

(470) 圧延時マンドレルロールの冷却方法に関する一考察

川崎製鉄㈱ 知多製造所 ○江川元浩 岡 弘

1. 緒言

シームレス熱間圧延において、ロール疵に起因する製品表面の疵発生は、品質や歩留りの低下となり非常に問題である。ロール表面の疵は、圧延時の加熱・冷却の繰り返しによる熱疲労あるいは熱衝撃によると思われる。今回マンドレル圧延におけるロール表面のクラック発生を抑制する、ロール表面冷却方法について、計算から有効な知見が得られたので報告する。

2. 計算方法

マンドレルロールは図1の形状で、温度計算はカリバー底における、半径方向1次元で考える。圧延時の温度境界条件はシェル寸法、厚み、ロール径、ノズル配置、噴射角度、ロール周速等の圧延諸条件を考慮しモデル化した。図2には、カリバー底を含む軸方向垂直断材について圧延時周方向の温度境界条件を示す。また、各領域の滞留時間は表1の様に定めた。次に、ロールと鋼材(シェル)間の接触条件式は、

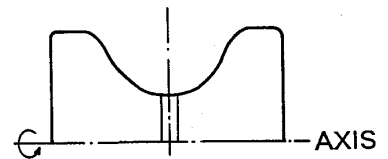


Fig. 1 Mandrel roll profile

(1)式の接触熱伝達式(1)と摩擦熱(2)式の和、(3)式で表わし、ロール表面の冷却条件は(4)式で表わす。

$$Q_c = \frac{1}{\frac{\Delta\theta_k}{\lambda_k} + \frac{1}{\alpha_c} + \frac{\Delta\theta_s}{\lambda_s}} (T_s - T_R) \dots\dots(1)$$

$$\text{但し } \alpha_c^n = \frac{10^4}{\delta_k + 23} + \frac{\delta_s + 23}{\lambda_s} \cdot \frac{P}{H} + \frac{10^6 \lambda_f}{\delta_k + \delta_s}$$

$$Q_f = \eta \cdot \mu \cdot P \cdot \tilde{V}_R / 427 \dots\dots(2) \quad Q_T = Q_c + Q_f \dots\dots(3)$$

$$Q_S = (a_1 + a_2 \log W + a_3 T_R) \cdot (T_W - T_R) \dots\dots(4)$$

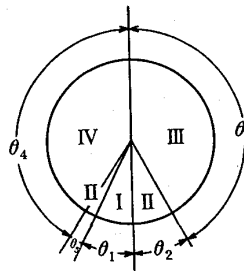


Fig. 2 Boundary region in roll circle direction

Table 1 Heat transfer condition

region	boundary condition	time(sec)
I	contact between shell and roll	0.04
II	radiation + convection	0.04 + 0.01
III	water cooling ①	0.21
IV	water cooling ②	0.20

記号: $\Delta\theta$ 厚み(黒皮、スケール) λ : 熱伝導率、

T: 温度、Q: 熱流束、 δ : 表面粗さ、P: 圧延圧力、 V_R : ロール周速

μ : 摩擦係数、 η : 入熱比率、W: 水量密度、a: 定数、K: ロール黒皮、S: シェル、R: ロール、W: 冷却水

3. 結果および考察

計算は、各種冷却条件を変えて行なった。図3に現状の冷却条件でのロール温度推移を示す。結果と現場での経験的事実を加味して考察すると、ロール表面のクラック発生は圧延スタート時の熱衝撃が主と考えられる。これは、ロール表面の温度変化が、ロール1回転目で最大となり、特に冷却水による冷却時にロール表面の引張り応力が大きく、クラックを発生させる。このため、冷却時の表面引張り応力が、ロール強度以下になる様に、冷却水量を制御する事が有効と考える。

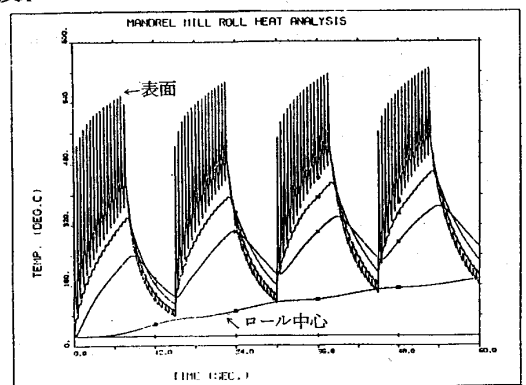


Fig. 3 Roll temperature transition in rolling

4. 結言

マンドレル圧延時に問題となるロール疵を防止するため、計算によりロール表面のクラック発生防止に有効なロール冷却方法について考察した。

参考文献

①伝熱工学資料 改訂3版 日本機械学会編