

(213)

最小自乗偏差板厚制御システム

(コールドタンデムミルの総合AGC 第3報)

○吉田昭茂

川崎製鉄 水島製鉄所 北尾斉治 江藤孝治 佃一二三

日立製作所 諸岡泰男 満仲俊夫

1. 緒言 前報では、X線厚さ計と体積速度一定則を用いた板厚検出法による全スタンド速度フィードフォワードAGCが、先端部のオフゲージ減少および板厚精度向上に有効であることを述べた。板厚制御と共に、安定した圧延作業を行うためには、圧延全域にわたって、全スタンドの張力と板厚を連続的に制御する「総合AGCシステム」が望まれる。本システムは、時間的に変化する厚み偏差の状況を予測し、この厚み偏差が最小となるように、ロール開度および張力を制御するもので、コールドタンデムミルにおける多変数最適化制御方式である。

2. 制御方式 サンプルング周期： T ，入側および出側板厚偏差： $\Delta H_i(kT), \Delta h_i(kT)$ とすると、任意の時刻 $kT \leq \tau \leq (k+n)T$ における出側板厚偏差は、

$$\Delta h_i(\tau) = \Delta h_i(kT) + \left(\frac{\partial h}{\partial H}\right)_i \left(\frac{d\Delta H}{d\tau}\right)_i (\tau - kT) + \eta_{si} \left(\frac{\partial h}{\partial S}\right)_i \Delta S_{ci} (1 - e^{-\frac{\tau - kT}{T_{si}}}) + \eta_{ti} (1 - \left(\frac{\partial h}{\partial t}\right)_i) \Delta t_{ci} (1 - e^{-\frac{\tau - kT}{T_{ni}}}) + \eta_{ti} \left(\frac{\partial h}{\partial t}\right)_i \Delta t_{ci} (1 - e^{-\frac{\tau - kT}{T_{ni}}}) \dots (1)$$

ここで、 Δt_{ci} ：スタンド間張力制御出力， ΔS_{ci} ：ロール開度制御出力， T_{si} ： i スタンド圧下制御装置時定数， T_{ni} ： i スタンド張力制御装置時定数， η_{si} ， η_{ti} ： ΔS_{ci} ， Δt_{ci} を制御するか否かの制御係数， n ：(1)式で予測する予測区間。

(1)式の予測出側板厚偏差 $\Delta h_i(\tau)$ に対して下記の評価関数 J を考え、これを最小とする最適制御出力量 ΔS_{ci} ， Δt_{ci} を求める。

$$J = \int_{kT}^{(k+n)T} \sum_{i=1}^m \left\{ \Delta h_i(\tau) \right\}^2 d\tau \rightarrow \text{Min}_{\Delta S_{ci}, \Delta t_{ci}} \dots (2)$$

ただし、 m = 最終スタンド番号

3. 実験結果 システム構成を図1に示す。このシステムでは、前報で述べたマスフローゲージを使用している。さらにスタンド間の単位張力をAGCからの張力指令値に基づいてロール周速により制御する張力一定装置を装えている。

4. 実験結果 サンプルング周期 100 ms，制御時間 200 msとして、 $\eta_{s2} = \eta_{s3} = \eta_{s4} = \eta_{t4} = 1$ すなわち ΔS_{c2} ， ΔS_{c3} ， ΔS_{c4} ， Δt_{c4} で各スタンドの出側板厚を制御した時の実験結果を図2に示す。板厚偏差は全スタンド共、目標厚みの1.0%以内に制御されており、先後端の5%オフゲージ長は、1.4 m程度である。

5. 結言 コールドタンデムミルにおいて最小自乗偏差方式の実用性を実機ミルにて確認した。本システムでは、加減速指令以外は、全くオペレータの手動介入はなく、圧延の操業性も向上した。

文献 江藤ら；鉄と鋼，63(1977)，S665

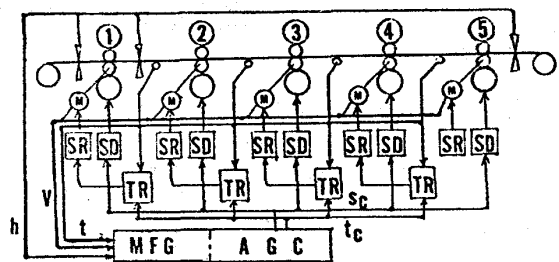


図1 システム構成図

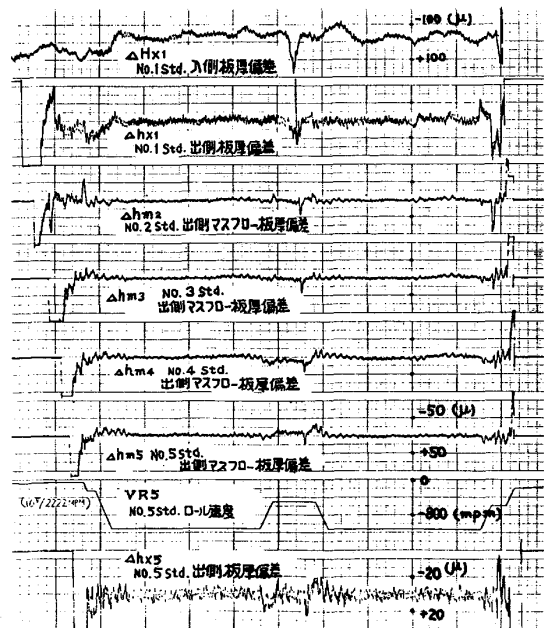


図-2. 最小自乗偏差AGC