

討24

幅大圧下圧延における縦ロールの熱間潤滑油効果

新日本製鐵 大分製鐵所 広瀬 稔 ○高田克己
 中間昭洋 倉橋隆郎

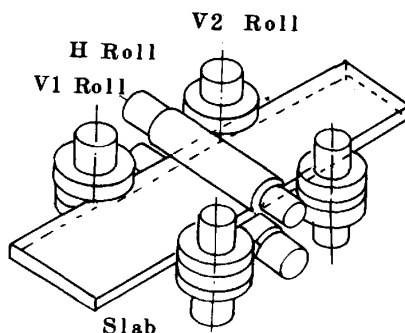
1. 緒言

最近の板用圧延の特徴は、連続鋳造スラブを粗圧延段階で大きく幅圧下圧延を行ない、板幅集約を行なう直結プロセスである。幅調整量を300~1000mmまで拡大する為に、1パス当りの圧下量が150mmの強力なカリバー付縦ロールを2基備えたV-H-Vのミル構成からなるサイジングミルが用いられる。⁽¹⁾⁽²⁾しかし、カリバー側壁には幅圧下による圧延荷重と周速差による肌荒れが生じ、この肌荒れがロール単位ボリュームの律則条件となって生産制約につながる。本報告では、実機幅圧下圧延機で使用するロールに関する問題点、圧延負荷特性、熱間潤滑油によるロール寿命延長、等々について調査した結果を述べる。

2. 縦ロール圧延特性

2.1. 幅圧下圧延機概要

幅圧下圧延機として用いられるサイジングミルの構成およびその仕様をFig. 1に示す。総幅圧下量を1000mm以上とし、生産能率を高めるために、V-H-V 3スタンド一体型のリバー形式にてカリバーロールを用い、幅圧下効率を高めている。



Item	V-Stand	H-Stand
Motor	DC 5000 KW	DC 5000 KW
Revolution	45/85 rpm	45/90 rpm
Torque	780 T·M	740 T·M
Force	1500 T	3100 T
Speed	Max. 110 m/min	
AWC	Cylinder stroke 48mm/cyl	
	Speed 30mm/sec cyl	
Rolling size	280×1800 mm → 250×(750~1780)	

Fig. 1 Sizing mill and specification

圧延方法はFig. 2に示すように、縦ロールによる幅圧下と水平ロールによるドッグボーンならし圧延の繰返しである。スタンド構成から圧延パターンは連続2回幅圧下のV-V-Hが基本となる。⁽³⁾

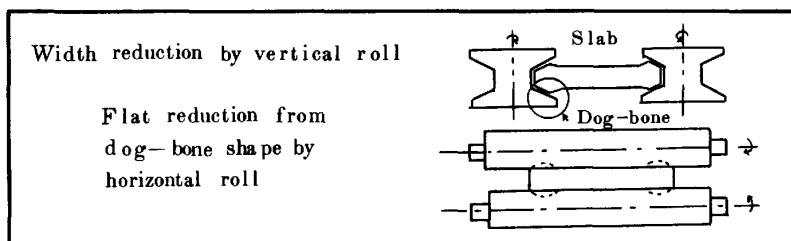


Fig. 2 Rolling process

2.2. 圧延特性

幅圧下によるドッグボーンはFig. 3に示すように幅圧下量が増すに従って大きくなり、板幅が広い程その量は大きい。カリバーロールには、ドッグボーンの形式に伴って側壁部に圧下力の約3割の荷重が働く。幅圧下圧延材の形状比は0.1~0.3と小さく、Fig. 4に示すようにロールに加わる荷重は圧下力関数のトランシット領域にある。⁽⁴⁾

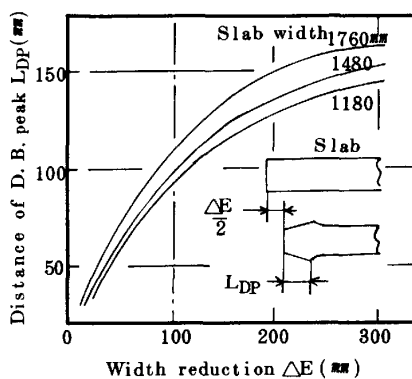


Fig. 3 Distance of dog-bone peak from slab edge

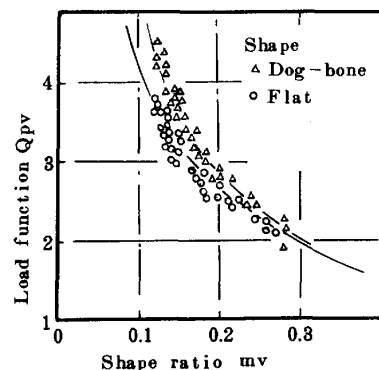


Fig. 4 Load function of vertical roll

3. 幅大圧下用縦ロール使用状況

3.1. ロール形状・ロール材質

カリバーロールはフラットロールに比して局部変形を拘束する為、幅圧下効率がよい。カリバー側壁のテーパは、幅圧下効率及び側壁荷重から14度とし、深さをドッグボーンピーク位置より大きく設けてカリバーに起因する表面疵が発生しない形状に設計されている。ロール材質はTable 1に示すように高荷重に対応可能な普通アダマイト(A)、球状黒鉛アダマイト(B)、高合金アダマイトロール(C)を用いた。

3.2. ロール使用上の問題点

幅圧下時カリバー側壁には圧延反力の他にロール周速差による摩擦力が働く。この為、側壁部には大きな肌荒れが生じスラブ表面疵の原因となる。またロール研削量も側壁部の摩耗量により律則され、原単位・品質に影響する。摩耗には高(C)・高合金とし、硬度を高めた材質が有効であり、肌荒れも良好であるが耐クラック性に難があり割損等の危険性が高い。また球状黒鉛アダマイトは、耐事故性に優れるが、摩耗が比較的大きく原単位に難点を示す。普通アダマイトはそれらの中間的な成績である。幅大圧下圧延は1000 TON を越える荷重下でのドッグボーン形成が特徴であり、側壁のテーパが小さい程ロール負荷は大きくなる。

4. 熱間潤滑油適用試験

大幅圧下圧延による高圧延荷重下ではロール原単位は悪化し、またカリバー側壁部の肌荒れが律則となってロール単位ボリュームは制限される。

圧延負荷特性の改善と、ロール単位ボリューム拡大を目的として幅圧下圧延用縦ロールへの潤滑油適用を試験した⁽⁶⁾。以下にその概要を述べる。

4.1. 試験設備概要

試験設備はV1スタンドにウォーターインジェクション方式にて設置した。設備概要をTable 2に、給油設備の概略図をFig. 6に示す。リバース圧延する際のロール回転方向に同期して給油方向を自動切換えし、また被圧延材の位置検出により給油タイミングの調整を可能とした。ロールへの給油位置はカリバー側壁中央部で、角度の調整は自在である。

Table 1. Specification of V-roll and chemical compositions

Spec. of V-Roll	Roll shape		Double caliber				
	Material		Admite				
	Shore hardness		42 - 50				
	Nominal dimension		1600 ^φ (×1250 ^φ)×4880 ^ℓ				
	Dimension of caliber		285×175(14deg.)				
Chemical composition (%)	Material	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo
	A	1.6	0.4	0.9	1.0	1.0	0.3
	B	1.4	1.2	0.8	1.0	0.5	0.3
	C	1.4	0.2	0.7	0.5	2.5	0.6

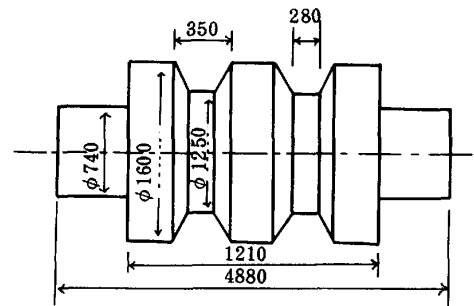


Fig. 5 Dimension of vertical roll

Table 2. Specification of rolling apparatus and composition of rolling oil

Spec. of apparatus	Method	Water injection supply method			
	Lubricant flow	Oil max. 4ℓ/min, Water max. 30ℓ/min			
	Pressure	Oil: 6kg/cm Water: 4kg/cm			
Composition of rolling oil (%)	Item	Mineral oil	Ester	Plant Oil	others
	a	60 ~ 65	30 ~ 35	-	-
	b	50 ~ 55	-	30 ~ 35	5 ~ 10
	c	90 ~ 95	-	1 ~ 3	1 ~ 3

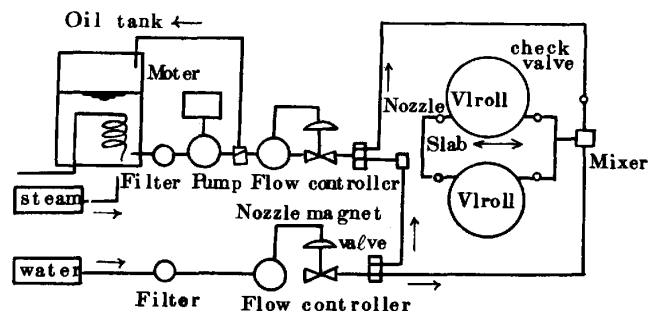


Fig. 6 Experiment apparatus

潤滑油の付着性はロール冷却水により影響される為、ワイパー及び圧空による水切りを十分行なった。供試油は Table 3 に示す鉱油をベースにした3種類の油 a、b、cを使用した。

4.2. 圧延負荷軽減

潤滑による圧延負荷軽減効果は同一圧延条件下でのロール負荷を軽減させる。Table 3 の試験条件

により幅圧下圧延を実施した際のトルク減少効果を Fig. 7 に、荷重減少効果を Fig. 8 に示す。減少効果は無潤滑圧延中に途中から給油した際の圧延負荷減少代を測定したもので、潤滑油量 3 l/min でトルク減少 11%、荷重減少 3% の効果を示す。尚、被圧延材のロール噛込時形状（矩形状・ドッグボーン形状）の差は認められなかった。⁽⁸⁾

4.3. メタルフロー改善

潤滑によるメタルフロー改善効果はドリルマップ法により被圧延材表層部のメタルフローを調査した。⁽⁹⁾ 幅圧下後の幅方向歪を Fig. 9 に示す。油潤滑により幅方向歪のピーク位置はスラブの幅端部方向に移動し、ピーク部の歪量は小さくなる。また、被圧延材中央部の歪量は大きくなって幅方向の変形が均一化され、局部変形が緩和されることがわかる。

圧延後の被圧延材断面からも Table 4 に示すように、油潤滑した方が幅圧下後スラブの上下面に発生する中窪みの幅が狭く、かつ深さが小さくなって変形が均一化されることがわかる。

4.4. 摩耗・肌荒れ改善

幅圧下圧延での通常のロール単位ボリュームは、カリバー側壁部の肌荒れにより 160KT が平均である。同量処理後の側壁部摩耗量と肌荒れ量の一例を、Fig. 10 及び 11 に示す。摩耗量はロール周速差 1.05 をピークとなるのに対し、肌荒れ量は周速差 1.10 でピークとなり一致しない。これは連続幅圧下時のいずれの場合でも摩耗を生じるのに対し、肌荒れはドッグボーンピークが大きくなる二回目の幅圧下時に発生する為で、肌荒れの位置はドッグボーンピーク部位置と一致する。

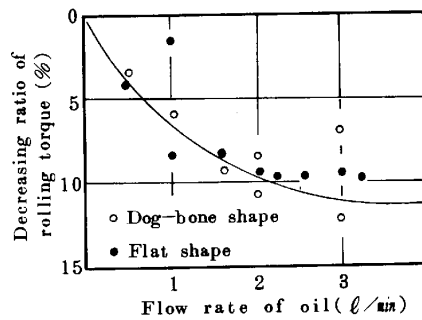


Fig. 7 Decreasing ratio of rolling torque

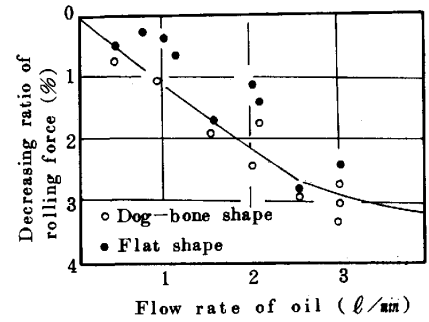


Fig. 8 Decreasing ratio of rolling force

Table 3. Experimental conditions

Item	Test conditions
Lubricants	Mineral oil 60~65%, Others
Lubricant flow	Oil: 0.1~4 l/min, Water 5 l/min
Supplying Pressure	Oil: 6 kg/cm ² , Water 4 kg/cm ²

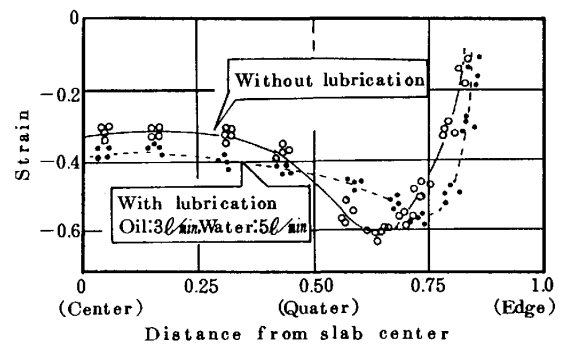


Fig. 9 Strain distribution

Table 4. Slab shape of after rolling

Item	Without	Oil: 2 l/min	Oil: 3 l/min
Decrease Volume of Center thickness (mm)	5.0	4.75	4.5
Width of thick decrease (mm)	253	245	240

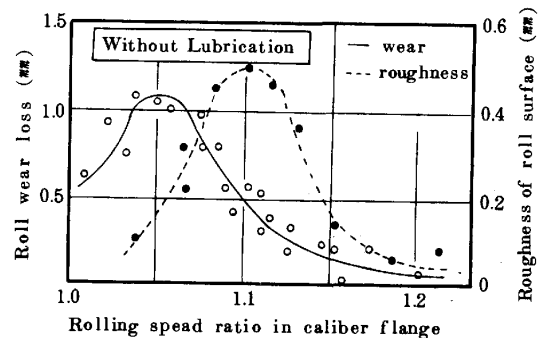


Fig. 10 Roll wear and roll surface roughness after rolling of 160KT

ロール単位ボリュームの律則条件であるロール肌荒れを主に改善させる目的で、ロール周速差1.10を中心にTable 3の条件にて給油し圧延を行なった。その結果Fig. 12に示すように、従来圧延処理量とともに漸増し、約160KTで基準深さに達したロール肌荒れは、油潤滑により十分小さい値に改善され、表面疵発生の基準深さに対し制約条件とはならない。多量試験の結果、少量の潤滑油条件で従来の約2.5倍までロール単位ボリュームを拡大可能であることがわかった⁰⁰。

ロール摩耗⁰⁰もFig. 13に示すように、平均20%改善され、単位ボリューム拡大とあわせ原単位は50%向上する。

油種の違いによる圧延負荷軽減、メタルフロー改善、肌荒れ改善効果に顕著な差は認められず、鉱油60%以上の潤滑油を用いれば十分効果を楽しめると考えられる。

5. 結 言

幅圧下圧延縦ロールの寿命延長に油潤滑が有効であることがわかった。また、油潤滑は荷重軽減・メタルフロー改善効果も有する為、ロールの圧延負荷対策には好ましい方法である。

また、ロール材質と油潤滑の適応性については、調査した3種類のアダマイトロールでは差がなかった。今後、材質特性の改善を図るとともに、更に固体潤滑油の適用についても検討したい。

(参考文献)

- (1) 溝口ら；鉄と鋼68号(1982), S 355
- (2) 竹内ら；製鉄研究No 310(1982), P 295
- (3) 今村ら；鉄と鋼10号(1983), A 225
- (4) 戸崎ら；鉄と鋼5号(1984), S 426
- (5) 神居ら；塑性と加工17号(1976), P 202
- (6) 三次ら；鉄と鋼5号(1981), S 382
- (7) 番 ら；鉄と鋼5号(1981), S 383
- (8) 広瀬ら；鉄と鋼5号(1985), S 292

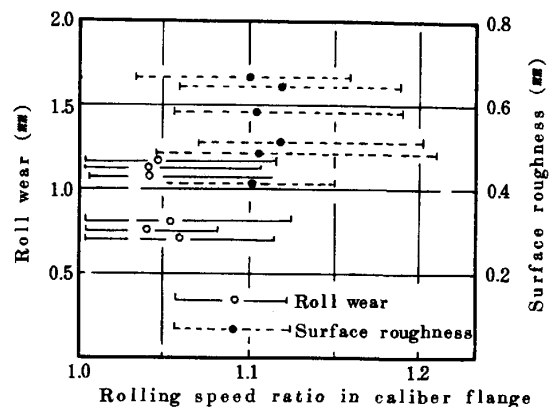


Fig. 11 Roll wear and Roll surface roughness without lubrication

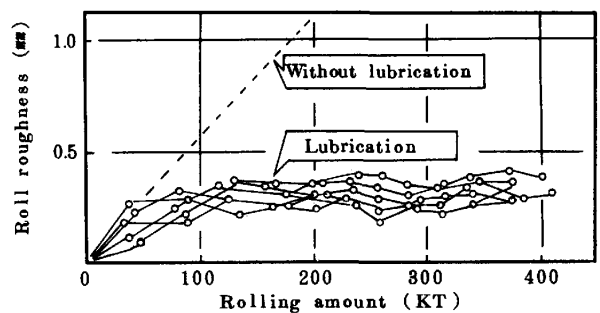


Fig. 12 Roll surface roughness

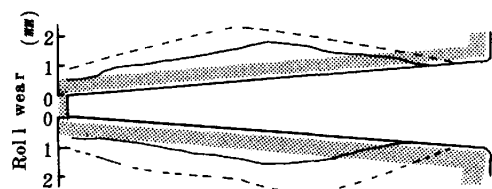


Fig. 13 Roll profile by application of rolling oil (—After rolling of 174 KT with lubrication, --- Non lubricated)

- (9) 広瀬ら；鉄と鋼13号(1984), S 1097
- (10) 広瀬ら；鉄と鋼13号(1984), S 1216
- (11) 平松ら；鉄と鋼5号(1982), S 1123