

1. 緒言

絞り用鋼板の連続焼鈍の過時効処理サイクルは、急冷後の固溶C量 c_0 、シェルフ処理(温度 T_1)における析出の時定数 τ_1 、目標とする最終固溶C量 c_2 を与えると、一義的に最適化されることを前回報告した。

今回は、これらの変数に及ぼす設備因子(急冷速度 \dot{T} 、急冷開始温度 T_0 、シェルフ温度 T_1 、過時効処理時間 t_{0A})の影響を調べ、設備と材質の関係を明らかにし、得られた結果より、最適操作条件を具体的に求める手順を示す。

2. 実験方法

0.04% C - Al キルド鋼の熱延高温巻取材を冷圧し、700°C 1分の焼鈍の後、1) T_0 まで空冷し冷却速度 \dot{T} で350°Cまで急冷後、水冷を行い固溶C量を測定、及び2)種々の温度から水焼入し T_1 まで再加熱または種々の冷却速度で T_1 まで急冷の後、 T_1 で時効処理を行い時効曲線より τ_1 を測定した。

3. 実験結果

(1) 急冷条件と急冷後固溶C量の関係: T_0 をパラメータとして、 \dot{T} と c_0 の関係を Fig.1 に示す。

(2) シェルフ温度の影響: τ_1 に及ぼす上記 c_0 と T_1 の影響が得られた。結果を350°Cに於る等価時定数 τ^* に換算して Fig.2 に示す。($\tau^* = \tau_1 \cdot D_1 / D^*$ 。 D_1, D^* : 温度 T_1, T^* における拡散定数)。

4. 設備と材質の関係

上記の実験結果と前報の式1~4を用いて、 t_{0A} を算出した。結果を Fig.3 に示す。諸変数の関係をまとめて Fig.4 に示す。設備変数 \dot{T} 、 T_0 、 T_1 、 t_{0A} を与えると、 \dot{T} 、 T_0 より c_0 (Fig.1)、次に c_0 、 T_1 より τ^* (Fig.2)、最後に T_1 、 t_{0A} 、 τ^* より c_2 (Fig.3)が決り、材質変数 τ^* 、 c_2 (それぞれ延性、時効性に対応)が決り、Fig.1より c_0 、 c_0 と τ^* より T_1 (Fig.2)、 τ^* 、 c_2 、 T_1 より t_{0A} (Fig.3)が決り、必要な過時効処理帯長さ(t_{0A} に対応)が決る。このように、設備変数と材質変数(合計6変数)の中で4変数を与えると残りの2変数が決る。

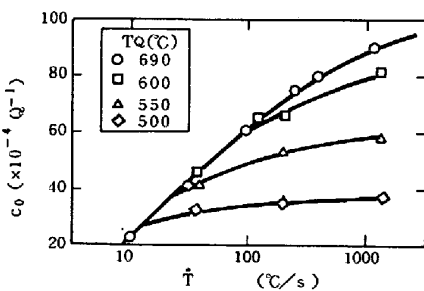


Fig.1 Solute C content, c_0 , after rapid cooling from T_0 to 350°C. \dot{T} : Cooling rate.

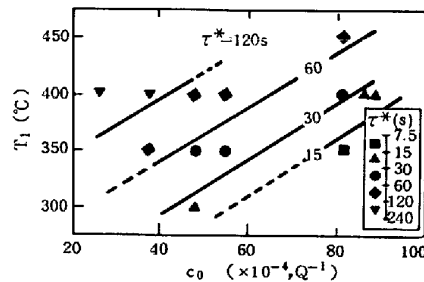


Fig.2 Equivalent time constant, τ^* , for $T^* = 350^\circ\text{C}$, calculated from precipitation rate at T_1 . T_1 : Shelf temperature.

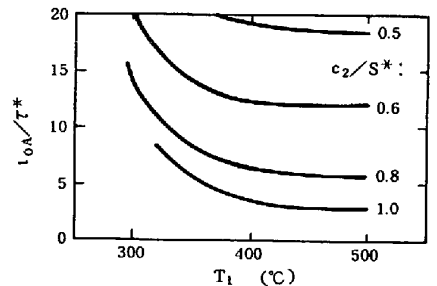


Fig.3 Overaging time, t_{0A} , c_2 : Final sol. C content, S^* : Solubility at $T^*(=350^\circ\text{C})$.

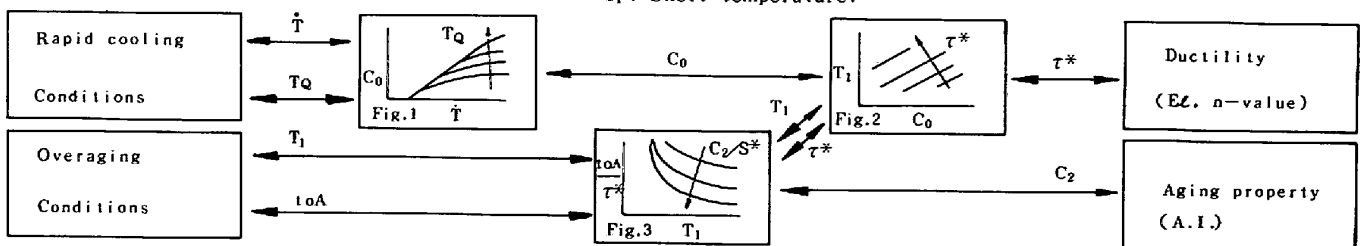


Fig.4 Interrelationships of metallurgical factors, processing conditions, and mechanical properties. Variables: see Figs. 1 ~ 3.