

(547) 鋼材の冷却過程における固体内熱移動

東北大学大学院 ○渡辺 敦  
 東北大学工学部 谷口尚司, 菊池 淳

**I. 緒言** 鋼材の冷却に関する研究は種々の観点から行なわれているが、変態過程を考慮した研究は少ない。そこで前報<sup>1)</sup>では噴流水および噴流ガスによる銅、ステンレス鋼および炭素鋼 (S10C, SK5, SK3) の冷却実験を行ない、変態を伴う場合の冷却特性を検討した。本報では前報にひきつづき、変態過程を考慮した伝熱モデルにより前報の結果を解析した。さらに伝熱解析に不可欠な物性値の一つである熱拡散率を簡便に測定しうる装置を試作し、2, 3の測定結果を得た。

**II. 伝熱モデルによる冷却現象の解析** Fig.1に前報の実験系を示した。固体内1次元熱伝導を仮定すれば固体内温度に関する基礎式は(1), (2)式で与えられる。

$$\rho C_p \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (\lambda \frac{\partial \theta}{\partial x}) - \rho \Delta H \frac{\partial P}{\partial t} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} t=0 : 0 < x < L : \theta = \theta_0 \\ t > 0 : x=0 : \lambda \frac{\partial \theta}{\partial x} = h(\theta - \theta_w) \\ x=L : \lambda \frac{\partial \theta}{\partial x} = 0 \end{aligned} \right\} (2)$$

(1)式右辺第2項は変態による発熱項で、変態としてはパーライト変態およびマルテンサイト変態の2つを考慮した。

変態中の組織率PはCCT図に基づく変態開始および終了温度 $\theta_s, \theta_f$ および最終変態率 $P_e$ より(3)式で近似的に求めた。

$$P = P_e \left\{ 1 - \left( \frac{\theta - \theta_f}{\theta_s - \theta_f} \right)^2 \right\} \quad (3)$$

また物性値 $\rho, C_p, \lambda$ は各組織の物性値と組織率より加減性を仮定して求めた。以上の式をCCT図を参照しながら数値的に解いて固体内温度の計算値を求めた。Fig.2および3に共析鋼(SK5)の場合の計算値と実測値とを示した。空冷および水冷のいずれも計算値は実測値とよく一致している。

**III. 熱拡散率の測定** 赤外線加熱装置を用い、定速昇温法による熱拡散率測定装置を試作した。試料は直径30mm, 厚み5mmの円板で、その上, 下に同材質の円板を重ねて軸方向の熱伝導を防止した。試料を側面から一定速度で昇温し、試料内の2点( $r_1=0, r_2=1.25\text{cm}$ )の温度差 $\Delta\theta$ を測定した。熱拡散率 $\alpha$ は $\Delta\theta$ より(4)式を用いて算出した。

$$\alpha = v(r_2^2 - r_1^2) / 4\Delta\theta \quad (4)$$

ここにvは昇温速度( $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )である。

Fig.4にステンレス鋼について求めた $\alpha$ を例示した。本法による $\alpha$ の測定値は文献値<sup>2)</sup>とよく一致している。

文献 1) 村上, 谷口, 菊池, 只木: 鉄と鋼, 68(1982), S354

2) Y.S.Touloukian et al. Ed. "Thermal Diffusivity" IFI/Plenum, N. Y., (1973), p.351.

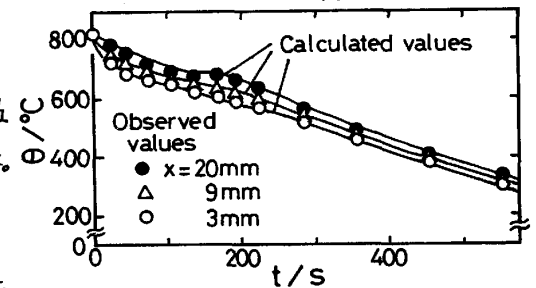
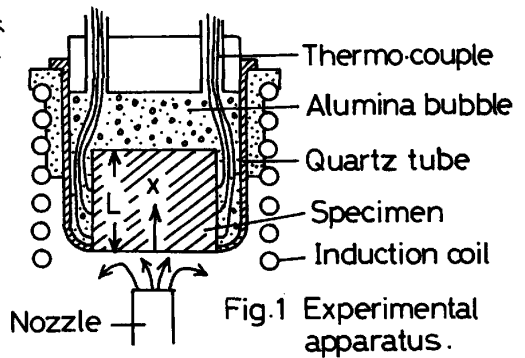


Fig.2. Temperature change with time for gas cooling.

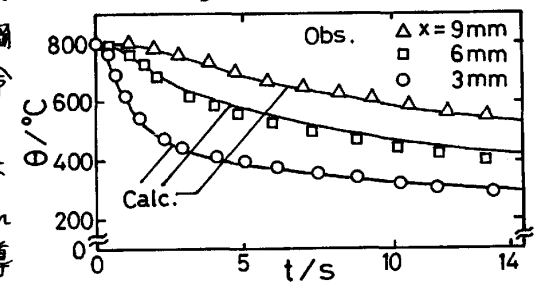


Fig.3. Temperature change with time for water cooling.

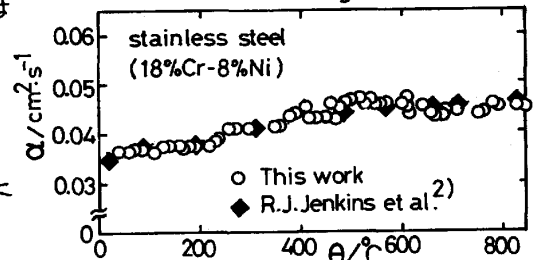


Fig.4. Observed value of  $\alpha$ .