UDC 621 . 771 . 252

技術論文

線材のエンドレス圧延技術

Continuous Rolling of Wire Rods

齋 藤 圭 佑*
Keisuke SAITO

抄 録

線材は，ビレットを複数台の圧延機で所定のサイズまで圧延して製造されるが，トラブル防止，材質の非定常部位が発生するため，非可避的な生産性，歩留のロスが発生する。釜石製鉄所線材工場では，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，歩留向上を図ると共に，コイルの大単重化によって２次加工工程における作業負荷軽減を図った。

Abstract

Wire rod is manufactured, from billet and by multiple rolling mills to a predetermined size. Wire rod rolling causes an inevitable productivity and yield loss, because of prevention of trouble and inhomogeneity of steel properties. In Kamaishi Works, continuous rolling introduced into a multi-strand mill for the first time in the world for increment of the productivity, yield and also decrement the work load of the user by heavy weight coil.

1. 緒 言

新日鐵住金(株)釜石製鉄所線材工場は，1961 年に操業を開始し，国内で現存する線材ミルでは最も歴史のある工場である。この中で，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。現在では，スチールタイヤコード用線材や冷間圧造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多ストランドミルとして稼働している。

一方，線材 2 次，3 次加工メーカーにおいては，焼鈍，伸線といった多くの熱処理や加工工程を経て最終製品となるのが特徴である。そのためユーザーからは生産性向上，コストダウン，環境負荷低減といった観点での要請があり，それらに応えることで，線材製造技術の高度化を図ってきた。この線材製造技術の中で,大単重コイルによりユーザーでの生産性向上を実現することができるエンドレス圧延技術開発，ユーザーにおける熱処理，加工工程の省略，簡略化に対応した細径線材の製造技術開発について紹介する。

2. エンドレス圧延技術の開発及び実用化

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。

2.1 経緯

釜石製鉄所線材工場では，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要因となっている。また，線材圧延では，2t ビレットから 1t 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った。

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。

* 釜石製鉄所 製造部 線材工場 線材課長 岩手県釜石市鈴子町 23-15 〒 026-8567

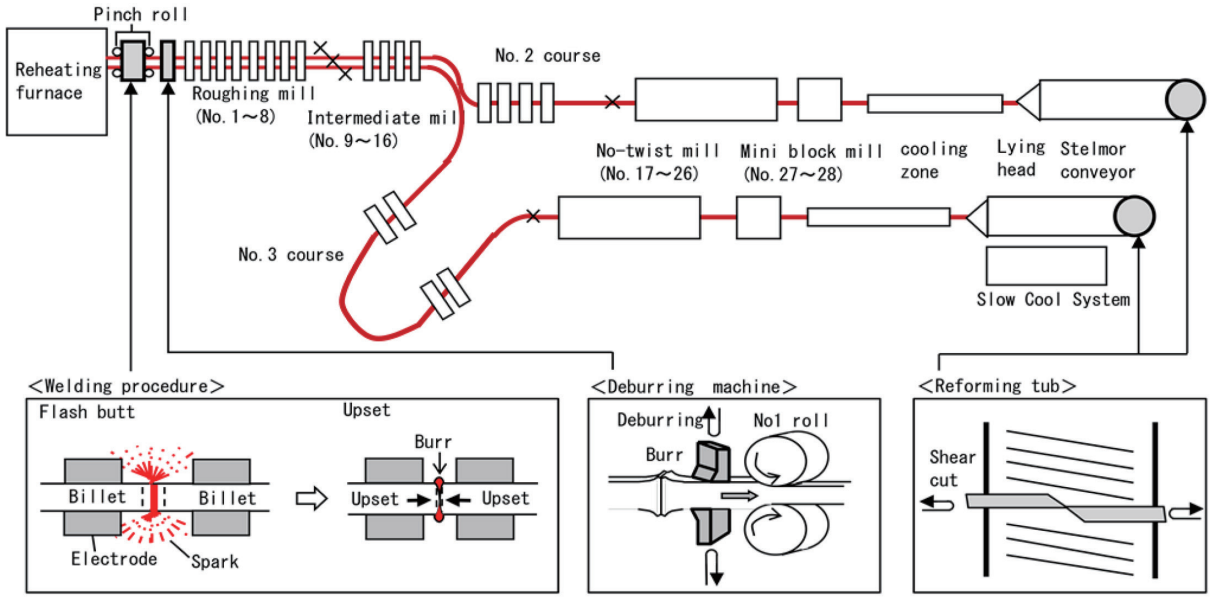

図１　釜石製鉄所線材工場レイアウト
Layout of Kamaishi Wire Rod Mill

2.2　設備概要と接合制御

図１に線材工場レイアウトを示す。接合機は，加熱炉と圧延機の間に配置されており，接合機の前後にはピンチロールが設置された構成となっている。通常の圧延では，圧延中の前後ビレットの接触によるトラブルを回避するため，加熱炉シーケンス制御によるビレットの加熱炉からの抽出タイミングの調整と，圧延シーケンス制御による接合機前後のピンチロールによりビレットの搬送速度の調整をし，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，ビレット同士がつき合うように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，ビレット端部を溶接，アプセットを行い，ビレットを接合する（図２）。この一連の接合動作を，加熱炉，圧延機間の限られたスペースで溶接が完了するよう，フラッシュバット溶接を採用し短時間での溶接を可能とした。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，圧延中の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（図３）。

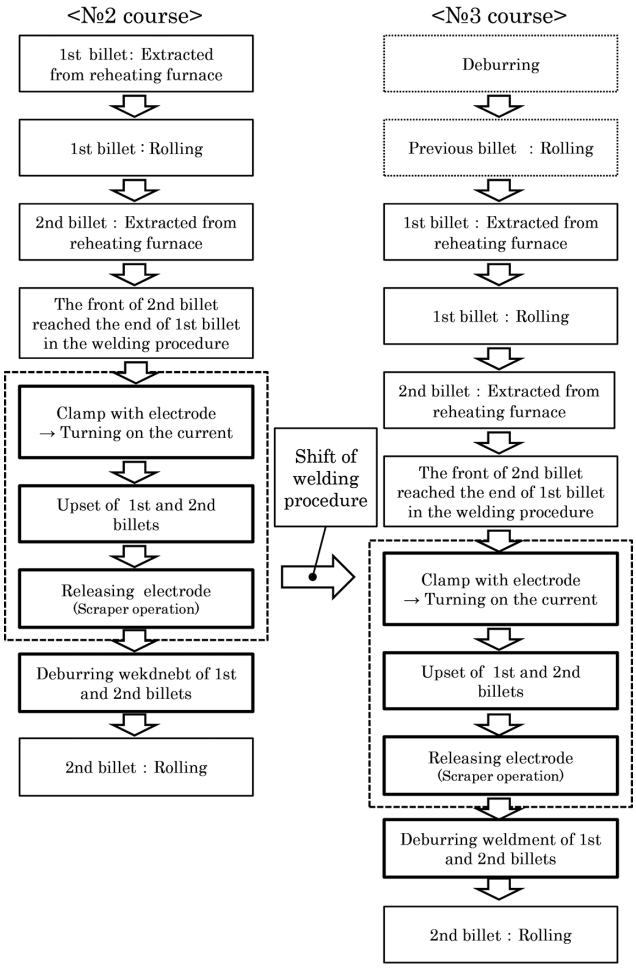

図２　接合機動作フロー図
Operation flow diagram of welding procedure

2.3　特徴

2.3.1 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あるため，新たに装置構成を検討する必要があった。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ように１つのストランドに対して１台の接合機を配置することは困難である。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ミルでのエンドレス圧延を実現した。

その他，複数ストランドミルへエンドレス圧延を適用する際の技術課題として，接合時に発生するスパッタ対策，接合部のばり除去がある。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に対して品質上の悪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飛散を防止するシャッター，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た（図4）。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にのみ稼働，スクレーパーは接合間にのみ稼働する方式としている。この開発は，接合機の安定稼働に大きく寄与した。

また，接合部にはばりが形成されるため，圧延後ばりによる不良が発生しないように，ばり処理装置の開発が必要となった。接合機と圧延機の間は，限られたスペースしかない中で，接合機は鋼材速度に同調し溶接完了まで移動する必要があるため，スペースを確保する必要がある。ビレットは4面あり，4方向からのばり除去が必要となるので，移動式や動力を有する装置では広いスペースを要するため，ばり処理装置はコンパクトにすることが必須となる。この課題に対し，圧延推進力を活用し，ビレット面に対して垂直に押し当てるバイト式のコンパクトなばり処理装置を開発した。また，ばり処理を実施するタイミングは圧延速度を基準にしたトラッキングで実施することとし，ばり処理装置をコンパクトな構造とすることができた。

2.3.2 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部の溶接電力，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。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5）。

図3　接合設備
Welding procedure

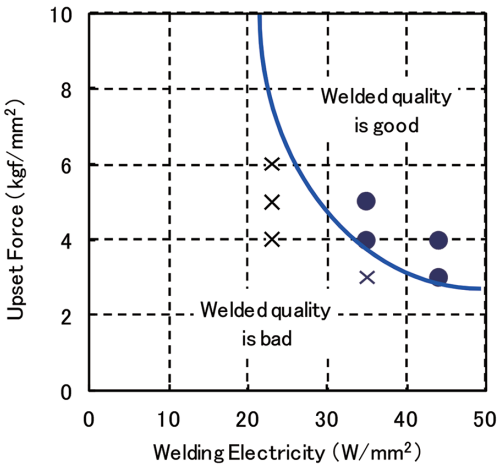

図5　溶接条件
Welding condition

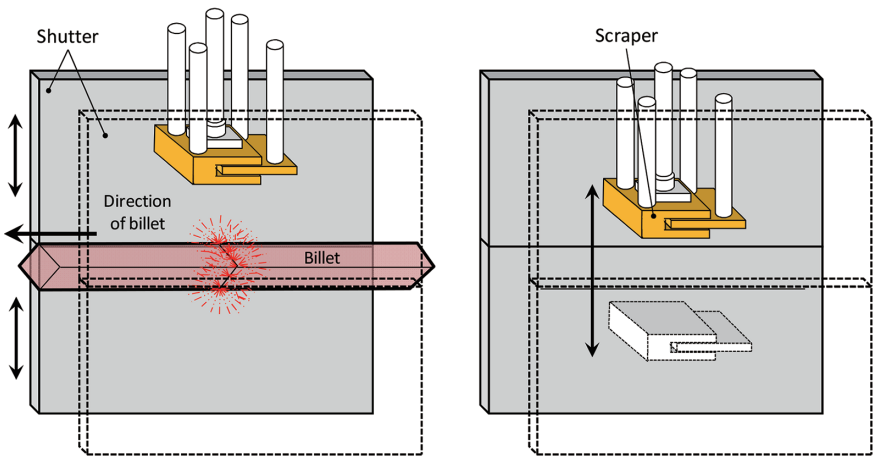

図4　シャッター・スクレーパー概略図
Schematic of shutter and scraper

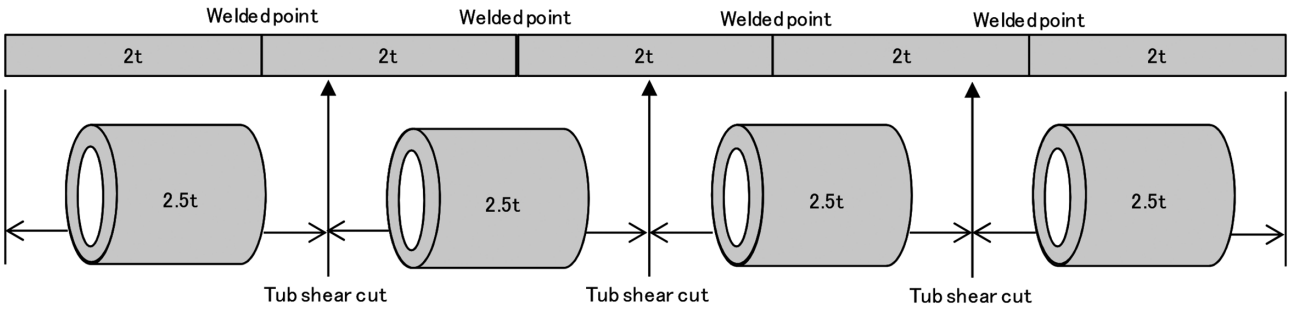

図６　大単重コイル製造プロセス
Process of large weight coil

更に，この技術を駆使し，2t ビレット 5 本を接合し，接合された鋼材を 4 分割することで，2.5t コイルの製造を実現した。2.5t コイルの製造は，ユーザーでの伸線時の材料入替，溶接などの回数が減少するため，生産性向上を実現するものである。このように，2t ビレットから 2.5t コイルを製造することで，ビレットの大単重適用と比較し，関連設備の大規模な投資を実施することなく，大単重コイルを製造することを可能とした（図６）。

3. 結　　言

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することができた。

齋藤圭佑　Keisuke SAITO
釜石製鉄所　製造部　線材工場　線材課長
岩手県釜石市鈴子町23-15　〒026-8567