

(573) 細線エアパテンティング時の冷却速度の推定

株 吾嬌製鋼所技術研究所 ○村上俊之 手塚勝人

I. 緒言

通常、硬鋼線材は伸線段階においてパテンティングが中間熱処理として施されるが、パテンティング後の硬度が予測できれば伸線工程にとって好都合である。そのためには、パテンティング時の細線の冷却挙動を知る必要がある。そこで、今回、細線エアパテンティング時の 800℃～500℃ の温度範囲における冷却速度の推定を行なったので報告する。

II 推定方法

細線内部に温度勾配が存在しないと仮定すると、線の熱量変化と表面からの放熱量の収支から、 $\theta_i \sim \theta_f$ の冷却時間 t は近似的に(1)式で与えられる。

$$t = \frac{\rho C d}{4h} \ln \frac{\theta_i - \theta_a}{\theta_f - \theta_a} \quad (1) \quad \text{ここで、}\rho\text{は密度、}C\text{は比熱、}d\text{は線径}$$

$$h\text{は伝熱係数、}\theta_a\text{は冷却剤温度}$$

いま、ある温度範囲 $\theta_1 \sim \theta_2$ を一定の温度間隔 θ_0 ごとに N 等分して、全体の冷却時間 $t_{\theta_1 \sim \theta_2}$ を求めると、

$$t_{\theta_1 \sim \theta_2} = \frac{\rho C_1 d}{4h_1} \ln \frac{\theta_1 - \theta_a}{(\theta_1 - \theta_0) - \theta_a} + \frac{\rho C_2 d}{4h_2} \ln \frac{(\theta_1 - \theta_0) - \theta_a}{(\theta_1 - 2\theta_0) - \theta_a} + \dots + \frac{\rho C_N d}{4h_N} \ln \frac{\{\theta_1 - (N-1)\theta_0\} - \theta_a}{\theta_2 - \theta_a}$$

$$= \left(\sum_{n=1}^N \frac{\rho C_n}{4h_n} \ln \frac{\{\theta_1 - (n-1)\theta_0\} - \theta_a}{(\theta_1 - n\theta_0) - \theta_a} \right) d \quad (2)$$

となる。したがって、 $\theta_1 \sim \theta_2$ の冷却速度 $V_{\theta_1 \sim \theta_2}$ は、

$$V_{\theta_1 \sim \theta_2} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{t_{\theta_1 \sim \theta_2}}$$

$$= \frac{K}{d} \quad (3)$$

となり、係数 K を求めることにより近似的に細線の冷却速度を知り得る。

III. 連続冷却変態図による推定

(3)式の係数 K は、連続冷却変態図を用いることにより、以下のようにして求められる。供試材の一例を Table 1 に示すが自動変態点測定装置により連続冷却変態図(Fig.1)を作製し、この図を用いて 800℃～500℃ の冷却速度と硬度の関係求めた(Fig.2)。この図上にエアパテンティング処理(950℃加熱、空冷)を施した細線の硬度を fitting することにより、係数 K を試行錯誤して求めたところ、

$$V_{800^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}} = \frac{20}{d} \quad (4)$$

なる関係が得られた。

Table 1 Chemical composition (wt%)

C	Si	Mn	P	S
0.75	0.23	0.49	0.012	0.006

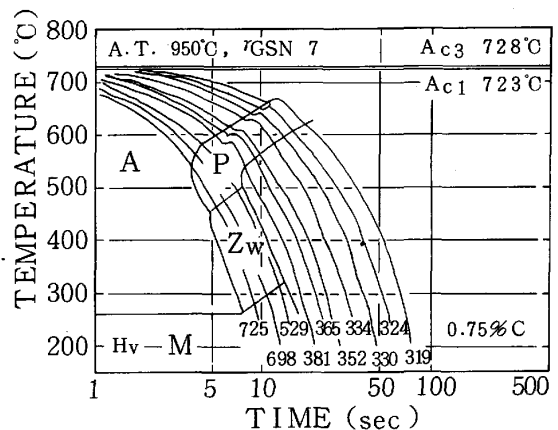


Fig.1 C. C. T. diagram

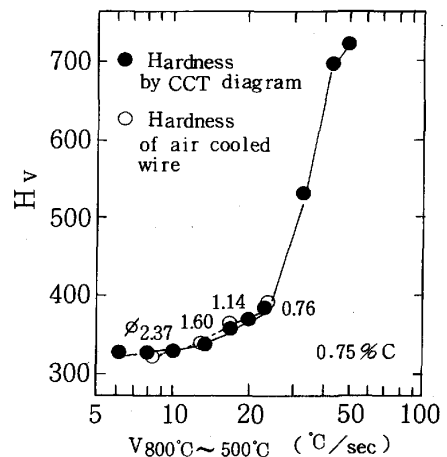


Fig.2 Relation between cooling velocity from 800°C to 500°C and vickers hardness