

厚板圧延オンライン・ロール研削技術の開発

Development of On-Line Roll Dressing Technology for Plate Rolling

大竹幸一 / Koichi Otake・鹿島製鉄所 熱間圧延部 厚板技術室 参事補

坂本浩一 / Koichi Sakamoto・総合技術研究所 加工研究部 副主任研究員

新田征也 / Seiya Nitta・鹿島製鉄所 熱間圧延部 厚板工場 副長

一柳安正 / Yasumasa Hitotsuyanagi・鹿島製鉄所 熱間圧延部 厚板技術室

橘 俊作 / Shunsaku Tachibana・(株)スギノマシン 装置設計部 A J設計課 係長

要 約

アブレーシブ・ジェット方式を用いたオンライン・ロール研削装置を開発し、当社鹿島製鉄所厚板工場仕上げ圧延機に導入した。本装置は、70MPaの圧力の高圧水に砂鉄を混入して圧延機ワーク・ロール表面に吹き付けるものである。本方式の特色は、非接触で研削を行うために、振動の多い場所やリバース式の圧延機においても安定した研削能力が得られること、圧延を中断することなく常時研削を行えること、そして設備の耐久性にも優れていることである。

オンライン・ロール研削の目的は、主として圧延スケジュールの制約の緩和であるが、本装置の適用により、通常の2倍の量の圧延をロール組み替え無しで行うことが可能となり、ロール組み替えの頻度を約半分にすることができるようになった。

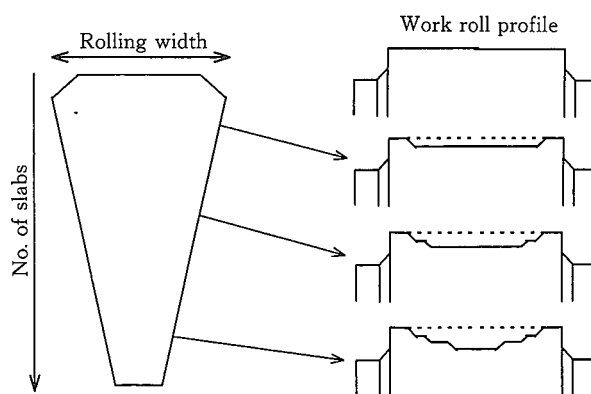
Synopsis

An on-line roll dressing system using an abrasive-jet was developed and applied to SMI Kashima Plate Finishing Mill. In this system, 70MPa high pressure water and iron sand were used as the abrasive material for dressing the surface of mill work rolls. The merit of using the abrasive-jet was that it could provide stable dressing even under vibration because it was a non-contact dressing method. This also enabled on-line roll dressing during rolling, and durability requirements were also satisfied.

The purpose of on-line roll dressing was to reduce limitations in rolling schedules. By using this system, it became possible to roll twice as much product as before without roll changing, and to cut roll changing frequency in half.

1. 緒 言

圧延機のワーク・ロール（以下、単にロールと呼ぶ）の表面は、圧延中の鋼板との接触により徐々に凹型に摩耗する（第1図）。このように摩耗したロールを用いてロールの摩耗部の幅より広い幅の板を圧延すると、プレート・クラウンの増加や平坦度不良の発生を招くため、通常、圧延幅を段々と狭くして行き、ある一定の周期でロールの組み替えを行う。摩耗したロールは、オフラインのロール研削機を用いて表面を研削され、数日後に再び圧延機に組み込まれて使用されるが、このロール組み替えの作業に要する時間が、ラインの稼働率低下の大きな要因であるとともに、圧延幅を完全に広い方から狭い方に向かって並べることは非常に困難で、定期的なロール組み替えを行ってもプレート・クラウンの増加や平坦度不良の発生を完全に抑制することはできない。そのため、常にロール表面のプロフィー



第1図 ロール表面摩耗の進行状況（模式図）
Fig.1 An image of roll surface wearing

ルを最適に維持するために、オンラインにてロール表面研削を行う技術の開発が待ち望まれていた。

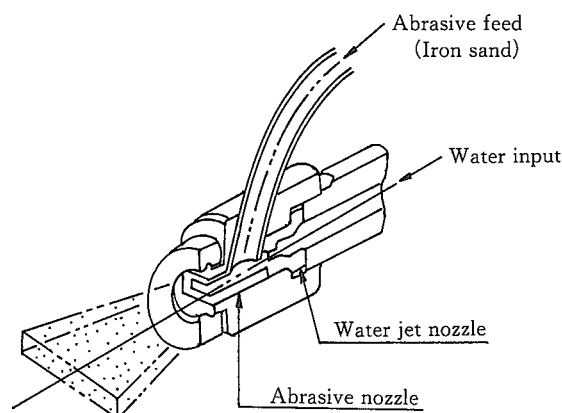
オンラインにてロール研削を行う方式としては、砥石

を用いる方式が既に実用化されているが、厚板用のような大型で、振動も大きく、しかもリバース方式の圧延機にこれを用いることは非常に困難であった。そこで、当社では、このような条件の厳しい厚板用圧延機においても実用化が可能な、これまでにない新しい方式（アブレーシブ・ジェット方式）のオンライン・ロール研削装置を開発し、実機導入を行った。本報では、この新方式の開発内容^{1),2)}と、開発装置の実機導入結果^{3),4)}について報告する。

2. アブレーシブ・ジェット方式オンライン・ロール研削装置の開発

2-1 アブレーシブ・ジェット方式の原理

アブレーシブ・ジェット方式とは、高圧水に粉体の研摩材を混入して被研削材に吹き付けることにより研削を行なうものである。今回の開発装置においては、研摩材として入手の容易さから砂鉄を用いている。第2図に、今回開発した研削用ノズルの構造を示す。高圧水と研摩材をあらかじめ混合したまま輸送すると輸送配管の閉塞の原因となるため、これらは別々に輸送され、吹き付けの直前に混合されるようになっている。



第2図 研削用ノズルの構造
Fig.2 Construction of nozzle

2-2 特性調査結果

2-2-1 研削能力基礎調査結果

本方式によるロール研削の特性を知るために、まず、研削能力の基礎調査を行った。調査は、第1表に示す条件にて、オフラインでの実験設備を用いて行った。

(1)高圧水圧力、研摩材供給量と研削量の関係

第3図に、研摩材供給量を変化させた場合の、高圧水圧力と研削量の関係を示す。当然のことながら、研摩材の供給量が一定であれば、高圧水圧力が高いほど研削量は多くなり、また、高圧水圧力が同じであれば、研摩材供給量が多いほど研削量は多くなる。本条件における研削量は、約500~2000mm³/minであり、充分実用化可能なレベルで

あることがわかった。

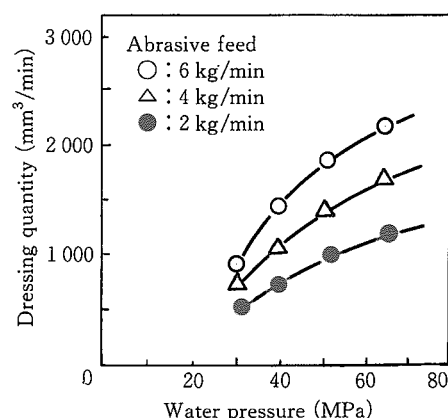
(2)高圧水圧力とロール表面粗さの関係

第4図に、高圧水圧力とロール表面粗さの関係を示す。これより、高圧水圧力が高いほど表面粗さは大きくなるが、実用上全く問題のないレベルであることがわかった。

第1表 研削能力基礎調査条件

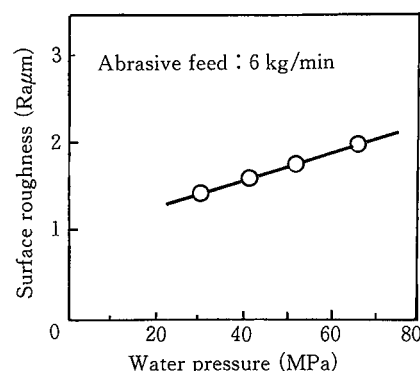
Table 1 Experimental conditions in basic ability evaluation

1. Test roll material	SKD11 (Hs79)
2. Test roll diameter	75 mm
3. Water pressure	30~65 MPa
4. Water flow rate	42 l/min
5. Abrasive material	Iron sand
6. Abrasive feeding rate	2~6 kg/min



第3図 高圧水圧力と研削量の関係

Fig.3 Relation between water pressure and dressing quantity



第4図 高圧水圧力とロール表面粗さの関係

Fig.4 Relation between water pressure and surface roughness

2-2-2 実ロール研削試験結果

基礎調査に続き、第2表に示す条件でオフラインにて実際のロールを研削し、特性調査を行った。

(1)ロール材質別研削能力

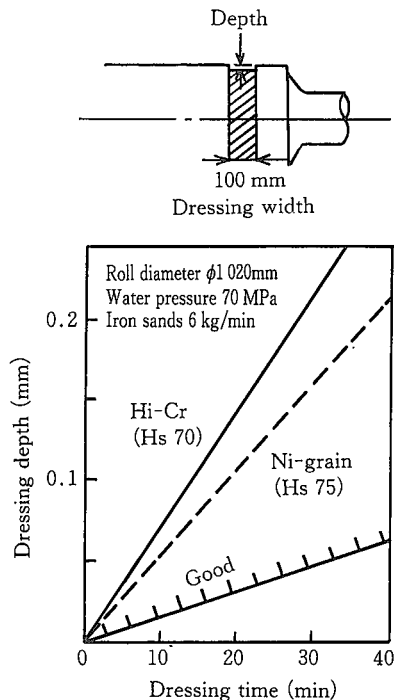
実際のロールで所要の研削能力が得られるかどうか、Hi-Cr ロールおよび Ni グレイン・ロールを用いて調査した

第2表 実ロール研削試験条件

Table 2 Experimental conditions in real roll dressing test

1. Test roll material	Hi-Cr cast iron (Hs75) Ni grain cast iron (Hs75)
2. Test roll diameter	630~1 100 mm
3. Water pressure	70 MPa
4. Water flow rate	42 l/min
5. Abrasive material	Iron sand
6. Abrasive feeding rate	5~6 kg/min
7. Roll rotation	70~160 rpm

結果を第5図に示す。目標は、図中の“Good”ライン以上の研削能力を得ることであるが、高圧水圧力70MPa、研摩材供給量6kg/minの条件で双方のロールともに目標を大きく超える能力が確認できた。

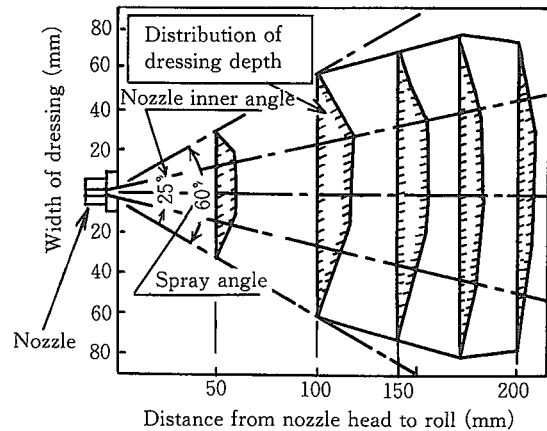


第5図 実ロール材質における研削時間と研削深さの関係

Fig.5 Relation between dressing time and dressing depth in real roll materials

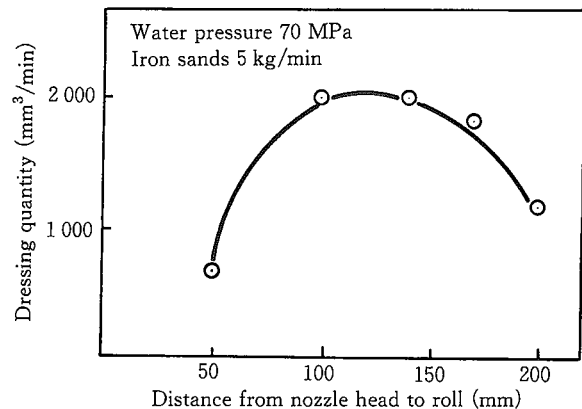
(2) ロール、ノズル間距離と研削量の関係

また、本方式の場合、ロールとノズル間の距離により研削量に変化するという特徴があるが、その最適な距離を見つけるためのテストを行った。第6図は、ロールとノズル間の距離と、研削幅、深さの関係を示しているが、これより、ロールとノズル間の距離が175mmの時に研削幅が最大となり、距離がそれ以上となると研削幅が狭くなることがわかる。また、図中の斜線の面積は研削体積を示すが、これを整理したのが第7図である。これより、研削量は、ロールとノズル間の距離が100~150mmの時に最大となることわかった。



第6図 ロール、ノズル間距離と研削幅、深さの関係

Fig.6 Relation between distance from nozzle head to roll and dressing width and depth



第7図 ロール、ノズル間距離と研削量の関係

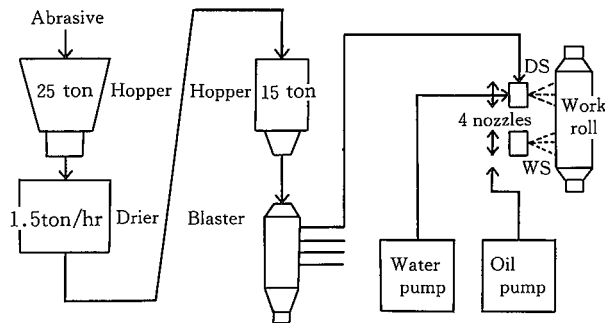
Fig.7 Relation between distance from nozzle head to roll and dressing quantity

3. 実機設備導入

以上のような種々のオフラインでの調査の結果より、本方式の実機への適用が充分可能であることがわかった。そこで、当社鹿島製鉄所厚板工場仕上げミルへの導入を行った。

3-1 設備概要

本方式の特徴は、非接触式のため振動に強く、圧延中でも研削できること、ロールの回転方向によらず研削できること、そしてミル内の装置がシンプルなことである。第8図にその設備概要を示す。設備構成としては、砂鉄を乾燥して圧縮空気とともにミル内に輸送する部分、高圧水を発生してミル内に供給する部分、ミル内で高圧水と砂鉄を混合してロールに吹き付けるノズル、およびノズルをトラバースさせる台車機構等よりなる。砂鉄は一時25tonのホッパに蓄えられる。砂鉄が湿っていると輸送中に配管内で詰まりを生じるため、1.5ton/Hrの能力を持つドライヤで乾燥させる。乾燥された砂鉄は、ふるいにかけられた後に次

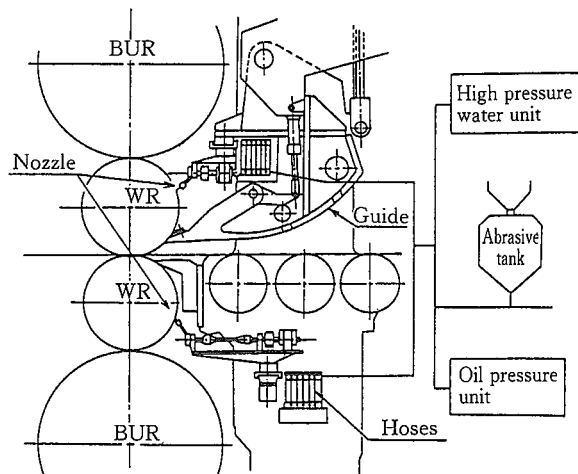


第8図 実機設備概要
Fig.8 Outline of on-line roll dresser

の15ton ホッパに蓄えられ、研削のタイミングを待つ。研削時はブラスタに圧縮空気を送り込み圧縮空気と一緒に砂鉄をロール直近のノズルに輸送する。更にノズルをワークロール胴長方向にトラバースするための油圧シリンダを設置しており、その作動用の油圧ポンプが設けられている。ノズルは、上下ワークロールそれぞれについてワークサイド用、ドライブサイド用が1本づつ、合計4本設置されている。

また、第9図にミル内設備イメージを示す。上ワークロール用のノズルおよびトラバース装置は、上ヘッダーガイド内に収納している。下ワークロール用はハウジングに取り付けている。両者はともにミル前面側に設置している。これらのノズルは、ロールのエッジ部の研削を行い、その移動量は、胴長方向に1500mmである。ロール中央部の1600mmについては研削を行わない。

第3表に、その主要な仕様を示す。



第9図 ミル内設備の概要
Fig.9 Schematic view of on-line roll dresser in plate mill

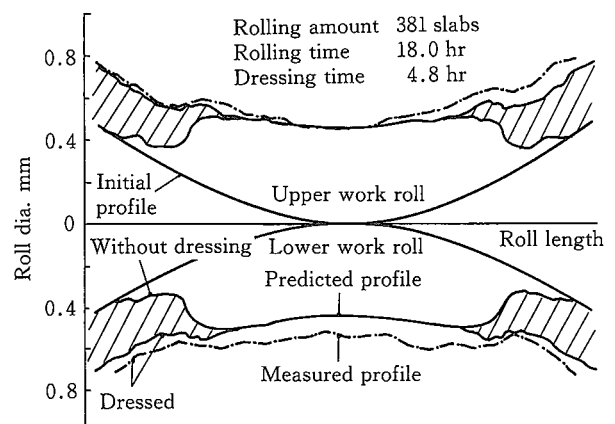
第3表 実機設備仕様

Table 3 Main specifications of on-line roll dresser in Kashima Plate Finishing Mill

1. Type	Abrasive water jet
2. Abrasive material	Iron sand
3. Number of nozzles	4
4. Water pressure	70 MPa
5. Water flow rate	45 l/min/nozzle
6. Abrasive feeding rate	5 kg/min/nozzle

3-2 ロールプロフィール改善例

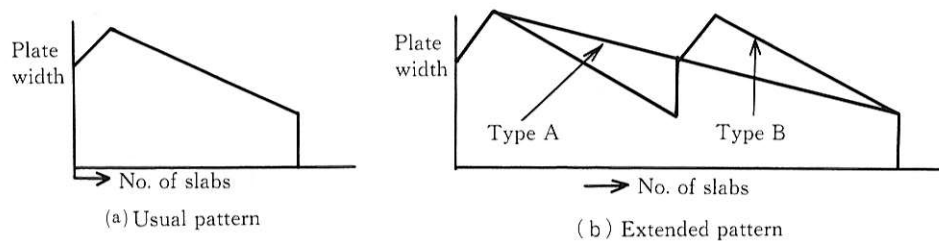
第10図に、本装置適用によるロール・プロフィール改善の一例を示す。研削は、圧延各パスの荷重、圧延幅および圧延長さ等の実績に基づきロール摩耗プロフィールを予測し、その予測した摩耗段差を除去するべく行った。圧延完了後に比較した結果では、予測したプロフィールと実際のプロフィールは良く似ており、また、約18時間の圧延中に4.8時間の研削を行なうことによりほぼ摩耗段差を除去できている。



第10図 ロール・プロフィール改善の一例
Fig.10 An example of roll profile improvement

3-3 圧延チャンスの拡大

本装置を用いて圧延チャンスの拡大を行った。第11図に拡大前後の圧延幅パターンの例を示す。通常圧延チャンス内の幅変化パターンは、第11図(a)に示すような Coffin 型と呼ばれるもので、圧延チャンスの大きさは約500スラブである。これに対し、拡大パターン Type A では、Coffin 型を崩さずにチャンスを約2倍に拡大した。また、拡大パターン Type B では通常の Coffin 型を2回繰り返した。これにより、ロール組み替えの頻度を半分にすることが可能となり、ライン稼働率の向上に寄与しているとともに、圧延幅が変動してもプレート・クラウンの増加や平坦度不良の発生を抑制できるようになった。



第11図 圧延幅/パターンの概要

Fig.11 Outline of rolling width change in some rolling patterns

4 結 言

- (1)オフラインでの特性調査結果により、アブレーシブジェット方式を実機に適用してロール研削を行うことが可能であることがわかった。
- (2)本方式を実機へ導入し、ワークロールプロファイルを十分制御することが可能であることを確認した。
- (3)オンラインロール研削の実施により圧延チャンスを2倍に拡大することができ、それにより、ロール替え頻度を約半分にすることが可能となった。



大竹幸一 / Koichi Otake

鹿島製鉄所 熱間圧延部
厚板技術室 参事補

(問合せ先：0299(84)2113)

参考文献

- 1) 坂本浩一ら：材料とプロセス，Vol.2(1989)，p.496
- 2) 勅使河原敏ら：材料とプロセス，Vol.2(1989)，p.1521
- 3) 大竹幸一ら：材料とプロセス，Vol.9(1996)，p.327
- 4) 大竹幸一ら：材料とプロセス，Vol.9(1996)，p.1028