

(552) 低炭素鋼板における連続加熱中のカーバイト溶解と再結晶集合組織形成

スウェーデン金属研究所 ○潮田浩作 W.B. Hutchinson
 王立工科大学 J. Ågren (*新日鐵薄板研究センター)

1. 緒言：Mnを含有する実用低炭素鋼では、冷延・焼鈍中の回復段階に溶け出したCが、{111}再結晶集合組織の発達を抑制する。本報では、連続加熱中のカーバイドの溶解と再結晶の進行を計算で求め、再結晶の初期段階に存在する固溶C量をカーバイドの分布状態と加熱速度をパラメータにして評価した。さらに、再結晶集合組織の制御について検討する。

2. 計算手法と結果

2.1 セメンタイト溶解：連続加熱中のセメンタイト溶解を次の仮定のもとに、拡散方程式の数値解析により求めた。

- 1) フェライト/セメンタイト界面は、局所的熱平衡状態にある。
- 2) 冷延板におけるセメンタイトは圧延方向に伸長しているので、ロッド状 (Cylindrical symmetry) とする。
- 3) 溶解にともなうセメンタイトの収縮を無視する。

加熱速度とセメンタイトの分布間隔 (λ) をパラメータとして加熱中に溶け出した炭素濃度プロファイルを Fig.1 に示す。図から明らかのように、i) 加熱速度が $10^{-1} \text{ }^\circ\text{C/s}$ 程度であれば炭素の溶け出しは、 λ が大きくてもマトリックス内部までかなり進行しているが、ii) 加熱速度が $10 \text{ }^\circ\text{C/s}$ となると、 λ が大きい ($80 \mu\text{m}$: 熱延高温巻き取り相当) 場合には、溶け出し炭素量は少なく、しかもセメンタイト近傍に限られる。

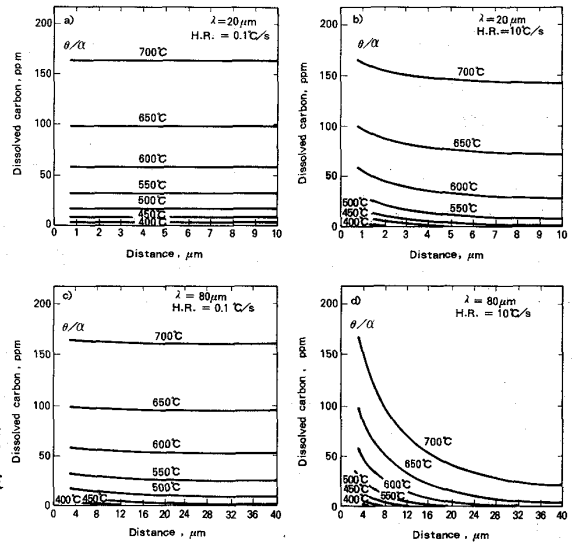


Fig.1 Calculated profiles of dissolved carbon level; λ : inter-particle spacing, H.R.: heating rate.

2.2 再結晶速度論：i) site saturation と zero nucleation time, ii) 成長速度 (3次元) 一定の仮定に立った等温焼鈍に対する Johnson - Mehl 式を変形し、連続加熱中の再結晶進行を(1)式で表現した。

$$f_R = 1 - \exp \left\{ - \frac{K}{\alpha^3} \left(\int_{T_0}^T \exp(-Q/RT) dT \right)^3 \right\} \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 f_R : 再結晶分率、 α : 加熱速度、 K : 定数、 Q : 成長の活性化エネルギー、 R : ガス定数。Fig.2 に連続加熱中の再結晶進行に関する実験・計算結果を加熱速度をパラメータに示す。両者の一致は、再結晶の後半部分を除き良好で、 $Q = 82 \text{ kcal/mole}$ でフィットした。

3. 考察：再結晶初期の固溶C量を上記2.1と2.2との組み合わせで求めることにより (Fig.3), 再結晶集合組織形成の加熱速度、 λ 依存性が大略定性的に説明されるが、再結晶核生成サイトとしてのセメンタイトの役割も同時に考慮する必要がある。

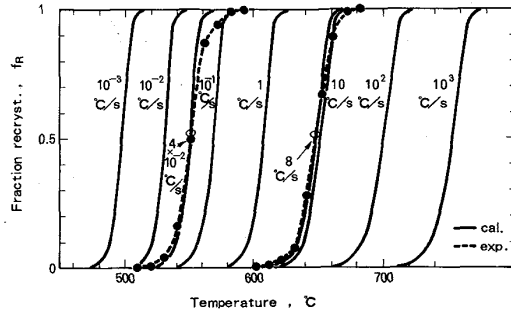


Fig.2 Calculated and experimental recrystallization kinetics with different heating rates.

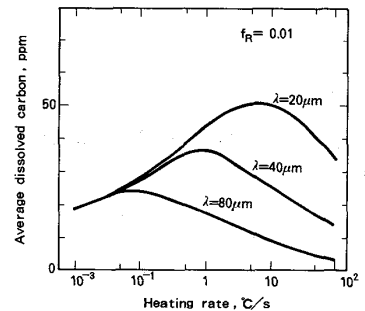


Fig.3 Average dissolved carbon calculated to be present when fraction recrystallized (f_R) is 0.01.