論 説

特殊鋼の二次加工技術動向

禰 津 行 雄*

Technical Trend of Wire and Rod Manufacturing Process

Yukio Nezu

Synopsis

Technical trend of wire and rod manufacturing process referring to heat treatment, descaling, drawing and peeling is summarized. Drastic progress in technology of the process is going to be made by research and development of individual technique, further more application of surrounding techniques, progress on rolling techniques, etc.

1. は じ め に

特殊鋼の二次加工技術はユーザーニーズの多様化をうけて固有技術の研究、コンピュータや新素材などの周辺技術の応用、そして素材を作る圧延技術の進歩などにより大きく変化しつつある。

ここでは熱間圧延された線材の熱処理、表面処理(脱スケール、被膜処理)、伸線、ブローチング、抽伸(coil to bar)加工及び棒鋼のピーリング加工についての加工技術の現状を述べ、さらに若干ではあるが将来の展望についても付記してみた。

2. 線材の熱処理

2.1 直接熱処理の進展

圧延された線材は二次加工工程において鋼種や用途に応じ各種熱処理が施されるが、圧延時の直接熱処理技術の急速な発展により① 焼鈍、パテンティング、溶体化処理の省略、② 球状化処理時間

の短縮などが可能となり、前工程で品質を造り込む工程改善が広範囲に進展している。

2.2 高効率焼鈍炉の導入

直接熱処理による工程の省略あるいは簡略化はあるものの、需要の拡大により構造用鋼、軸受鋼を主体とした量産材に対しては大型ローラハース式連続炉の設置、さらにUターン熱回収形ローラハース式連続炉の開発と導入の動きが見られる(図1)。これら新鋭炉には工程改善の観点からさまざまなふうがされている(図2)。

一方、小ロット用の熱処理炉として、従来のベル式バッチ炉の代りに給集材や操炉を完全に自動化した小形ローラハース式バッチ炉(STC炉、本号の論説「熱処理炉の進歩」参照)が開発され、多品質少量生産における効率化に大きく寄与している。

2.3 熱処理雰囲気の動向

構造用鋼を主体とした熱処理は、 $RX+N_2$ ガス雰囲気中で CO 、 $CO_2\%$ を自動コントロールしながら行われるのが一般的である。最近になり、 N_2 ガススペースの雰囲気研究が行われているが、雰囲気外乱の影響を経済的に除去するにはハード、ソ

1988年11月3日受付

*大同特殊鋼㈱星崎工場長

フト両面での一層の検討が心要である。

一方、Cr系ステンレス鋼の熱処理には N_2 ガスベースの操作が一般的であるが、他の活性ガスを使用している例もある。

2.4 今後の展望

被削性、ヘッダ性などユーザーニーズは一層高度化しつつあり、これに対応するためには製鋼、圧延、熱処理、加工の一貫した工程のトータルの視点で熱処理設備、熱処理方法を考えるべきである。

ハード面では量産、非量産プロセスの分化がこれからさらに進展するであろう。その中で二次加工工程中の熱処理チャンス待ちをなくすための

小容量高性能完全無人化炉の普及が一層高まると思われる。ソフト面では品質予測、作り込み技術の進展が見られるであろう。

3. 線材の表面処理

3.1 酸洗設備の自動化

酸洗設備のリプレース時期とあいまって、バッチ式から連続サーキット方式に切り替わってきている。給集材のハンドリングや処理槽選択運行制御の自動化がはかられ、さらに酸や被膜処理液の自動濃度分析、自動補給装置も実用化されている。

酸の自動分析は、ステンレス鋼線材の脱スケールに用いられる硝酸の混酸でも可能となりつつ

図1 当社ローラーハース式連続炉の増強推移

図2 熱処理工程ニーズと新炉技術の関連

図3 振動酸洗装置略図¹⁾

ある。液の伝導度、電位差、中和反応温度などを利用し、それぞれの濃度を正確に分析することができる。これを利用し、さらに透析膜製造技術の進歩により実用化されたイオン交換式回収装置とを組み合わせ、硝酸液の濃度を一定に保つ技術も開発されている。

高効率化指向は一層高くなっている。酸液の高温化や振動酸洗法（図3）の適用により、処理時間を大幅に短縮することが可能となっている。しかし、塩酸を高温化すると塩素ガスヒュームが多量に発生するため、抑制剤の使用や処理槽の密閉化、排気洗浄の効率化がはかられている。

3.2 酸洗と被膜処理技術の進歩

ステンレス鋼線材については、伸線性向上と仕上肌の向上という相反するニーズがある。被膜については樹脂が多く使用されており、樹脂の密着性を良くすることが伸線性向上のポイントである。このために、線材表面の粒界を優先的にエッチングし、亀甲状にするのが効果的であることが発見され、圧延、熱処理、酸洗のそれぞれの条件を組み合わせることができるようになってきた。仕上肌を滑らかにするにも同様、各処理条件のコントロールで可能である。

CHQ ワイヤとして使用される構造用鋼は、被膜品質によりヘッダ性が左右される。被膜の種類としては、リン酸亜鉛系の被膜が一般的であったが、冷鍛度が高くなるにつれ、耐熱性のあるリン酸カルシウム系が多く使用されるようになってきている。また、酸洗条件、被膜の種類と処理条件により被膜結晶の大小や被膜厚さをコントロール

する技術についても研究されている。特に酸洗においては、塩酸と硫酸の複合処理やスマットの制御が重要であるし、被膜組成についてはP比（P/P+H、P： $\text{Zn}_2\text{Fe}(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ phosphophyllite、H： $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ hopeite）を高めるくふうもされている。

被膜品質の性能を判断する評価方法として結晶の状況、被膜組成、被膜重量の他にパウデン摺動試験、簡易ヘッダ評価法などが行われ、ユーザーニーズに合ったバラッキの少ない製品作りの研究が進んでいる。

3.3 今後の展望

設備的には管理システムを含め一層自動化が進展するであろう。また、メンテナンスフリー化のくふうも排気・廃液処理を中心に一段と進むものと思われる。

公害防止、コスト低減の観点から、廃酸から遊離酸を回収したり、再生することも経済的に達成できるようになろう。

また、表面処理品質は前工程の圧延、熱処理による影響が大きく、これらとの相関関係についての研究がさらに進むであろうし、酸洗の他に短時間で処理できる電解脱スケール技術の実用化も遠い将来のことではない。圧延や熱処理と表面処理との直結化技術が今後の課題といえる。

4. 線材および棒鋼の加工

4.1 伸線加工技術の進歩

固定孔型ダイスによる方法が依然として主流であるが、ダイス材質としては従来の超硬合金の他にセラミックスや摩擦面にコーティング（TiN、TiC、BN など）を施したものが使われはじめている。

また、ステンレス鋼線材など伸線加工性の悪いものの加工方法として高速加工のできるローラ加工の普及も目ざましいものがある。それも従来の五弓式に替わって寸法精度の良いカセットローラダイスが多用されるようになってきている。これは縦、横ロール間隔が最小になるよう設計された積層型であり、数段重ねて使用することにより高減面率の加工も可能である。さらに三方ロールでロールを駆動するマイクロミルもあり、細線加工に用いられ高速、高減面率加工に適用されている例もある。

伸線機の能率・生産性向上対策がくふうされている。伸線速度を早くするために、サブライスタンドでのものつれ防止をはかる目的で、細線では上取り方式が、太線では横取り方式の駆動回転数制御サブライスタンドが採用され、150m/minが可能となっている。

給材、集材作業の自動化、ダブルスタンド化による内段取時間の短縮や自動チャックによる作業改善もはかられ、生産性向上に寄与している。

伸線の前後工程とのライン化も進んでいる。メカニカル脱スケール装置、EC+自動疵取装置、さらには線材を連続加工するための圧接装置や自動先付け装置をラインに組み込んだ例や、酸洗と被膜処理装置を伸線機前に組み込んだ例がある。また、溶接線の加工分野では脱スケール、伸線、焼鈍、酸洗、被膜処理のライン化が実現しており、これを特殊鋼へ応用することも可能である。

EC自動疵取装置は数例報告されている。線材断面に複数バイトを配置する方法²⁾、線径より大きい逆ダイスを使用する方法³⁾、砥石の内径で研削する方法などであるが、大同特殊鋼⁴⁾では、1本バイトで線材断面の回りを高速で旋回し、疵部でバイトを線材に圧着する精度の良い自動疵取機を開発した(写真1)。

これらが軸受鋼やCHQワイヤの製造に適用され品質保証は一段と強化されるようになってきている。

4.2 線材ブローチング加工の進歩

ステンレス鋼線材を中心に表面欠陥がなく表面肌の良いシームフリーワイヤの需要はしだいに高まりつつある。このためブローチング加工が行わ

写真1 EC自動疵取機

れている。

ここでも加工速度はしだいに速くなり、150m/minが可能となっている。これにはサブライスタンドでのものつれ防止対策とブローチングカッタの改良に負うところが大きい。

カッタ前にサイジングダイスを設け、切削代を一定にしたり、チップブレーカによる切粉処理の容易化をはかるほか、ドラムで巻取り中に発生するスリ疵対策などもくふうされている。

加工対象鋼種もステンレス鋼、耐熱鋼、超合金としだいに高級鋼化しつつあるが、加工性の悪い鋼種には温間ブローチングが適用されるなど、加工方法も変化に富んできている。

4.3 線材の抽伸加工(コンバインド加工)の拡大

線材の太径化に伴い抽伸機も大型化する傾向にある。磨棒鋼の製造には棒鋼より線材を素材とする方が歩留り、能率面から有利である。また、圧延における表面品質の改善とEC探傷機の普及は従来のピーリング加工を引抜加工に変えてきている。

このようなことから棒鋼素材のピーリング加工やドローベンチによる加工は、しだいに線材の抽伸加工に工程変更されてきている。

製品の品質評価として疵保証、真直度、端部の寸法形状、表面肌などがあげられる。

表面欠陥の検査は回転ブローブ型ECが主流であり検出精度も向上している。また、内部欠陥についても全断面超音波探傷が行われ、品質保証体制も一層充実してきている。

真直度はシャフト類に研摩加工されるステンレス磨棒鋼で0.15mm/m以下という厳しい要求がある。これを満足させるためには矯正機のロールカーブの設計が重要なポイントとなる。最近では安定した真直精度を得るため、矯正機2台をタンデムに配置する例も見られる。

磨棒鋼を使用する場合、最端部から成品取りする使われ方が多くなりつつあり、シャークカットによる端部のつぶれ、あるいは矯正による端部の細り部を除去する仕様が增加しており、専用機も開発されている。

4.4 棒鋼のピーリング

ピーリングは鋼材表層部の欠陥、変質組織を除去するとともに、所定の寸法精度を得るために行

図4 ピーリング用カッタ

われる。

ステンレス棒鋼の場合、均一な光沢を有する表面肌が商品価値として重要視される。良好な表面肌を得るためには、まずカッターマーク（ラセンマーク、ビビリなど）のない滑らかな切削肌を得る必要がある。このため最近では従来のシングルカッタに代わりコンビネーションカッタ（図4）が採用されつつある。これは荒切削と仕上切削を2ケのカッタに分担させ、仕上切削の負荷を軽減することにより良好な切削肌が得られるようにしたものである。これにより送り速度の高速化、カッタ費用の低減も可能である（図5）。そして光沢を出すために2ロール矯正機のロール表面荒さを数ミクロンに常に保っておくことが重要であり、その技術も確立されている⁹⁾。

構造用鋼の場合、主に冷鍛あるいは温鍛用素材として使用されるため、カッターマークは素材欠陥として顕在化する可能性がある。これに対してもコンビネーションカッタは有効な手段となる。

一方、寸法精度はマシンの材料保持機構、剛性に負うところが大きい。最近のマシンではh9公差が十分保証可能である。

また、自動化も進んでおり、レーザ式寸法測定器を用いた自動寸法調整、マイコンによるピーリングおよび矯正機本体の自動サイズ替えなどがある。

従来、ピーリング、外観検査、梱包（塗油、ラベリング、計量、結束）は各々パッチ処理で行う例が多かったが、これらをライン化し、物流改善と取り扱い疵の発生防止をはかる合理化が進んでいる。

図5 カッタ費用比較

4.5 今後の展望

しだいに高級鋼が増加する中であって、材料に合った加工技術の開発が必要であり、今後さらに研究されねばならない課題が多い。難加工線材に対して温間ローラ加工、ダイレス伸線法⁹⁾、ブローチング抽伸法などが検討されるであろうし、ステンレス鋼線材には連続鑄造線材とマイクロミルの組み合わせ⁹⁾による細線加工技術などが開発されると思われる。

また、これからの設備は、高速化、ライン化、コンピュータ化が一層進むであろう。加工工具、潤滑剤の改良や給集材方案のくふうがさらに高速化を可能にするであろうし、労働集約的作業から脱皮するために前後工程のライン化は不可欠である。そして自動化と情報処理の高度化をはかるためのコンピュータの活用がますます活発になるであろう。

5. おわりに

以上、現状の加工技術の概要及び今後の動向などについて述べてみた。品質、コスト、納期に対する必要性がさまざまな技術開発を生み、プロセスを変化させてきた。

今後も二次加工品に対するユーザーニーズは一層多様化すると考えられるし、そのために製鋼からユーザまで一貫した工程の見直しが必要である。

製造工程での作り込み技術、工程省略や前後工程との直結化、電算機による総合的生産管理システムの構築などさらに追求されるべき課題である。

(文 献)

- 1) 塩崎武：引拔、鉄鋼便覧VI(日本鉄鋼協会編)，(1982)，16〔丸善〕
- 2) 山田彰信：鉄鋼のI E，24(1986) 2，3，

77

- 3) 川口康信：第115回塑性加工シンポジウム
(1988), 11〔日本塑性加工学会〕
- 4) 吉川健三：第118, 119回西山記念技術講座
(1987), 15〔日本鉄鋼協会〕

- 5) Robert F.Dixon : Wire Journal 20 (1987)10,
25
- 6) Italian Machinery & Equipment, (1982)68,
63