(168) 鋼板温度モデルについて

三菱電機(株)　茶谷三郎
〃　○小林健三

§1 緒論　ホットストリップミル，プレートミル その他の熱間圧延機のプロセス計算機による自動圧延は，三菱電機を始め各方面で実施されており，圧延中の鋼板の温度を予測計算する簡単な「鋼板温度モデル」については，既に大野らによって提案がなされている[1]。文献[1]では単に輻射・対流雰囲気に於て適用出来るモデルについて述べているだけであるが，以下に冷却水をかけてホットストリップ圧延中や，ランアウトスプレー冷却中にも適用出来るモデルに拡張して述べる。

§2 輻射雰囲気中のモデル　厚さ2d の無限大の広さの鋼板の温度分布は次式の解で与えられる。

$$\frac{\partial T}{\partial t} = K\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \qquad K：温度伝達率 \qquad (1)$$

(1)式は一定雰囲気中の短い時間間隔后の温度変化を問題にする場合，簡単な形に解ける。((2)式)

$$T(x,t) = -\frac{Q}{2kd}x^2 - \frac{Q}{C\rho d}t + C_2 \qquad (2)$$

但し，Qは放散熱量．(2)式から平均温度 T_{AV} と表面温度 T_S の差 ΔT_{AV-S} は次式で与えられる。

$$\Delta T_{AV-S} = (d/3k)\cdot Q \qquad (3)$$

今，厚さ≒0の鋼板試料を加熱后，自然空冷状態に放置して時々刻々の温度変化を記録し，その冷却曲線から厚さ≒0の鋼板に対する実効輻射率 ε_0' が次式により求められる。

$$\varepsilon_0'(T_{AV}, H=0) = -\frac{C\rho H}{2\sigma T_{AV}^4}\frac{\Delta T_{AV}}{\Delta t} \qquad (4)$$

(4)式に(3)式の平均温度と表面温度の関係を代入すると任意の板厚温度の実効輻射率が求められる。

$$\Delta T_{AV} = -\frac{2\sigma}{C\rho H}\varepsilon'(T_{AV}, H)\, T_{AV}^4 \times \Delta t \qquad (5)$$

$$\varepsilon'(T_{AV}, H) = \varepsilon_0'\left(1 - \frac{2H}{3k}\varepsilon\sigma T_{AV}^2\right) \qquad (6)$$

Dr. SCHULTZ[2]らの実験に基づき，板厚≒0の輻射率 ε_0' を求め(6)式より H=100mm の実効輻射率を計算し，実験値と良く合致することを確認した。

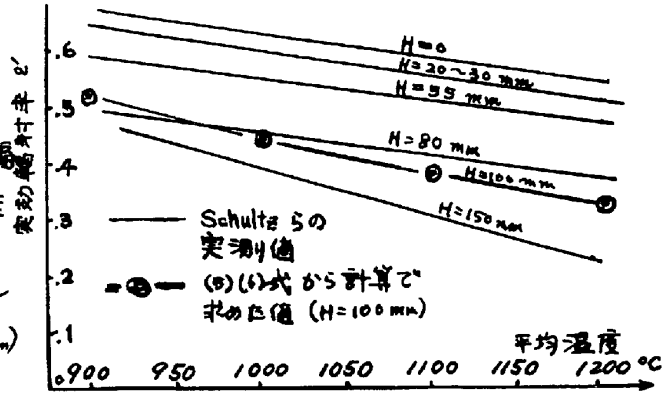

図1. 実効輻射率は温度と板厚の関数で与えられる。

§3 水冷中のモデル　田中ら[3]によると，スプレ冷却の効果は鋼板温度に関係なく，流量密度 F (l/m²min) を与えると(7)式で与えられる。

$$Q_w = 5.4\times10^3 F^{0.7} \quad kcal/m^2hr \qquad (7)$$

厚さ≒0の鋼板に対する水冷時の実効輻射率は(4)式の ε_0' を修正して(8)式で求められる。

$$\varepsilon_{0w}'(T_{AV}, H=0) = \varepsilon_0'(T_{AV})\times(1 + Q_w/\sigma\varepsilon T_{AV}^4) \qquad (8)$$

又(3)式から平均温度と表面温度との差 ΔT_{AV-Sw} は

$$\Delta T_{AV-Sw} = (d/3k)\times(\sigma\varepsilon T_S^4 + Q_w) \qquad (9)$$

故に水冷時の Δt 后の温度降下 ΔT_{AV} は(10)(11)式で与えられる。

$$\Delta T_{AV} = -\frac{2\sigma}{C\rho H}\varepsilon'_w(H, T_{AV})\, T_{AV}^4 \times \Delta t \qquad (10)$$

$$\varepsilon'_w(H, T_{AV}) = \varepsilon_0'(1 + Q_w/\sigma\varepsilon T_{AV}^4)\cdot\left\{1 - \frac{2H}{3kT_{AV}}(\sigma\varepsilon T_{AV}^4 + Q_w)\right\} \qquad (11)$$

文献：[1] 大野，小林；44年電気4学会連合大会，[2] Dr. Schultz；Iron & Steel Engr, May, 1965，[3] 田中，大森；三菱重工技報 Vol.2, No.2.