

(560) 核生成-成長同時進行モデルによるセメンタイト粒子数の推定

(連続焼鈍の過時効処理中におけるセメンタイト析出挙動 - 1)

新日鐵・君津技術研究部 工博 加藤 弘 ○小山 一夫
川崎 宏一 黒田 幸雄

1. 緒言 冷延鋼板の連続焼鈍においては、再結晶焼鈍後の急速冷却-過時効処理により固溶炭素を低減させ、冷延鋼板として必要な耐時効特性を得ている。しかし、セメンタイト形成における核生成段階を定量的に取り扱った例は少なく、勢い実験中心となりその結果、実に種々のヒートサイクルの提言となって表われているが、数値的なモデル化に関する議論は少ない。

筆者らは、実用冷延鋼板においては、MnSがセメンタイト核生成サイトとして作用しており、古典的核生理論における活性化エネルギーを均一核生成の場合の少くとも1/50程度にまで低下させていることをすでに報告した。1) 本報では、この知見をもとに核生成・成長同時進行モデルを用い、過時効期に形成されるセメンタイト粒子数を評価し、実験結果と比較検討した。

2. モデルの検討 核生成・成長同時進行モデルは次のように書ける。 2), 3)

$$\frac{dC}{dt} = -K_1 m D (C - C^*) \quad (1)$$

$$\frac{dm}{dt} = K_2 D (C - C^*) \exp\left(-\frac{\alpha\beta}{T^3 (\ln(C/C^*))^2}\right) \quad (2)$$

$$\beta = \frac{256\pi r^3 \Omega^2}{3kR^3} \quad (3)$$

ここに、C：固溶炭素，t：時間，m：析出核数，
D：炭素の拡散係数，C*：セメンタイト平衡炭素，
α：MnS他による不均一核生成での活性化エネルギー
低下係数(0.02)，σ：セメンタイト・鉄界面エネルギー(200
erg/cm²)，Ω：セメンタイトのモル体積(23.9cm³/mol)，
k：ボルツマン定数，R：ガス定数，K1，K2：定数

定数K1，K2を定めるため、実用冷延鋼板を用い、200℃で焼入時効の実験を行い、セメンタイト粒子数、固溶炭素の変化を求めた。

3. 結果 上記モデルに基づいて、等温変化の場合につき数値計算した結果を図1に示す。また実験と対比するため、図2に示す各ヒートサイクルで得られた粒子数を、冷却をステップ状と仮定して求めた。モデルは実験結果をよく説明している。

- 1) 加藤 弘ら：鉄と鋼 69(1983),S1417
- 2) 合金の時効過程とその解釈：日本金属学会(1968),p49
- 3) 佐久間 健人：日本金属学会会報, 20(1981),247
- 4) TAKAHASHI et al：AIME Symposium on Continuous Annealing of Cold Rolled Steel, Feb. 1982

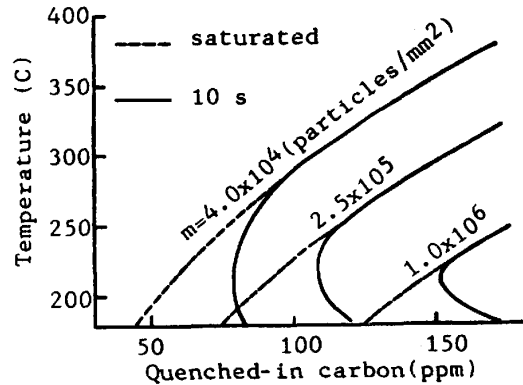


Fig.1 Theoretical results of isothermal nucleations of cementite.

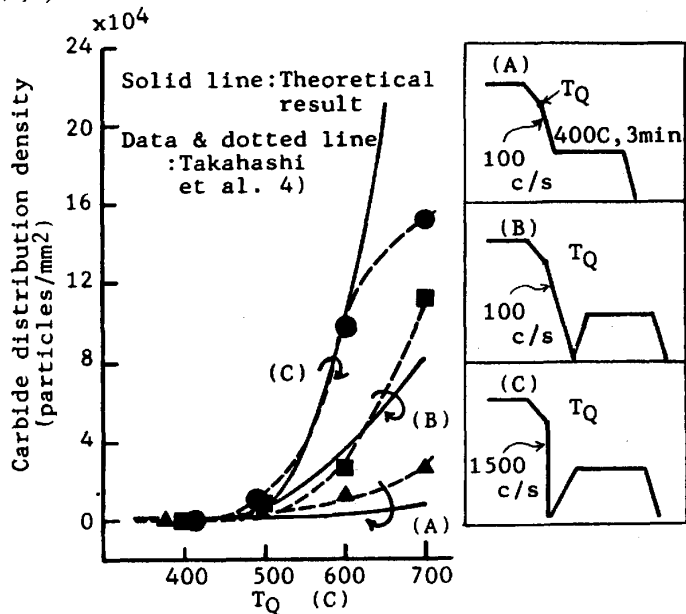


Fig.2 Result of the carbide distribution density after various cooling processes, (1) by the present model, and (2) by the data after Takahashi et al.