



注湯炉から数分おきに、自動的に水冷鑄型に溶湯が注がれる。この設備は最大で毎分200mmの速度でロールを製造できる能力を持つ。

MANUFACTURING
POWER OF JAPAN

圧延ロールが甦る

日本のものづくりを支える圧延ロール

多くの鉄鋼製品の中で、鋼板は代表的な製品といえる。世界でもトップクラスの品質を誇る我が国の鋼板の製造を支える重要な工程の一つが、圧延プロセスである。実際の製造ラインには、ワークロールをはじめとして、バックアップロールやテーブルロールなど様々なロールが使用されている(下図参照)。

これらのロールは消耗品であり、その耐久性は鋼板の製造コストなどに大きく関わってくる。なかでも直接、鋼板に接触するワークロールについては、製品の安定製造に加えて寸法精度や表面品質に大きく影響するため、耐摩耗性、耐肌荒れ性、

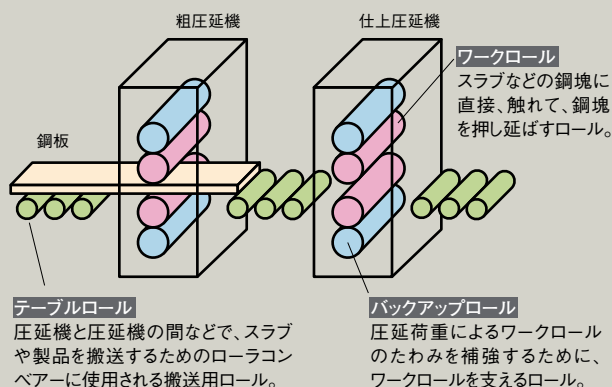
強靱性、耐焼き付き性、耐熱衝撃特性、耐打ち疵性など、数多くの耐久性能が求められる。

複合ワークロールは、荷重を受ける芯材(軸部分)とその外周部の鋼板と直接接触する外層部分の2つの金属層から構成される。金属層に要求される特性はそれぞれ異なり、ロール内層の軸部分には高い靱性が、ロール表面には優れた耐摩耗性が求められる。

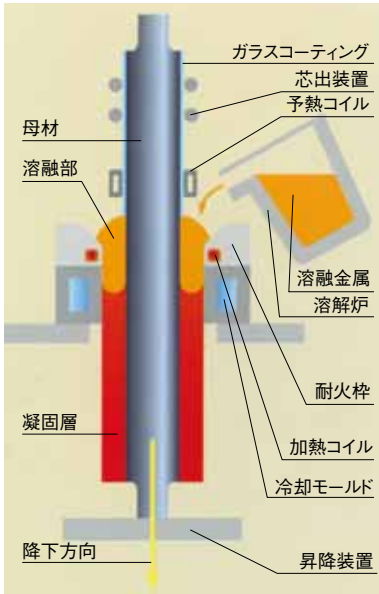
このような要求に対応するため、軸部分にはダクタイル鑄鉄やクロムモリブデン鋼などが使用されている。また、ロール外層材には、高クロム鑄鉄などが用いられてきたが、最近では耐摩耗性と靱性に優れた高速度工具鋼(以下、ハイスと呼ぶ)が我が国で開発・実用化され、広く採用されるようになった。

圧延用複合ロールは、遠心鑄造や軸部分への鑄掛肉盛溶接によって製造されてきた。遠心鑄造は、回転する鑄型内に溶湯を鑄込んで鑄型の外周部分から凝固させ、所定の厚さを有する筒状の鑄物を作る技術である。従来の静置鑄造では、鑄造品の内部に空洞を造るためには、中子(なかご)を使用する必要があった。遠心鑄造ではこれが不要となるため、ロール外層に使用する高価な合金を合理化でき、昭和40年代から採用が拡大した。しかし、遠心力を利用するため、耐摩耗性の確保に必要な炭化物などが外周部に偏析するという欠点があった。この難題を克服し、さらに優れた特性を持つ複合ロールの製造方法として利用されたのが、(株)フジコーが開発したCPC技術である。

●圧延ラインで使用する様々なロール



●CPC技術の仕組み



母材（芯材）は、耐火枠と水冷鑄型を上から下へ徐々に通過していく。耐火枠に常に溶融金属が注ぎ込まれることにより、連続した鑄掛肉盛溶接が可能になる。



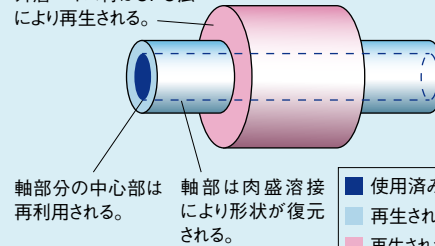
使用済みワークロールの検査



独自に開発した鑄鉄用超音波探傷試験装置

●大型ロールの再生

外層ハイス材はCPC法により再生される。



軸部分の中心部は再利用される。

軸部は肉盛溶接により形状が復元される。

- 使用済みロールの軸部
- 再生されたロール軸部
- 再生されたロール外層部



中小型ロールの軸部とロール部は、自動ナローギャップ溶接機によって接合される。トーチの厚さは約5mmである。

CPC技術

CPCロールが持つ、優れた特性

CPC技術とは、Continuous Pouring process for Claddingの略で、連続注入クラッド法とも呼ばれる。母材（芯材）の表面に数cmから数十cmの厚さで、母材と異なる金属を複合（クラッド）させる技術である。この技術は溶接棒の代わりに溶融した金属を用いる、鑄掛肉盛溶接の技術がベースとなっている。現在のCPC技術では、まず、芯材に酸化防止のために特殊なガラスコーティングを施す。芯材は溶融した外層用金属を流し込むための環状の耐火枠内にセットされ、流し込まれた溶融金属は、高周波誘導加熱により、加熱・攪拌され、水冷鑄型部分で冷却されることで芯材と接合し、複合層が形成される。

従来の遠心鑄造法の凝固速度が3～7mm/minであるのに対し、CPC技術では10～30mm/minと高速な冷却・凝固が可能である。これは、溶融した外層が凝固する際に、水冷鑄型、芯材、既肉盛凝固層の3方向から冷却されるためである。そのためCPC技術では、基地相中に高硬度な炭化物を均一に分散させた金属組織をつくることができ、偏析のない高合金の外層部を芯材に接合することが可能となる。また、高速で凝固させるため、結晶構造が微細で、美しいロール表面肌を実現でき、鋼板品質に影響を与えるロール肌荒れを低減できる利点もある。さらに、芯材とロール層との材料の組み合わせの自由度が高いため、高負荷圧延に耐えることができ

る強靱な芯材を用いることが可能になる。凝固速度が速いことは製造時間の点でも有利であり、1回のCPCプロセスによって、小型ロールの3～4本に相当する約7.5 mのロールを約85分で製造することが可能である。

（株）フジコーによって開発、確立されたCPC技術は、ハイス系複合ロールの最適な製造方法として高く評価され、他の

ものづくりの魅力



当社は規模ではなく技術で、世界一を目指しています。技術は失敗して確立するものです。CPC技術の開発も失敗の連続でした。100本作って70本失敗したことも……。悩んで悩んでもうダメだというところで、ふっとヒントが閃いて、一晩で改善が進むこともありました。100の苦しみがあって、1の喜びが生まれる。誰にも真似できない技術はそうやってできるのです。

（山本厚生代表）

株式会社フジコー（福岡県北九州市）

1952年創業、溶接、溶射、特殊鑄造等の金属表面処理で高度な技術を保有。特に独自開発のCPC技術は評価が高く、鋼材の中小型圧延ロール、搬送ロールの分野で国内トップシェアを誇る。

<http://www.kfjc.co.jp/>

ロールメーカーにも技術供与されている。CPC技術で製造されたハイス系複合ロールは従来製品と比較して2～5倍の耐久性を発揮するため、同社のハイス系複合ロールは、中小型圧延ロールの分野で国内トップシェアを誇っている。

ものづくりに求められる環境負荷の低減

CPCロールは従来製品と比較して優れた耐久性を持つものの、製造コストは従来製品より割高になる。そこで(株)フジコーでは、従来は廃棄されていた使用済み大型ワークロールの再生に取り組んだ。従来法で製造されたロールでは廃棄されていた芯材を再利用することによって、コスト削減と環境負荷低減を同時に実現することを狙ったのである。芯材を新たに溶製する必要がないため、再生CPCロール製造時のCO₂発生量は、従来法と比較して45%にまで削減されている。

CPCロールの再生では、まず、使用済みのロールの再生可否の検査が入念に行われる。検査に合格した使用済みロールは、摩耗した外層部分を削り取り、CPC技術により外層のハイス層が再生される。また、軸部分の摩耗は、肉盛溶接によって、形状が復元される。このようにして再生されたロールは、耐摩耗性や耐肌荒れ性、強靱性など、すべての性能において新製品と同等の品質を持ちながら、従来の遠心鑄造法ロールと同等のコストでの製造が可能となる。

現在、(株)フジコーでは一層の製造コスト削減を実現するために、組立ロールの大型化に挑戦している。CPCプロセスでは、一度に約7.5mの長尺材を製造することが可能であり、小型ロールに適用する場合はこれを分割して、軸部分を溶接して取り付け、数本のロールとして使用してきた。このように分割したロールに軸材を接合したロールを組立ロールと呼ぶ。現在、大型ロールを再生する際には、軸部分を肉盛溶接により再



ロール部(胴部)の再生が完了した状態

生しているが、組立ロールにすることで、コスト削減が可能になる。また、軸材とロールの接合にはナローギャップ溶接を用いているが、作業に時間がかかるという問題がある。(株)フジコーでは、大型組立ロールを実現できる、新しい接合技術の開発を進めている。

我が国で初めて実用化された環境負荷の少ない再生CPCロールは、徐々に国内メーカーで採用されつつある。また、より積極的なコスト削減を進める海外の鉄鋼メーカーは高い関心を示し、急速に導入が拡大している。これまで以上に低コストの再生大型CPCロールが実現すれば、国内外でさらに大きく普及することが期待される。極めて高性能のハイス系複合ロールを使いこなすためには、高度な圧延技術が不可欠である。この点で大きなアドバンテージを有する我が国の鉄鋼メーカーにとって、再生CPCロールは力強い味方になるに違いない。

●文 石田亮一

製鉄所を支えるメンテナンス技術



人間よりも巨大なクラッシャーの回転部分である「鬼歯」の補修作業のようす。

製鉄所には数年間休まず稼動する設備も少なくない。そのため、それらの設備には高い耐久性に加えて、信頼性の高いメンテナンス技術が重要となる。CPC技術の基になった鑄掛肉盛溶接は、製鉄所で使用される様々な大型設備のメンテナンスにも用いられる。

例えば、高炉に投入する鉄鉱石は、一定の大きさに焼き固める必要があるが、鉄鉱石は焼結工場で焼き固められた後、クラッシャーと呼ばれる粉碎機により、粉碎される。高温条件で使用するクラッシャーには、鬼歯(おにば)と呼ばれる回転部と、受歯(うけば)と呼ばれる固定された部分があり、いずれも過酷な使用環境で摩耗していく。摩耗したクラッシャーの歯は、鑄掛肉盛溶接により、補修・復元されている。耐摩耗性、耐衝撃性、耐剥離性を両立させた高い溶接技術が、ものづくりの基本となる我が国の製鉄技術の現場を支えているのである。