

討20 新型圧延機による高硬度材圧延特性

日立製作所 日立工場

二瓶 充雄 木村 智明
西 英俊 大平 淳

1. 緒言

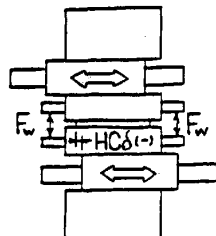
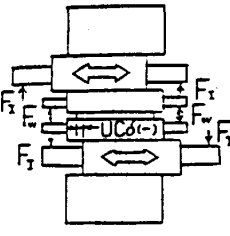
近年、冷間圧延の分野においては、広幅、薄物、高硬度材等の強圧下圧延及び製品品質の向上に対する要請が強い。このような要請を満足させるため、従来4Hミルに比較し、すぐれた形状制御能力及び形状安定性を有する6段ロール構成のHC-MILLが開発され、多くの実機に適用されている。

しかし、形状制御に対する要求は、更に強く、高度な形状制御即ち、複合形状修正機能を有する圧延機の出現が望まれていた。新型圧延機UC-MILLは上記複合形状修正を主たる目的として開発されたもので、HC-MILLを基本とし、これに新しい機能を付加して、多様性のある形状制御を行うことが出来る。本報では、UC-MILLの形状制御特性につき、普通鋼及びステンレス鋼の実験結果を中心に報告する。

2. UC-MILLの構造と特徴

表1にUC-MILLの構造と特徴をHC-MILLと比較して示す。UC-MILLにおいては作業ロールを更に小径化するとともに、形状制御手段として、作業ロールベンド、中間ロールシフトに加えて、中間ロールベンド機能を備えている。中間ロールベンドで板幅全体の形状を制御し、作業ロールベンドにて板端近傍の形状を制御することにより、4次曲線的形状である複合形状の修正を行うものである。

Table 1 Structure and characteristic of UC-MILL

	HC-MILL	UC-MILL
Mill type	6 High mill	6 High mill
Devices of shape control	① Work roll bender Fw ② Intermediate roll shift HCδ	① Work roll bender Fw ② Intermediate roll shift UCδ ③ Intermediate roll bender Fi
Structure		

3. UC-MILLによる形状制御特性

ここでは、上記UC-MILLの形状制御能力を実証するために、SPCC材(焼鈍材)を用いて、基本形状制御特性を把握し、その結果にもとづいて、ステンレス鋼(SUS304)の形状制御を行った実験結果について述べる。

3.1 実験ミル仕様

実験機は大型実機の約1/2のモデルであり、その主仕様を表2に、又正面写真を図1に示す。本機において、中間ロールはベンドイング手段を備えてあり、かつこのベンドイング装置は中間ロールの軸方向移動とともに、移動可能な移動テラフに内蔵されており、ベンドイング力は、常に中間ロール軸受の中心に負荷されるような構造としてある。

Table 2 Specification of test mill

Item	Specification	
Mill type	6 High mill	
Roll dia	φ86, φ105, φ120/φ190/φ460	
Barrel length	650 mm	
Roll separating force	Max 300 ton	
Screw down type	Hydraulic (HYROP-F)	
Main drive	AC 350kw x 600/1200rpm (variable speed)	
Rolling speed	0~150/300 m/min	
Work roll bender	Inc 3.2/Dec 3.2 ton/ck	
Intermediate roll bender	Inc 8/Dec 6.4 ton/ck	
Intermediate roll shift	Hydraulic Shift range 200 mm	
Reel	Dram dia	φ508
	Tension	Max 4.5 ton
	Drive	AC 75kw x 600/1200rpm (variable speed)

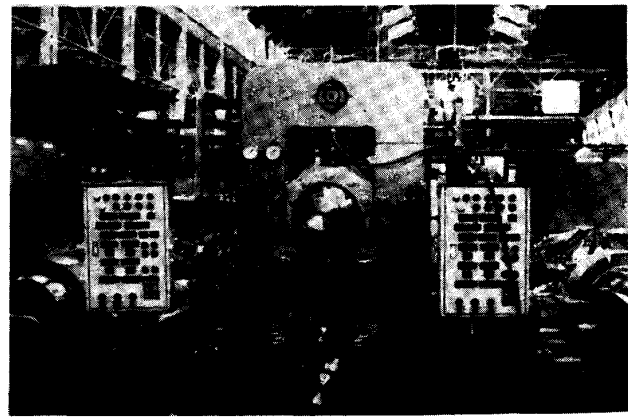


Fig. 1 The front picture of test mill

3.2 実験材料及び実験方法

3.2.1 実験材料

実験に供した圧延材料はSPCC(焼鈍材) 0.8t x 400, 550b 及び SUS304 1t x 500b であり、前者にて基本形状制御特性を把握し、後者にて複合形状修正を実施した。

3.2.2 実験方法

基本形状制御特性実験は、各ロール径(φ86, φ105, φ120), 各板幅(400b, 550b) ごとく中間ロール位置UCδを変え(-30, 0, +30) 中間ロールベニダF_Uと作業ロールベニダF_Wの各種組合せについて、圧延(圧下率δ≒30%, 圧延速度V≒10m/min, 前方張力4kg/mm², 後方張力10kg/mm²)を実施し、評価は、出側板形状(急峻度)を測定し、伸び率に換算し、F_U-F_Wの座標上で行った。

一方、複合形状修正の実験はSUS304を用い、実験機にて7オータベツフルの複合形状を作り出しこれをフラット修正する方法をとった。

4. 実験結果

4.1 基本形状制御特性

図2にUC-MILLの形状制御特性の一例を示す。(作業ロール径D_W=φ105, 板幅B=550mm)

本図中の曲線は各実験点における圧延材の板幅方向の板中央基準の伸び率を表わしている。ここで、F_Uを一定とし、F_Wを負→0→正あるいはF_Wを一定とし、F_Uを負→0→正に変化させると、形状は端伸→中伸に変化し、その中間領域に4次曲線的複合形状が発生している。

又中間領域の中フラットあるいはフラットに近い形状の発生する位置が存化する。

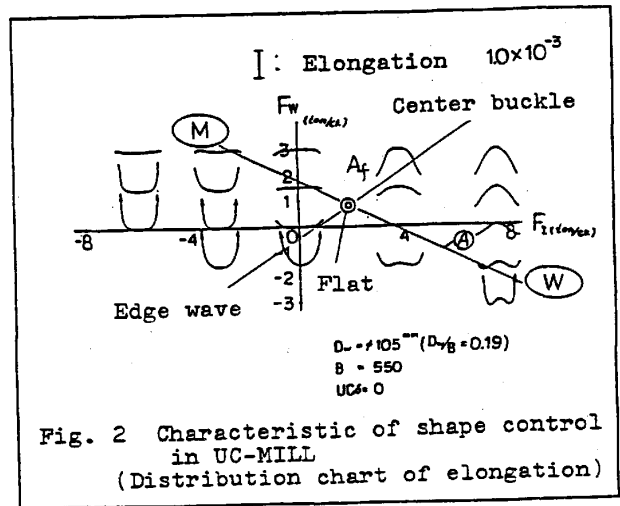


図3は図2の結果をもとに、伸び率の等しい点を結んで得られる線図、即ち等伸び率線図として表わしたものである。

図2及び図3に示す直線④は、一方のベニダと一定とし、他方のベニダを変化させた時、伸び率の最大値と最小値の差の絶対値 $|\Delta \epsilon|$ が最小となる点を結んで得られたもので、左上りの直線となりこの直線上にフラット形状の発生域が存在する。

この直線④上で A 点より右方向は W 型の複合形状発生領域で A 点から離れるにつれて、伸び率は大きくなっていく。反対に、 A 点より左方向は、 M 型の複合形状発生領域である。

一方、直線④の上方は中伸領域であり、下方は端伸領域である。

即ち、UC-MILL においては、中伸、フラット、端伸、 W 型複合伸、 M 型複合伸の5つの形状領域を作り出すことができることを示している。これを換言すれば、UC-MILL によって、圧延過程で発生する中伸、端伸形状はもろろんのこと、 W 型及び M 型の複合形状をも修正できることを意味している。

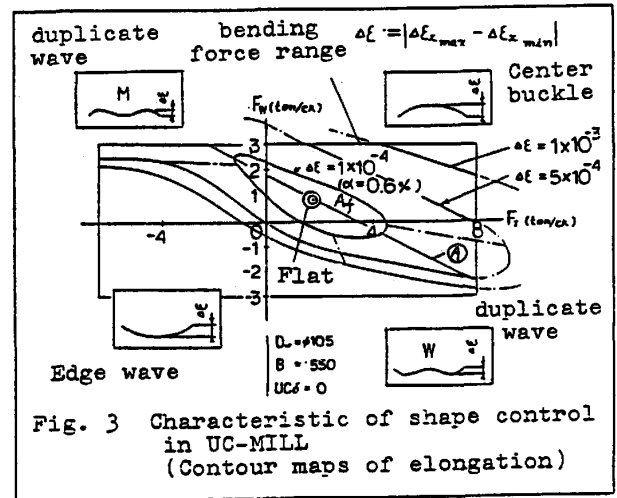


Fig. 3 Characteristic of shape control in UC-MILL (Contour maps of elongation)

4.2 形状制御特性に及ぼす D_w , $UC\delta$, B の影響

次に、UC-MILL の形状制御特性に及ぼす D_w , $UC\delta$, B の各々の影響について説明する。

図4は、これらの影響を各実験結果をもとに整理検討し、総合的に表現したものである。

4.2.1 作業ロール径 D_w の影響

$D_w = 1105$ を基準として、これを $\phi 120$ と大きくすると、等伸び率線図の形は直線④方向に細長くなり F_L , F_W が正の大きな値の範囲に移行し、複合形状修正能力が低下する。一方、 $\phi 86$ とすると前述の5つの形状領域を有し、形状制御能力が増大する。又、 F_L , F_W の変化に対して形状変化も大となる。

4.2.2 中間ロール位置 $UC\delta$ の影響

同一の D_w , B の条件下で $UC\delta$ を $0 \rightarrow$ 正 ($+30$) に設定すると、等伸び率線図は右上方へほぼ平行移動する。即ち、形状制御範囲が端伸び側に移行する。一方、 $0 \rightarrow$ 負 (-30) に設定すると、中伸び側に移行する。

4.2.3 板幅 B の影響

同一の D_w , $UC\delta$ の条件下で板幅 $B = 550$ mm と 400 mm と比較すると、 400 mm の狭幅の場合、等伸び率線図の形は直線④方向に細長くなり、 F_L , F_W が正の大きな値の範囲に移行し複合形状修正能力が低下する。この傾向は作業ロール径を大きくした場合と等価である。

以上をまとめると次の通りとなる。

- (1) D_w が小さい程、 B が広い程即ち D_w/B が小さい程複合形状修正能力は大となる。
- (2) 上記複合形状修正能力は $UC\delta$ で変更できる。

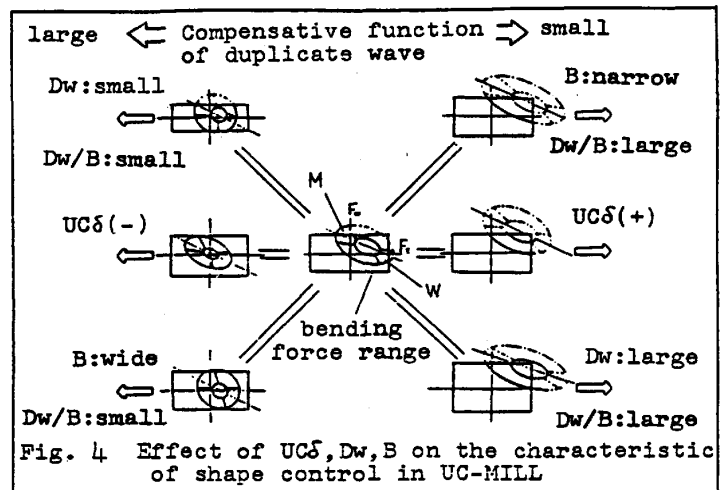


Fig. 4 Effect of $UC\delta$, D_w , B on the characteristic of shape control in UC-MILL

5. UC-MILLによるステンレス鋼の圧延特性

これまで述べてきたように、UC-MILLは複合形状修正など多様性のある形状制御特性を有しているが、同時に、作業ロール径の小径化により、圧延荷重の軽減も可能で、ステンレス鋼等の高硬度材を良好な形状を維持して圧延するのにも適している。ここでは、SUS304 (1t x 500b) を作業ロール径φ86を使用して圧延し、UC-MILLにより、形状制御を行った実験結果について述べる。

素圧延においては、圧延中作業ロールに発生するサーマルフラウンが原因で、形状はクォータバックル(M型複合形状)となりやすい。

本実験では、上記M型複合形状を予め圧延により発生させ、これをフラットに修正して、形状制御能力の確認を行った。(実験機では、実圧延と同等のサーマルフラウンを発生させることが困難なために、このような近似方法を採用した。)

図6にその結果を示す。1~3パスでM型複合形状を発生させるような中間ロール位置、作業ロールベニダ F_w 、中間ロールベニダ F_m を設定し、これに対し、4パス目でこのM型複合形状を修正しフラット形状をねらったものである。本図で明らかのように、予め発生させたM型複合形状は、4パス目ではほぼフラットに修正されていることがわかる。

又伸び率が左右非対称となっているが、これは素材がテンパ状であることが原因である。

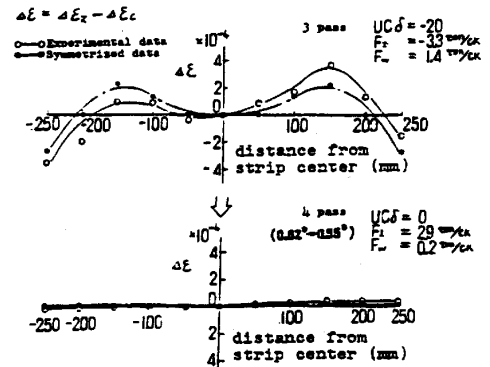


Fig. 5 Shape control of SUS304 (1t x 500b)

6. UC-MILLによる高硬度材強圧下圧延特性

UC-MILLは、優れた形状制御能力を有しており、かつ、作業ロールが小径であるため、高硬度材等の強圧下圧延も可能である。

図6に高硬度材(SK材: 変形抵抗 110 kg/mm²) の強圧下圧延例を示す。即ち、素材を1パスで安定して圧延できる最大圧下率を実験により確認したものである。

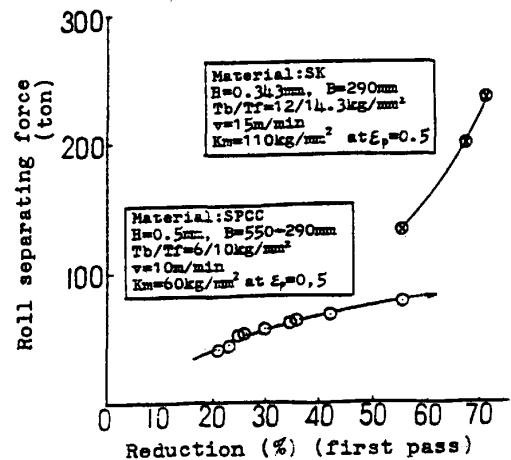


Fig. 6 High reduction rolling characteristic of high hardness material

7. まとめ

以上の結果を要約すると次のようになる。

- (1) UC-MILLによって複合形状修正が可能である。
- (2) UC-MILLの形状制御能力は ϵ_w/ϵ_p で評価可能であり、この制御能力はUCDにより変更できる。
- (3) UC-MILLによって合金鋼、高硬度材等の複合形状修正ならびに強圧下圧延が可能である。

8. 参考文献

- 1) 西, 他 第33回塑性加工連合講演会 (1982) 132
- 2) 西, 他: 同上 (1982) 133
- 3) 西, 他: 同上 (1982) 134
- 4) 梶原: 日本特許庁公開特許公報, 特開昭56-66307