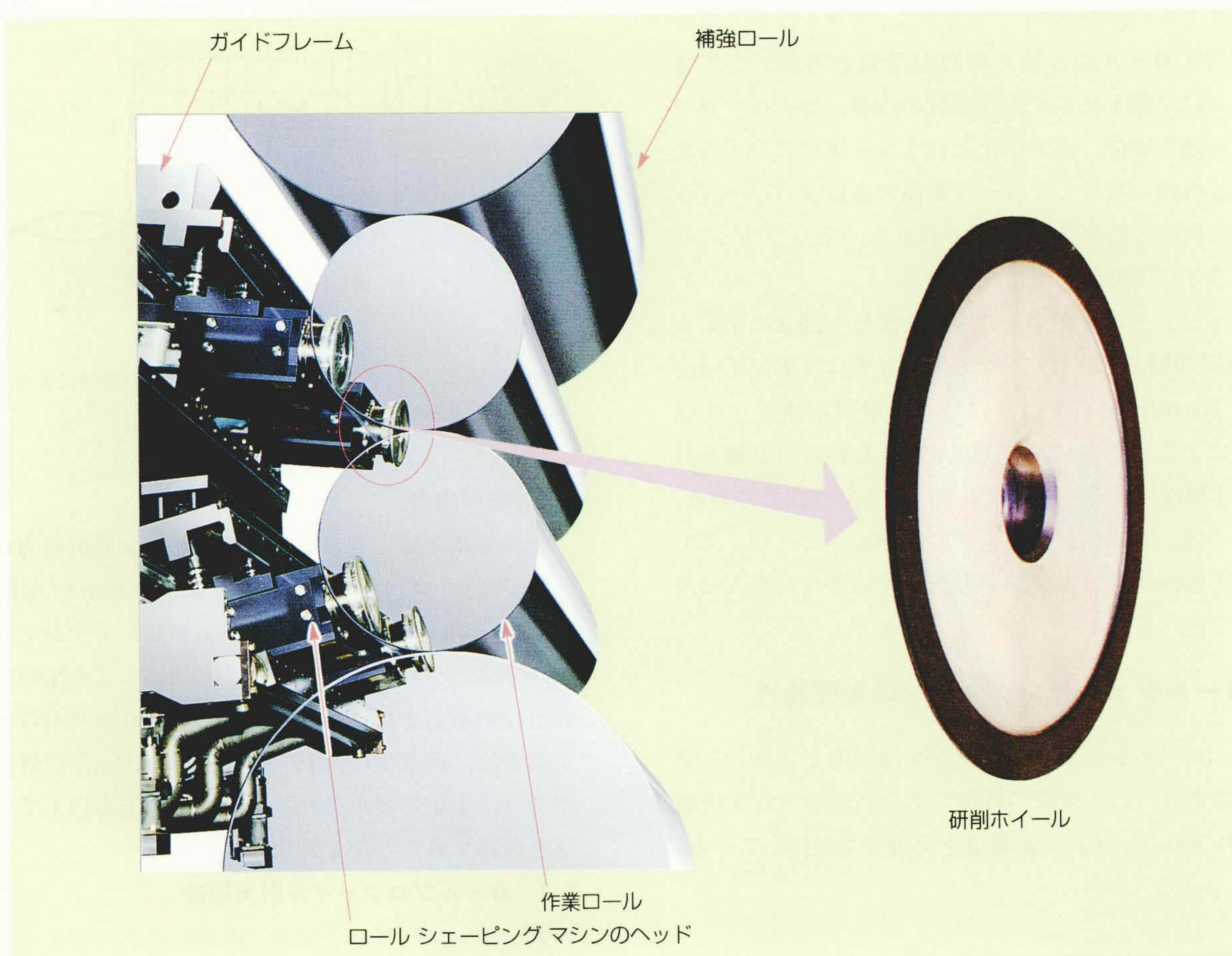


高効率・安定研削を実現したオンラインロール研削装置

Roll Shaping Machine Realizing High Efficiency and Stable Grinding

森 茂* Shigeru Mori 近藤 繁俊* Shigetoshi Kondō
木ノ瀬 亮平* Ryōhei Kinose



ロール研削装置「ロールシェーピングマシン」

ロールシェーピングマシンは、従来設備に設置可能なコンパクトな構造で、アルミ薄肉円盤にCBN(Cubic Boron Nitride)砥石を取り付けた平面型研削ホイールによって高効率・安定研削を実現するものである。また、押し付けサーボ機構によって作業ロールプロファイル計測を可能とした。

熱間帯鋼圧延での省エネルギー、製品品質の改善、および歩留り・生産性の向上というニーズに対応する技術の一つとして、ロール研削装置を圧延機に設置して圧延中に研削する方法が導入されている。日立製作所は、圧延中研削に適する研削ホイールを開発し、圧延機の限られたスペースに設置可能なロール研削装置(以下、「ロールシェーピングマシン」と言う。)を実用化した¹⁾。

現在、ロールシェーピングマシンは国内4プラントで稼動中であり、この装置の特徴である高効率・

安定研削とロールプロファイル計測機能を実機でも発揮している。ユーザーのメリットとして、帯鋼エッジ形状と表面品質の改善、摩耗プロファイルの修正、作業ロール組み替えピッチの延長が確認できた。また、砥石寿命は補強ロール組み替えピッチの2週間よりも長く、砥石交換作業によって生産性が阻害されないことも確認することができた。この結果はさらに、近年の熱間帯鋼圧延分野での一つの流れであるミニミル構想を生かす大きな手段につながると考える。

* 日立製作所 日立工場

1 はじめに

熱間帯鋼圧延での製品品質の改善，生産性の向上を図る対応技術として日立製作所は，HCW-MILL（作業ロールシフトミル）を昭和57年に実用化し，スケジュールフリー圧延[※]・ロール組み替え回数の低減を可能としてきた。さらに，**図1**に示す表面品質の改善，ロールプロファイルの適正維持，高効率化というニーズにこたえるため，圧延機内に設置してロール表面およびプロファイルに適正に研削維持する装置（ロールシェーピングマシン）を平成5年に開発し，実用化した。

ロールシェーピングマシンの概略構造を**図2**に示す。この装置の特徴は，(1)アルミ薄肉円盤にCBN（Cubic Boron Nitride）砥石をはり付けた専用研削ホイール高速駆動による高効率・安定研削，(2)押し付け力制御を行うサーボ機構によるロールプロファイル計測機能である。

ここでは，実操業データを基にロールシェーピングマシンの実機特性，および操業方法と確認された導入効果について述べる。

2 ロールシェーピングマシンの実機特性

現在，ロールシェーピングマシンは国内4プラントで稼動中であり，この装置の特徴である高効率・安定研削とロールプロファイル計測機能を実機でも発揮している。

※) スケジュールフリー圧延：鋼種・板幅などの圧延上の制約を緩和することにより，省エネルギーに大きく貢献する，上流工程との直結に不可欠な技術である。

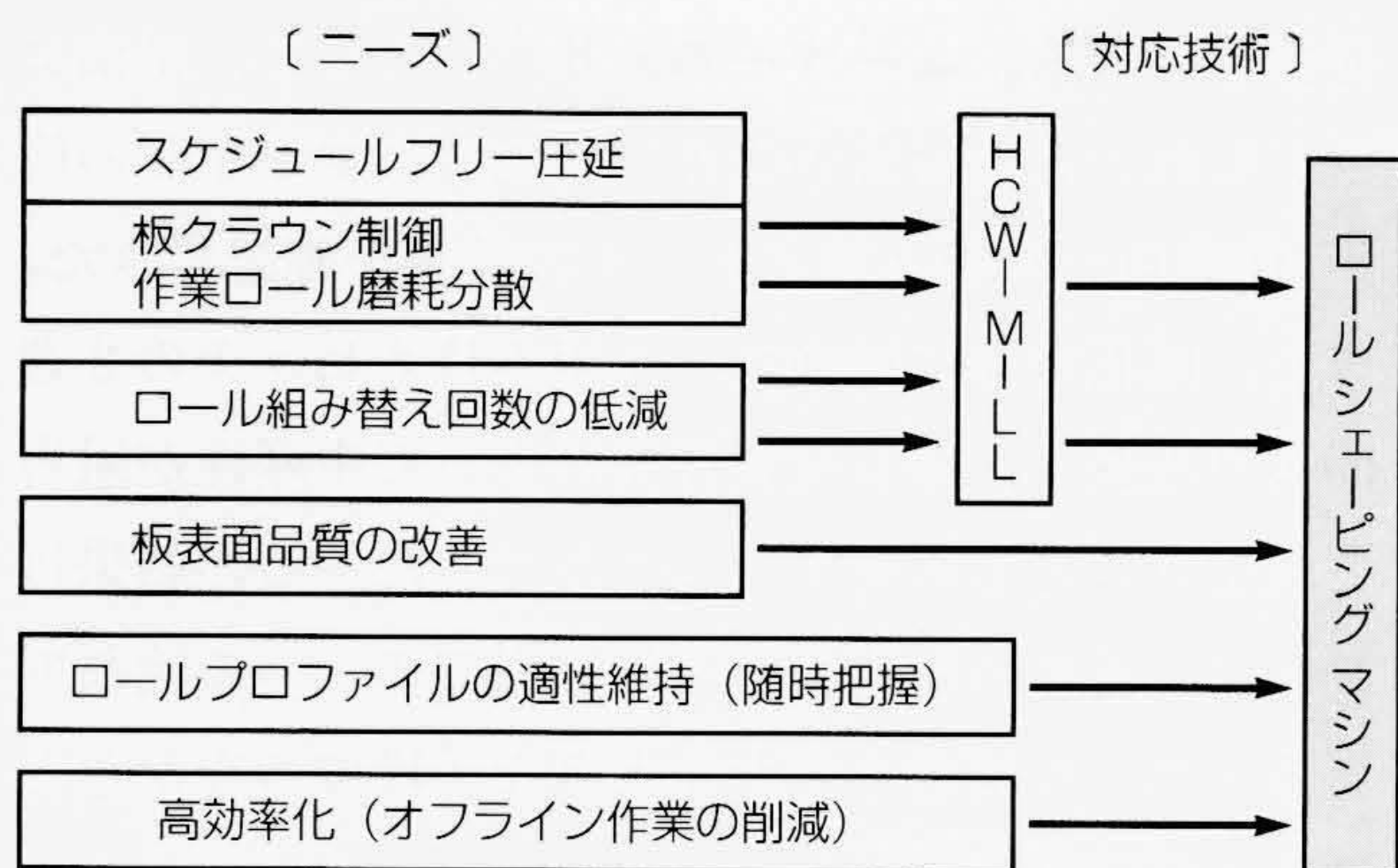


図1 圧延での改善ニーズと対応技術

ロールシェーピングマシンは，熱間帯鋼圧延の多くのニーズに対応することが可能である。

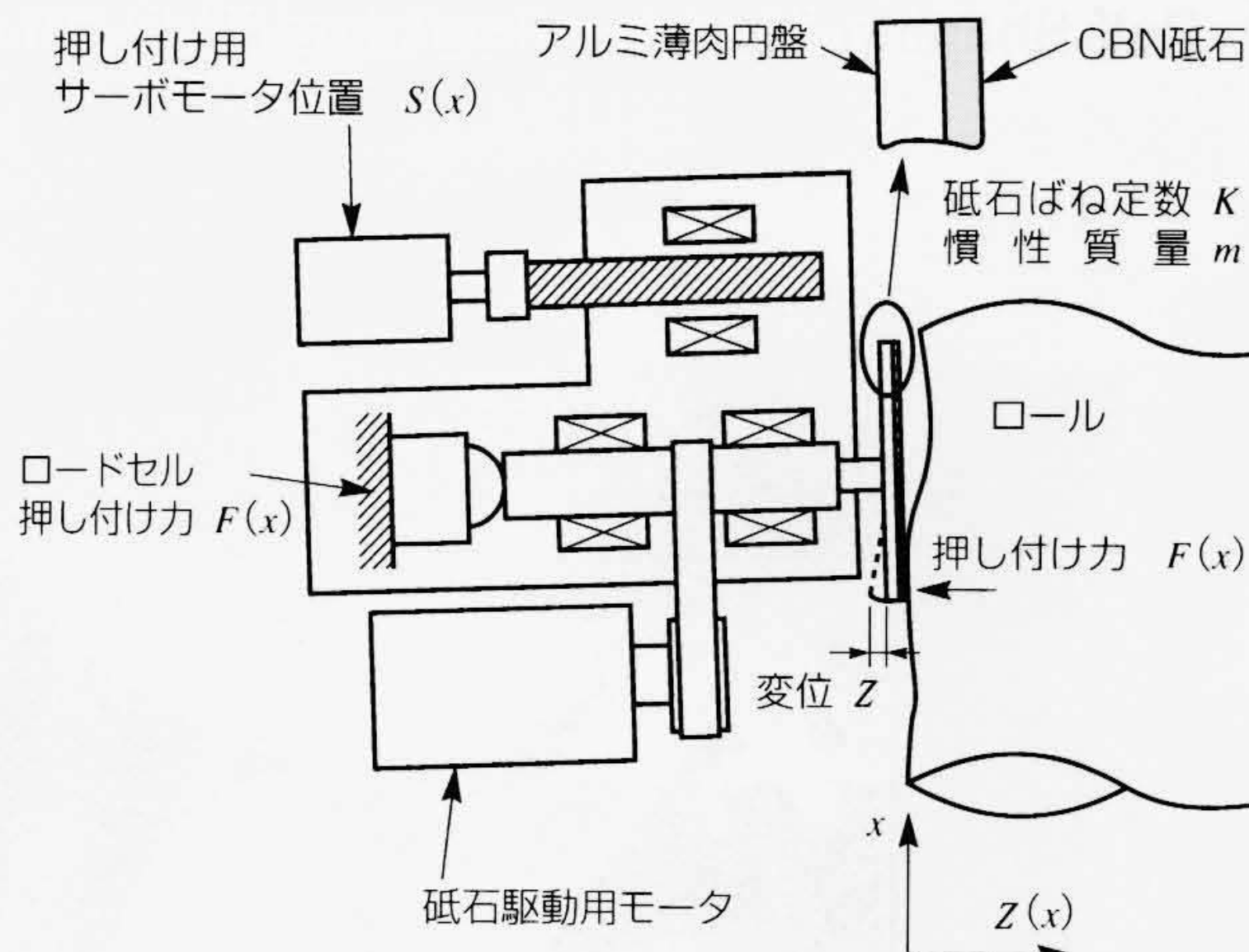


図2 ロールシェーピングマシンの構造

CBN砥石の採用による低慣性化と薄肉円盤の弾性により，「びびり」のない高効率・安定研削を実現した。

2.1 研削能力

熱間帯鋼圧延で要求されるオンライン研削能力はニッケルグレンロール1本当たり $4 \text{ cm}^3/\text{min}$ から最大で $20 \text{ cm}^3/\text{min}$ と考える。ロールシェーピングマシンの1ロール当たりの研削能力を**図3**に示す。CBN#120，幅40 mmの砥石を用いたニッケルグレンロール（Ni-Gr）の研削では，押し付け力450 Nで約 $26 \text{ cm}^3/\text{min}$ の研削能力があり，上記の要求される最大の研削能力以上であることを確認することができた。

2.2 ロールプロファイル計測機能

ロールシェーピングマシンのロールプロファイル計測精度を確認するために，ロールショップのオフライングライндаで**図4**の点線に示すような極端な溝加工を施し

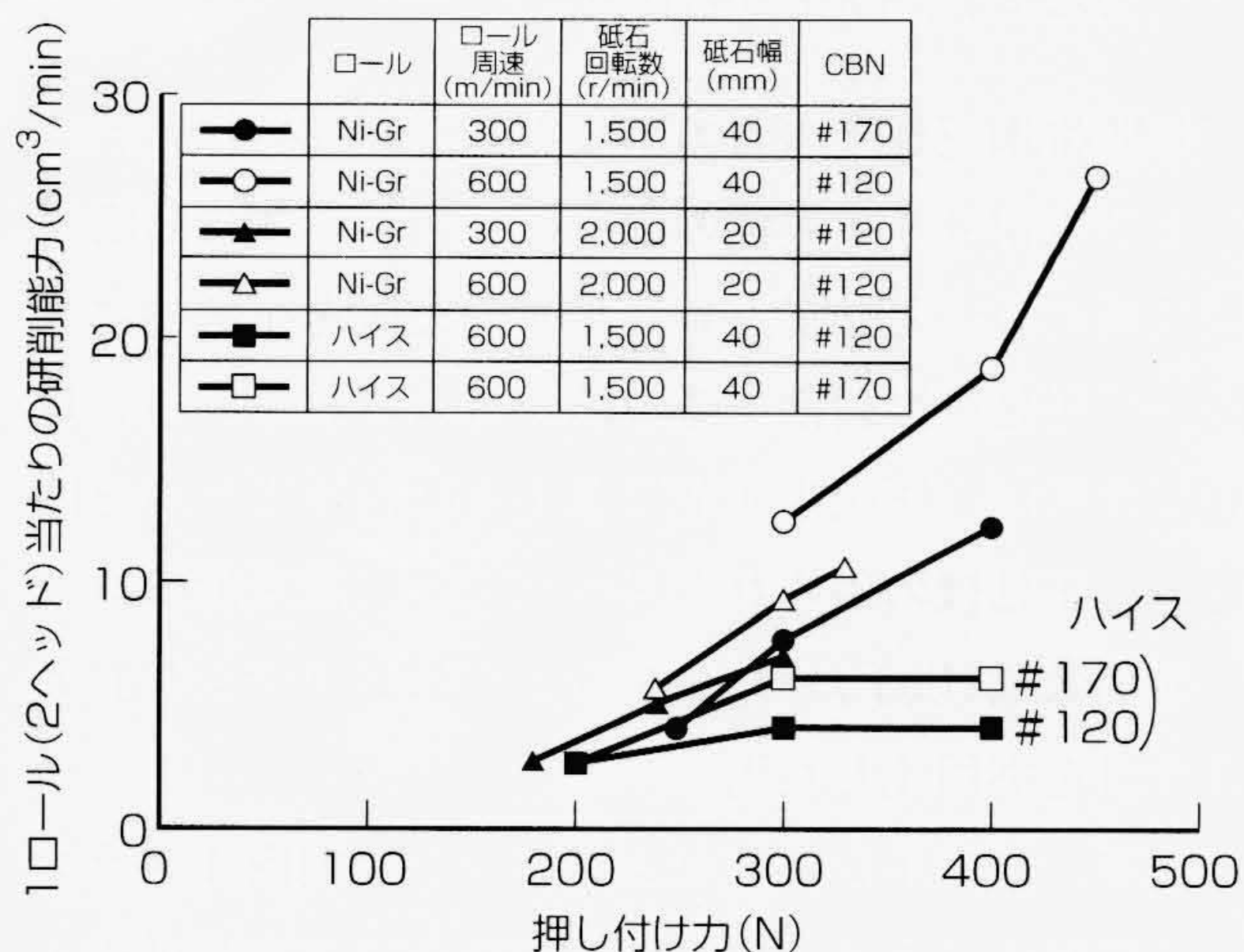


図3 実機での研削能力

1ロール当たり $20 \text{ cm}^3/\text{min}$ 以上の研削能力は，熱間帯鋼圧延で要求されるオンラインでのロール研削量を満足する。

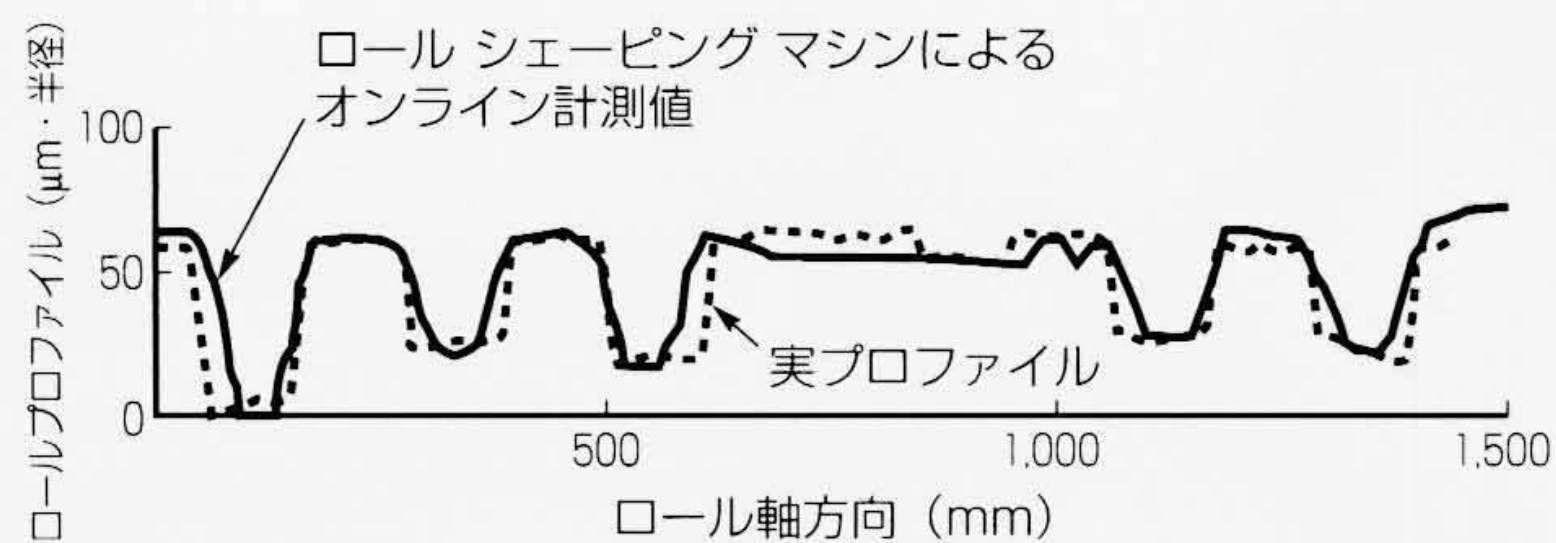


図4 実機でのプロファイル計測精度

ロールシェーピングマシンによるオンライン計測値は、この図のような極端な形状でも実プロファイルとよく一致し、計測差は $\pm 10 \mu\text{m}$ 以内であった。

たロールを圧延機に組み込み、ロールシェーピングマシンでプロファイル計測を行った。計測結果は同図の実線に示すように実プロファイルとよく一致しており、計測差は $\pm 10 \mu\text{m}$ 以内であった。

2.3 フィードバック研削

ロールシェーピングマシンの高い研削能力とプロファイル計測機能を組み合わせてフィードバック研削を行うことにより、目的のロールプロファイルに研削することができる。研削例を図5に示す。圧延機に組み込まれたフラットなロールを研削しながらプロファイルを計測し、結果を次の研削にフィードバックすることを25回繰り返して目標の $-100 \mu\text{m}$ のロールプロファイルを得た。研削後、圧延機からロールを抜いてオフラインで計測し、研削誤差が $\pm 10 \mu\text{m}$ 以内であることを確認することができた。

3 ロールシェーピングマシンの操業

帯鋼圧延による作業ロールの摩耗や肌荒れは、作業ロールシフト機能の有無によってパターンが異なる。熱間圧延材の板端部と接する場所では、材料温度が中央部より低く硬いため摩耗が局部的に促進され、作業ロールシフト機能が無い場合、図6(a)に示すような摩耗パターンとなる。一方、作業ロールシフト機能がある場合では、その摩耗分散効果によって同図(b)に示すような台形状の摩耗パターンとなる。ロールシェーピングマシンは図7

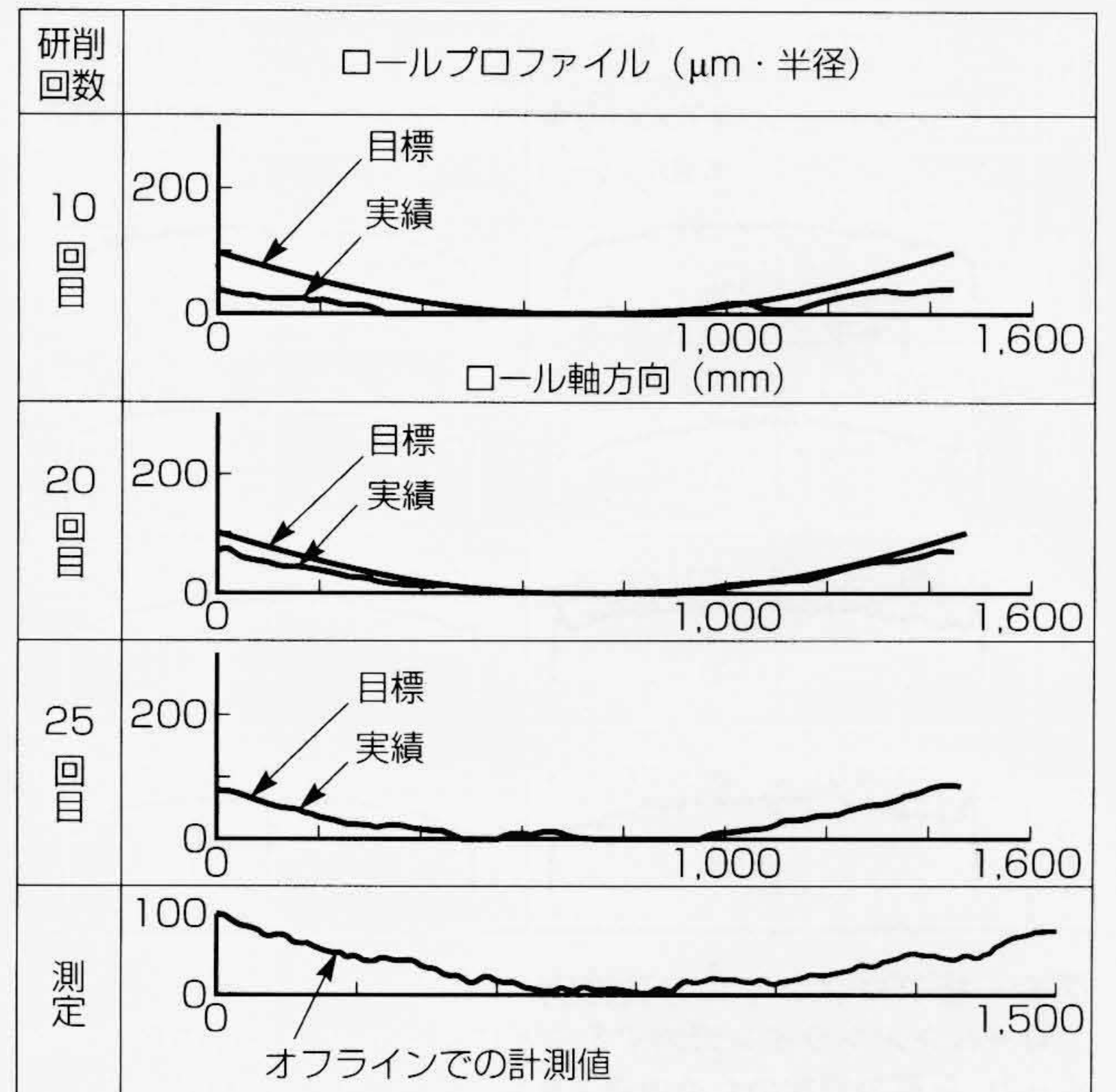


図5 目標プロファイルに対する研削実績

研削しながらロールプロファイルを計測し、その結果、フィードバックを25回繰り返して、目標の $-100 \mu\text{m}$ のロールプロファイルを得た。

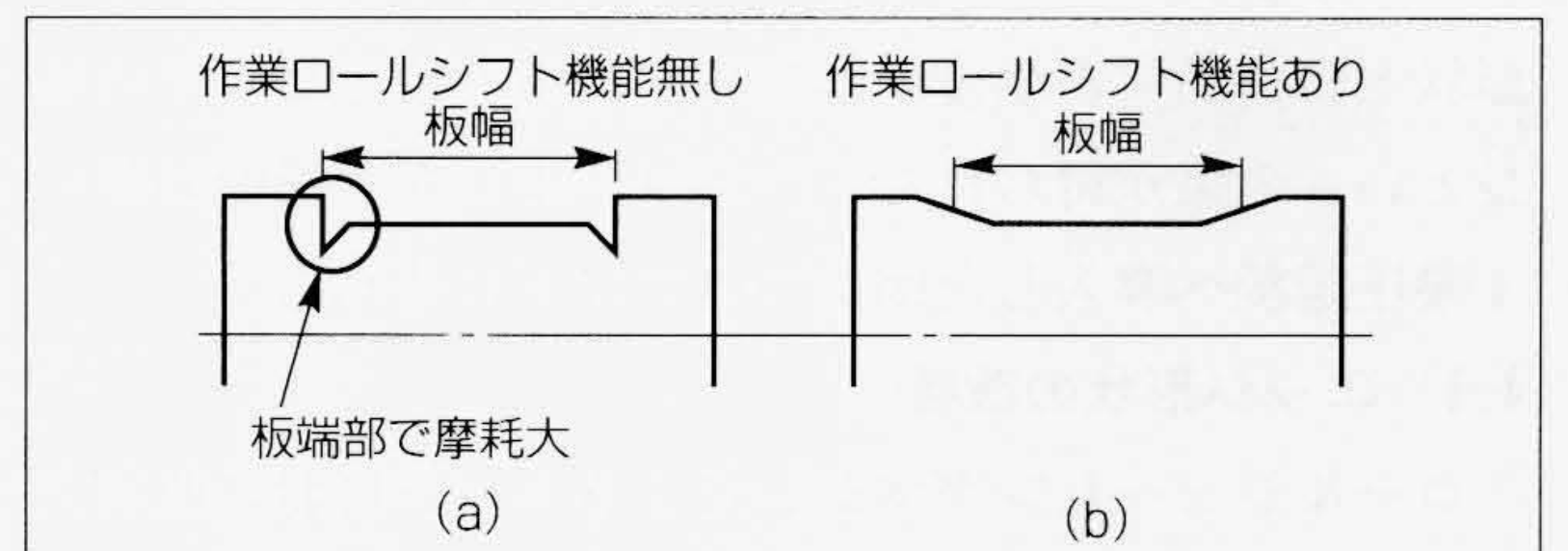


図6 作業ロールの摩耗形態

作業ロールシフト機能の有無によって摩耗形態が異なる。(a)はエッジアップ、(b)はエッジドロップの原因となる。

に示す3種類の代表的な研削モードを持ち、おののの目的であるロールの肌荒れ除去およびプロファイル計測、摩耗段差除去、ロールプロファイルの是正に従って、ロール軸方向に砥石の押し付け力を変化させて研削量を制御している。これらを適宜組み合わせて操業することで両方の摩耗パターンに対応している。

研削モード	A	B	C
砥石押し付け力	↑ 押し付け力	↑	↑
ロール研削範囲	作業ロール		
目的	ロールの肌荒れ除去、ロールプロファイル計測	摩耗段差除去	ロールプロファイルの是正

図7 各種研削モード

目的に合わせた研削モードが選択可能であり、これらを適宜に組み合わせて多様な摩耗パターンに対応する。

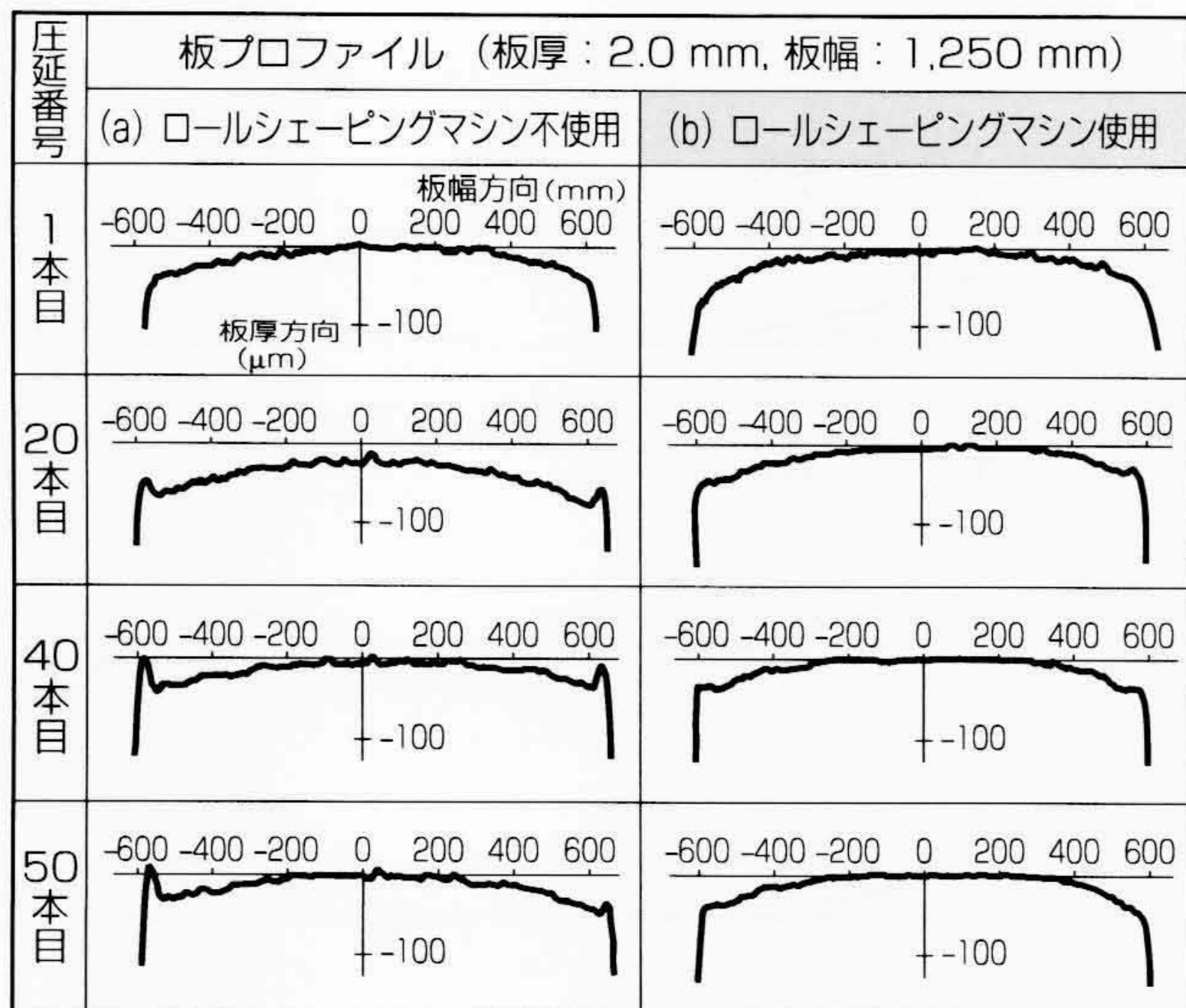


図8 板プロファイルの改善例

ロールをオンライン研削することによってエッジ部の形状が改善され、圧延の安定のための適正な板クラウン形状が維持できた。

4 実機での効果

ロールシェーピングマシンの導入により、帯鋼エッジ形状と表面品質の改善、作業ロール組み替えピッチの延長という効果が得られた。作業ロールシフト機能の無い4段圧延機へ導入した例について以下に述べる。

4.1 エッジ形状の改善

ロールシェーピングマシンによるエッジ形状の改善効果を確認するため、ロールの摩耗プロファイルが最も悪化する同一幅連続の圧延を試験的に行い、ロールシェーピングマシンを使用しない場合と使用した場合について比較した。圧延の進行に伴う板プロファイルの変化を図8に示す。作業ロールシフトを行わない圧延により、ロールは図6(a)に示すようなエッジ部が深いパターンに摩耗する。これを是正することなく圧延を続けると、ロールの摩耗パターンが板に転写して図8(a)のようにエッジ部に突起ができる。圧延を続行すれば突起が大きくなるので、限られた圧延本数でロール組み替えを余儀なくされる。一方、図8(b)のロールシェーピングマシン使用では摩耗が随時是正されるので、圧延進行に伴う板プロファイルの悪化を防止することができた。

4.2 表面品質の改善

作業ロールの表面粗さの劣化はそのまま帯鋼の表面品

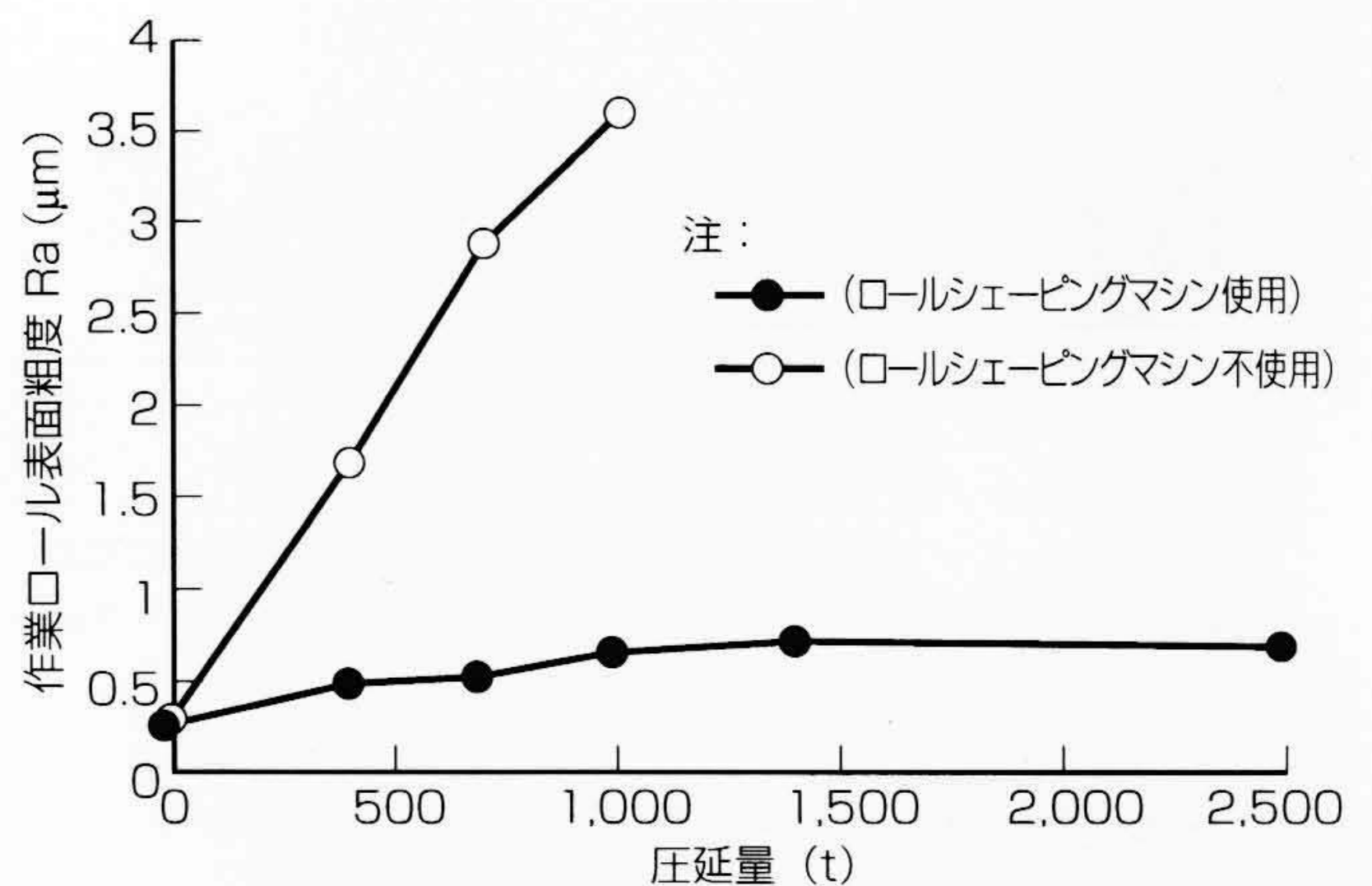


図9 作業ロール表面粗度の改善例

圧延量が増加しても表面粗度を一定に保つことができるので、ロール組み替えピッチの延長、板表面品質の劣化防止が可能である。

質の劣化につながるのを、一定の粗さに保たなければならぬ。ロール表面品質の改善例を図9に示す。ロールシェーピングマシンを使用しない場合は圧延の進行とともにロール表面粗さが大きくなるが、使用した場合は圧延量1,000 t以上でも粗さ(Ra)を0.7 μm以下に保つことができた。

4.3 ロール組み替えピッチの延長と砥石寿命

従来の圧延進行に伴うエッジ形状と表面品質の劣化がロールシェーピングマシンによって改善されるので、ロール組み替えピッチの延長が可能となる。この導入例では、導入前の約2倍のピッチに延長できた。

また、砥石寿命は補強ロール組み替えピッチの2週間以上であり、砥石交換作業によって生産性が阻害されないことも確認することができた。

5 おわりに

ここでは、ロールシェーピングマシンの実機特性および操作方法と導入効果について述べた。ロールシェーピングマシンを熱間帯鋼圧延設備に導入することにより、製品品質の改善、および歩留り・生産性の向上という効果を実機で確認することができ、その応用範囲が広がりつつある。

今後、リアルタイムのロールプロファイル情報を活用した圧延システムへの適用を図り、また、熱間帯鋼圧延以外の分野への適用拡大を進めていく考えである。

参考文献

- 1) 芳村, 外: 生産効率向上を目指す長寿命オンラインロール研削装置, 日立評論, 75, 6, 395~398(平5-6)