

(147) 熱間圧延時における材料の温度変化

京都大学工学部 ○小門純一, 藤中雄三, 武居博道

1. 緒言

熱間圧延において鋼塊の温度変化の推移を知るためには鋼塊表面からの熱輻射量, 対流による熱伝達量, ロール表面やスケールブレイカの噴流との熱交換量, 塑性変形による内部発熱量およびロールとの摩擦による表面発熱量を知らなければならぬ。今回はこれらの各因子のいくつかに関する研究結果と加熱炉から仕上圧延機入口までの鋼材の温度変化に関する計算結果の1例について述べたい。

2. 熱交換量

2.1 輻射係数: 輻射による放散熱量 q_r は (1) 式で与えられる。

$$q_r = \varepsilon \cdot 4.96 \left[(\theta_s/100)^4 - (\theta_a/100)^4 \right] \quad (1)$$

輻射係数 ε は材料の表面状態によって変化するが, 実測結果によれば分塊圧延後の状態では約 0.80, 粗圧延後では約 0.62, 仕上圧延後では約 0.58 であった。(1) 式はつぎに述べる計算に不便であるので相当熱伝達率 α_r を用い, $q_r = \alpha_r (\theta_s - \theta_a)$ (2) とした。この場合 α_r は温度の関数となる。

2.2 熱伝達率: 自然対流による熱伝達率 α_n は水平におかれた平板の上面の値を用いることにした。

$\alpha_n = 0.14 (1/\lambda) (Gr \cdot Pr)^{1/3}$ (3)。ここに λ は圧延材料の中で, λ , Gr , Pr などの空気の物理常数は圧延時の表面温度と室温との平均温度に対する値である。強制対流による熱伝達率はこれらに比べて無視できる程度である。したがって総合熱伝達率 α は, $\alpha = \alpha_n + \alpha_r$ で与えられる。表1は各温度における α_n および α_r を示している。

2.3 ロール表面との熱交換量: ロールと材料

との接触部分では材料からロールへ熱が伝導する一方そこに摩擦熱が発生して材料の温度降下を緩和する。実測によれば前者の方が後者よりも幾分大きい材料表面は温度降下を来すが, その影響範囲が狭いので板全体としての温度降下は粗圧延中は無視しても大きさを誤りはない。

2.4 スケールブレイカの噴流との熱交換:

鋼塊に衝突したあとの噴流は膜沸とうをしながら鋼塊上を流れる。この点に関しては実験を行なえなかったので噴流との熱交換範囲は板の進行方向に 4 m, 平均熱伝達率は $1,000 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ と仮定した。

2.5 塑性加工による内部温度上昇: 実測によれば純粋変形仕事の約 90 % が材料の温度上昇に費されているがその絶対値はたかだか 10°C 程度であるので以下の計算では 100 % として扱った。

3. 計算例

以上の仮定のもとに $1,250^\circ\text{C}$ で加熱炉を出た鋼塊が仕上圧延機入口に達するまでの温度変化を図1に示す。

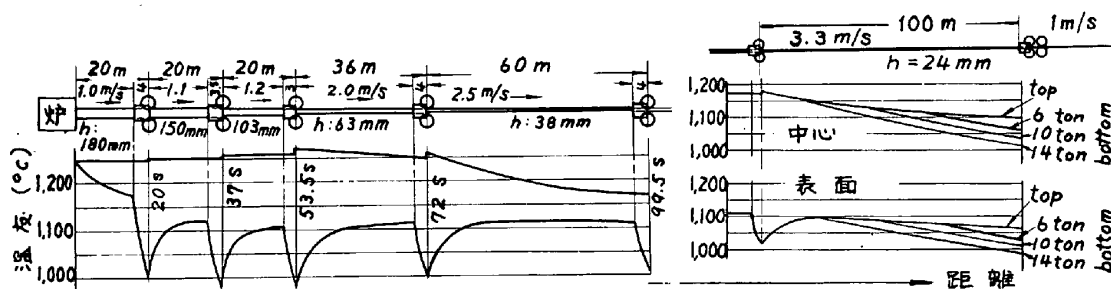


図1. 加熱炉から仕上圧延機入口までの過程における材料の温度変化計算例