

# 討19 スラブの幅大圧下圧延

新日本製鐵(株) 大分製鐵所 今村幸高 梁井俊男 ◯溝口信正  
 生産技術研究所 渡辺和夫  
 本社 杉田公義

## 1. 緒言

昨今の連鑄比率の大幅な進展に加えて、連鑄・圧延工程の直結化を推進するためにも、スラブ幅の集約化は重要な技術課題のひとつである。圧延工程におけるスラブ幅変換技術の代表的なものとして、幅大圧下圧延があげられる。当社では、1975年、大分製鐵所連続熱延工場のVSBで、カリバーロールを用いて最大140mmのスラブ幅大圧下を実現し、さらに、1980年には、幅圧下の連続・多パス化によって最大1,000mm以上の幅集約を行なうサイジングミル<sup>1)</sup>を実用化した。

本報告では、スラブの幅大圧下圧延の基本的な特性と、これに対応する圧延技術について、当所の実機例<sup>2)</sup>を中心に報告する。

## 2. 幅大圧下圧延の特徴

一般に、スラブの幅大圧下圧延は、その形状比 ( $ld/Hm = 0.08 \sim 0.5$ ) および板幅比 ( $B/H = 0.12 \sim 0.4$ ) が極端に小さいことが特徴で、このため通常の板圧延とは異なった圧延特性を示す。

(1) 著しいピーニング効果によって、大きな圧延負荷(圧延荷重・トルク)を生じる。(Fig.1)

(2) 圧下力が板中央部まで伝播しないため、ロールと接触した端部のみでの局部3次元変形となり、いわゆるドッグボーン形状・フィッシュテール形状を生じる。(fig.2)

(3) スラブ長手方向のメタルフロー拘束条件の差によって生じたドッグボーン形状分布は、厚み圧下時にその幅回復特性に従ってスラブ幅変動の原因となる。

これらの問題に対して、カリバーロールの採用は有効な手段である。すなわち、カリバーロール側壁の拘束によって、ロールの嚙込限界が拡大すると共に、スラブのねじれ座屈の抑制効果によって強圧下が可能となる。更にカリバーロールは幅圧下時のドッグボーンの成長を抑制し延伸を助長する結果、幅圧下効率の向上とスラブ先後端での幅落ちの軽減効果も大きい。カリバーロール形状は幅圧下効率およびロール摩耗など支配する点で重要であるが、実機のロール形状設計にあたっては、幅圧下時のスラブのメタルフロー不良に起因する表面疵発生限界を、実機テストで求めて側壁勾配25%とした。(Fig.3)

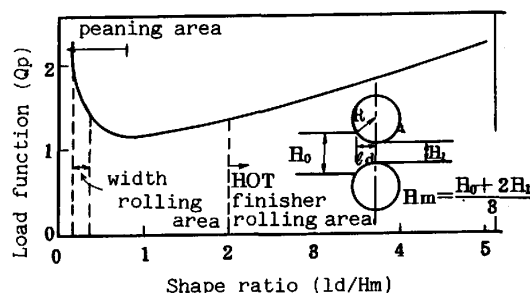


Fig. 1 Load function of width reduction  
 ld:Contact length  
 Hm:Mean width

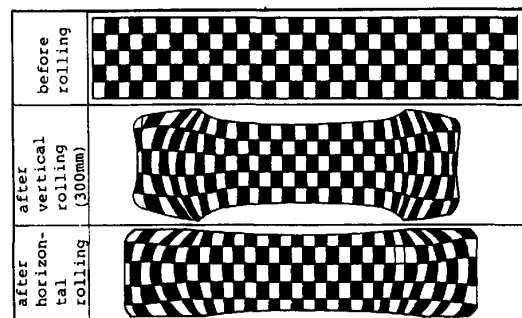


Fig. 2 Metal-Flow during width reduction

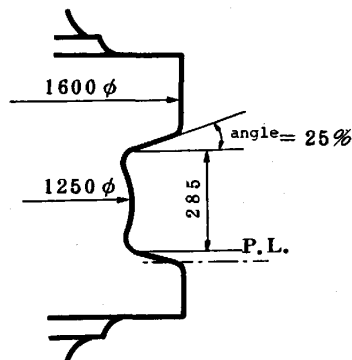


Fig. 3 Caliber roll profile

3. 幅大圧下圧延の問題点の改善

3.1 幅精度の向上

スラブ先後端の幅落ちを解消するには、積極的に縦ロール開度を制御するAWCの採用が有効である。この制御のポイントは、以降の平圧延により増大する幅変動量を、あらかじめ予測して過補償する点にあり、スラブ先後端の約1mを制御するために、高精度のトラッキングと大きな圧下速度が必要となる。

Fig.11・12に、実機の油圧AWCの適用例を示す。適切な制御パターンを設定することによって、前述の幅落ちは、ほとんど解消できている。

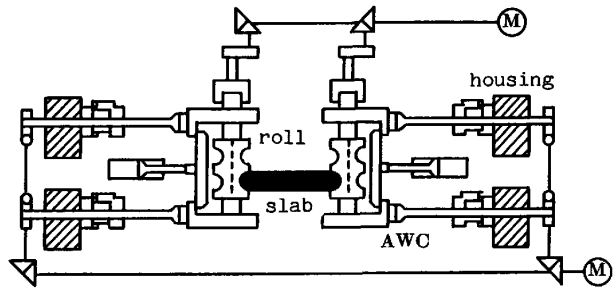


Fig. 11 Contrivance of AWC

3.2 クロップの減少

幅大圧下により生じるクロップについて、これを減少させるための種々の改善策が提案されているが、これまでに、実機に採用された技術としては、以下の様なものがある。

3.2.1 片パス圧延<sup>4)</sup>

従来、分塊ミルで実施されていたダブル片パス圧延を、スラブ幅圧下圧延に応用するもので、VSBへの適用例では、次の様なパススケジュールとなる。(1)VSBの幅圧下圧延を途中で止め (2)VSBロール開度を広げて搬送 (3)逆パスで、スラブのテイル側から嚙込み、その幅圧下を完了する。(Fig.13) この圧延法によるフィッシュテール改善効果は、幅殺し量が大い程大きく、最大0.25%の歩留向上効果が得られた。

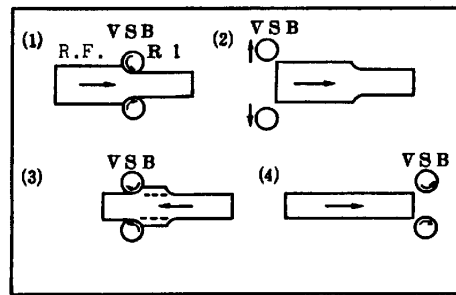


Fig. 13 Switch-Buck rolling

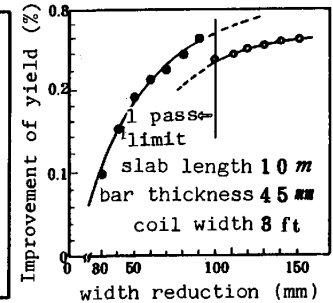


Fig. 14 Yield improvement

( Fig.14)

3.2.2 押込力の利用<sup>5)</sup>

タンデムミルにおいて、ロール間の周速を調整して、嚙込時にスラブに圧縮力を作用させることによって、クロップ減少および幅落ち改善効果がある。熱間モデルミル及び実機による検証結果では、スタンド間圧縮応力が、変形抵抗の1/10程度になるとクロップは、フリーテンションの場合の約1/2まで減少し、さらにフロントの幅落ちに対しても改善効果があることが確認された。( Fig.15 ) 押込圧延の実現にあたっては、スタンド間に発生する押引力に抗する設備強度とこれをコントロールする張力制御機能を装備させた。

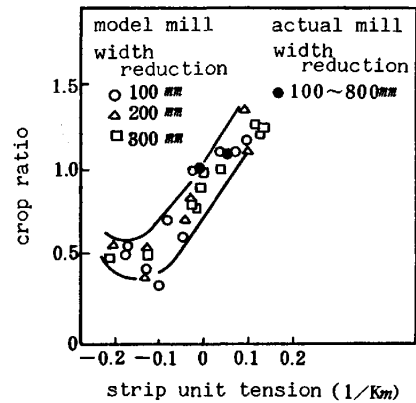


Fig. 15 strip unit tension and crop ratio

3.2.3 大径ロール

幅大圧下圧延を特徴づける不均一変形に対して、ロール径を大きく

2.1 メタルフロー

上記のカリバーロールによる、幅圧下後のドッグボーン形状と、これを元の板厚まで平圧延したときの幅戻り量を Fig.4・5 に示す。いずれも幅圧下量に比例して大きくなるが、しだいに飽和する傾向にある。これから、幅圧下効率を良くするためには、極力、連続幅圧下量を大きくとる程、有利であることがわかるが、実際には、ドッグボーンの成長によるロール周速差およびせん断ひずみの増大等に起因するスラブ表面疵発生によって制限される。V S B による実機テストの結果では、最大パス当たり 150 mm で連続幅圧下量 300 mm まで、疵発生なく圧延可能な事が確認できた。

また、幅圧下によって生じるスラブ先後端の幅落ちちは、幅圧下量が約 200 mm までは比例的に増大し最大 100 mm にも及ぶが、以降の幅圧下ではクロップの成長と共に幅落ち部がクロップ部に入るため、漸減する傾向にある。( Fig.6・7 )

2.2 圧延負荷特性

2.2.1 幅圧下圧延の荷重およびトルク

幅圧下圧延はロール径に対し素材厚(ここでは板幅)が極度に大きく、いわゆるピーニング効果により大きな圧延負荷特性を呈する。さらに、カリバーロールでは、側壁での摩擦の影響も加わって、フラットロールの約 30% 増の圧延トルクとなる。このため幅大圧下ミルは、高いハウジング剛性と大トルク駆動機構を備えた構造とする必要がある。( Fig.8 )

2.2.2 平圧延の荷重およびトルク

幅圧下したスラブを元の板厚まで平圧延する、いわゆるドッグボーンならし圧延は、端部だけの局部変形であり、板中央部の延伸エネルギー(内部拘束力<sup>3)</sup>)の影響が極めて大きい。その内部拘束力は、板幅が広がる程大きく、板中央部では圧延方向に引張り応力が生じる。このため、幅大圧下圧延によって中央部の板厚は減少し、また素材内部に欠陥がある場合はこれを、拡大する恐れがある。このため、幅大圧下圧延の採用にあたっては、素材の健全性に十分注意する必要がある。( Fig.9・10 )

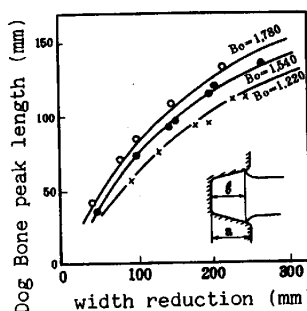


Fig. 4 Dog-Bone peak length

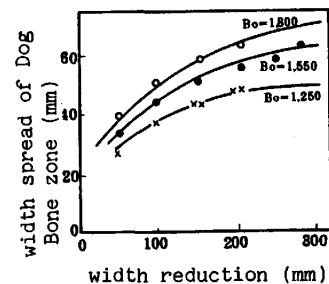


Fig. 5 Width spread after Dog Bone rolling

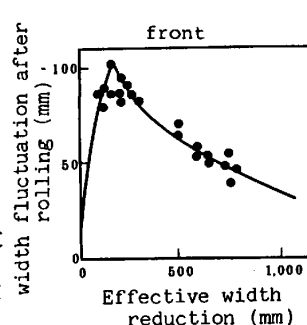


Fig. 6 Width fluctuation after rolling

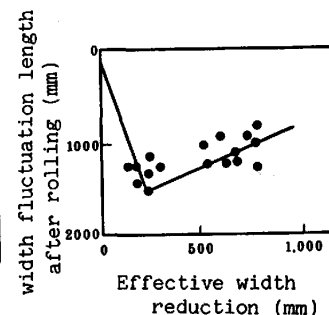


Fig. 7 Width fluctuation length after rolling

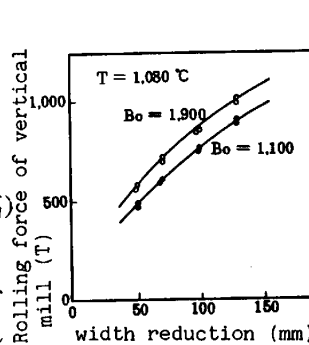


Fig. 8 Rolling force of vertical mill

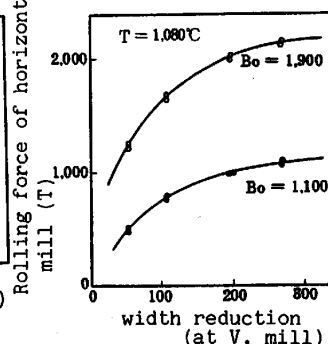


Fig. 9 Rolling force of horizontal mill

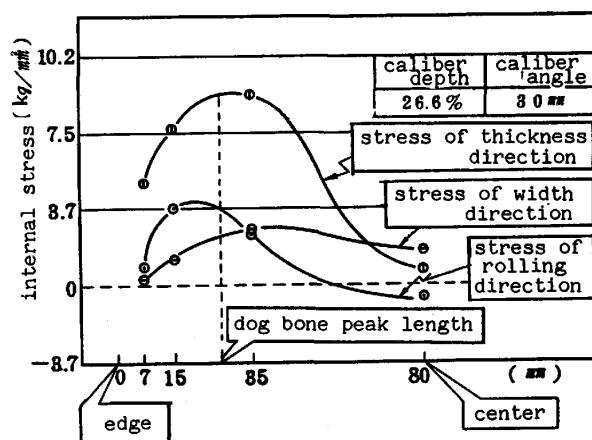


Fig. 10 Internal stress distribution of flat pass after width reduction

して形状比を大きくし、その圧延特性を改善することが大径ロールの目的である。鉛を用いた圧延実験において、ロール径を変更した場合のクランプ長さをFig. 16に示す。1m前後のロール径を2倍にすることにより、クランプ長を約3/4に出来る。また、ロール径大化することによって、周速を一定とすれば、圧延荷重・トルクは増大するが圧延パワーは大幅に減少し、省エネルギー効果も大きい。このほか、ロール径大化によるメタルフロー改善効果として、幅压下効率・幅精度の向上および内部応力分布の改善なども確認されている。(Fig.17)

4. 結 言

スラブの幅大压下圧延技術の実用化によって、大幅なスラブ幅の集約化が実現され、直送圧延の拡大に大きく貢献した。また、幅压下圧延によるスラブの鑄造組織改善・介在物の微細化効果などの品質改善効果も認められており、その応用分野は広い。

( 参考文献 )

- 1) 溝口, 岡本ら, 鉄と鋼 68(1982)S 855
- 2) 竹内, 貞広ら, 製鉄研究 No.310(1982)P. 295
- 3) 渡辺, 中島ら, 鉄と鋼 64(1978)S 697
- 4) 木村, 阿部ら, 鉄と鋼 68(1982)S 1126
- 5) 丹羽, 阿高ら, 鉄と鋼 68(1982)S 1121

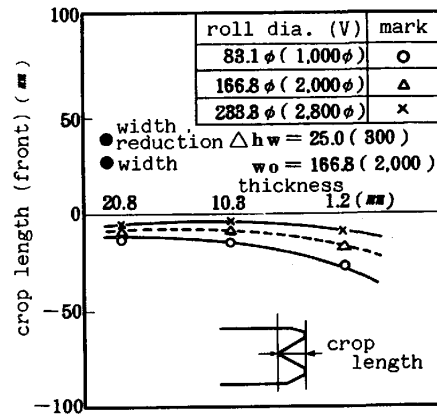


Fig. 16 Vertical roll diameter and crop length ( ) : actual base

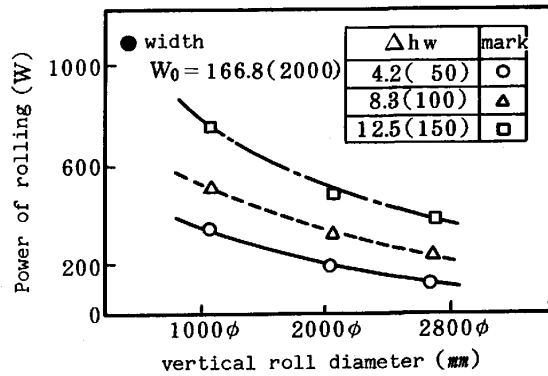


Fig. 17 Vertical roll diameter and rolling energy ( ) : actual base