

(376) 先進率予測モデルの導出とモデル精度の検討

(先進率制御技術の開発—第2報)

新日本製鐵㈱八幡製鐵所 長谷川一郎, ○山本普康, 橋本淳  
山田信夫, 第三技研・白石利幸

1. 緒言

ここでは、第1報で述べたような先進率の不安定現象を防止する目的で、圧延制御システムに組み込みが可能な先進率予測モデルを作成し、そのモデルによる計算結果と冷間タンデム圧延機での実験結果とを比較検討する。

2. 先進率予測モデル

先進率は圧延要因(例えば板厚, 張力など)によって複雑な挙動を示すため、ここでは比較的圧延要因との関係が明確なロールと板との間の摩擦係数で予測式を組み立て、スライド係数を用いて修正した Bland & Ford の先進率式<sup>1)</sup>によって先進率を予測する。

1) 摩擦係数予測式 実験用圧延機と冷間タンデム圧延機を用いて圧延実験を行い、摩擦係数  $\mu$  と圧延要因(圧下率  $r$ , 後方張力  $\sigma_b$ , 前方張力  $\sigma_f$ , 入側板温度  $T_p$ , 圧延速度  $V_R$ , 圧延重量  $W$ , 圧延潤滑供給量  $Q$ ) との関係式を求めた。その結果を Table 1 に示す。Table 1 に基づき、冷間タンデム圧延機の第6スタンドで普通鋼を圧延して求めた摩擦係数予測式を次に示す。

$$\mu = 1.24 \times 10^{-2} e^{-0.0037V_R} + 1.01 \times 10^{-1} e^{-0.45Q} + 4.55 \times 10^{-2} e^{-7.92 \times 10^{-4}W} + 6.75 \times 10^{-3} r + 7.89 \times 10^{-4} \sigma_b - 6.82 \times 10^{-4} \sigma_f + 8.00 \times 10^{-5} T_p - 0.067 \dots \dots \dots (1)$$

ここで、式(1)の  $\mu$  はスライド係数  $C$  (0.2) を導入して Bland & Ford の式を補正した次式から求められた値を重回帰することによって決定された式である。

$$\mu = \ln D / [H_b - 4 \sqrt{\frac{R'}{h}} \tan^{-1} \sqrt{f_s + C}], \quad f_s : \text{実測先進率} \dots \dots \dots (2)$$

2) モデル精度の検討 式(1)を用いて式(2)を逆算することによって求めた先進率、および式(1)と Hill の簡易圧延荷重式を用いて求めた圧延荷重の計算結果を、実験値と比較した形で Fig. 1 と Fig. 2 に示す。いずれの場合も計算値と実験値はほぼ一致して推移していることが分かる。

3. 結論

スライド係数を用いて修正した Bland & Ford の先進率式によって求めた摩擦係数から、各圧延要因を考慮して摩擦係数予測式を作成した。そして、その予測式を用いて先進率と圧延荷重を計算した結果、実験値とよく対応することが明らかになった。

<参考文献> 1) Bland, D.A. & Ford, H.: Proc. Instn. Mech. Eng., 159 (1948), 144.

Table 1. Equations of friction coefficients

i) Reduction in thickness	: $\mu_r = A_r r + C_r$
ii) Back tension	: $\mu_b = A_b \sigma_b + C_b$
iii) Front tension	: $\mu_f = A_f \sigma_f + C_f$
iv) Entry strip temperature	: $\mu_T = A_T T_p + C_T$
v) Rolling speed	: $\mu_V = A_V e^{-B_V V_R} + C_V$
vi) Rolled coil weight	: $\mu_W = A_W e^{-B_W W} + C_W$
vii) Supplied lubrication oil	: $\mu_Q = A_Q e^{-B_Q Q} + C_Q$

where  $A_r, A_b, A_f, A_T, A_V, A_W, A_Q$  and  $C_r, C_b, C_f, C_T, C_V, C_W, C_Q$  are constants.

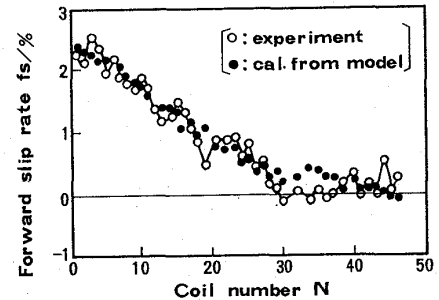


Fig. 1. Comparison between experimental values and calculated values for forward slip rate

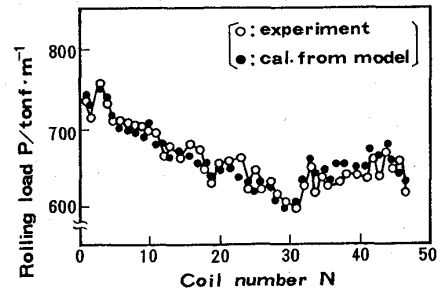


Fig. 2. Comparison between experimental values and calculated values for rolling load