

技術論文

革新的超硬系サーメット溶射技術の開発 第2報

Development of Innovative Thermal Spraying Technology Tungsten Carbide Cermet-Second report



溶接溶射
技術開発室
洲崎 真二
Shinji Suzaki



溶接溶射
技術開発室
尾崎 健一
Ken-ichi Ozaki



技術開発部長
吉村 武憲
Takenori Yoshimura

要旨

製鉄プロセスロール等に広く普及が進行している溶射皮膜は剥離しやすいという欠点があるために、適用範囲が制限されることが多かった。中でも比較的密着度が高いとされる超硬 (WC-Co) 系サーメット皮膜ですらクロムメッキのように圧延ロールにまで適用されることはなかった。

そこで筆者らは、既に冷延ロールに用いられている超硬クロムメッキ膜の密着性を目指し、溶射機改造による密着性向上について検討した。新設計溶射機によるWC-Co皮膜は、ころがり疲れ方式により剥離寿命をもとめたところ、既存溶射機による皮膜に比して、約5倍の密着力があることが判明した。

Synopsis:

Due to the defect that thermal sprayed coatings are easily peeled off, which are now being used in the processing rolls of steelmaking, its applicability has frequently restricted so far. Above all, even coating of tungsten carbide cermet, which is said to have a relatively high adherence, has not yet been applied to rolling rolls such as chromium plating.

Presented here are the results of the improvement of the reliability by remodeling of the thermal spraying gun with the aim of the reliability of the chromium plating skin membrane which has been already used in the cold rolling. It was confirmed that the newly-designed thermal sprayed gun with WC-Co sprayed coating had the reliability of about five times life time in comparison with the normal thermal spraying gun.

1 緒言

表面改質方法のひとつである溶射は、工業的に適用範囲が極めて広く、とりわけ、高速フレーム溶射機によるタングステン炭化物-コバルト (以下WC-Co) 溶射は製鉄プロセスロール用などに、従来の硬質クロムメッキに代わって普及しつつあるコーティング技術である。

その背景には高速フレーム溶射機が出現し、その膜質、特に密着性が向上して皮膜の剥離事故が減少し、溶射皮膜に対する認識、信頼性が増したことにあって考えられる。しかしながら、技術開発の進んだ現在においても皮膜剥離事故は皆無ではなく、比較的密着度が高いとされる超硬 (WC-Co) 系サーメット皮膜ですら使用環境如何ではトラブルを起こしているのが現状である。たとえ表面に優れた耐摩耗性などの機能を持たせても、皮膜が使用中に剥離し

ないように、まずその密着性を確保せねばならないのは至極当然のことである。

従来こうした密着性の向上あるいは信頼性の向上を目的に、溶射距離、給粉量、あるいは使用する溶射粉末等のソフト的な溶射条件の検討が繰り返されてきたが、筆者らはこうしたソフト的な検討にとどまらず、本質的な溶射方法すなわち溶射機基本設計について検討を行った。

2 現在の溶射法の問題点

現在、上述したように超硬 (WC-Co) 系サーメット溶射は、高速フレーム溶射法により皮膜密着性、耐摩耗性などの諸元を高めている。高速フレーム溶射法とはガス炎を熱源とし、燃焼室の圧力を高めることにより、連続燃焼炎でありながら爆発溶射に匹敵する溶射法である。市販化され

3.1.4 ダクト形状

断面積が一定の管路で長さが比較的短い場合は、一般的に断熱流れとして考えて良い場合が多い、しかし実在気体では粘性があるから等エントロピ流れではない。こうした摩擦のある断面積一定の管内の断熱流れをファノ流れといい、この考えをダクト設計に用いた。

ファノ流れでは、亜音速流れでも超音速流れでもマッハ数は1に近づきFig.5に示したように管路が十分に長い場合はチョーキングの状態に達する。

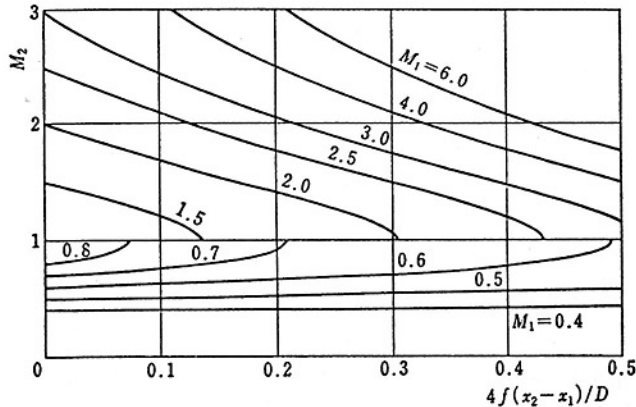


Fig.5 A change in the Mach number of the pipe shaft direction in Fanno Flow ($\kappa=1.4$)

式(13)に示した L_{max} はマッハ数 M の流れがチョークするまでの最大管路長さである。この長さを越えた超音速流れは管摩擦によってチョーキング状態に達する。こうした場合、その後、管の途中ではマッハ数は1を超えることはできず、管内に衝撃波が形成され衝撃波より下流は亜音速となるが流量は変化しない。

$$\frac{4f}{D}L_{max} = \frac{1-M^2}{\kappa M^2} + \frac{\kappa+1}{2\kappa} \ln \left[\frac{(\kappa+1)M^2}{(\kappa-1)M^2+2} \right] \quad (13)$$

4 転がり疲れによる皮膜密着性評価結果

4.1 供試材

供試材はTable 2に示す2種類である。No1は標準機での溶射皮膜で、No2は今回検討した改造機によるものであり、皮膜材質は、No1, No2同様にWC-17Coである。

基材はいずれも調質した軸受鋼SUJ2を用い、溶射膜厚 $150\mu\text{m}$ になるように、研磨による表面仕上げ(粗さ $0.3\mu\text{m}$)を行った。

Table 2 Test materials

No	Type of thermal spraying	Sprayed powder	Substrate
1	HVAF	WC-17Co	Quenched and tempered SUJ2(Hv900)
2	HVIF	WC-17Co	

4.2 実験方法

試験機はFig.5に示す2円筒ころがり方式であり、油圧により所定のヘルツ応力 P_{max} が得られるように保持し、一定回転速度 V で溶射皮膜は剥離するまでの回転数を求める方法である、皮膜剥離は目視観察によって判定した。

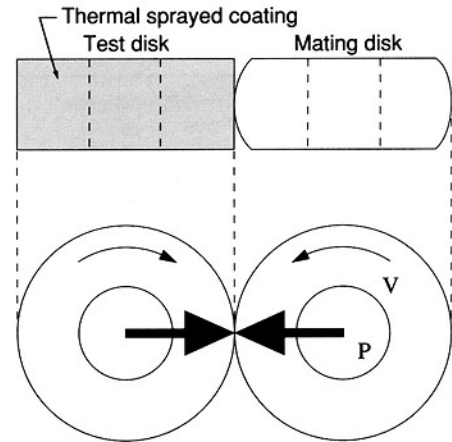


Fig.6 Experimental method

試験片と相手片寸法はいずれも外径 $\phi 2000\text{mm}$ 、巾 50mm であるが、相手片には500Rのクラウンを与え、所定位置に所定応力が加わるようにした。接触面は楕円となり、中心に最大応力 P_{max} が加わる。また試験片を駆動側、相手片を従動側としてみかえけ上のスベリはゼロとし、発熱防止の為に両片ともに水冷を施し長時間の実験を可能とした。

4.3 実験条件

今回採用した実験条件はTable3に示した通りである。従来、接触応力 P_{max} は圧延ロールを想定し $P_{max}=1078\text{MPa}$ に設定していたが、今回は作業時の噛み込み、戻抜け時の衝撃を考慮し $P_{max}=2450\text{MPa}$ に設定した。

Table 3 Experimental conditions

Contact stress	P_{max} (MPa)	2450
Revolution speed	Rpm	1000
Lubricant		Water

4.4 実験結果

ころがり疲れ方式により剥離寿命をもとめたところ、新溶射機による皮膜はFig.7に示したように、既存溶射機による皮膜に比して、約5倍の密着力があることが判明した。