

] 10 5r •

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.11 (1979) No.2

!Ö6ë Ü V } _> E • ß i Ý b ¶*-> | g § i Đ Ý i Ü ~ å b0Ž Ø

An Analysis of Wear and Thermal Crown of Work Rolls in Hot Strip Rolling

6'#ã •7• (Ikuo Yarita) "å - D/œ (Toshiyuki Tamai) í § 4e7• (Kunio Kitamura) %&
N G ž(Masaki Aihara) p] • e/“6Ü (Kichizaemon Nakagawa)& Ÿ å (IwaQ
Fukushima)

O[" :

!Ö6ë } ! b œ %o ¥ b È L(- Ø b ¥ V + W • S u>* Ü V } i b á i i ß i Ý b/28 Ø>*
¶*-> | g § i Đ Ý i Ü ~ å b s i t -%0 5r d!Ö6ë } d Ü V } µ _> 8 Z1* K>*
G € } + 5 \$x _ • q M • \v _>* È É ß Ç • Ý _ l p M s8j + Å } ? _ K S r S>*
w7H0[(ò 2 _ | •!Ö _ 0Ž Ø +/œ 8>* } | ? } b!Ö v °>*!Ö 4) € X>* i i Ü å ° b °
i å D š > | g } AE µ³ @ § i Đ Ý i Ü ~ å _ l p M s8j + ö\$x _ Å } ? _ K S G
b) Ý + v \ _>* ß i Ý i i Ü å ° v5 >* i i Ü å ° b ° i å D š > | g } AE µ³ ^]
_ | • § i Đ Ý i Ü ~ å b D š Ý + µ } µ _ | ~ è0! K>* G € + 5 \$x _ Å ? _ K
S

Synopsis :

In order to improve the uniformity of transverse thickness of hot rolled strip, the surface temperature distributions, the wear profiles and change of the thermal crowns of work rolls in hot rolling were investigated and quantitatively analyzed at finishing mills of Hot Strip Mill in Chiba Works, Kawasaki Steel Corp., and their influences on strip profile were also clarified. Furthermore, effect of heat flow from strip to work roll, heat transfer coefficient, zone control of cooling and controlling pitch on roll thermal crown were theoretically analyzed by heat transfer analysis of axi-symmetric roll by applying the finite element method. On the basis of both analyses, practical control methods of the thermal crown were made clear at actual mill.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

熱間仕上圧延におけるロールの摩耗およびサーマルクラウンの解析

An Analysis of Wear and Thermal Crown of Work Rolls in Hot Strip Rolling

鎌田征雄*

Ikuro Yarita

玉井敏行**

Toshiyuki Tamai

北村邦雄***

Kunio Kitamura

相原正樹****

Masaki Aihara

中川吉左衛門*****

Kichizaemon Nakagawa

福島巖*****

Iwao Fukushima

—

In order to improve the uniformity of transverse thickness of hot rolled strip, the surface temperature distributions, the wear profiles and change of the thermal crowns of work rolls in hot rolling were investigated and quantitatively analyzed at finishing mills of Hot Strip Mill in Chiba Works, Kawasaki Steel Corp., and their influences on strip profile were also clarified. Furthermore, effects of heat flow from strip to work roll, heat transfer coefficient, zone control of coolant and rolling pitch on roll thermal crown were theoretically analyzed by heat transfer analysis of axis-symmetric roll by applying the finite element method.

On the basis of both analyses, practical control methods of the thermal crown were made clear at actual mill.

1. 緒 言

熱間圧延において圧延材のプロファイルは板厚品質や歩留りに大きな影響を及ぼすとともに、冷間圧延材のプロファイルや形状にも影響を及ぼす^{1~3)}

熱間圧延材のプロファイルは、①初期クラウン、摩耗およびサーマルクラウンにより構成されるロールのプロファイル、②圧延荷重によるロールの彈性はりとしての撓み変形、バックアップロール(以下 B.U.R.と記す)とワークロール(以下 W.R.と記す)の接触ヒート Z.Hertz 亦形状とも W.R. と压延材

→ デリケートなハンドルコントロールが求められる

ローラベンダーがある。これは形状の制御に対しては有効であるが、プロファイルの制御に対しては能力的に大きな効果を期待できない⁵⁾のが実体で

800 900 1000 1100 1200 1300



Table 3 Specifications of work rolls

Stand No.		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Initial crown (mm)	Upper roll	0.1	-0.1	-0.1	0.05	0.05	0	0
	Lower roll	-0.1	0.1	0.1	0.05	0.05	0	-0.05

W₂

(mm)

600

600

670

650

670

600

702

を使用し、圧延前(C_1)、圧延直後(C_2)、完全冷却後(C_3)に測定した。したがって、摩耗プロフ

化する。F7 スタンドではロール両端で温度が高くなり、中央部との温度差は小さくなる。これは

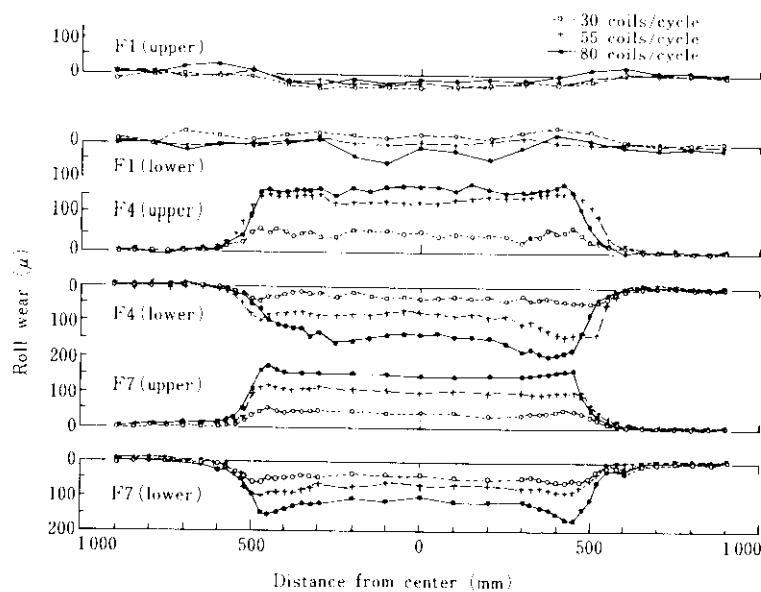
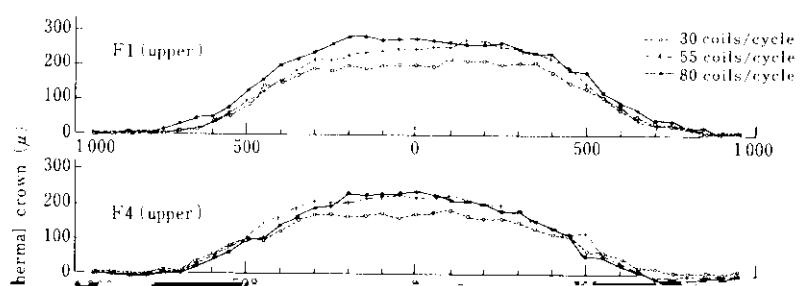


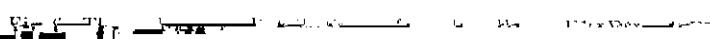
Fig.3 Wear distributions of work rolls at F1, F4 and F7 stands

延コイル数や圧延時間による変化を示したものである。これから、サーマルクラウンは圧延コイル

● F4 (upper)
○ F4 (lower)

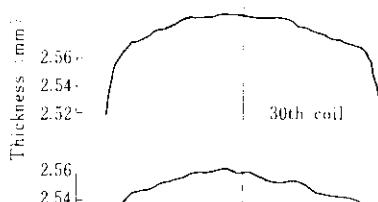


Distance from center (mm)





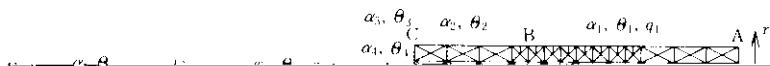
以上の結果から、圧延サイクル内における板のプロフィルの変化は W.R. の摩耗やサーマルクラウンの変化によるものであり、とくに板クラウン



3. サーマルクラウンの制御に関する理論的検討

圧延中のロールの熱サイクルは、ロールの 1 回転ごとの熱サイクルと、1 ロール圧延ごとの熱サ

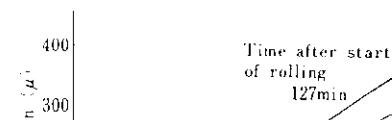
ーマルクラウン (THERMAL CROWN) である。



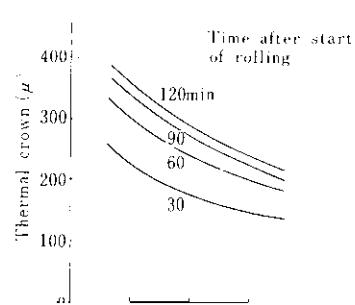
Strip width (mm)
800 900 1000 1100 1200 1300

スタンドのアダマイトロールを対象としたので
25.2kcal/m²h°Cとした¹⁸⁾。以上の計算に用いた代
替熱伝導率は、各部材の断面積と表面積の比によ

相当部では急激に低下する。ロールの内部になるにしたがい幅方向の温度変化は小さくなつており、非通過部では表面温度より内部温度のはうが高くならず、また、実測表面温度のほうが計算値よりも



しかし、サーマルクラウンを一定に制御するには圧延サイクルの前半コイルに対してほとんど冷却を行わず熱伝達係数を小さくし、後半コイルになるにしたがいクーラント流量を増し熱伝達係数を大きくしてやればよい。ただし、この方法はロールの寿命や圧延材の温度に影響を及ぼすので品質的な面などから問題があろう。



板端部から外側に 100mm だけクーラントを完全に作用させない場合を想定し、この部分の熱伝達係数 α' を 50kcal/m²h°C として、圧延開始時から

ゾーン制御を行った場合と圧延開始後 60min からゾーン制御を行った場合について検討した。Fig. 17

Fig. 18 Calculated effect of rolling interval on thermal crown

マルクラウンは小さくなる。圧延開始後 120min で

4 サーマルクラウンの制御に関する

タンドとも約10 μ しかサーマルクラウンは減少しないから、80コイル圧延後ではほとんどない。

実験的検討

前章の検討結果をもとに、ロールクラントの流量やゾーン制御および圧延ピッチなどがサーマルクラウンに及ぼす影響を実機圧延機の設備範囲内で実験的に検討した。

ただし、ポンプを3台駆動した場合は55コイル圧延後にほぼ飽和してくるが、4台駆動した場合には80コイル圧延後でもまだ増加傾向にある。

計算結果からも判明したように、クラントの流量を増大してもサーマルクラウンの減少に対しても大きな期待がもてないことが実験結果からも明らかである。

4・1 クーラント流量の効果

量は両者の間では差がなかった。

4・1・1 実験方法

圧延材は低炭リムド鋼材で代表的な仕上板厚は3.2mmである。圧延セグメントの直通走行距離は

4・2 クーラントのゾーン制御の効果

4・2・1 実験方法

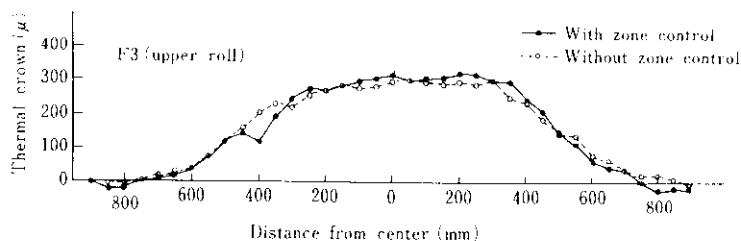


Fig.20 Effect of zone control of coolant flow rate on thermal crown distribution by experiment

御を行うにはワイパーなどの設備的な改善が必要

であるが、冷却水流量の制御による効果は大いに期待される。

ドのサーマルクラウンの測定結果を示す。F1, F4

の各段の冷却水流量を制御して、熱膨張率を約6%に保つ

操作で大きい

冷却水流量を約10...50...45...30...20...10...5...0...L/min

4・3 圧延ピッチによる効果

4・3・1 実験方法

F7スタンドでは100μも大きくなっている。圧延ピッチの効果が現れている。

製品プロファイルが後段スタンドのロールプロフ

ル形状に影響を与える場合、4セクション方式が適

Fig.1に示したような80コイル圧延サイクルを

述のように、クラント制御では水切りなどの設

5. 結 言

後には約 20μ になり、サイクル内では約 80μ の変化がある。この変化はサーマルクラウンとは平行

的に逆の関係になる。

熱間圧延におけるロールの摩耗とサーマルクラウンの関係について、実機圧延実験によりその変化を調査した。また、有限要素法によるロールの熱伝導解析や実機圧延実験によりサーマルクラウン

を小さくするとサーマルクラウンは大きくなるが、逆にクラント流量を増して熱伝導係数を小さくす

る実機クラント条件では、熱伝導係数を小さくするとサーマルクラウンは大きくなるが、逆に

の制御方法を検討した。これらの結果から以下の事項が判明した。

(1) ロールの摩耗は、アダマイトロールを使用している F1~F3 スタンドでは表面に黒皮スケールが生成されるため非常に小さい。ニッケルグレンロールを使用している F4~F7 スタンドでは、異

もサーマルクラウンを小さくする効果は期待できない。

(5) 壓延インターバルを短くするとサーマルクラウンは増大する。圧延初期ではインターバルを短く、圧延コイル数が増すにしたがいインターバルを長くすると、サーマルクラウンを一定に制御す

積ロール負荷 $\Sigma (P \cdot L / W)$ にしたがい直線的に摩耗量が増大する。また、下ロールより上ロールのほうが摩耗量は大きい。

(2) ロールのサーマルクラウンは前記の(1)と同

ことが可能であることが示唆された。

以上の検討結果から、サーマルクラウンを減少させ、しかも一定値に制御することは非常に困難なことと結論した。答申され候る。

17) U. Grigull: 热伝達の基礎, (1963), 162, (朝倉書店)

18) 関本: 日立評論, 4 (1959) 33, 89

