

(395) ホットストリップミルにおける圧下配分法による板クラウン制御

住友金属工業㈱ 制御技術センタ °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 仕上スタンドの圧下配分を操作することにより、形状を良好に保ちつつ板クラウンを制御するセットアップモデルを開発したので報告する。

2. 制御モデル Fig.1にセットアップモデルの概要を示す。初期設定した中間スタンド出口厚 h_i^0 に対して、圧延荷重 P_i^0 、圧延トルク G_i^0 を計算し、前報に述べた板プロフィール計算モデルを用いて当該条件における板クラウン C_i^0 を予測する。つぎに、(1)(2)式に示す制限条件を満足し、かつ、成品板クラウン C_F を目標値 C_{aim} に一致させるように、中間スタンド出口厚 h_i 及びロールベンド力 P_{Bi} を決定する。

$$(平担条件) \quad -\left(\frac{\pi}{2} \alpha_{i \max}\right)^2 / \eta_i \leq \frac{C_{i-1}}{h_{i-1}} - \frac{C_i}{h_i} \leq \left(\frac{\pi}{2} \alpha_{i \max}\right)^2 / \eta_i \quad (1)$$

$$(荷重・トルク制限) \quad P_{i \min} \leq P_i \leq P_{i \max}, G_{i \min} \leq G_i \leq G_{i \max} \quad (2)$$

ここで、 C_i は板クラウン、 $\alpha_{i \max}$ は急峻度制限値、 η_i は塑性流れ係数、 P_i は圧延荷重、 G_i は圧延トルク、 i はスタンド番号を表わす添字である。

目標成品板クラウン C_{aim} 及び平担条件(1)式より、各スタンドの板クラウン変更目標値 $\Delta C_i = C_i - C_i^0$ が決まる。ところで、板クラウンと圧延荷重及び板厚との関係はつぎの通りである。

$$\Delta C_i = \alpha_{Pi} \Delta P_i + \alpha_{Hi} \Delta C_{i-1} \quad (3) \quad \Delta P_i = \left(\frac{\partial P}{\partial H}\right)_i \Delta h_{i-1} + \left(\frac{\partial P}{\partial h}\right)_i \Delta h_i \quad (4)$$

ここで、 α_P, α_H は圧延荷重及び入口板クラウンの出口板クラウンに及ぼす影響係数である。また、 $\Delta P_i = P_i - P_i^0, \Delta h_i = h_i - h_i^0$ である。(3)(4)式より未知数6個($\Delta h_1, \Delta h_2, \dots, \Delta h_6$)、方程式数7個の線形連立方程式が導びかれる。

すなわち、 7×6 次行列 A 、7次元列ベクトル b 、及び6次元列ベクトル x をつぎのようにするとき、

$$A = \{a_{ij}\} \quad \begin{aligned} a_{ii} &= \alpha_{Pi} \left(\frac{\partial P}{\partial h}\right)_i; a_{i, i-1} = \alpha_{Pi} \left(\frac{\partial P}{\partial H}\right)_i \\ &\text{上記以外の要素} \quad a_{ij} = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

$$b = \{b_i\} \quad b_i = \Delta C_i - \alpha_{Hi} \Delta C_{i-1} \quad (6)$$

$$x = \{x_i\} \quad x_i = \Delta h_i$$

$$A x = b$$

となる。この方程式(6)の最小2乗近似解(7)をもって、中間スタンド出口厚変更量 Δh_i とする。

$$x_0 = (A^t R^{-1} A)^{-1} A^t R^{-1} b \quad (7)$$

ここで、 R は重みを示す対角行列である。

3. 実機適用結果 同一ロットの圧延材に対して目標成品板クラウンを変更した場合の圧延荷重、ベンド力及び板プロフィール(実測値ならびに計算値)をFig.2に示す。図より、約30 μ mの板クラウン制御効果があることがわかる。本制御モデルは鹿島製鉄所において昭和58年5月より順調に稼動している。

参考文献 1)高橋ら 鉄と鋼 69(1983) S 355

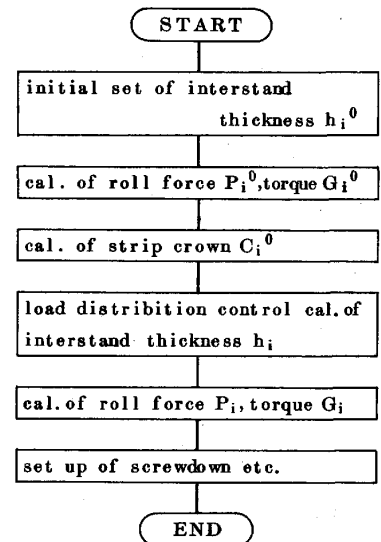


Fig.1 Flow of set up model

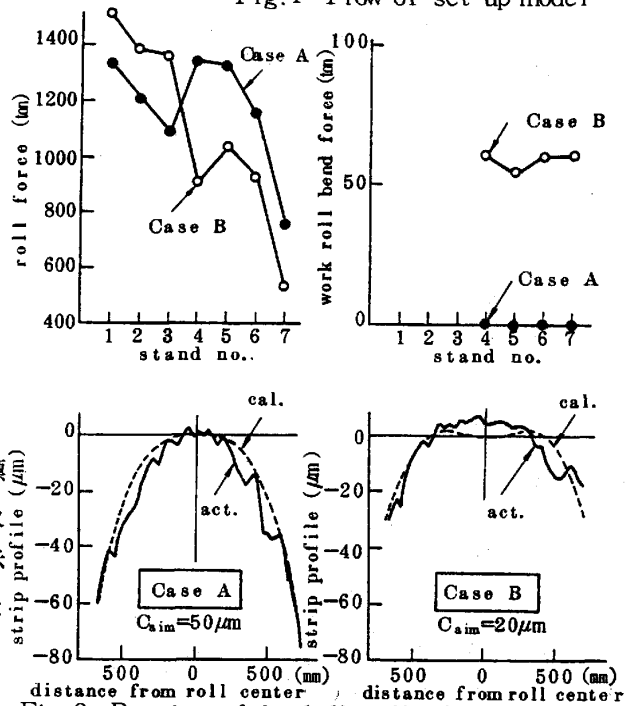


Fig.2 Results of load distribution control (size 1383mm \times 3.0mm)