

## ワークロールベンダーを活用した厚板工場操業改善

## Improvement of Production Technology in Plate Mill Using Work Roll Bending System

川崎製鉄(株)水島製鉄所 山本 治・伊藤高幸・西田俊一  
吉井 誠・西崎 宏\*・大森和郎  
吉里 勉

## 1. 緒言

近年、需要家からの厚板への品質、寸法精度要求の厳格化を背景に、厚板製造プロセスにおける板クラウン、平坦度制御技術向上へのニーズが一層の高まりを見せている。これを受けて、厚板圧延の分野にも板クラウン制御アクチュエーターとしてのシフトミル・ペアークロスミル等の形状制御ミル<sup>1)2)</sup>や、ワークロールベンダー(以下WRBと略記)が導入・実用化されている。これらの板クラウン制御アクチュエーターの導入は従来の圧延パススケジュール計算時の予測に基づいたクラウン比率制御の概念を一変させ、板クラウンの直接的な制御による鋼板平坦度、クラウンの改善を可能にしたばかりか、従来、平坦度・板クラウン安定化のために厳格に守られてきたロールチャンス規制の大幅な緩和にも大きく貢献している。

水島製鉄所厚板ミルにおいても、1990年10月、板クラウン制御用アクチュエーターとしてWRBを、またミル近傍には圧延途中の平坦度測定を目的とした平坦度計を導入し、以来、平坦度計の情報に基づいた平坦度制御システムの開発を進めた。<sup>3)~6)</sup> この結果、鋼板品質・歩止の改善はもとより、ロールチャンスの緩和を通じて実操業においてさまざまな成果が得られた。以下、本報では、主として本システムの実機適用による操業改善状況について報告する。

## 2. WRBおよび平坦度制御システムの概要

## 2-1. WRB仕様

Table1にWRBの主仕様を、Table2には仕上ミル後面に設置した平坦度計の仕様を示した。また、Fig.1には、WRBによる板クラウン制御能力を板幅4000mm、圧延反力39MN時の例で示した。図の例は、ベンディング力を2.4MN/チョック変化させることにより、約0.1mmの板クラウン制御が可能であることを示している。

Table1 Specification of work roll bending

Bending Cylinder	Upper $\varnothing 220\text{mm} \times 4/\text{chock}$ Lower $\varnothing 190\text{mm} \times 6/\text{chock}$
Pressure	Max 25MPa
Bending force	Max 3.4MN/chock
Control valve	Servo valve

Table2 Specification of shape meter

Type	Scanning type of semiconductor laser
Measuring point	5 point/width
Measuring width	1000 ~ 5200mm

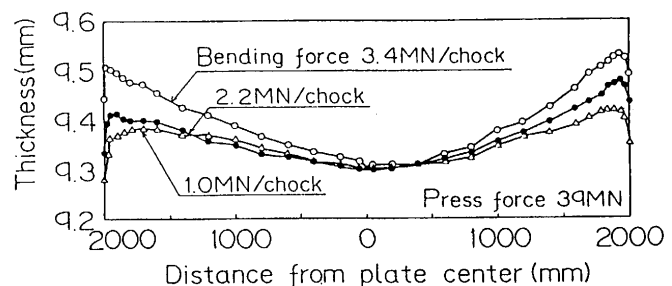


Fig.1 Comprison of thickness profile with various bending force  
Plate dimension : thickness 10mm width 4000mm

## 2-2. 平坦度制御 システムの概要

Fig.2 に、平坦度制御システムの概要を示す。本制御システムは平坦度計、3ヘッドγ線厚さ計（クラウンメーター）のパス間での実測結果をもとに、板クラウンおよび平坦度予測モデルを介してベンディング力を設定していることを特徴とし、このクローズドループ制御システムは、厚板ミルでは世界初の試みである。

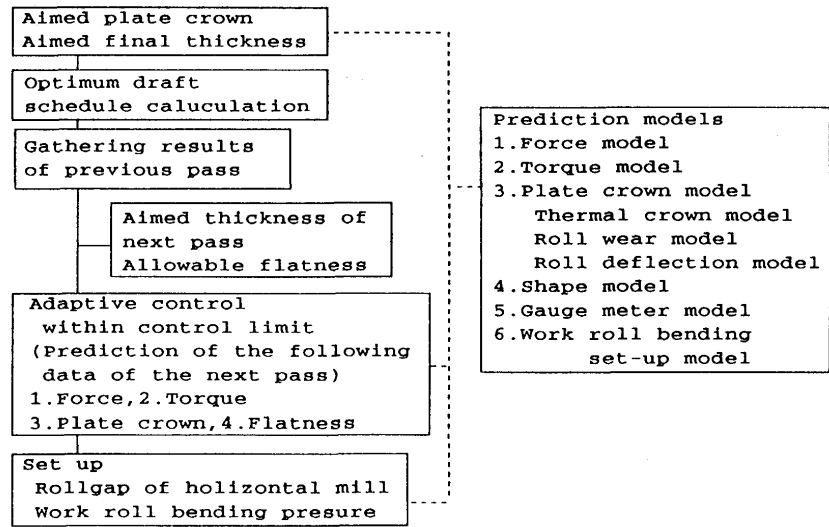


Fig.2 Flow of work roll bending set up system

## 3. WRBによるロールチャンス緩和効果

本システムによる、板クラウン・平坦度制御効果については、既報にて報告したとおりであるが、この効果の活用により、ロールチャンス規制の緩和が可能となる。

Fig.3は、ワークロールクラウンと板クラウンの相関を板幅 5000mmにてベンディング力別に整理したものである。図よりWRBの制御能力はロール摩耗補償の観点からは約±0.2mmに相当することがわかる。これは、当ミルではロール摩耗実績から、ロール替約350スラブ圧延までは圧延幅規制のないチャンスフリー圧延が可能であることを示している。

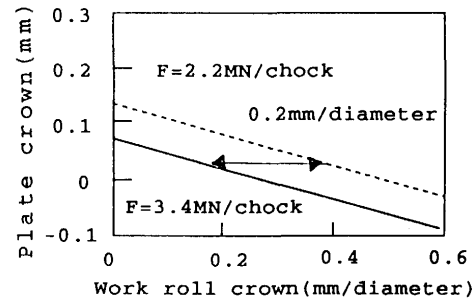


Fig.3 The relation between work roll crown and plate crown

Fig.4には、本システム導入前後のロールサイクル内の圧延幅変化を比較して示す。WRBのロール摩耗補償効果により圧延幅変化指数が460から710にまで拡大されチャンスフリー化が飛躍的に進展したことを示している。

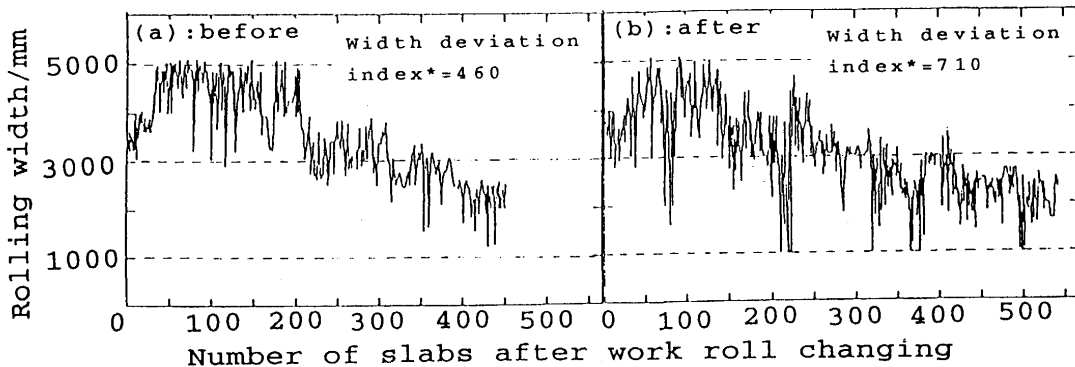


Fig.4 Example of rolling schedule before and after development work roll bending system \*Width deviation index= $(\sum \Delta W^2)^{1/2}$   
 $\Delta W$ =Rolling width difference(slab to slab)

## 4. 操業改善状況

### 4-1. ホットチャージ温度向上、連続炉燃料原単位改善

ロールチャンス規制緩和は、ホットチャージ（以下HCと略記）温度向上に大きな成果をもたらした。Fig.5はロールチャンス規制緩和前後の厚板スラブヤードの加熱炉装入待スラブ在庫の推移と、HCトラックタイムの推移を示した。ロールチャンス緩和により、従来ロールチャンス待ちのために増加していたスラブ在庫の低減が可能となり、これに伴いHCトラックタイムも平均で約4時間改善された。Fig.6は、HC温度および、連続炉燃料原単位の推移を同じくロールチャンス規制緩和前後で比較したものである。HCトラックタイムの短縮は、HC温度の向上を通して連続炉燃料原単位の改善に大きく寄与している。

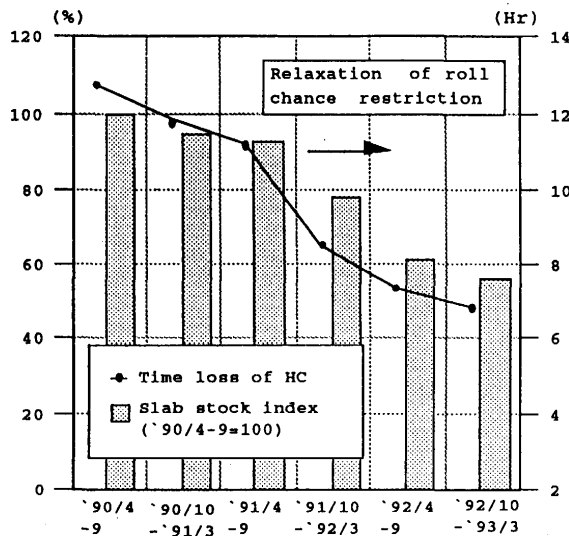


Fig.5 The trend of slab stock index and time loss of HC

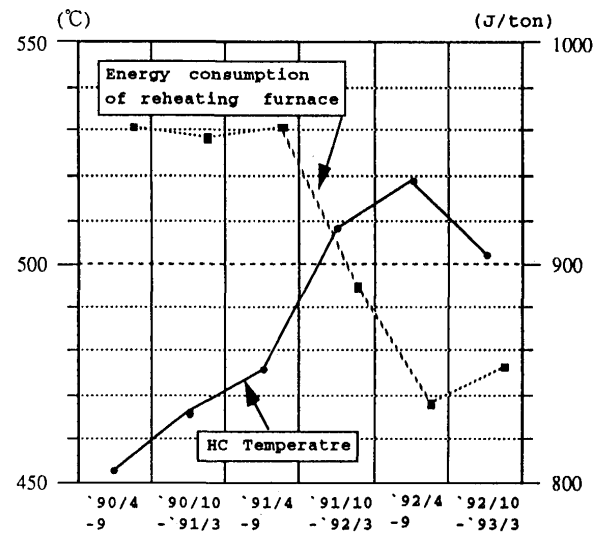


Fig.6 The trend of the charging temperature of HC and the energy consumption of reheating furnace

### 4-2. ロール替サイクルの拡大

平坦度制御システムの導入は、ロールチャンス規制緩和と同時に、従来のロール替サイクル（1ロールでの圧延量）の拡大も可能にした。

Fig.7には、ロール替サイクルの推移を示した。ロール替サイクルは従来に対し、約20%(700ton/roll)拡大でき、このことが、ロール替回数の削減を通して稼働率向上、ロールショップでの省力に大きく寄与していることは言うまでもない。

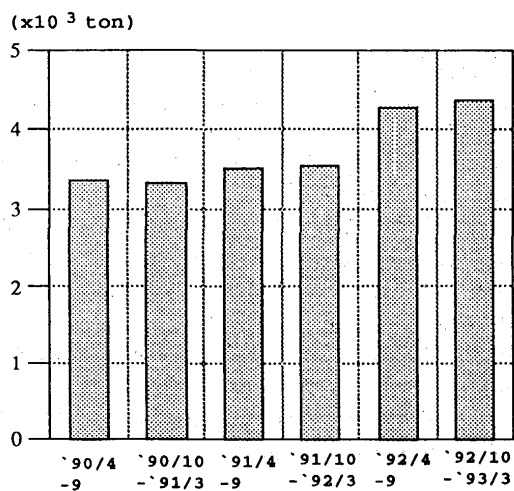


Fig.7 The trend of roll change cycle

### 4-3. 剪断ライン負荷平準化

ロールチャンス規制が緩和されたことにより、圧延順決定の自由度が拡大する。これを剪断ラインの負荷平準化に有効利用すること、すなわち、剪断負荷が高い、採取製品枚数の多い材料を分散圧延することにより、従来頻繁に発生していた剪断ラインピッチでの操業によるミル稼働率低下を解消することができた。

Fig.8には、以下の効果によるミル稼働率改善状況をまとめた。

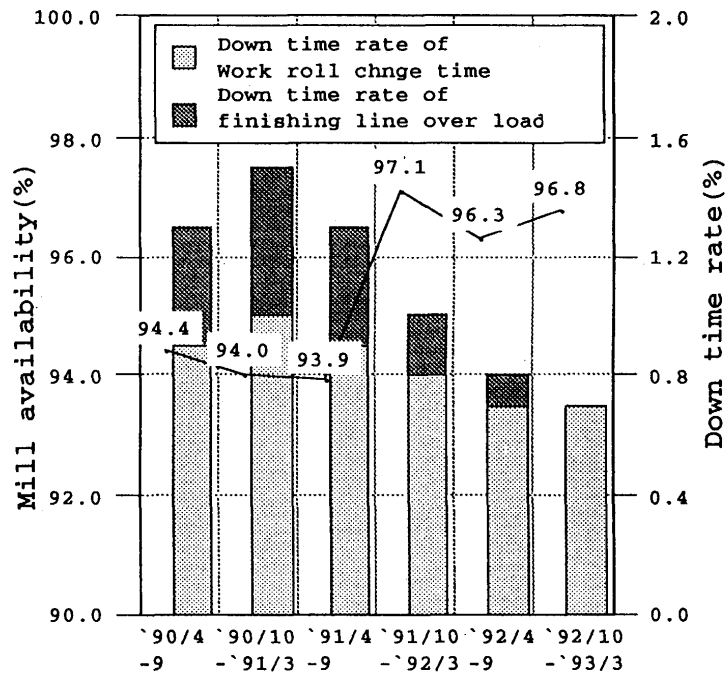


Fig.8 The trend of mill availability and down time rate

### 5. まとめ

平坦度制御システムの開発（ワークロールベンダーの導入）により、ロールチャンス規制の緩和を柱として、下記に示す操業改善効果を得た。

- (1) 従来のロールチャンス待ちによるHC温度の降下を防ぐことにより、連続炉燃料原単位の大幅な改善を実現できた。
- (2) ロール替え回数の削減により、稼働率改善およびロールショップの省力を実現できた。
- (3) ロールチャンス規制緩和の効果を生断ライン負荷平準化に活用することにより、剪断ラインピッチによる稼働率低下を解消することができた。

### (参考文献)

- 1) 水谷 泰、堀 裕二、小川哲也、久富木行治、藤井増彦、渡部重雄、小野裕人：  
CAMP-ISIJ、6(1993)、p.496
- 2) 古米孝行、八子一了、石原慶明、柳田正宏、有泉 孝：  
鉄と鋼、79(1993)、T33
- 3) 吉井 誠、大森和郎、越智 潔、磯山 茂、重田春樹、岡村 勇：  
CAMP-ISIJ、5(1992)、p.585
- 4) 重田春樹、西田俊一、岡村 勇、川島俊明、吉井 誠、大森和郎：  
CAMP-ISIJ、5(1992)、p.586
- 5) 伊藤高幸、西田俊一、吉井 誠、大森和郎、川島俊明、岡村 勇：  
CAMP-ISIJ、5(1992)、p.1567
- 6) 磯山 茂、吉井 誠、岡村 勇、大森和郎、越智 潔、吉里 勉：  
鉄と鋼、79(1993)、p.94