

調査報告

溶射皮膜特性の新しい評価法

溶接溶射技術開発室
尾崎 健一
Ken-ichi Ozaki

溶接溶射技術開発室
宮崎 裕之
Hiroyuki Miyazaki

溶接溶射技術開発室長
吉村 武憲
Takenori Yoshimura

1 いきさつ

近年急速に普及しつつある製鉄プロセスロール用溶射皮膜の性能評価を行うにあたり、当社では一般的な硬さ測定、マイクロ組織観察、気孔率測定、あるいはX線の解析等の他に、基本的特性である皮膜の密着強度を重視してきた。

皮膜密着強度の評価法は従来JISに定められた引張式または剪断式が代表的とされている。しかし、近年の溶射技術の進歩にともない皮膜密着力が向上し、評価法の測定限界を超える場合があるので新たな手法が求められていた。

さらに加えて、当社では実際の溶射皮膜剥離は引張力とか剪断力ではなく、接触応力が直接の原因であると想定し、既報¹⁾のように、使用中に近い応力を与えた“転がり疲れ”による評価法を開発した。その概要は図-1に示すように、2円筒接触転がり試験片の一方を溶射皮膜試験片とし、それが剥離するまでの転動数を基準とするものである。試験条件の一例を表-1に示すが、本法による各種溶

射皮膜の密着性評価結果は実機における剥離までの寿命と良い相関が認められることから、現在では本評価法を皮膜密着強度の指標として採用している。

一方、実機に使用されるロールには定常的に見られる摩耗のほかに、図-2 および図-3に示すようなカラストロフィックに出現する、あるいは溶射皮膜特有の表面損傷がある。これらは 通板材の断片あるいは集積した摩耗粉などの異物の飛び込み(押込み) 疵、または通板材の咬み込み、尻抜け、コイル継ぎ目部の通過、あるいは板エッジの耳波などの繰り返し衝撃による疲労摩耗であると推測される。このような非定常的に発生する表面損傷については従来評価法が全くなく、新たに考案する必要があった。

そこで、異物の飛び込みについては「押込み試験法」を、また繰り返し衝撃による皮膜損傷については「衝撃疲労

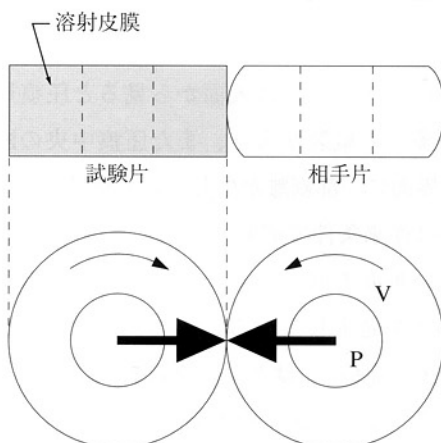


図-1 溶射皮膜の密着性評価法

表-1 転がり疲れ試験条件

接触応力	$P_{max} = 1078\text{MPa}$
回転速度	1000rpm
潤滑	冷却水

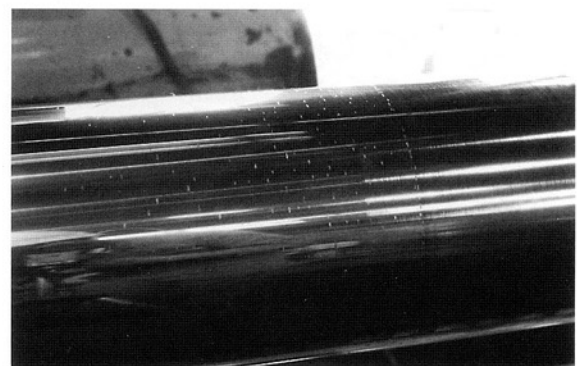


図-2 異物飛び込み疵の例



図-3 繰り返し衝撃による疲労摩耗の例

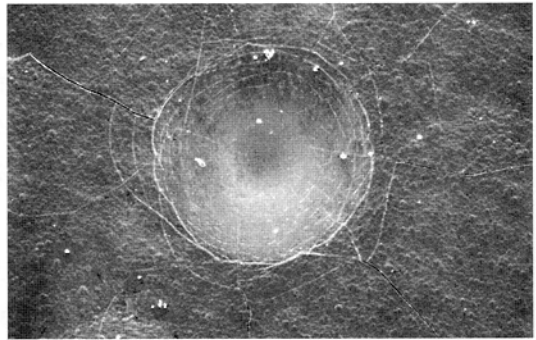
試験法」を新たに溶射皮膜の特性評価法として加え、実機使用時における溶射皮膜のより一層の信頼性向上を図ったので以下に述べる。

なお、異物の飛び込みは皮膜に亀裂を誘起し、その後の応力により亀裂が進展したり、あるいはそこから基材の腐食が開始すると皮膜の剥離に至る。また、繰り返し衝撃はある限界を超えた場合、皮膜を構成する溶射粒子間に疲労が蓄積して脆化することにより粒子の脱落が生じる結果として、一種の疲労摩耗現象を呈するものと考えられる。

2 押込み試験法

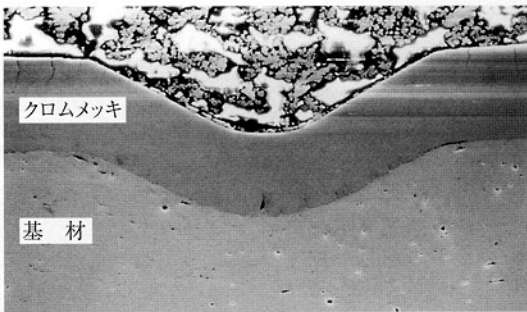
2.1 試験方法

これは、基材(材質任意、寸法(mm)50×50×7t程度)

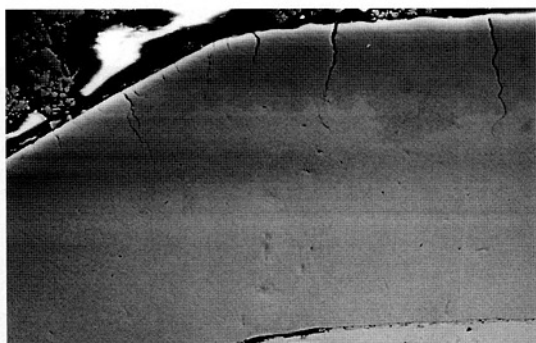


(a) 表面

100 μm



100 μm



(b) 断面

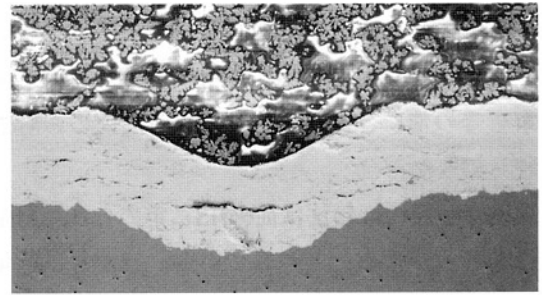
50 μm

図-4 クロムメッキ膜の押込み試験結果

に所定の膜厚の皮膜を溶射した試験片をロックウェル硬度計を用い、B型圧子にて100kgの荷重を負荷し、圧痕付近の皮膜損傷状況を表面あるいは断面方向から顕微鏡観察する方法である。

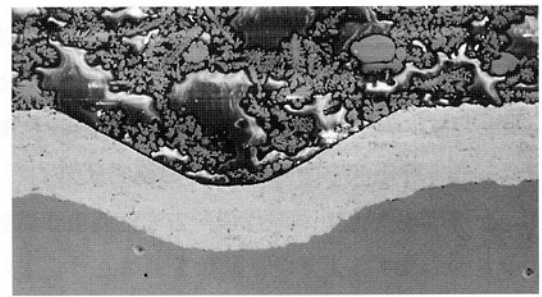
2.2 結果の一例

ここでは、比較のためのクロムメッキ皮膜と溶射皮膜(WC-Co) A、Bについての結果を図-4、図-5および図-6に示す。



100 μm

図-5 溶射皮膜Aの押込み試験結果(断面)



100 μm

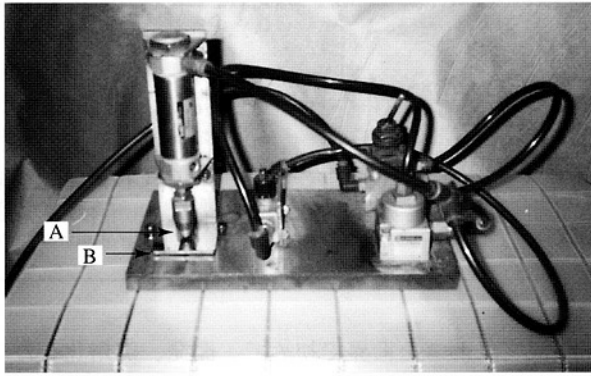
図-6 溶射皮膜Bの押込み試験結果(断面)

このクロムメッキには表面から見ると圧痕周辺に円周方向に多くの亀裂が入り、また圧痕中央の断面には基材との界面に一部剥離が生じている様子が観察される。溶射皮膜は従来条件で溶射された供試材A(図-5)の表面には浅い垂直方向の、また内部には平行方向の多数のクラックが発生している。一方、溶射条件を改善した供試材B(図-6)ではクラックは軽減されてほとんど認められず、基材界面での剥離も発生していない。

3 衝撃疲労試験法

3.1 試験方法

これは固定した板状試験片表面の一定箇所を小型のエアハンマー方式の打撃子で所定時間打ち、表面の変化を観察する方法である。試験機の外観を図-7に示す。



A：打撃子 B：試験片
図-7 試験機外観

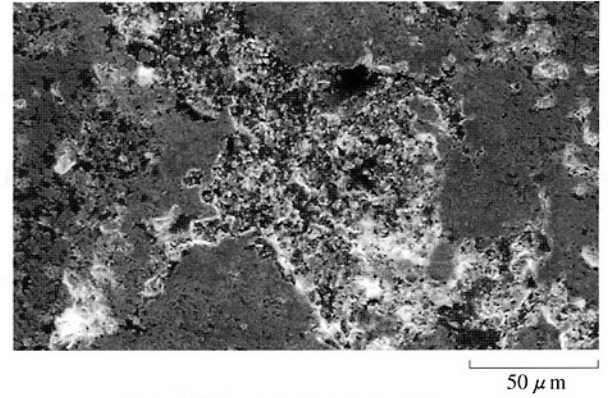


図-9 衝撃疲労試験後表面

打撃力は約20N、打撃速度は約200回/分である。

3.2 結果の一例

コイル接続部で繰り返し衝撃を受けて異常摩耗した実機溶射ロールの表面と、同じWC-Co溶射皮膜を供試材とし、48時間連続的に繰り返し衝撃を加えた後の試験片表面とを比較した結果を図-8および図-9に示した。いずれも平滑であった元の表面から粒子が脱落して荒くなりモルフォロジーが類似していることがわかる。

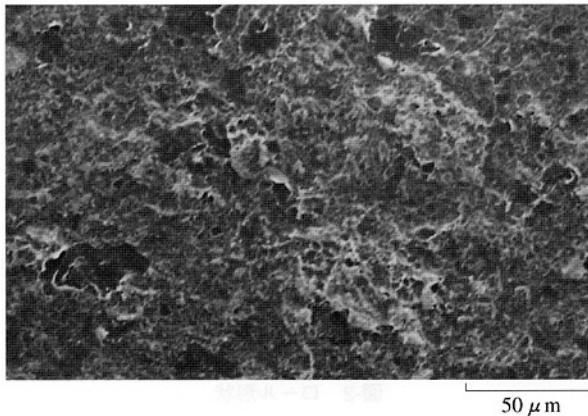


図-8 実機ロールにみられた異常摩耗表面

このように、本法は実機の衝撃疲労による表面損傷を再現できているものと考えられる。

4 まとめ

上記のように、ここで提案した押し込み試験法および衝撃疲労試験法はともに、実機で非定常的に発生した皮膜損傷を定性的ではあるが実験室で十分に再現していると考えるので、今後はこれらを溶射皮膜特性の新しい評価法として適用する。さらに、実験室で得られるこれらの結果を、実際には様々な条件で使用される実機の現象と比較してそれぞれの場合の試験条件を適正化し精度を高めるとともに、このようなデータを多く蓄積することによって当社の溶射皮膜の信頼性をより一層向上させていきたい。

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