

(354) ホットストリップミルにおけるオンライン板プロフィール計算モデル

住友金属工業(株) 中央技術研究所 ○高橋亮一 美坂佳助

鹿島製鉄所 布川 剛 八木英剛 佐藤哲弘

1. 緒言：板プロフィールをオンラインで計算するモデルを開発したので報告する。
2. 板プロフィール計算モデル：ロールプロフィール計算モデルと出口板厚分布計算モデルからなる。
- (1) ロールプロフィール計算モデル 圧延時間，ギャップタイム，圧延荷重，材料長，板巾などの圧延条件をもとに，ロールのヒートアップおよび摩耗量の計算をする。
- (a) ヒートアップ 軸対称の2次元の伝熱方程式を差分法にて解く。

$$\frac{1}{a} \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial \theta}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2}; \text{ロール表面において } -\lambda \frac{\partial \theta}{\partial r} = hw(\theta - \theta_0) - q(z); \text{ロール端部において } -\lambda \frac{\partial \theta}{\partial z} = h_z(\theta - \theta_0)$$

ここで， θ はロール温度， t は時間， r は半径方向座標， z は胴長方向座標， a は温度伝導率， λ は熱伝導率， θ_0 は雰囲気温度， hw は冷却水の熱伝達率， $q(z)$ は板からの受熱量である。

(b) 摩耗 単位巾当りの圧延荷重と圧延長に依存するとした。 $D_w = \alpha \sum_i P_i / B_i \times L_i / \pi D$ ここで， D_w は摩耗， P_i は荷重， B_i は板巾， L_i は圧延長， D はロール径， α は係数， i はコイル番号である。

- (2) 出口板厚分布計算モデル 分割スリットモデルにより 圧延荷重 P ，ベンド力 J ，入口板厚分布 $H(i)$ ，ロールプロフィール $R_{CB}(i)$ ， $R_{CW}(i)$ および出口板厚の板巾中央値 h_c を与えて，出口板厚分布 $h(i)$ を計算する。すなわち，

(i) バックアップロールとワークロールの適合条件

$$-\sum_{j=1}^m p(j) \alpha_{ij} j b \Delta x_j - Z_b(i) - K_b + R_{CB}(i) / 2 = \sum_{j=1}^m p(j) \alpha_{ij} j w \Delta x_j - \sum_{j=1}^n q(j) \alpha_{ij} j w \Delta x_j + Z_w(i) - K_w - R_{CW}(i) / 2$$

(ii) 出口板厚分布： $h(i)$

$$h(i) / 2 = -\sum_{j=1}^m p(j) \alpha_{ij} j w \Delta x_j + \sum_{j=1}^n q(j) \alpha_{ij} j w \Delta x_j + K_w - R_{CW}(i) / 2 + Z_R(i)$$

(iii) 圧延荷重分布： $q(i)$

$$q(i) - q(u) = \partial q / \partial h (h(i) - h_c) + \partial q / \partial H (H(i) - H_c) + \partial q / \partial \sigma_f (\sigma_f(i) - \sigma_f(u))$$

(iv) 出口張力分布： $\sigma_f(i)$

$$\sigma_f(i) - \sigma_f(u) = E \eta (\Delta \epsilon l^{(-)}(i) - \Delta \epsilon l^{(-)}(u) + h(i) / h_c - H(i) / H_c)$$

(v) バックアップロール剛体変位： K_b $K_b = S / 2 + (J + Q) / M_H$

(vi) ロール間の接触表面変位： Z_b, Z_w $Z_b(i) + Z_w(i) = u_p(i)$

(vii) 圧延材とワークロール接触表面変位： Z_f $Z_f(i) = \sum_{j=1}^n \delta_{ij} q(j)$

(viii) 力の釣合条件 $\sum_{j=1}^m p(j) \Delta x_j = (Q + J) / 2, \sum_{j=1}^n q(j) \Delta x_j = Q / 2$

以上を連立させて，未知数 $p(j), (j=1, \dots, m); q(j), (j=1, \dots, n); K_w, S$ の $(n+m+2)$ 次の連立方程式を解くことにより，出口板厚分布

$h(i) (i=1, n)$ を求める。但し， $h(u) = h_c$ 。ここで， $p(i)$ はロール間の接触荷重， K_w はワークロールの剛体変位， S は圧下位置， Δx_j はパレル方向メッシュ長， $\Delta \epsilon l^{(-)}(i)$ は入口における伸びひずみ偏差， E はヤング率， η は塑性流れ係数である。 m, n はロール胴長および板巾のメッシュ点数である。

3. 結果：Fig. 1 および Fig. 2 に板クラウン計算値と測定値との比較を示すが， $\pm 20 \mu$ の精度でよく一致している。また Fig. 1 より圧延荷重により板クラウンが制御できることがわかる。

参考文献 河野ら 鉄と鋼 67 (1981) 15, 286

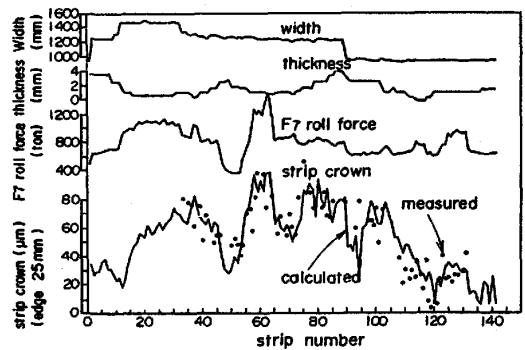


Fig. 1 Variation of strip crown between roll changes

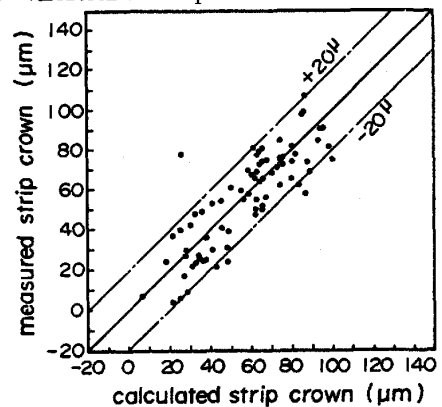


Fig. 2 Comparison between strip crown measured and calculated (edge 25mm)