
 れの相における Fe-C, Fe-M および M-C 間の相互作用パラメ
 ータ、また $f_{C,C}$ と $f_{C,M}$ は C および M 原子の分配係数である。上式
 中のパラメータは未知のものも多いので、なるべく消去するた
 めに、Fe-C および Fe-M 2元系におけるγ/L相平衡を上記と
 同様に記述し、(2)、(3)式の比を求めると次の様になる。

$$f_{C,C}^{\gamma/L} \approx \circ f_{C,C}^{\gamma/L} \exp \left[x_M^L (W_{MC}^L - f_{C,M}^{\gamma/L} \cdot W_{MC}^\gamma) / RT \right] \quad (4)$$

$$f_{C,M}^{\gamma/L} \approx \circ f_{C,M}^{\gamma/L} \exp \left[x_C^L (W_{MC}^L - f_{C,C}^{\gamma/L} \cdot W_{MC}^\gamma) / RT \right] \quad (5)$$

ここで、 $\circ f_{C,C}^{\gamma/L}$ と $\circ f_{C,M}^{\gamma/L}$ は Fe-C および Fe-M 2元系における C お
 よび M 原子の分配係数である。したがって、各2元系状態図が
 確定しており、また、相互作用パラメータ W_{MC} の値が既知であ
 れば、包晶点を推定し得る。なお、Cr, V, Si等の様にγ/L平
 衡が存在しない様なフェライト安定化元素については、 $\circ f_{C,M}^{\gamma/L} \approx$
 $\circ f_{C,M}^{\delta/\gamma} / \circ f_{C,M}^{\delta/L}$ の関係によって $\circ f_{C,M}^{\gamma/L}$ を推定した。

3. 結果: Fig. 1 に Fe-C系の包晶点に及ぼす合金元素の影
 響について計算した結果を示す。なお計算に用いたFe-C 2元
 系の分配係数は、文献(2)によった。

参考文献 (1) 若桑, 石田, 西沢: 日本金属学会講演概要,
 (1984) 10月, P178 (2) H. Ohtani et al.: Trans ISIJ 24 (1984) 857

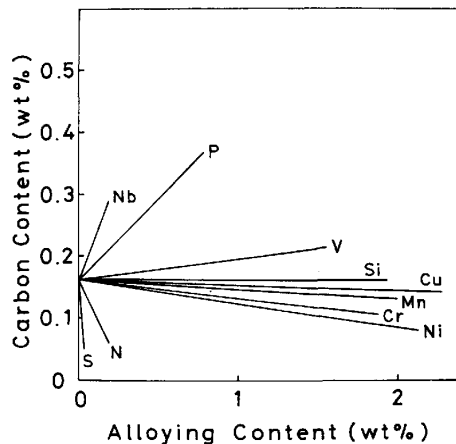
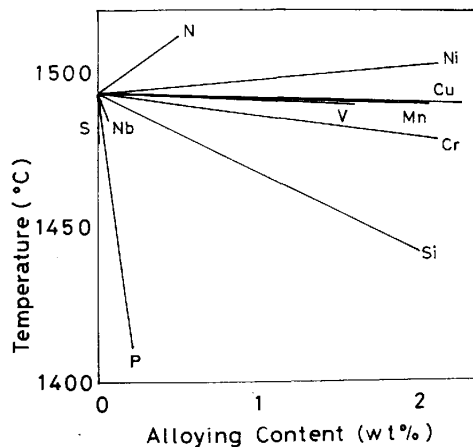


Fig.1 Effect of alloying elements on the peritectic point in Fe-C system.