

(332) 高応答速度制御装置の開発

(君津2冷延の板厚精度向上対策 第2報)

新日本製鐵(株) 君津製鐵所 湯井 勝彦 住谷 英治 原川 哲美
村元 隆一 ○島田 政則

1. 緒 言

タンデム冷間圧延機におけるコイル通板・尻抜き時のオフゲージはロール周速の応答遅れに起因するところが多い。このためコイル頭・尾部のオフゲージ減少にはロール駆動系の高応答化が効果的であるが、ロール駆動系の軸ねじり共振が40~90 rad/sに存在するため高応答化が困難であった。今回オブザーバーを用いて軸のねじり角度を推定し制御する軸ねじり振動抑制制御を開発し実機に適用した。

2. オブザーバーの構成

軸ねじり振動を防止するには機械品の軸ねじり角度を直接測定し制御を行えばよいが、オンラインで軸ねじり角度を精度良く測定することは極めて困難である。そこでオブザーバーを用いてねじれ角を推定することを検討した。

圧延機のロール駆動系をFig. 1に示すように2質点系で近似すると下式の運動方程式が成立する。

$$V_a = L_a \cdot dI_a/dt + R_a \cdot I_a \quad \dots (1)$$

$$J_1 \cdot dw_1/dt = K_t \cdot I_a - K \cdot \theta \quad \dots (2)$$

$$J_2 \cdot dw_2/dt = K \cdot \theta - T \quad \dots (3)$$

$$d\theta/dt = w_1 - w_2 \quad \dots (4)$$

外乱トルクTは通常ステップ状にロール駆動系に加わることでより下式を仮定する。

$$dT/dt = 0 \quad \dots (5)$$

通常検出可能な電機子電流 I_a 、電機子速度 w_1 から軸ねじり角度 θ を推定するためには関係式が可観測の条件を満たす必要があるが、上記(1)~(5)式は条件を満足している。そこでFig. 2に示すようにゴビナスの方法よりオブザーバー回路を設計した。Fig. 2中の α 、 β 、 γ は極を指定するパラメーターである。

3. 実機への適用結果

この軸ねじり振動抑制制御を2冷延のNa4、Na5スタンドのデジタル速度制御系に適用した。この結果、Fig. 3に示すように従来は軸ねじり共振防止のため速度制御系の応答を $w_c = 7 \text{ rad/s}$ としていたが、軸ねじり振動抑制制御により $w_c = 20 \text{ rad/s}$ の高応答化が可能となった。

速度制御系の応答性向上によりコイル頭部の咬込み時およびコイル尾部の尻抜き時の負荷変動による揃速性の乱れがFig. 4に示すように大幅に低減されオフゲージが減少した。

4. 結 言

オブザーバーを用いた軸ねじり振動抑制制御を冷間圧延機に適用した結果、振動防止に成功し高応答速度制御を実現した。

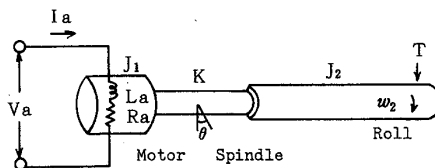
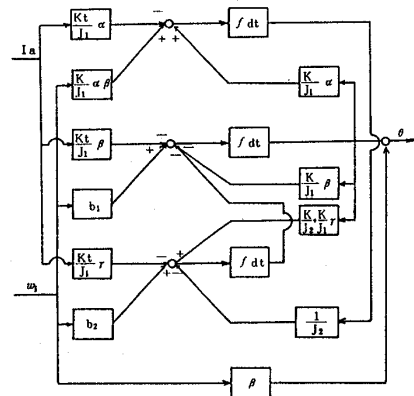


Fig. 1 Equivalent Model of Roll Drive System.



$$b_1 = 1 - \gamma + \frac{K}{J_1} \rho^2 \quad b_2 = \frac{\alpha}{J_2} + \frac{K}{J_2} + \frac{K}{J_1} \beta \cdot \gamma$$

Fig. 2 Block Diagram of Observer Circuit.

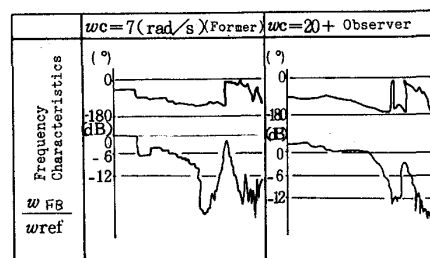


Fig. 3 Measured Frequency Characteristics of Closed Loop in Upper Roll Speed Control System.

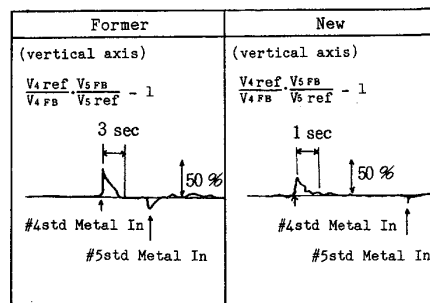


Fig. 4 Response to Impact Drop.