

革新的超硬(WC)系サーメット溶射技術

1 いきさつ

溶射はドライプロセスの表面改質であること、および材料の選択可能範囲が広いことだけでなく、基材の再使用が可能であるということ、つまり補修施工が何回でもできるという大きな長所を有している。このために広く実用化が進行しつつあるが、唯一の泣き所は皮膜が剥離しやすいことである。溶射皮膜の密着性はクロムメッキにはるかに劣るといわれてきており、上記の長所があるにもかかわらず、耐摩耗材料への適用は使用中に剥離が起こらないところ、つまり負荷の小さい安全なところに限定されてきた。

そこで当社では、この数年間、製鉄プロセスロールで最も多く使用されている炭化タングステン(WC)系、あるいは超硬系ともよばれるサーメット溶射皮膜の密着性をこれまでより格段に向上させるための研究を行ってきた。^{1) 2)} その結果、本号²⁾にも報告したように、クロムメッキ並みの密着性とクロムメッキよりすぐれた耐摩耗性を兼ね備えた新しい溶射の技術開発に成功した。これは従来の「剥離しやすい溶射」という概念を根底から塗り替えるものであり、製鉄プロセスロールの溶射化がさらに加速することが大いに期待される。

新しく当社が開発した溶射の特徴をクロムメッキと比較すると表-1のようになる。この新技術の中身を詳細に説明することはできないが、その特性、仕様、どのようなところに適用できるかなどについて以下に紹介する。

表-1 当社の溶射とクロムメッキの特徴比較

項目	当社の溶射	クロムメッキ
皮膜材質	炭化タングステン(WC)系 サーメット	硬質クロム
皮膜厚さ(μm)	20~500程度	1~数100
皮膜特性		
・密着性	クロムメッキと同等	圧延ロールにも適用可
・ピッカーズ硬さ	Max.1400	Max.1100
・耐摩耗性	クロムメッキの数倍程度	鋼の数倍
・耐食性	クロムメッキより若干劣る	ステンレス鋼と同等以上
・耐押し込み 疵性	(同上)	ほぼ金属並み
・使用可能 温度範囲	熱膨張率が基材より小さい ので、200℃程度以上では 割れが生じることあり。 高温での硬さ低下は小さい。	熱膨張率が金属並みなので、 熱応力割れは生じない。 200℃程度以上の温度にさら されると硬さが低下する。
基材寸法	制限なし	メッキ浴槽寸法により制限
基材の再使用 (補修)	可能	可能

2 新溶射技術の特徴

2.1 皮膜特性

新しい溶射皮膜の密着性、耐摩耗性などの特性データは文献^{1) 2)}を参照して頂きたい。

基本的には、溶射材料がWC系のサーメットであるから、クロムメッキのような耐食性、または耐酸化性を要求される場所は最初に対象から除かねばならない。また、基材である鉄との熱膨張係数の違い、およびWCの酸化が500℃付近から始まることから、熱間での使用は難しい。しかし、室温付近での耐摩耗性皮膜としては断然有利となる。そして、本号²⁾に紹介したように、この溶射は大きな応力を受ける調質圧延のワークロールにさえ皮膜剥離の恐れなく使えるのであるから、製鉄プロセスロールのほとんどが適用対象であるかのように思われる。しかし、中には異物の飛び込み、あるいは衝撃などが加わったり、腐食などの化学的因子が同時に作用するような種々の環境があり、実際にはそれらに耐え得るかどうかは実環境でないと評価が難しい。つまり、実験室でのある特定条件下での特性が優れていても、実機では使用条件が千差万別であるので、同じ結果になるとは限らないのである。

2.2 溶射に要する費用

次に、重要な溶射のコストについては、要求される仕様によっても変動するが、膜厚が大きい場合、あるいは溶射後研磨仕上げをせねばならない場合を除けば、クロムメッキより高くはなるが、それほど大きな差はないといえる。加えて、剥離の問題がなく、寿命が数倍以上に延長できれば、この表面改質技術はクロムメッキに代わって今後著しく進展することは十分予測される。

2.3 適用対象ロール

具体的に有望なロール名は冷延、焼鈍、酸洗、メッキ、冷延精整(スリット、シアー、リコイリング)などの各ラインにある次のようなものである。

調質圧延(スキンパス)ワークロール
デフレクター
ピンチロール
ブライドルロール
ワイパーロール など

製鉄プロセスロールの表面改質技術として溶射が適しているのは、その膜厚から、摩耗深さが、0.1mm程度以上になると取替ねばならないロールであろう。摩耗深さが1mm程度でも使用できるロールには溶接肉盛などの方が

適していると考えられる。

参考までに、ロールへの溶射施工状況の例を図-1に示す。

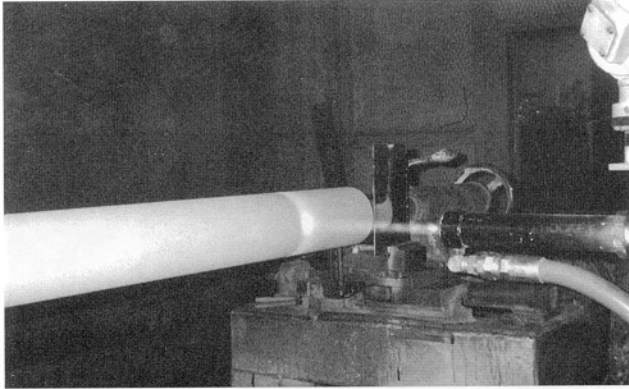


図-1 ロールへの溶射施工状況

3 高密着性の原理

新しく開発した溶射皮膜の密着性がこれまでに比べて格段に高い原因の一つは、基材との界面構造にある。それは図-2の例に見られるように、WC粒子が基材に食い込んでおり、極めて強固な機械的結合をしていることがわかる。また、この構造から、WCを包んでいるCoが基材とある程度の金属結合をしている可能性すら伺える。このような皮膜構造は溶射粒子が基材に衝突する時の温度と速度を制御することにより得られるのである。

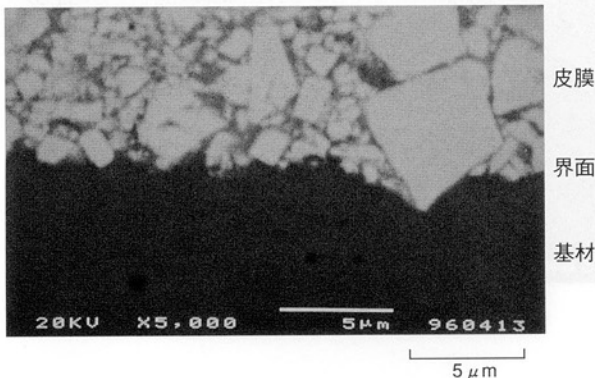


図-2 溶射皮膜と基材の界面構造

4 皮膜の製造仕様

4.1 皮膜組成

皮膜組成として、WCのバインダーの種類は、主にCoが用いられるが、用途に応じてNi、Crも用いられ、Ni、CrはCoより耐食性が優れているといわれる。バインダーの量は9~25Wt.%の間で選定されるが、その量が少ない、つまりWCが多いほど耐摩耗性が優れている。

4.2 膜厚と表面仕上げ

溶射皮膜の厚さは最低20 μ mであり、最大は500 μ m程度である。これ以上の厚さにすることは可能であるが、皮膜内に蓄積する残留応力が高くなるばかりでなく、溶射費用が高くなり、非経済的である。

製品の表面仕上げとしてはAs Spray (溶射まま) から鏡面研磨まで可能である。As Sprayの表面粗さは3~6 μ mRaであるので、これより小さい粗さにするには研磨工程が必要になる。

5 まとめ

クロムメッキ並みの密着性とクロムメッキより格段に優れた耐摩耗性を兼ね備えた、従来に比べると革新的な性能を有する超硬(WC)系サーメットの溶射技術を開発した。今後はラボで得られたこれらの特性を実機で確認するとともに、これまで皮膜の密着性が不十分なために溶射が適用できなかった製鉄プロセスロールを長寿命化して、省力化とコスト節減に寄与していきたい。

参考文献

- 1) 加藤 治, 尾崎健一, 洲崎真二, 吉村武憲: フジコー技報, No.3(1995), p.5
- 2) ibid. No.4(1996), p.15