

(241)

計算機による厚板圧延中の鋼板温度予測

川崎製鉄 技術研究所 木村 求 磯辺邦夫
水島製鉄所 ○坪田一哉 板橋和男

- 緒言 厚板圧延における計算機制御の重要な基礎的因子の一つとして、圧延中の鋼板の温度予測がある。筆者らは、熱伝導方程式を解いて圧延中の鋼板温度を計算する手法を開発し、これを基に計算機に適用可能な簡易式を作成した。これは現在、当所第2厚板工場に採用し、十分な成果を得ている。
- 鋼板温度予測式の作成とその結果 厚板圧延のような熱間圧延は、熱の移動という点からみれば、空冷、水冷および圧延の各工程に分解できる。そこで空冷については、輻射および対流を、水冷については一定の熱伝達率による冷却を、圧延については加工による発熱およびワークロールへの熱伝導を考慮し、Fourierの熱伝導方程式を解いて鋼板の温度変化を計算する厳密式を作成した。この厳密式に必要な輻射率、熱伝達率等の熱的定数は、計算と実測表面温度の比較から決定した。

初期条件であるスラブ温度は、在炉時間、炉内温度から計算したが、一部の鋼板では圧延中の実測表面温度と計算値の間に一定の誤差を生じた。この場合には両者が等しくなるように、抽出時の温度をシフトした。これより次の抽出温度予測式を作成した。

$$T_o = T_G - (\Delta T_{Gs} + \Delta T_{sm}) \quad T_o \text{ 抽出時のスラブ平均温度 (}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta T_{sm} = a_o - a_1 H_o + a_2 H_o^2 \quad T_G \text{ 抽出時の均熱帯雰囲気温度 (}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta T_{Gs} \text{ 雰囲気温度とスラブ表面温度の差 (}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta T_{sm} \text{ スラブ表面温度と平均温度の差 (}^\circ\text{C)}$$

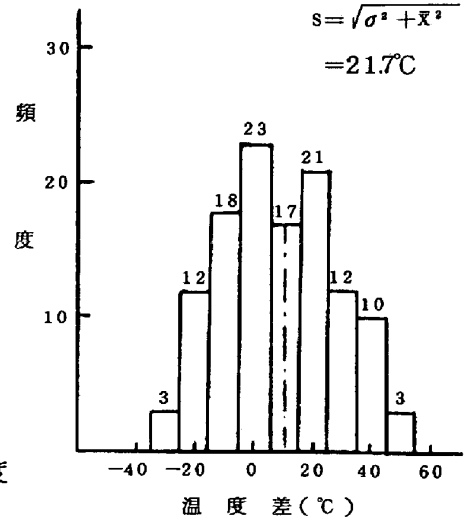
この厳密式から、計算機に適用可能な平均温度について次の簡易式を作成した。 $a_o \sim a_2$ 回帰係数

(i) 空冷 $\left(\frac{1000}{T_{mk}} \right)^3 - \left(\frac{1000}{T_{mok}} \right)^3 - 10^{-4} t \left[\frac{1}{H} (b_1 E + b_2 \alpha_{conv}) + b_3 + \frac{b_4}{10^4} H \right]$

(ii) 水冷 $\Delta T_m = -\gamma_w \frac{2\alpha(T_{mo} - T_w)}{\rho_p C_p H} t$

(iii) 圧延 (加熱発熱) $\Delta T_{mwork} = \frac{0.9 \epsilon P m}{4.27 \rho_p C_p H}$
(ロールへの熱伝導) $\Delta T_{mcont} = -\gamma_{cont} \frac{2 \times 2 \frac{\lambda_{mp}}{\sqrt{\pi t_{cont}}} \frac{\lambda_R}{\sqrt{\alpha R}} \cdot (T_{mo} - T_R)}{\frac{\lambda_{mp}}{\sqrt{\pi t_{cont}}} + \frac{\lambda_R}{\sqrt{\alpha R}} \cdot \rho_p C_p H m} \cdot t_{cont}$

$N=119$
 $\bar{x}=9.2^\circ\text{C}$
 $\sigma=19.6^\circ\text{C}$
 $s = \sqrt{\sigma^2 + \bar{x}^2} = 21.7^\circ\text{C}$



この簡易式と厳密式の抽出後圧延終了までの誤差は $\pm 5^\circ\text{C}$ であった。Fig1 は実操業における計算と実績表面温度差の分布であり予想通りの精度が得られている。

記号	温度 (°C)	添字
T	温度 (°C)	
t	時間 (sec)	P 鋼板
H	板厚 (mm)	o 初期
ρ	密度 (kg/m^3)	s 表面
C	比熱 ($\text{kcal}/\text{kg}^\circ\text{C}$)	m 平均
P	圧延圧力 (kg/cm^2)	k 絶対温度
ϵ	対数ひずみ	w 水
a	温度伝達率 (m^2/h)	R ロール
E	輻射率	
λ	熱伝導率 ($\text{kcal}/\text{m}^\circ\text{C}$)	$b_1 \sim b_4$ 回帰係数
α	熱伝達率 ($\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$)	

Fig 1 計算と実績表面温度差の分布