

(390) 熱延仕上ルーパー最適制御シミュレーション

日本鋼管(株)京浜製鉄所

斉藤森生 谷本直 林美孝
 藪内捷文 山岸 誠 (重工)

1. 緒言； 熱間仕上圧延における板厚，板巾の高精度化が要求されて来ているが，ルーパーによる材料張力制御の問題は変数間の干渉があることから，解決が比較的遅れていた。当所では，ルーパー高さ と材料張力の干渉を是認した現代制御論に従う最適ルーパー張力制御を検討した。本シミュレーション結果を報告する。
 2. シミュレーション条件； シミュレーションで用いたルーパー制御系(非線形)の各ブロックを図1に示す。¹⁾ 圧延条件を，表1に示す。以下に示す各種制御方式の比較を行なった。

- ケースⅠ. 実張力を用いない従来の制御・・・#1スタンドのロール速度によるルーパー高さ制御と，ルーパートルクによる張力の静的釣合補償。
- ケースⅡ. 実張力を用いた従来の制御・・・#1スタンドのロール速度によるルーパー高さ制御と，ルーパートルクによる実張力のフィードバック制御。
- ケースⅢ. 実張力を用いた最適レギュレータ制御
- ケースⅣ. 実張力を用いた積分形最適レギュレータ制御

なお，ケースⅠ，ⅡのPID制御の各パラメータは，シミュレーションモデルと非線形計画法を組合わせて，最適値を使用した。
 3. 制御結果； ケースⅠ，Ⅱ，Ⅳの各制御状況を図2に，制御成績の比較を図5に示す。ケースⅢは本圧延条件に対しては，正常に制御できず，参考迄に比較的制御しやすい厚物材に対しての制御例を図3に示すが，ルーパー高さ と張力にオフセットを生じ，実用には耐えない。積分形最適レギュレータ制御は最も良い成績を示したが，本方式の他の利点に，バー内で目標張力を変更しても制御が十分に追従することが上げられる(図4)。

4. 結論； 熱延仕上ルーパー制御に積分形最適レギュレータ制御を適用することは，非常に有効であることが判った。また，本方式を用いてバー内で材料目標張力を変更して仕上巾制御に使用できる見通しを得た。

参考 1) 林ら：第68回圧理 熱延仕上圧延機の張力挙動解析

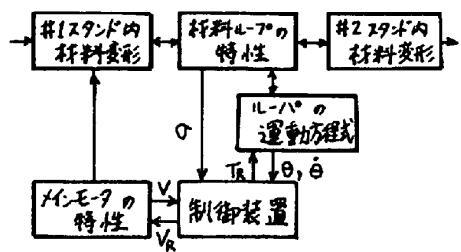


図1. ルーパー制御系

表1. 圧延条件

	#1スタンド	#2スタンド	
板厚 [mm]	2.61	1.97	1.63
張力 σ [kg/mm^2]	0.7	0.7	-
ルーパー高さ θ [$^\circ$]	-	20	-
ロール周速 [rpm]	506		623
材料温度 [$^\circ\text{C}$]	919		891
板巾 [mm]	875		
外乱 ステップ	#1スタンド入側厚1%変更		

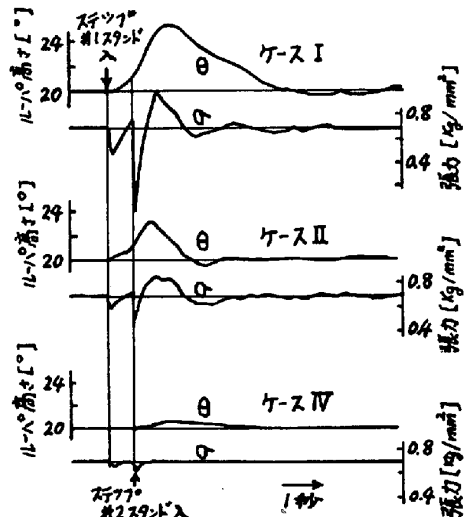


図2. 各制御状況

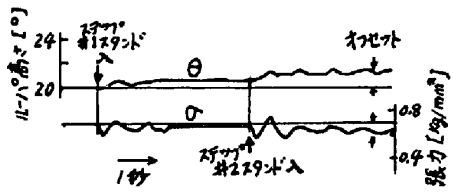


図3. ケースⅢ 制御状況

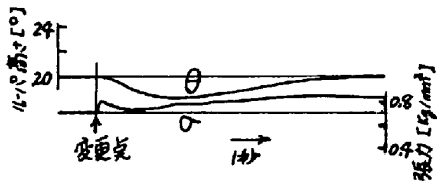


図4. 目標張力の20%ステップ変更

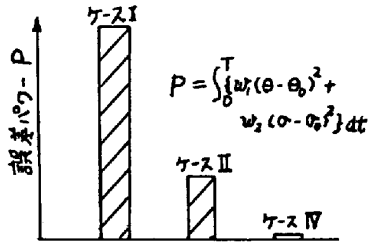


図5. 制御成績の比較