

# 加速パターンが仕上板の板厚・形状に 及ぼす影響についての考察

A Study on Effects of the Way to Accelerate Cold Tandem Mills upon Thickness Distribution and Cross-Sectional Profile of Rolled Strips

——タンデム圧延の総合特性の解析・VII——  
——Study on Characteristics of Tandem Strip Mills・VII——

阿 高 松 男\*  
Matsuo ATAKA

## 1. ま え が き

一般に冷間タンデム圧延機では低速で材料を通板して各スタンド間張力がある値に設定してから速度比を一定に保持させつつ増速するが、通板直後に設定した張力配分の相異によって加速パターンが異なる。しかも加速パターンが異なると、加速期間中の各スタンドの出側板厚の変化するようすが異なるので、加速パターンの与え方と出側板厚変化量との関係をとらえ、製品板厚精度が最もよくなる加速パターンを求め、下流側スタンドにおける AGC の負担を軽減することを検討した。

## 2. 解 析 方 法

一般に加速期間中には各スタンドの速度比が一定になるような増速パターンを採っている。すなわち、図1で示すような増速パターンを持つ。この場合加速パターンは加速開始時 ( $t=t_0$ ) における各スタンドの速度がきまると一義的にきまる。また、加速開始時における各ス

ト間で張力と速度との関係は一对一に対応するので、以後加速開始時における各スタンドの速度関係は各スタンド間張力の配分パターンで表現して説明をする。

図1に示すごとく、加速開始時の張力配分を変えた場合、加速パターンは実線のパターンと点線のパターンと異なった加速パターンを持つ。ただし、両パターンの加速開始時における各スタンドの出側板厚および形状は同一であるとする。また、増速期間中には AGC などの制御機構は作動していないものとし、バックアップロール軸受の油膜補償はしていないものとする。加速開始時の張力配分を変えた場合の加速パターンに対する加速現象のシミュレーションを行なって、加速中の板厚変化の少ない加速パターンを数値計算法を採用して定性的に把握した。この場合この解析結果に影響を与えると考えられる次の事項に注目した。

- 1) 一定の加速期間に対してピボットスタンドの加速する速度範囲の大小の影響 (加速度の大小の影響)
- 2) 加速開始時における全圧下率の大小の影響

表 1 シミュレーションに際して考慮した事項

全圧下率		ピボットスタンドの加速特性	
		加速特性 (I)	加速特性 (II)
加速開始時における全圧下率	パススケジュール (A)	L	N
	パススケジュール (B)	M	

以上の2項目を考慮して、ピボットスタンドの加速度を2種類、加速開始時における全圧下率を2種類選び表1に示した3ケースについてシミュレーションを行なった。すなわち、加速期間を一定にして(解析では12秒とした)、ピボットスタンドの加速する速度範囲の比較的小さい(したがって加速度が小さい)加速特性(I)とピボットスタンドの加速する速度範囲の大きい(したがって加速度が大きい)加速特性(II)を選び、また加速開始時における全圧下率についても、全圧下率の比較的小

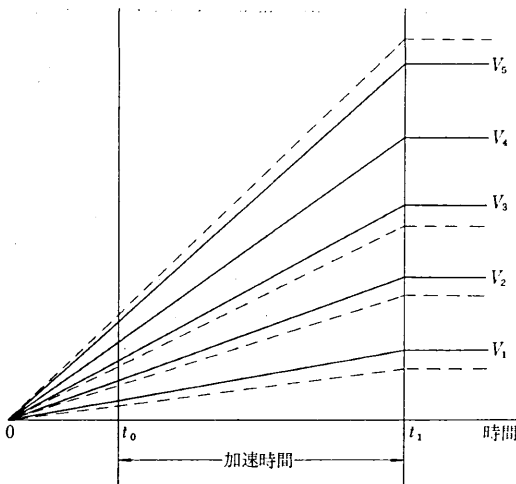


図 1 加速特性

\* 東京大学生産技術研究所 第2部

さいパスキュール(A)と全圧下率の大きいパスキュール(B)を選んで、前出したようにその組合わせやケースをL・M・Nとして、各々のケースについて加速パターンが仕上板の板厚・形状に及ぼす影響について検討した。ただし、解析に際して用いた数学モデルについてはすでに詳しく述べてあるのでここでは説明を省略する<sup>1)~3)</sup>。なほ、シミュレーションに用いたデータを表2に示す。

表2 全圧下率の異なるパスキュールおよびピボットスタンドの加速特性

(A) パスキュール							
事 項	スタンド	粗板厚	スタンド番号				
			1	2	3	4	5
板 厚 (mm)	$h_e$	3.20	2.64	2.10	1.67	1.34	1.20
	$h_c$	3.20	2.64	2.10	1.67	1.34	1.20
	$h$	3.20	2.64	2.10	1.67	1.34	1.20
圧 下 率 (%)		17.5	20.5	20.5	19.8	10.5	

(B) パスキュール							
事 項	スタンド	粗板厚	スタンド番号				
			1	2	3	4	5
板 厚 (mm)	$h_e$	3.20	2.40	1.58	0.98	0.67	0.60
	$h_c$	3.20	2.40	1.58	0.98	0.67	0.60
	$h$	3.20	2.40	1.58	0.98	0.67	0.60
圧 下 率 (%)		25.0	34.2	38.0	31.6	10.4	

材料変形抵抗  $Y=84.6(r+0.00817)^{0.3}$  (kg/mm<sup>2</sup>)

ロールバレル長さ 1,400 (mm)

材 料 幅 930 (mm)

4号スタンドの加速特性 (I) 6 m/s→10 m/s (加速期間)  
(直線的に増速) (II) 2 m/s→10 m/s (12秒)

### 3. 解析の結果

シミュレーションの結果を示し考察を加えてゆく。ただし、加速パターンの表わし方は図1で示したように加速特性をそのまま線図にしても加速パターンの相異があまり明確ではなく、しかも多数の加速パターンを同時に比較するには煩雑すぎて好ましくない。したがって前述したように加速開始時における各スタンド間張力の配分パターンがきまると加速パターンが一義的にきまるので、以後加速開始時における各スタンド間張力の配分パターンを用いて加速パターンを表わすことにする。また、表1に示した各ケースにつき行なったシミュレーション結果のうち、加速期間中に生じた板厚変化量の大きい加速パターンから順に1, 2, 3, ……の番号をつけて整理した。シミュレーション結果はケースL・M・Nについて同様の傾向が得られたので、ここではケースLについて述べる。

図2は加速期間中の各スタンドの出側板厚変化量を示す。製品板厚変化(5号スタンドの出側板厚変化)の少

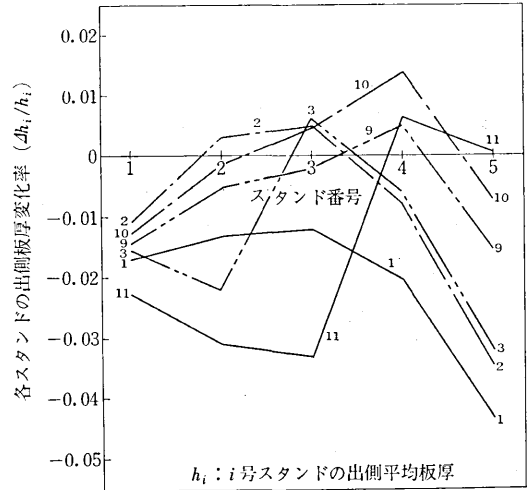


図2 加速期間中の各スタンドの出側板厚の変化率(ケースLの場合)

ないパターンでは上流側の板厚変化がたとえ大きくとも4号スタンドの板厚が増加きみになっている。4号スタンドの板厚が増加すれば、それが5号スタンドに伝わって速度効果(板厚を減少させる効果)を相殺することになるので、5号スタンドの板厚減少が少なくなっている。

図3は加速期間中の各スタンドの出側板の形状変化量を示す。図より、製品の板厚変化の少ない加速パターン程形状が悪くなるのがわかる。ただし、加速開始時においては各スタンドの出側板は平坦であるとした。

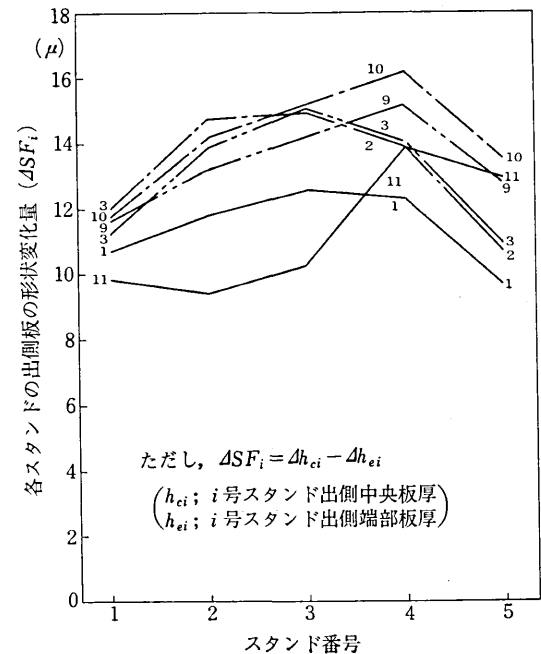


図3 加速期間中の各スタンドの出側板の形状変化量(ケースLの場合)

ただし、 $\Delta SF_i = \Delta h_{ci} - \Delta h_{ei}$   
( $h_{ci}$ : i号スタンド出側中央板厚)  
( $h_{ei}$ : i号スタンド出側端部板厚)

研究速報

図4はこの場合の加速パターンを示すが、そのパターンを張力配分で整理した。これらより、板厚変化の少ないパターン(番号の大きいもの)では、3~4号スタンド間張力、4~5号スタンド間張力が他のパターンに比べて大きくなっている。

図5は加速期間中の板厚変化量と形状変化量との相関性を示すものである。すなわち、板厚変化量と形状変化量とは相反する関係にあるので、加速パターンを検討す

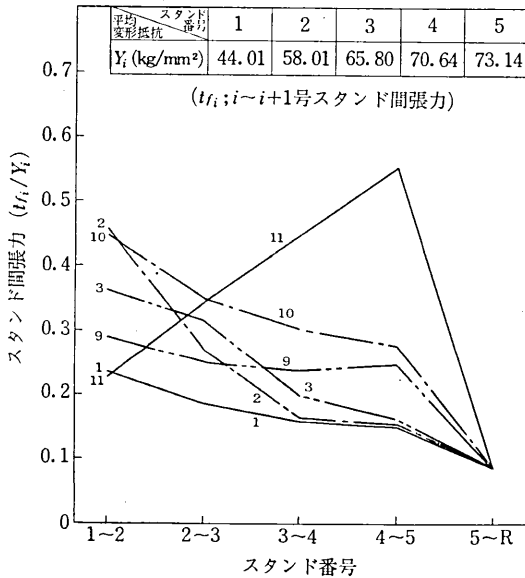


図4 加速開始時における各スタンド間張力の配分パターン(ケースLの場合)

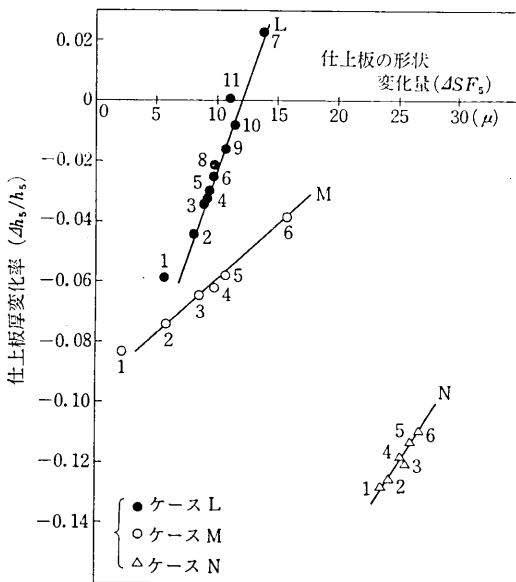


図5 加速期間中の仕上板厚変化率と仕上板の形状変化量との相関関係

る場合、絶えず形状・板厚の両者から眺めて適正なものを探す必要がある。

図6は3~4号スタンド間張力の変化と4~5号スタンド間張力の変化と仕上板厚変化との関連を示す。図より4~5号スタンド間張力変化に比して3~4号スタンド間張力変化の小さい方が板厚変化が小さいことがわか

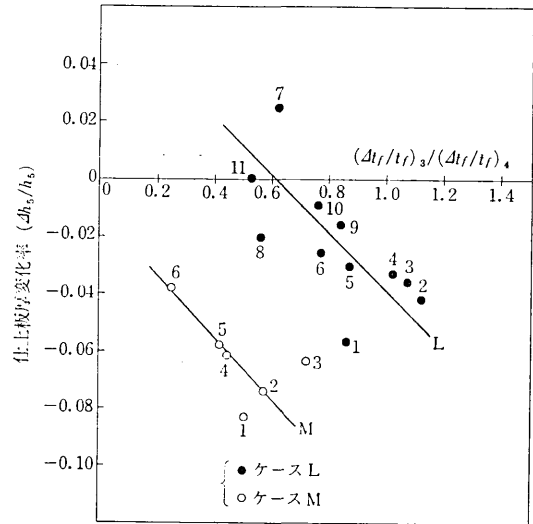


図6

る。以上のグラフは計算結果のうち傾向の顕著な両極端をとって示した。

4. む す び

以上より、加速期間中の板厚変化を極力抑えるためには、加速期間中の3~4号スタンド間張力変化を4~5号スタンド間張力変化よりも小さくすればよい。そのためには加速開始時における張力配分を4~5号スタンド間張力が他の張力より大きくなるように設定すればよい。この場合最終スタンドでは圧延荷重の増大により形状が悪くなるので、圧延荷重の増大が形状に与える影響を減衰させるような対策が必要である。

以上、数値計算法を採用して多数のシミュレーション結果から、加速パターンに対する定性的な考察を行なったが、今後数式からの推論を行なって最適な加速パターンの究明が必要である。なお、本研究を進めるに際して終始適切なご助言を下された鈴木教授に謝意を表します。

(1972年3月7日受付)

参考文献

- 1) 阿高・鈴木: 塑性と加工, 11-116 (1970-9) 676
- 2) 阿高: 塑性と加工, 12-126 (1971-7) 508
- 3) 阿高: 生産研究, 22-7 (1970-7) 10