

(709) 低炭素鋼の拡散変態の定式化と変態組織予測

新日本製鐵(株) 八幡技術研究部 ○末広正芳

薄板研究センター 矢田 浩, 松村義一

計測制御研究センター 有吉敏彦

1. 緒言

鋼の拡散変態進行の定式化の研究は最近多くなされているが¹⁾, この場合一般に一定温度での成長速度がほぼ一定であると仮定している。しかし変態進行に伴い成長速度が変化すると考えられる場合の定式化はなされていない。ここでは, フェライト変態の進行に伴い固溶炭素がオーステナイト中へ濃縮することにより成長速度が変化するモデルを用いた変態予測式を開発し, 実験結果との対比を行った。

2. 変態進行の定式化

フェライト変態の成長速度として(1)式に示されるような Zener - Hillert の式²⁾を用いる。

$$Gr = \frac{1}{2\rho} D \frac{C_{ra}^{\rho} - C_r}{C_r C_a} \quad (1)$$

ここで, ρ は成長端の曲率半径, D はオーステナイト中での炭素の拡散係数であり C_{ra}^{ρ} , C_r , C_a は Fig.1 に示されるような炭素量である。ここでは, 変態進行に伴い C_r が増加することを考慮し成長速度が変化すると考えた。また, ρ , C_a , C_{ra}^{ρ} は熱力学データから求まる量である。ここでは, C, Mn, Si を考慮した熱力学データを用いることにより Mn, Si の影響をとり入れた。

この成長速度を用い変態進行式を次のように表わした。

$$\frac{dX}{dt} = \frac{k}{D_r} Gr \left(\ln \frac{1}{1-X} \right)^{\frac{2}{3}} (1-X) \quad (2)$$

ここで, X は変態率, D_r は変態前のオーステナイト粒径, k は実測から求まる定数である。ただし, k は 0.1% C - 1.0% Mn - 0.5% Si 鋼から求めた。またパーライト変態は C_r がオーステナイトからのセメンタイト析出濃度 C_p に達した時開始し (Fig.1), バイナイト変態はある温度 T_{BS} で開始するとした。

3. 実測と予測の比較

C : 0.1 ~ 0.15, Mn : 0.5 ~ 1.5, Si : 0.5 の成分の鋼をフォーマスターにより 1 ~ 50 c/S の範囲の一定冷速で冷却し, 冷却後の各組織の体積率を測定した。Fig.2 はこの実測値と上述のモデルから求まる予測値を比較したものである。実測と予測はよい一致を示している。

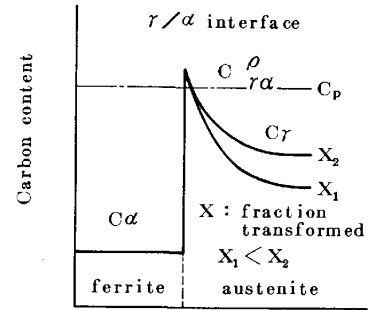


Fig.1. Schematic representation of carbon content in each phase during transformation

参考文献

- 1) 梅本実ら: 鉄と鋼, 66 (1980), p.400
- 2) M.Hillert: Jernkontorets Ann., 957, vol. 141, p. 757

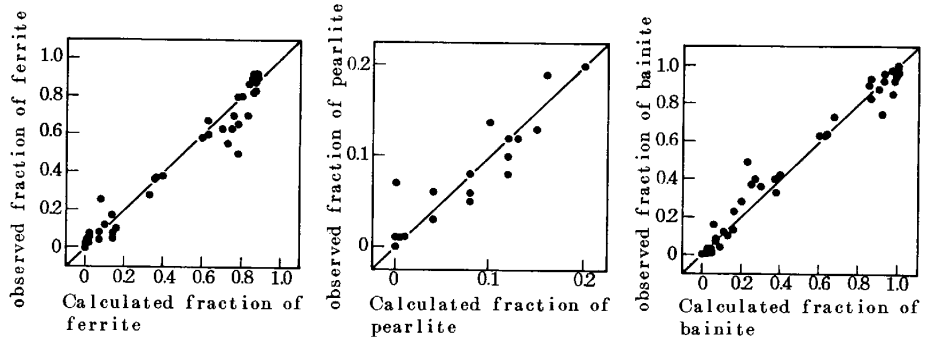


Fig.2. Comparison between observed fraction of each phase and calculated fraction. Experimental conditions (C:0.1~0.15 wt.%, Mn:0.5~1.5 wt.%, D_r : 30~300 μ m, Cooling rate: 1~50 c/S)