

(273) 熱間タンデム仕上圧延機におけるルーバレス圧延制御システム

新日本製鐵(株) 八幡製鐵所 今井一郎 大石明良 谷口政隆

中島興範 ○田代和幸 小西政治

日立製作所(株)

諸岡泰男 谷藤真也

1. 緒言 近年熱間タンデム仕上圧延機において設備レイアウトの合理化, 高性能化(高速圧延, 板幅板厚精度の向上), 通板性操業性の向上, 安定化を計るため従来のルーバ機構を全く使用しないで圧延するルーバレス張力制御システムの開発実機化へのニーズが高まりつつある。今回当所仕上圧延機にルーバレス張力制御システムを開発導入し実圧延試験を通して制御モデルの妥当性, 圧延トルク張力検出精度およびその制御性能, 通板性操業性, 板幅板厚精度など総合的見地より評価確認し具体的な実機化への見通しを得ることができたので報告する。

2. 張力検出法 図1に示すように第*i*スタンドにおいて次式が成立する

$$\left. \begin{aligned} G_1 &= \ell_1 P_1 - R_1 T_1 + R_1 T_0 \\ G_2 &= \ell_2 P_2 - R_2 T_2 + R_2 T_1 \\ &\vdots \\ G_i &= \ell_i P_i - R_i T_i + R_i T_{i-1} \end{aligned} \right\} \text{……(1)式} \quad \begin{aligned} &\text{ただし } G_i : \text{圧延トルク } P_i : \text{圧延反力} \\ &T_i : (i+1) \sim i \text{ スタンド間張力} \\ &R_i : \text{ロール半径 } \ell_i : \text{トルクアーム} \\ &T_{i-1} : i \text{ スタンド後方張力} \end{aligned}$$

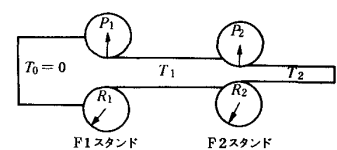


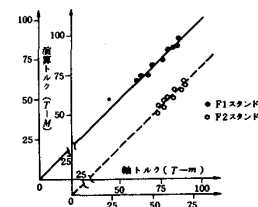
図 1

(1)式を変形してスタンド間張力 T_i を算出すると

$$T_i = \frac{P_i}{R_i} \left[\left(\frac{R_{i-1}}{P_{i-1}} + \frac{R_i}{P_i} \right) T_{i-1} - \left\{ (\ell_{i-1} - \ell_i) - \left(\frac{G_{i-1}}{P_{i-1}} - \frac{G_i}{P_i} \right) \right\} \right] - \frac{R_{i-1}}{P_{i-1}} \cdot \frac{P_i}{R_i} T_{i-2} \quad \text{ただし } T_{i-2} = 0, i \leq 2$$

(1)式において圧延トルクにしろる圧延力によるトルクは大きくトルクアーム係数 ℓ_i の検出が張力検出の最大ポイントとなる。 ℓ_i は $\ell_i = \ell_{i0} + \Delta \ell_i$ (ここで ℓ_{i0} は基準トルクアーム係数 $\Delta \ell_i$ はトルクアーム係数変化分)で表わされる。 ℓ_{i0} はスタンドかみ込後の無張力状態の圧延トルク, 圧延力, ロール半径などから逐次算出できる。また $\Delta \ell_i = \frac{\partial \ell_i}{\partial H_i} \Delta H_i + \frac{\partial \ell_i}{\partial P_i} \Delta P_i + \frac{\partial \ell_i}{\partial S_i} \Delta S_i$ で表現できる。本方式の特長は(1)2スタンド情報による高精度な張力検出 (2)差分形式による直流的誤差の除去 (3)トルクアーム変動を考慮した全圧延状態における高精度な張力検出ができる。

図2 圧延トルク検出値の評価



3. 圧延トルク検出値の妥当性評価および張力制御試験結果

図2に圧延トルク(モータ軸換算)演算値と実軸トルクの比較を示す。両者は約2%の誤差で一致し良好な圧延トルク検出精度結果を示している。図3に今回開発導入した張力制御システムの構成図を示す。図4に張力制御試験の実圧延結果を示す。F1~F2スタンド間張力制御精度は $\pm 0.1 \text{ Kg/mm}^2$ (設定張力 1.2 Kg/mm^2)であり良好な圧延結果を示し今回開発導入した制御システムは高精度の張力検出, 制御性能を満足するものである。

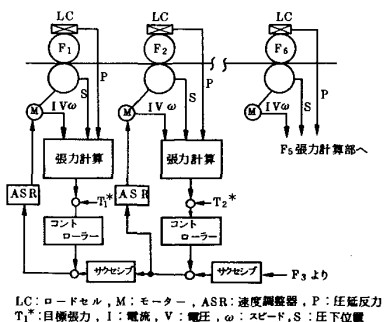


図3 張力制御システム構成

4. 結言

以上で開発した各技術を有するルーバレス張力制御システムの実圧延を通して張力制御精度を $\pm 0.1 \text{ Kg/mm}^2$ 安定に確保でき通板性, 操業性, 板幅板厚精度も何ら問題なく良好な結果を得, 実機化への具体的な見通しができた。今後本制御システムは熱間タンデム圧延機に導入実機化され多大な効果と波及が期待されるものである。

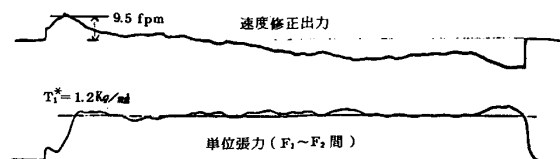


図4 張力制御試験結果