

(377) 先進率の負領域における圧延特性の解明

(先進率制御技術の開発 - 3)

新日本製鐵(株) 第三技術研究所 八幡製鐵所 ○白石利幸 松本紘美 井浦輝生 川並高雄
山本普康

1. 緒言

現在、冷間タンデム圧延では最終スタンドの圧延速度が $2000 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ を越えている場合も多い。このような流体潤滑に近い潤滑状態での圧延中の先進率は、しばしば負になることが実操業中に確認されている。本研究では先進率の負領域における圧延特性に注目し、小型圧延機を用いて先進率が負の状態における圧延特性について実験を行い、その知見に基づいて圧延解析モデルを作成して解析結果と実験結果とを比較した。

2. 実験方法

実験には小型四段圧延機を使用し、スピンドルに張り付けたひずみゲージから圧延トルクを直接測定した。被圧延材として普通鋼 (SPC) の焼鈍脱脂材 (板幅 250 mm) のコイルを用いた。Table 1 に圧延条件を示す。潤滑油には牛脂系の3%エマルジョンを 60°C の温度で使用した。

Table 1. Rolling Condition

Roll Diameter	D	161.4 mm
Thickness at Entrance	h_i	0.80 mm
Thickness at Exit	h_0	0.64 mm
Back Tension	σ_b	$5 \sim 25 \text{ kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$
Front Tension	σ_f	$5 \text{ kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$
Velocity of Work Roll	V_R	$10 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
Yield Stress	σ_Y	$88 (\epsilon + 0.035)^{0.29} \text{ kgf} \cdot \text{mm}^{-2}$

3. 実験結果 先進率が負の場合、圧延荷重と圧延トルクおよびロール径を用いて平均摩擦係数が得られる¹⁾。この平均摩擦係数と相対すべり速度比 $\Delta \bar{V} / V_R$ の関係を Fig.1 に示す。これから、平均摩擦係数と相対すべり速度比の関係は一次式で近似できることがわかる。

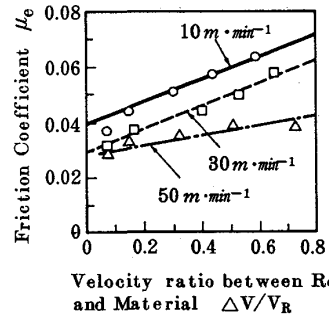


Fig.1 Relation between the friction coefficient and velocity ratio.

4. 計算方法および計算結果

前述の実験結果から、表面せん断応力 (τ) と法線方向の圧縮応力 (p_s) との比 (τ/p_s) を式(1)で仮定することができる。この関係を用い、スラブ法で Fig. 1 に示した圧延速度 $10 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ の条件に従って、先進率、圧延荷重、圧延トルクを計算した。その結果を Fig. 2 ~ Fig. 4 に示す。

$$\tau/p_s = \mu_a + \mu_b \left[1 - \frac{(1+f_s)h_0}{\cos \varphi h(\varphi)} \right] \dots\dots\dots (1)$$

但し、 μ_a, μ_b は定数で圧延速度や潤滑条件によって決められる。
 f_s ; 先進率, h_0 ; 出側板厚, φ ; ロールバイト内にある被圧延材の任意の位置を示す角度, $h(\varphi)$; 角度 φ におけるロールバイト内の被圧延材の板厚

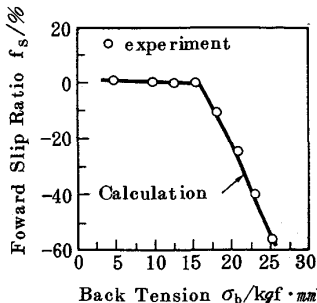


Fig.2 Relation between forward slip ratio and back tension.

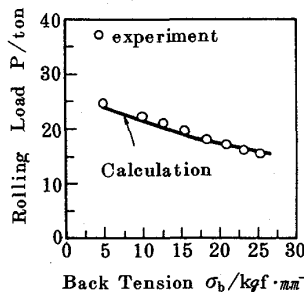


Fig.3 Relation between rolling load and back tension.

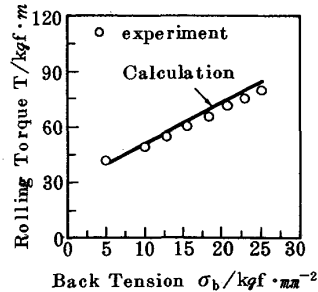


Fig.4 Relation between rolling torque and back tension.

これより、先進率、圧延荷重、圧延トルクの実験値と計算値とは良く一致していることがわかる。

参考文献

1) Whitton, P.W. and Ford, H: Proc. Inst. Mech. Eng., 169 (1955), 123.