

棒線圧延技術の進歩と基本品質の向上

Progress of Bar and Wire Rod Rolling Process, and Improvement of Basic Quality

崎山将平* 齋藤圭佑 中嶋武
 Shohhei SAKIYAMA Keisuke SAITOH Takeshi NAKAJIMA
 石丸昌宏 青山敦司
 Masahiro ISHIMARU Atsushi AOYAMA

抄 録

熱間圧延後、最終製品となるまでの工程が長い棒鋼・線材製品は、2次、3次加工分野でのコスト低減を目的とした工程省略が求められる。新日鉄住金(株)棒線ミルでは、これらのユーザーニーズに対して、寸法精度向上対策や表面疵低減対策、制御圧延技術の導入などの対策を実施してきた。また、世界で初めて、マルチストランドミルに圧延連続化設備を導入し、生産性の向上を図ると共に、大単重化によって2次加工工程における作業負荷低減を図った。

Abstract

Bars and wire rod products having a various process before becoming the end product have needs of the process abbreviation for the purpose of the cost reduction. Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation introduced dimensions precision improvement and surface imperfection reduction, controlled rolling for these user needs. In addition, continuous rolling introduced into a multi-strand mill for the first time in the world for improvement of the productivity, and reducing the work load of the user by heavy weight coil.

1. 緒 言

棒鋼、線材製品は、最終製品となるまでの2次、3次加工メーカーでの加工工程が長いことで知られ、また、従来から各種産業分野の重要部品として使用される例が多いことより、常にユーザーと一体となった工程改善の取り組みが求められている。これまで、棒線事業部の各ミルでは、ユーザーでの加工工程の省略や、生産性改善、省エネルギー化の観点から、インライン熱処理設備の導入、細径化、制御圧延等の開発に取り組んできた。近年では、海外勢との競争が激化する中、寸法精度の向上や製品組織制御により、更なる製品の差別化を図る目的で、設備、操業技術の改善を進めている。本稿では、新日鉄住金(株)の、(1)君津製鉄所線材工場の新中間圧延機、(2)八幡製鉄所棒鋼工場の高剛性3ロール仕上圧延機、(3)釜石製鉄所線材工場における圧延連続化対策、(4)室蘭製鉄所棒鋼工場のポーリングリール、及び主幹制御更新について紹介する。

2. 君津製鉄所線材工場 中間圧延機更新

君津製鉄所線材工場はノーツイストブロックミルを4ス

トランド配置したミルとして1971年に操業を開始し、異鋼種・異サイズ同時圧延も可能な高効率ミルである。最近では、2008年に新中間圧延機(PFB: Pre-Finish Brock Mill)を導入することで寸法精度の大幅な向上を果たし、高品質と高生産性を両立するミルとして稼働している。その概要と技術的ポイントについて報告する。

2.1 経緯

君津製鉄所線材ラインは、粗～中間圧延機13スタンドを4本通し、二中間圧延機2スタンドを2本通し×2ストランド、仕上圧延機にノーツイストミル10スタンドを1本通し×4ストランド配置した高効率ミルとして稼働した。

操業開始以降、1989年の加熱炉ウォーキングビーム化による表面疵の改善や、2001～2004年の仕上ミルモーター及び捲取機更新による圧延速度向上等を実施し、品質、生産性の両面から改善を進めてきた。一方で、圧延設備に関しては操業開始以降、設備の更新を実施しておらず、多ストランド圧延特有の圧延本数変化による寸法変動が品質上の課題となっていた。

近年、寸法精度に対するユーザーニーズも厳格化してお

り、君津製鉄所線材工場はこれに対応する抜本的対策として、レイアウト変更を含む圧延機更新を図ることとした。レイアウト変更に当たっては、従来より1本通しであった仕上圧延機はそのままとし、圧延本数変化の影響を低減するため二中間圧延機を1本通し×4ストランド化する方案を選択した。更に新圧延機には、高寸法精度圧延に適した3ロール圧延機を導入する方案とした。

2.2 PFB 圧延機の概要と特徴

新圧延機は、3ロール圧延機2スタンド（図1）を選択した。3ロール圧延機は3つの孔型ロールで鋼材全周を圧延することで、従来の2ロール圧延機と比較して幅広がり小さく、寸法変動を抑制することができるのが大きな特徴である。

2.3 装置構成

新圧延機の導入に当たっては、狭隘なスペースに4ストランド分の圧延機を配置するため、既設一中間圧延～既設仕上圧延間全ての設備のレイアウトを再配置した（図2、3）。既設一中間圧延～二中間圧延間は鋼材を90度曲げて通材するパスラインとし、パスライン屈曲部に速度変動を吸収する中間ルーパーを配置した。二中間圧延直後には製品のスケール性状をコントロールするための中間水冷帯を配置し、再度鋼材を90度曲げて仕上圧延まで通材するパスラインとした。新二中間圧延～仕上圧延間にも速度変動を吸収する仕上ルーパーが必要であるが、パスライン直線部に設置することからサイドルーパー型を採用した。また仕上ルーパー直後のクロップシャーは既設流用であるが、

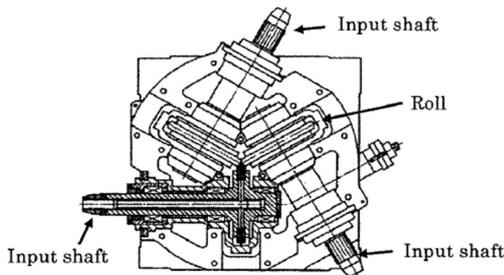


図1 3ロール圧延機
3 roll stand

表1 3ロール圧延機の主仕様
Specification of PFB

Type	Three input drive shafts
Motor capacity	AC 450 kW
Rolling pass	2 pass (reducing 2 pass)
Product size	15-19 mm φ
Rolling speed	Max. 9 m/s
Rolling temperature	Min. 920 °C
Roll diameter	215 mm φ
Roll gap adjustment	Manually operated
Manufacturer	Kocks GMBH & Co. (Germany)

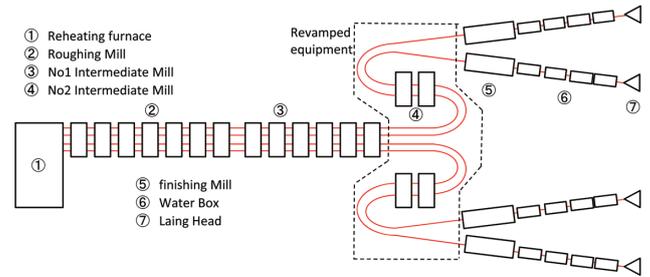


図2 君津製鉄所線材工場レイアウト（従来）
Layout of Kimitsu Works wire rod mill

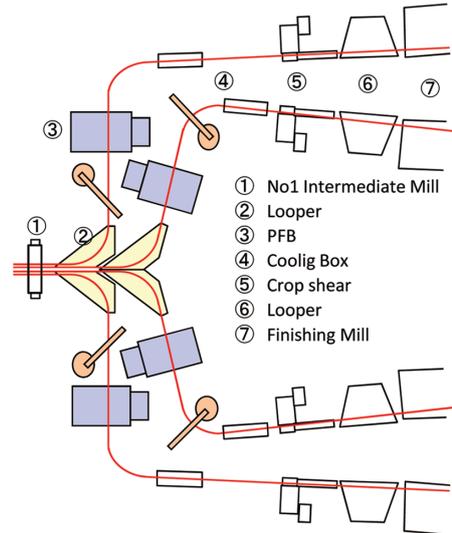


図3 中間圧延レイアウト（更新後）
Layout of intermediate rolling

パスライン上流側に移設することで、仕上ルーパー設置スペースを捻出している。スタンド組替方式は、組替台車を配置するスペースが無いいため、ジブクレーンによる組替方式を採用した。

2.4 寸法精度向上

ボルト類に代表される自動車用小型・精密部品は、冷間鍛造で加工されるのが主流で、その素材である線材製品には高い寸法精度が要求される。

君津製鉄所線材工場は、寸法公差±0.34mm（製品径15mm）が製造限界となっており、厳格化する需要家ニーズに対応できない状況にあった。粗～中間圧延は4本通し圧延であるため、圧延本数変化の影響で±0.74mmという大きな寸法変動が発生する。従来は、その寸法変動を二中間～仕上げ圧延で減衰させることができていなかった。更新後は3ロール圧延を導入した二中間圧延で寸法変動を大幅に減衰させることに成功し、寸法公差±0.15mm（製品径15mm）を製造する体制を実現した（図4）。

2.5 生産性向上

導入した新圧延機は幅広がり小さいため、同一孔型で複数サイズを造り分けることができることも大きな特徴で

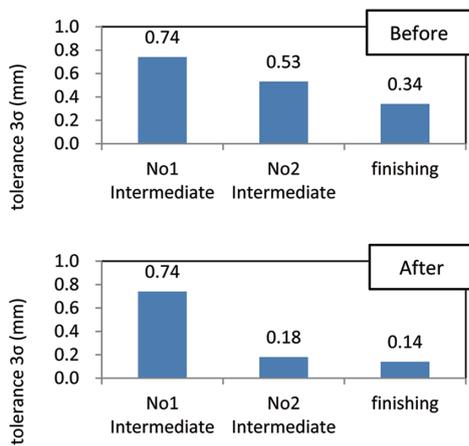


図4 寸法精度の改善
Improvement of tolerance

ある。この特徴を最大限活用することで、一中間圧延の孔型系列の統合が可能となった。従来は3種類の一中間系列を保有し、異鋼種・異サイズ圧延の組み合わせに制限が存在したため生産を阻害していた。更新に合わせてそれを2系列に統合、異鋼種・異サイズ同時圧延の制限が緩和されたことで、大幅な生産性の向上を果たすことができた。

2.6 まとめ

新二中間圧延機導入により寸法精度の向上を実現し、2008年12月の営業運転開始以降、現在に至っている。

3. 八幡製鉄所棒鋼工場 高剛性3ロールミル導入

八幡製鉄所棒鋼工場は1976年に稼働開始し、1ストランドの全連続式圧延機にて直棒及びバーインコイルを製造している(図5)。2009年に3ロール仕上圧延機を更新することで、素材原価低減、自社製造コスト削減、加工工程省略、短納期化といった、ユーザーニーズへの対応ならびに生産性向上、製造コスト削減を図った。その概要と技術的ポイントについて報告する。

3.1 経緯

八幡製鉄所棒鋼工場は、Morgan-住友重機械(株)製の2

ロール圧延機(粗8スタンド、中間4スタンド、仕上4スタンド)を使用し、建材を代表とする普通鋼の製造を行っていた。その後1980年代から付加価値の高い特殊鋼へとターゲットを転換し、その対応として1986年には、製品品質に最も影響を及ぼす仕上列に日本初となる棒鋼用3ロール仕上圧延機(適用製品サイズ:13~70mm径)を採用した。3ロール仕上圧延機についてはその後1996年にスタンド増設改造を実施し、製品品質向上、生産性向上、製造コスト削減を図った。

その日本初の3ロール仕上圧延機も導入後約20年が経過し、一方で近年のユーザーニーズはますます高度化してきており、更なる太径サイズへの対応及び品質ばらつき低減への対応が旧タイプの3ロール仕上圧延機では難しくなってきた。そこで最新鋭の3ロール仕上圧延機に更新することで、ユーザーニーズへの対応ならびに生産性向上、製造コスト削減を図った。

棒鋼工場では製品サイズ18~120mm径までの直棒と製品サイズ18~52mm径までのバーインコイルを製造している。これら直棒またはバーインコイルは、出荷後更に2次・3次加工メーカーでの焼鈍、伸線、鍛造、切削といった様々な熱処理、加工工程を経て最終製品化(ファスナー、シャフト、ハブ、クランク等)され、機械部品として使用されるのが特徴である。ユーザーである加工メーカーの要望としては、素材原価低減、自社製造コスト削減、加工工程省略、短納期化といったものが挙げられるが、年々その要求レベルは高くなっている。

それらユーザーニーズを踏まえ、最新3ロール仕上圧延機導入では以下の事項をターゲットとした。

- 1) 高生産性の獲得
 - サイズフリー圧延を利用したパススケジュールの集約
 - パススケジュール集約による型替時間の削減
 - パススケジュール集約によるロール等の資材コスト削減
- 2) 品質ばらつきの低減
 - 適用サイズ拡大(~120mm径)による全製品の高寸法精度化

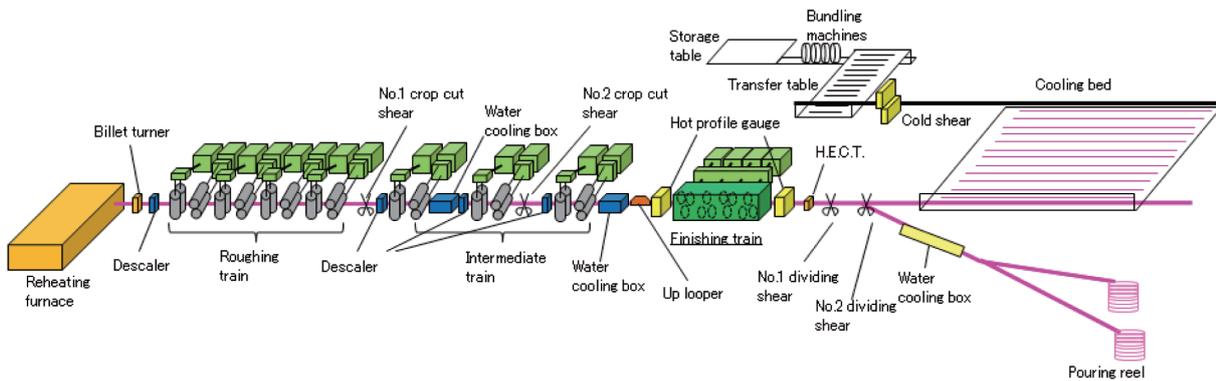


図5 八幡製鉄所棒鋼工場レイアウト
Layout of Yawata Works bar mill

表2 3ロール圧延機の主仕様
Specification of RSB

Type	Three input drive shafts
Motor capacity	DC 1200–2100 kW
Rolling pass	4 pass (reducing and sizing)
Product size	18–120 mm ϕ
Rolling speed	1300 rpm
Roll diameter	435 mm ϕ
Roll gap adjustment	Remote control
Manufacturer	Kocks GMBH & Co. (Germany)

- 制御圧延の安定化
 - サイズフリー圧延を利用した中間サイズ製造対応
- 3) 短納期化・小ロット対応
- 生産性向上によるマルチサイクル圧延化
 - 生産性向上による小ロット品対応

3.2 高剛性3ロールミルの特徴

高剛性3ロールミルの大きなメリットは次の3点である。

- 1) 18～120mm 径の製品圧延が可能なこと
- 2) サイズフリー圧延が可能なこと
- 3) 品質ばらつきの少ない製品が得られること

特に“サイズフリー圧延”は、異なる製品サイズを同じロールの間を変えるだけで製造する圧延方法であり、型替時間の削減、中間サイズの製造、マルチサイクル圧延、小ロット生産、資材コスト削減といった課題に対し非常に有効な方法である。旧3ロール仕上圧延機でもこれら特徴を活かした製造は行われてきたが、一方では、その機械構造の複雑さからミル剛性が低く、制御圧延や太径精密圧延に限界があった。また前述のようにその適用製品サイズ範囲も限られていた。本更新ではそれら制約を取り払い、世界トップレベルの競争力獲得を目指した。

3.3 導入による効果

3.3.1 高生産性の獲得

適用サイズ範囲の拡大により従来1サイズごとに保持していた太径仕上孔型が不必要になり、またサイズフリー圧延によりフィーダー数が集約された結果、パススケジュールはシンプルになり、必要な2ロール孔型数が改造前は57種類であったが、改造後は31種類に減少した。

太径サイズの型替え時間に関しては、例えば製品サイズ85mm 径から83mm 径への2ロール型替に要する時間が改造前は5分必要だったが、改造後は3ロールミルの遠隔ギャップ調整のみのため型替え時間は1分以内となった。また図6にトータル型替時間の改造前後での比較を示す。この改造の効果としてトータル型替時間は改造前比で31%の削減を果たした。

3.3.2 品質ばらつきの低減

寸法精度に関して、18.0～120.0mm 径まで新3ロールミ

ルで精密圧延を適用した際の製品は、70mm 径より小さいサイズでは ± 0.1 mm 以内、70.0～100.0mm 径の範囲では寸法精度 ± 0.15 mm 以内、100mm 径より大きいサイズでは寸法精度 ± 0.2 mm 以内と高寸法精度のものが得られた(図7, 8)。また、サイズフリー圧延を適用した際の製品寸法は、70.0mm 径より小さい製品サイズで ± 0.2 mm 以下、70.0mm 径より大きい製品サイズでは ± 0.3 mm 以下の高寸法精度製品を得ることができた。

この結果から、八幡製鉄所棒鋼工場ではその製造範囲である18.0～120.0mm 径において、サイズフリー圧延技術でどのような中間サイズも高寸法精度での製造が可能となった。これによりユーザーでの工程省略や歩留まり改善に大きく貢献できる体制が整った。更に、棒鋼工場で実施してきた制御圧延に関しても、従来と同等の組織を得るこ

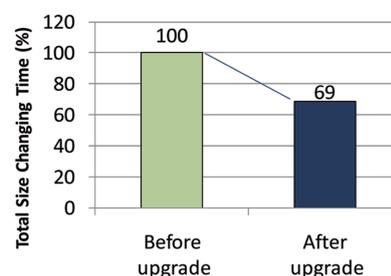


図6 サイズ替時間短縮効果(月間トータル)
Total size changing time

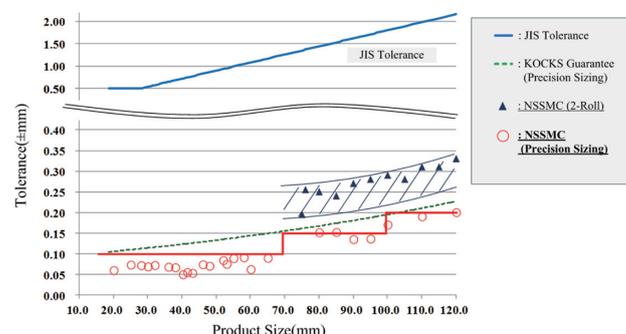


図7 製品サイズ18.0～120.0mm 径の寸法実績
Actual tolerance data for products between 18.0–120.0 mm diameter

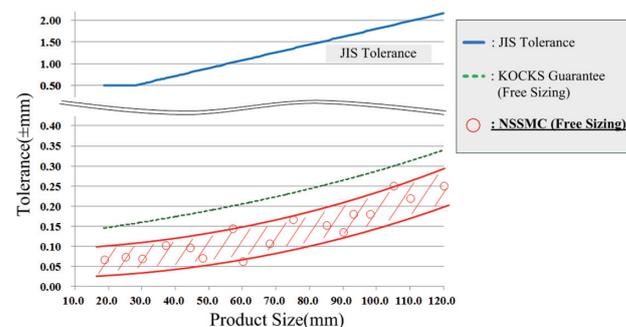


図8 製品サイズ18.0～120.0mm 径のサイズフリー圧延時の寸法実績
Actual tolerance data for products between 18.0–120.0 mm diameter produced by free-size rolling

とができ、且つ寸法精度においても上述の通常圧延と同等の精度にて圧延が可能であり、適用範囲も18.0～120.0mm径と、一貫した高寸法精度-制御圧延製品を製造することが可能となった。その結果、制御圧延による熱処理工程省略に加え、更に高寸法精度化による引抜加工の省略や機械加工時の歩留向上等も可能であり、ユーザーの製造コスト削減に大きく貢献できた。

3.3.3 短納期化・小ロット対応

マルチサイクル圧延を行う場合、従来パススケジュールでは多くの型替作業が必要であった。そのため、生産量確保を優先した場合、1サイズ当たりのサイクルは基本的には1回/月、生産量の多いサイズについては2回/月とし、製造ロットも集約していた。更新後は型替に要する時間が減少し、従来からの生産性を維持したまま2回/月または3回/月のマルチサイクル圧延への対応が可能となった。また、小ロットサイズの生産も改造前と比較して応じやすくなり、ユーザーの要求する短納期化、小ロット生産の対応が可能となった。

3.4 まとめ

2009年8月に稼働開始した高剛性3ロールミルにより、以下の効果が得られた。

- サイズフリー圧延によるパススケジュールの集約
- パススケジュール集約によるロール等資材コストの削減
- パススケジュール集約による型替時間削減
- 棒鋼工場の全丸鋼製品の高寸法精度化
- サイズフリー圧延による全製造範囲での中間サイズの製造
- 制御圧延製品の品質安定化
- パススケジュール集約によるマルチサイクル圧延と小ロット生産対応

今後はミルの能力を最大限に発揮し、益々高度化、厳格化するユーザーニーズに応え、生産性や製造コスト低減等の継続的改善を図り、世界トップレベルの棒鋼工場としての地位を確立したい。

4. 釜石製鉄所線材工場 エンドレス圧延技術の開発及び実用化

釜石製鉄所線材工場は現存する国内線材ミルでは最も歴史のある工場である。この間、線材工場では品質向上、生産性向上を推進し、常に国内トップレベルの品質、生産性を確保してきた。現在は、スチールタイヤコード用線材や冷間圧造用鋼用線材を代表とする高級鋼を主体に高効率で製造している複数ストランドミルとして稼働中である。2001年に歩留向上、生産性向上、コイル単重自由度向上を目的に、世界で唯一複数ストランドミルにおいて実用化し

たエンドレス圧延技術について紹介する。

4.1 経緯

釜石製鉄所線材工場では、ビレットから所定のサイズまで28台の圧延機で連続圧延して製造する。圧延されるビレットの端部は、圧延時の形状不良による圧延トラブル防止や、温度制御不安定部位除去のため、圧延中及び圧延後に切断し除去する必要がある。また、圧延するビレットの前後には、圧延時の制御上一定の間隔を確保する必要がある。以上のことから、歩留や生産性の不可避的なロスの原因となっている。また、線材圧延では2tビレットから1tコイルもしくは2tコイルを製造しているが、スチールタイヤコードメーカー等の線材加工メーカーから生産性向上のためコイル単重拡大のニーズがある。

そこで、歩留向上、生産性向上及びコイル単重自由度向上のため、製造ライン上でビレットを接合し連続的に圧延するエンドレス圧延技術の開発に着手した。釜石製鉄所線材工場は複数ストランドの圧延ミル、かつスチールタイヤコード用線材などの高級鋼を主体で製造していることから、接合機装置構成、接合部製品化技術等を新たに開発し、世界で唯一の複数ストランドミルにおけるエンドレス圧延を実現した。

4.2 設備概要

図9に線材工場レイアウトを示す。接合機は加熱炉と圧延機間に配置されており、接合機の前にはピンチロールが設置された構成である。通常圧延では加熱炉シーケンス制御によるビレットの抽出タイミングの調整や、圧延シーケンス制御による接合機前後のピンチロール搬送速度の調整で、ビレット間に一定の間隔を確保している。一方エンドレス圧延では、ビレットを接合するため接合機前後のピンチロールによりビレットの搬送速度を制御する。その後、接合機がビレットの搬送速度と同調し、ビレット端部の溶接、アプセットを行う。

これらの技術開発により、圧延速度を低下させることなく接合することを可能とした。また、加熱炉、圧延機間の限られたスペースで溶接が完了する様、フラッシュバット溶接を採用し短時間で溶接を可能とした。接合完了後、接合部に発生したばりはばり処理装置により除去され、圧延後は接合部をトラッキングし集束タブで所定のコイル重量となるようにコイルの切断を行う。上記一連の動作は全て自動で行われ、作業者の負荷が増えることなくエンドレス圧延を実現させた。

4.3 特長

4.3.1 複数ストランドへの適用

シングルストランドミルでのエンドレス圧延は他社で実績があるが、釜石製鉄所線材工場は複数ストランドミルで

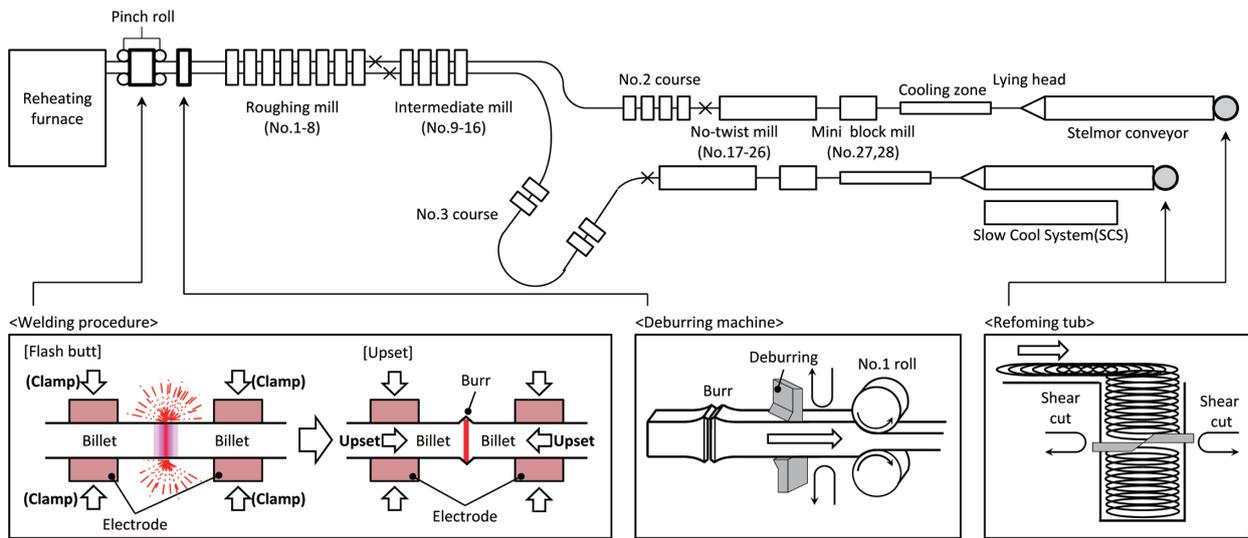


図9 釜石製鉄所線材工場レイアウト
Layout of Kamaishi Works wire rod mill

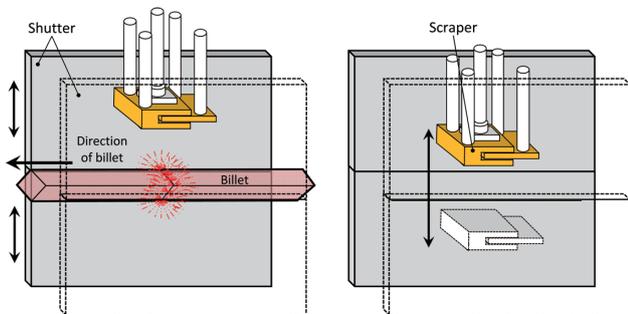


図10 シャッター・スクレーパー概略図
Schematic of shutter and scraper

あるため、新たに装置構成を検討する必要がある。圧延ストランド間は限られたスペースしかないためシングルストランドの様に1つのストランドに対し1台の接合機の配置は困難である。そこで接合機1台で複数ストランドを接合させるため、接合機が圧延ストランド間をシフトし接合する複数ストランドミル適用技術を開発した。ビレット接合中、接合機は圧延速度と同調した速度で走行し、接合完了後は接合前の位置に戻りつつ隣接ストランドへシフトし次材の接合に備える。この動作を繰り返すことで複数ストランドでのエンドレス圧延を実現した。

その他の技術課題として、接合時に発生するスパッタ対策、接合部のバリ除去がある。エンドレス圧延の接合方式はフラッシュバット溶接のため接合中はスパッタが発生する。スパッタが飛散すると、設備故障の起因となったり、隣接ストランドの圧延材の品質に影響を与える懸念がある。そのため、安定稼働を実現するためにはスパッタの飛散を抑制することが必要である。

この課題に対し、スパッタの影響を最小限に抑えるために、当該ストランド内にスパッタを留めるシャッター、及びシャッターに付着したスパッタを処理するためのスクレーパーを開発し接合機の安定稼働を実現した(図10)。

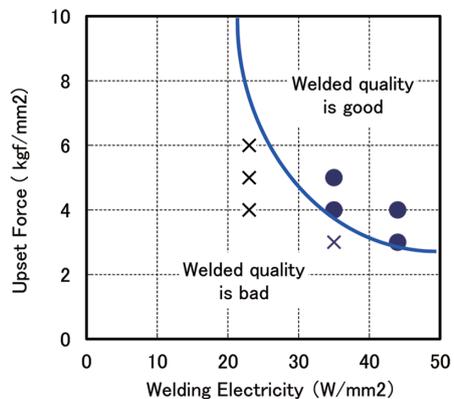


図11 溶接条件
Welding condition

シャッター、スクレーパーは共に接合動作に影響を与えないように設計されており、シャッターは接合中のみ稼働、スクレーパーは接合間のみ稼働する方式としている。また、接合部にはばりが形成されるためばり処理装置の開発が必要となるが、溶接機と圧延機間には限られたスペースしかないためコンパクトなばり処理装置が必須となる。この課題に対し、圧延推進力を活用したバイト式としコンパクトなばり処理装置を開発した。また、ばり処理タイミングは接合部のトラッキングと同調させた。

4.3.2 高級鋼への適用

接合部の製品化は普通線材では他社で実績があるが、スチールタイヤコード用線材への適用については実例がないため、接合部を製品化させるための溶接条件の見極めが必須となる。この課題に対し、実機試験により接合時の溶接電力、溶接時間及びアプセット代を調整し接合部の非金属介在物をばりとして析出させ、スチールタイヤコード用線材でも伸線時に断線のない溶接条件を確立した(図11)。本技術の適用により線材全長品質の均一性が確保された。

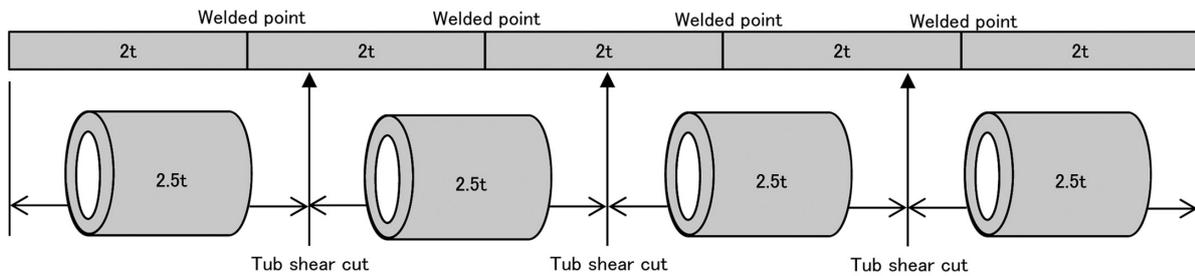


図 12 単重フリーコイル製造プロセス
Process of weight free coil

更にこれらの技術を駆使し、2tピレットから2.5tコイルの製造を実現した(図12)。

4.4 まとめ

エンドレス圧延において、世界で初めて複数ストランドミルへの適用及びスチールタイヤコード用線材での接合部製品化技術を開発、実用化したことで歩留向上、生産性向上、コイル単重自由度向上に寄与できた。

5. 室蘭製鉄所棒鋼工場 ポーリングリール及び主幹制御更新

室蘭製鉄所棒鋼工場は1974年に特殊鋼棒鋼ミルとして操業を開始、1988年に線材工場よりバーインコイルラインを移設増強し棒鋼、バーインコイルの両品種を製造可能な工場として現在に至っている(図13)。しかしバーインコイルラインはポーリングリール(捲取機)が稼働から45年、主幹制御装置も28年が経過、老朽化の進行により2014年4月に更新を実施した。更新に当たってはバーインコイルの基本品質(コイル荷姿、結束疵)向上、生産性や作業環境の改善を図ったのでその内容について紹介する。

5.1 ポーリングリール更新概要と特徴

5.1.1 更新前ポーリングリールの課題

更新前ポーリングリールの模式図を図14に示す。ドラム内にドーナツ状にピンを等間隔に配置するピン方式を採用していたが、経年劣化により装置全体で歪みや変形が進

行、中でも内側ピン機構部の変形は顕著で鋼材捲取中に装置偏心に起因したコイル荷姿の悪化やピンと鋼材の接触による疵誘発を招いていた。また、ピンを冷却する機構を備えていないため鋼材捲取中にピン表面が高温となり焼きつきによる肌荒れが発生、この肌荒れ部が捲取後のコイル上昇時にコイル外側と接触することでできる表面疵も発生した。このため定期的に圧延を停止しリール内部にオペレーターが降りてピン表面の肌荒れ部の研磨作業を行わなければならない生産性低下が課題であり、また高温環境下での作業であることから兼ねてより改善が望まれていた。

5.1.2 更新後ポーリングリールの特徴

更新後ポーリングリールの平面図を図15に、主仕様を表3に示す。従来からの大きな変更点は2点あり、1点目は従来ピン方式の課題であったピンとピン間の鋼材拘束がなかったことによるコイル荷姿の悪化や、ピンと鋼材の接触により発生する疵の防止を狙いドラム方式(コイルとの接触面積を増加)へ変更した。また2点目として内外ドラムの焼付き防止のため水冷機構を備えたことが挙げられる。その他、モーター容量の向上により最大捲取可能速度を従来の16.5m/sから20.0m/sまで可能とした。

5.2 主幹制御装置更新の概要

バーインコイルライン全体の設備動作を統括制御する主幹制御装置は1986年の稼働より28年が経過、予備品の製造が中止となり設備故障件数が増加、ソフトウェア面では

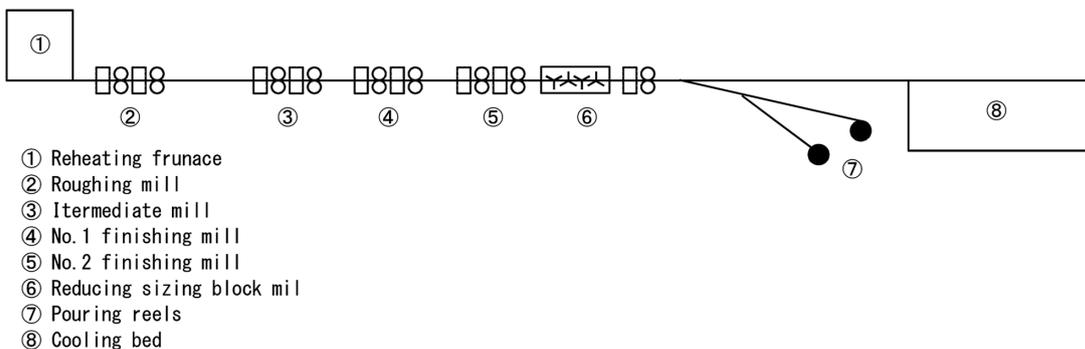


図 13 室蘭棒鋼工場レイアウト
Layout of Muroran Works bar mill

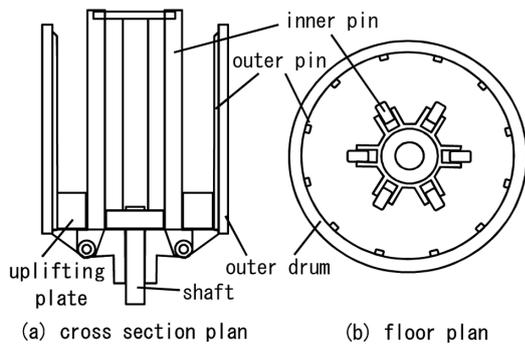


図 14 更新前ポーリングリール模式図
Existing pouring reel

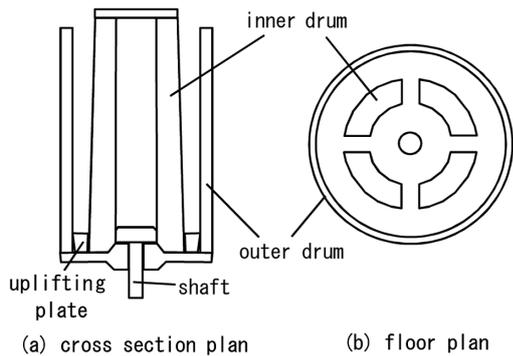


図 15 更新後ポーリングリール模式図
New pouring reel

表 3 更新前後のポーリングリール仕様
Main specifications of pouring reel

	Existing	New
TYPE	Pin	Pinless drum
Outside dia.	1 400/1 270 mm	1 350 mm
Inside dia.	1 010 mm	1 000 mm
Height	1 800 mm	2 300 mm
Motor capacity	400 kW	600 kW
Manufacturer	Hitati zosen (Kobelco)	Danieli (Morgårdshammar AB)

容量不足により一定規模の改造を行うことさえ不可能な状態であった。

主幹制御装置更新に当たっては業界最新鋭の装置へ更新するとともに、制御データの保存、解析を可能とするオンラインデータ収集装置を導入、設備トラブルや品質不良の発生時に操業データを解析することでトラブルの再発防止や品質不良低減を実現した。またポーリングリール本体の更新に合わせ、各種捲取制御のソフトウェア改造を行いコイル荷姿、結束疵の改善を図ることができた。

5.3 バーインコイル基本品質改善について

5.3.1 コイル荷姿改善

コイル荷姿の評価はコイル内の鋼材充填率で評価可能であり、一般的には充填率が高いほどコイル荷姿が良いとされている。また充填率の指標としては結束後のコイル高さ

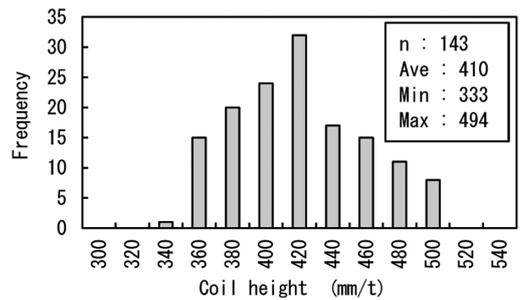


図 16 更新前のコイル高さ (19mm dia. S10C)
Pre-update coil height

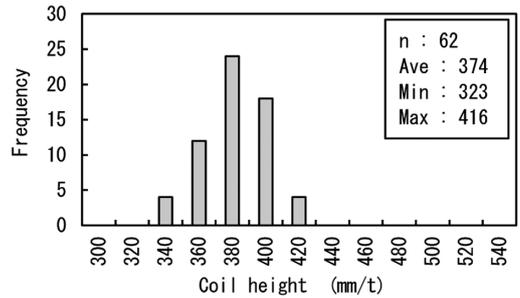


図 17 更新後のコイル高さ (19mm dia. S10C)
Post-update coil height

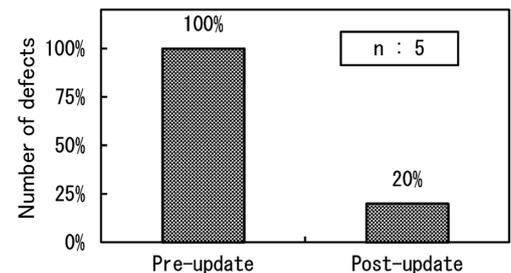


図 18 更新前後の結束きず個数 (19mm dia. S10C)
Number of defects by banding

をコイル重量で除算した単位重量当たりのコイル高さ (mm/t) を用いて評価した。代表例として 19mm 径 S10C 材での更新前後コイル高さデータを図 16, 17 に示す。更新後はコイル高さが平均値で約 9% 低減されておりコイル荷姿の改善を図ることができた。他の線径でも同様の傾向が得られている。

5.3.2 結束疵の改善

コイル荷姿を改善することでコイル結束疵の改善が期待できるため、線径 19mm S10C 材で更新前後の結束疵発生状況を調査 (オフラインでの全長検査) し、結果を図 18 に示す。更新前と比較し結束疵発生個数が 80% 低減しており結束疵低減効果が得られたことを確認できた。

5.4 その他の効果

ポーリング装置更新に伴いコイル荷姿、結束疵改善の他、ドラム水冷機構の導入で鋼材捲取中のドラム表面温度は

200℃以下に抑制され、焼きつきによる表面肌荒れは発生せず、従来課題であったピンの表面研磨作業を省略、生産性及び作業環境の改善を実現した。

5.5 まとめ

ポーリングロール及び主幹制御装置の更新により、バーインコイルの基本品質（コイル荷姿、結束疵等）、生産性の向上や作業環境改善を実現し2014年5月の営業運転開始以降、現在に至っている。

6. 結 言

新日鐵住金棒線ミルにおける、設備改善事例について報告した。本稿で述べたように、製品に対する要求がより厳格化、多様化していく中、我々は、常に世界最高の技術で応えていかなくてはならない。今後も、総合力世界No.1の棒鋼線材製品を供給できるよう、ユーザーからの期待に対して、常に1歩先を進むことができるよう技術開発を進める所存である。



崎山将平 Shohhei SAKIYAMA
室蘭製鉄所 棒線圧延部 棒線技術室
北海道室蘭市仲町12番地 〒050-8550



齋藤圭佑 Keisuke SAITOH
釜石製鉄所 製造部技術室 主査



中嶋 武 Takeshi NAKAJIMA
君津製鉄所 生産技術部 設備計画室 主幹



石丸昌宏 Masahiro ISHIMARU
八幡製鉄所 棒線部 棒線圧延技術室 主査



青山敦司 Atsushi AOYAMA
棒線技術部 棒線技術室 主幹