

減圧プラズマ，ジェット溶射による高機能皮膜の作成とその物性に関する研究

機械金属部 浜石和人

Spraying of High Functional Coat by Low Pressure Plasma and Jet Spraying, and Performance Test of Sprayed Coat.

Kazuto HAMAISHI

減圧プラズマ，ジェット溶射法によりTiC， $ZrO_2-8\%Y_2O_3$ ，SiC粉末をNiでコーティングした粒子と造粒した複合粒子および17%Co-WC粉末の溶射皮膜を作成しその物性などを調べ、それぞれの皮膜の特性を評価した。

1. はじめに

この研究では減圧プラズマ溶射とジェット溶射法（以後前者をLPPS，後者をJSと称する）によりTiC-40%Niコーティング粉末と造粒粉末， $ZrO_2-8\%Y_2O_3-40\%Ni$ コーティング粉末と造粒粉末，SiC-40%Niコーティング粉末と造粒粉末および17%Co-WC粉末を原料とする溶射皮膜を作成し顕微鏡組織，硬さ試験，ACT-JP試験による摩耗試験とSEMによるこの試験後の表面の形態観察を行い，それぞれの溶射皮膜の特性について評価した。

2. 実験方法

2.1 溶射粉末材料

今回使用した溶射粉末材料はTiC-40%Niコーティング粉末と造粒粉末， $ZrO_2-8\%Y_2O_3-40\%Ni$ コーティング粉末と造粒粉末，SiC-40%Niコーティング粉末と造粒粉末および17%Co-WC粉末である。Ni， Y_2O_3 ，Coの含有量は重量百分率である。コーティング粉末とはTiC， $8\%Y_2O_3-ZrO_2$ ，SiC粒子の表面を無電解メッキでNiを被覆したもので，造粒粉末とはNiと混合し複合化した単一粒子といえる。Fig.1にこれらのうち8%Y₂O₃

$O_3-ZrO_2-40\%Ni$ コーティング粉末と造粒粉末，SiC-40%Niコーティング粉末と造粒粉末の断面の光学顕微鏡組織を示す。

2.2 溶射条件

溶射基盤材には，溶射前にサンドブラストで表面を完全な梨地とした寸法50×60×3mmのSS400相当材を使用した。

Table 1 Low pressure plasma spraying condition

Spray apparatus		Metco 7MB-T
Plasma gas (Ar)	Pressure	0.69 MPa
	Flow rate	47 ℓ/min
Auxiliary gas (H ₂)	Pressure	0.48 MPa
	Flow rate	12 ℓ/min
Spray current		600 A
Spray voltage		55 V
Spray distance		270 mm
* Chamber pressure		100 Torr

*Chamber pressure for spraying TiC granulated with 40% Ni is 300 Torr

Table 2 Jet spraying condition

O ₂ pressure	well cut pressure	H ₂ pressure	N ₂ pressure
0.54 MPa	0.29 MPa	0.2 MPa	0.2 MPa


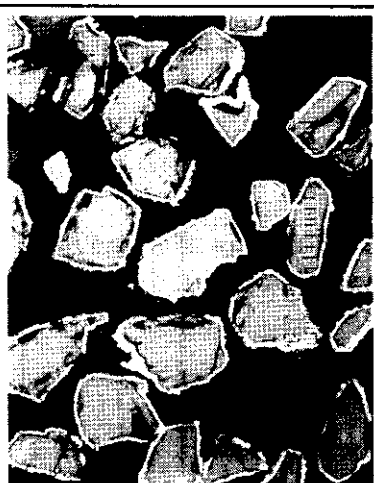
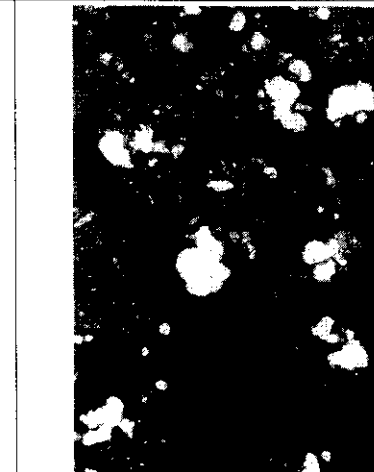
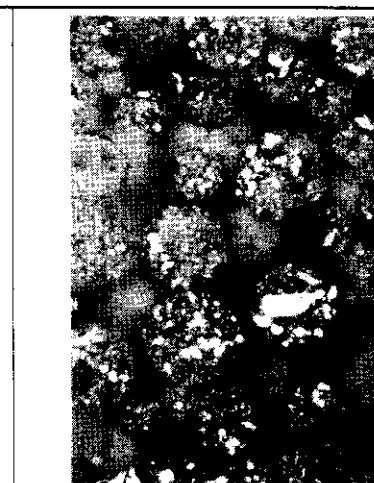
<p>Powder</p>	<p>Microstructure of cross section of powder</p>	<p>Powder</p>	<p>Microstructure of cross-section of powder</p>
<p>ZrO₂ - 8 % Y₂O₃ coated with 40 % Ni</p>		<p>SiC coated with 40 % Ni</p>	
<p>Magnification</p>	<p>×400</p>	<p>Magnification</p>	<p>×400</p>
<p>ZrO₂ - 8 % Y₂O₃ granulated with 40 % Ni</p>		<p>SiC granulated with 40 % Ni</p>	
<p>Magnification</p>	<p>×400</p>	<p>Magnification</p>	<p>×400</p>

Fig.1 Microstructure of cross-section of ZrO₂ - 8 % Y₂O₃ powder coated and granulated with 40% Ni, SiC powder coated and granulated with 40% Ni

Table 1, 2 に示す条件でLPPS, JSによって溶射皮膜を作成した。

LPPSでは最初チャンバー内圧を1 Torrまで真空引き後Arガスで100 Torrまで復圧調整して溶射した。

ただし, TiC-40% Ni 造粒粉末の溶射の時はチャンバー内圧力を300 Torrとした。

2. 3 溶射皮膜の組織観察法

溶射後の試験体から溶射方向に平行な断面と直角な断面から採取した試料をSiC研磨紙500番まで研磨後バ布で3 μ mと1 μ mのダイヤモンド研磨材を用いて鏡面仕上げした。そして光学顕微鏡で溶射皮膜の組織を観察した。

2. 4 硬さ測定方法

組織試験に供した試料の表面の硬さはピッカース硬さ計で測定した。この時の試験加重は200 gfである。

2. 5 ACT-JP試験と試験後の表面形態観察

ACT-JP試験による溶射皮膜の摩耗特性を調べ、試験後の溶射皮膜表面形態のSEM観察を行った。

ACT-JP試験に際しては、本試験の前に噴射圧力0.049MPa, 空気流量400 ℓ /minで10秒間予備噴射を行った。本試験はTable 3に示す条件で行った。

Table 3 Condition of the ACT-JP test

Nozzle diameter	5.2mm
Abrasives	60 mesh fused alumina grit
Air pressure	0.048 MPa
Air flow rate	330 ℓ /min
Jet angle	35°
Distance from nozzle to sample	100mm

噴射粒子には60メッシュのコランダムを用い、一回の噴射量を70gとし、3回繰り返し噴射し、各噴射毎の溶射皮膜の重量減少量を0.01mgまで測定可能な精密天秤で測定した。

3 実験結果と考察

3. 1 溶射皮膜の光学顕微鏡組織観察結果

溶射方向による溶射皮膜の組織の違いは認められなかったので、ここでは溶射方法と溶射原料の形態がおよぼす影響について溶射方向に平行な溶射皮膜の組織について検討した。

Fig.2にTiC-40% Niコーティング, 造粒粉末のLPPS, JSによる溶射皮膜の顕微鏡組織を, Fig.3に8% Y₂O₃-ZrO₂-40% Niコーティング, 造粒粉末のLPPS, LSによる溶射皮膜の顕微鏡組織をFig.4にSiC-40% Niコーティング粉末のLPPS, JSによる溶射皮膜の顕微鏡組織と造粒粉末のLPPSによる溶射皮膜の顕微鏡組織およびSiC-50% Ni造粒粉末のJSによる溶射皮膜の顕微鏡組織を, Fig.5に17% Co-WC粉末のLPPS, JSによる溶射皮膜の顕微鏡組織を示す。

Fig.2からTiC-40% Niコーティング粉末のLPPS, JSによる溶射皮膜の組織について見ると, LPPSおよびJSの両皮膜組織共に基地組織の中にTiCと推定される粒子が多数見られ, JSの溶射皮膜組織中の粒子サイズはLPPSのそれらに比べきわめて小さく, しかも偏平なものも多く見られる。また, JSによる溶射皮膜には層状組織が見られる。次にTiC-40% Ni造粒粉末のLPPS, JSによる溶射皮膜の組織については, TiCと推定される粒子が両組織とも少ない。

また, 基地組織に層状組織も見られる。JSによる皮膜中の層状組織はLPPS中のそれらに比べかなり緻密である。さらに両組織とも気孔が見られ, JS皮膜組織中に多く観察された。更にこれら気孔はコーティング粉末の溶射皮膜より造粒粉末の溶射皮膜組織に多くみられた。


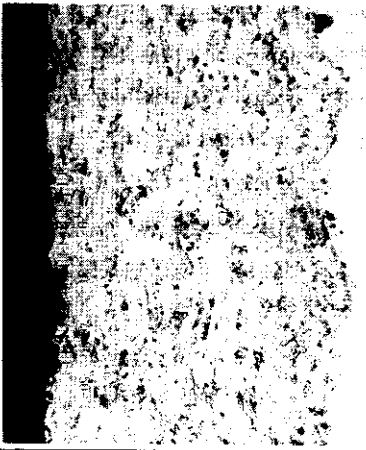
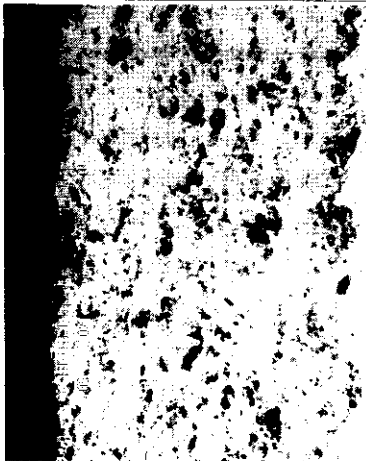

No.	Sprayed Powder	Microstructure of typical coating sprayed by the low pressure plasma spraying	No.	Sprayed Powder	Microstructure of typical coating sprayed by the jet spraying
1	TiC coated with 40% Ni		3	TiC coated with 40% Ni	
	Magnification ×200			Magnification ×200	
2	TiC granulated with 40% Ni		4	TiC granulated with 40% Ni	
	Magnification ×200			Magnification ×200	

Fig.2 A Typical microstructure of a cross-section which is parallel to the spraying direction, of as-sprayed coating sprayed by the low pressure plasma spraying and the jet spraying.



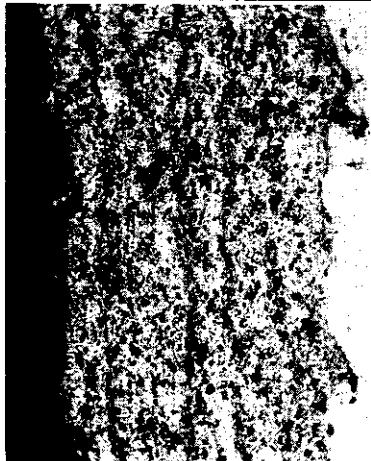
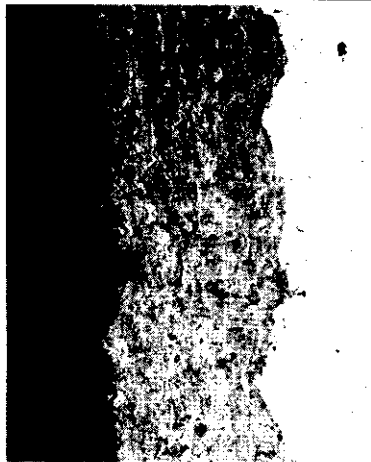
No	Powder	Microstructure of typical coating sprayed by the low pressure plasma spraying	No	Sprayed Powder	Microstructure of typical coating sprayed by the jet spraying
1	ZrO ₂ - 8% Y ₂ O ₃ coated with 10% Ni		3	ZrO ₂ - 8% Y ₂ O ₃ coated with 10% Ni	
	Magnification ×200			Magnification ×200	
2	ZrO ₂ 8% Y ₂ O ₃ granulated 10% Ni		1	ZrO ₂ - 8% Y ₂ O ₃ granulated 10% Ni	
	Magnification ×200			Magnification ×200	

Fig.3 A Typical microstructure of a cross-section which is parallel to the spraying direction, of as sprayed coating sprayed by the low pressure plasma spraying and the jet spraying.





No	Powder	Microstructure of typical coating sprayed by the low pressure plasma spraying	No	Sprayed Powder	Microstructure of typical coating sprayed by the jet spraying
1	SiC coated with 40% Ni		3	SiC coated with 40% Ni	
	Magnification ×200			Magnification ×200	
2	SiC granulated with 40% Ni		4	SiC granulated with 40% Ni	
	Magnification ×200			Magnification ×200	

Fig.4 A Typical microstructure of a cross-section which is parallel to the spraying direction, of as-sprayed coating sprayed by the low pressure plasma spraying and the jet spraying.

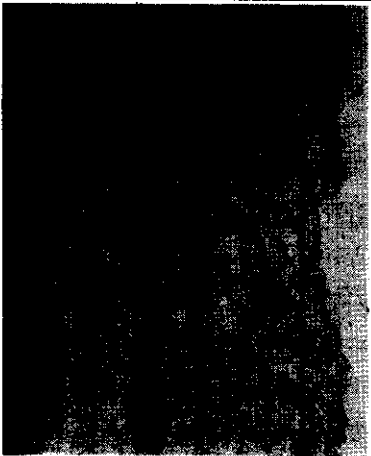
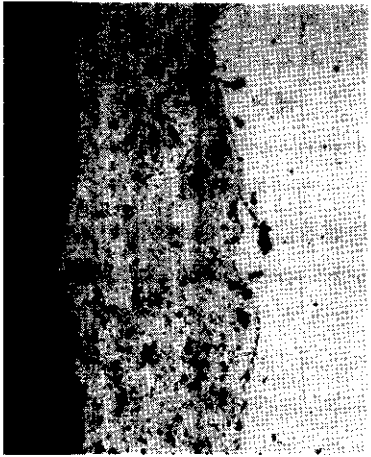
No	Sprayed Powder	Microstructure of typical coating sprayed by the low pressure plasma spraying	No	Sprayed Powder	Microstructure of typical coating sprayed by the jet spraying
1	17% Co - WC Magnification ×200		2	17% Co - WC Magnification ×200	
	Magnification			Magnification	

Fig.5 A Typical microstructure of a cross-section which is parallel to the spraying direction, of as-sprayed coating sprayed by the low pressure plasma spraying and the jet spraying.

Fig. 3 から 8% Y_2O_3 - ZrO_2 -40% Ni コーティング粉末の LPPS, JS による溶射皮膜の顕微鏡組織について見ると、両組織とも基地組織の中に ZrO_2 と推定される粒状と層状の組織が観察される。粒状、層状組織とも JS の溶射皮膜より LPPS の皮膜中に多く認められる。8% Y_2O_3 - ZrO_2 -40% Ni 造粒粉末の LPPS の溶射皮膜の顕微鏡組織では、基地組織の中にコーティング粉末の溶射皮膜の組織に比べきわめて多くの ZrO_2 と推定される細かい粒状と層状の組織がみられる。JS の溶射皮膜の組織ではほとんどを灰色の層状組織が占めるようになり、この組織に ZrO_2 と推定される粒状組織が混在した状態が観察される。JS の溶射組織と LPPS の組織では見かけ上はかなり異なった組織を呈している。

コーティング粉末と造粒粉末による相違点としては JS の溶射皮膜中の粒状および層状組織の量が LPPS の溶射皮膜に比較して著しく多く観察されることである。Fig. 4 から SiC-40% Ni コーティング粉末の LPPS, JS による溶射皮膜の顕微鏡組織についてみると、両組織とも良く似ておりグレイの基地組織に SiC と推定される大小の粒状組織が見られる。

気孔は LPPS 皮膜により多く観察される。造粒粉末の LPPS による溶射皮膜の顕微鏡組織は図に明らかかなように気孔が多くほとんどスポンジ状を呈している。このため非常に弱く 70g の粒子を噴射させるまでにすでに基材の SS400 相当材の表面が露出したため ACT-JP 試験ができなかった。SiC-50% Ni 造粒粉末の JS による溶射皮膜の顕微鏡組織は、SiC と推定される粒状と層状の組織が多く観察され、SiC-40% Ni コーティング粉末の溶射皮膜の組織と似ている。

Fig 5. から 17% Co-WC 粉末の LPPS, JS による溶射皮膜の顕微鏡組織についてみると、両組織とも基地組織中に WC と推定される粒状組織が見られる。

また、気孔も見られる。粒状組織は LPPS 皮膜に多くみられる。

3. 2 硬さ (ピッカース硬さ) 測定結果

Table 4 に LPPS, JS によって得られた溶射皮膜のピッカース硬さ測定結果を示す。

平均硬さについては後述する。測定結果の単純バラツキ、標準偏差値、変動係数についてみると、TiC-40% Ni コーティング粉末が最も大きく、TiC-40% Ni 造粒粉末、そして 17% Co-WC の LPPS による溶射皮膜の順となっている。TiC-40% Ni コーティング粉末の JS 溶射皮膜、8% Y_2O_3 - ZrO_2 -40% Ni コーティング粉末の JS 溶射皮膜、8% Y_2O_3 - ZrO_2 -40% Ni 造粒粉末の LPPS と JS 溶射皮膜、SiC-40% Ni コーティング粉末の LPPS と JS 溶射皮膜、SiC-40% Ni 造粒粉末の LPPS 溶射皮膜の単純バラツキ、標準偏差値、変動係数は他の溶射皮膜に比較しきわめて小さい値を示している。

溶射皮膜の硬さ測定結果の単純バラツキ、標準偏差値、変動係数の大小と組織とを対比してみると、基地組織に粗大な粒状の組織が存在していたり、また粒状組織や層状組織が少ない溶射皮膜のこれらの値は大きい傾向を示している。また、Table 4 の溶射皮膜の硬さの測定結果から硬さの高い溶射皮膜の単純バラツキ、標準偏差値、変動係数が大きいことは興味あることである。反面、これらの値が小さな溶射皮膜では粒子状組織が小さく、緻密な層状組織となっていると言える。

LPPS, JS によって得られた各溶射皮膜の平均ピッカース硬さを Fig. 6, 7 に示す。

Fig. 6 から LPPS によって得られた各溶射皮膜の平均ピッカース硬さは、17% Co-WC 粉末、TiC-40% Ni コーティング粉末、TiC-40% Ni 造粒粉末の溶射皮膜の順に HV 866, 857, 845 となっており、これらに次いで 8% Y_2O_3 - ZrO_2 -40% Ni コーティング粉末、8% Y_2O_3 - ZrO_2 -40% Ni 造粒粉末、SiC-40% コーティング粉末の溶射皮膜の順に HV 475, 323, 277 となっている。

Table4 Vikers hardness of coating

coating	spraying process	sample size	Vikers hardness					
			μ	Max.	Min.	R	σ	C
TiC coated with 40% Ni	LPPS	7	856.9	1,314	608	706	63.7	0.197
	JS	7	442	461	420	41	5.36	0.032
TiC granulated with 40% Ni	LPPS	7	844.6	1,113	615	498	58.2	0.182
	JS	7	634	798	520	268	39.9	0.166
ZrO ₂ -8%Y ₂ O ₃ coated with 40% Ni	LPPS	7	474.6	557	352	205	25.5	0.142
	JS	7	474	522	450	72	10.5	0.058
ZrO ₂ -8%Y ₂ O ₃ granulated with 40% Ni	LPPS	7	322.6	350	299	51	6.5	0.053
	JS	7	752	769	720	49	6.5	0.023
SiC coated with 40% Ni	LPPS	7	277	294	228	66	8.4	0.080
	JS	7	412	453	367	86	10.7	0.068
SiC granulated with 40% Ni	LPPS	6	277	294	228	66	8.4	0.080
	JS							
17%Co-WC	LPPS	7	865.6	1,060	701	359	55.5	0.170
	JS	5	871	1,006	680	326	27.3	0.083

Note :LPPS - Low pressure plasma spraying, JT - Jet spraying. μ - Mean value. σ - Standard error
C - Coefficient of variation. R - Range (Max. - Min.).

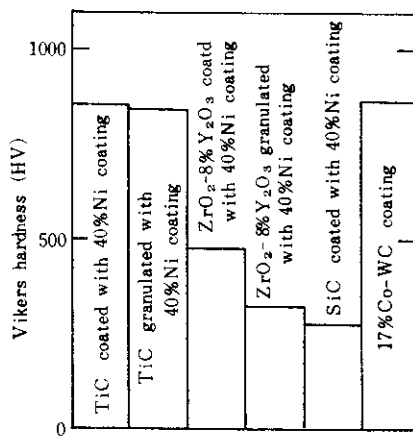


Fig.6 Vikers Hardness of coatings sprayed by the low pressure plasma spraying

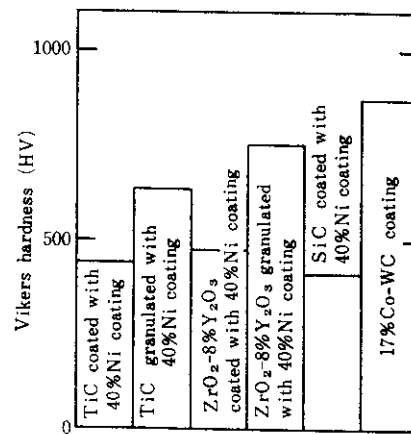


Fig.7 Vikers Hardness of coatings sprayed by the jet spraying

また、LPPSでは造粒粉末よりコーティング粉末の溶射皮膜の硬さが高い傾向がみられる。

組織と硬さは測定結果を対比してみると、粒状組織が見られ層状組織の不明瞭なもの硬さが高いと言える。

Table 4 の溶射皮膜の硬さの測定結果から硬さの高いものの単純バラツキ、標準偏差値、変動係数は大きい点は興味あることである。

JSによって得られた各溶射皮膜の平均ピッカース硬さはFig. 7 に示す。

JSによって得られた各溶射皮膜の平均ピッカース硬さは、17% Co - WC, 8% Y_2O_3 - ZrO_2 - 40% Ni 造粒粉末, TiC - 40% Ni 造粒粉末の順にHV871, 752, 634となっており、これらに次いで8% Y_2O_3 - ZrO_2 - 40% Niコーティング粉末, TiC - 40% Niコーティング粉末, SiC - 40% Niコーティング粉末の溶射皮膜の順にHV474, 442, 412と低くなっている。

17% Co - WC粉末の溶射皮膜は別として、組織と硬さ測定結果を対比してみると、JSの溶射皮膜の硬さは粒状組織が少なく緻密な層状組織のものが高い硬さを示していることが分かる。

また、Table 4 の溶射皮膜の硬さの測定結果から硬さの高いものの単純バラツキ、標準偏差値、変動係数は、LPPS溶射皮膜に比べて小さい値となっている点とコーティング粉末より造粒粉末の溶射皮膜の硬さが高い傾向がみられた点は興味あることである。

3. 3 ACT-JP 試験結果と表面形態観察結果

LPPSおよびJS溶射皮膜のACT-JP試験結果をFig. 8, 9 に示す。これらの図に示されるようにコランダム吹付け回数と溶射皮膜の摩耗による重量減少量間には直線関係が成り立つことが明らかになった。

LPPS溶射皮膜の摩耗による重量減少量はFig. 8 からTiC - 40% Ni造粒粉末の溶射皮膜が最も少なく、これに続いて8% Y_2O_3 - ZrO_2 - 40% Ni造粒

粉末, TiC - 40% Niコーティング粉末, 8% Y_2O_3 - ZrO_2 - 40% Niコーティング粉末の溶射皮膜の順に少なくなっている。

しかし、これらの溶射皮膜間の摩耗による重量減少量の著しい差は認められなかった。17% Co - WC粉末の溶射皮膜の重量減少量は先の3種の溶射皮膜に比べ多くなっており、SiC - 40% Niコーティング粉末の溶射皮膜の重量減少量は急増しており最も多いことが分かった。

JS溶射皮膜の摩耗による重量減少量はFig. 9 からTiC - 40%造粒粉末の溶射皮膜の減少量が最も少なく、これに続いて8% Y_2O_3 - ZrO_2 - 40% Niコーティング粉末と17% Co - WC粉末, TiC - 40% Niコーティング粉末の溶射皮膜の順となっており、これらの溶射皮膜間の重量減少量に著しい差は認められなかった。しかし、8% Y_2O_3 - ZrO_2 - 40% Ni造粒粉末の溶射皮膜の摩耗による重量減少量は比較的多く、また、LPPSと同じようにSiC - 40% Niコーティング粉末の溶射皮膜の重量減少量が最も多いことが分かった。

溶射方法、減量粉末の形態の相違と溶射皮膜の摩耗による重量減少量間の相関性を検討するために整理したのがFig. 10, 11, 12である。

TiC系粉末の溶射皮膜では、Fig. 10からLPPSによる溶射皮膜の重量減少量がJSによる溶射皮膜より少なく、また、造粒粉末溶射皮膜の重量減少量がコーティング粉末溶射皮膜より少ないことが分かった。

8% Y_2O_3 - ZrO_2 系粉末の溶射皮膜では、Fig. 11からLPPSによる溶射皮膜の重量減少量がJSによる皮膜より少ないことが分かった。また、LPPSによる溶射皮膜では、造粒溶射皮膜の重量減少量がコーティング粉末より少ないが、JSによる溶射皮膜では、コーティング溶射皮膜の重量減少量の方が造粒粉末溶射皮膜より少ないことが分かった。

Fig. 12に示すようにSiC - 40% Niコーティング粉末と17% Co - WC粉末の溶射皮膜ではTiC系粉

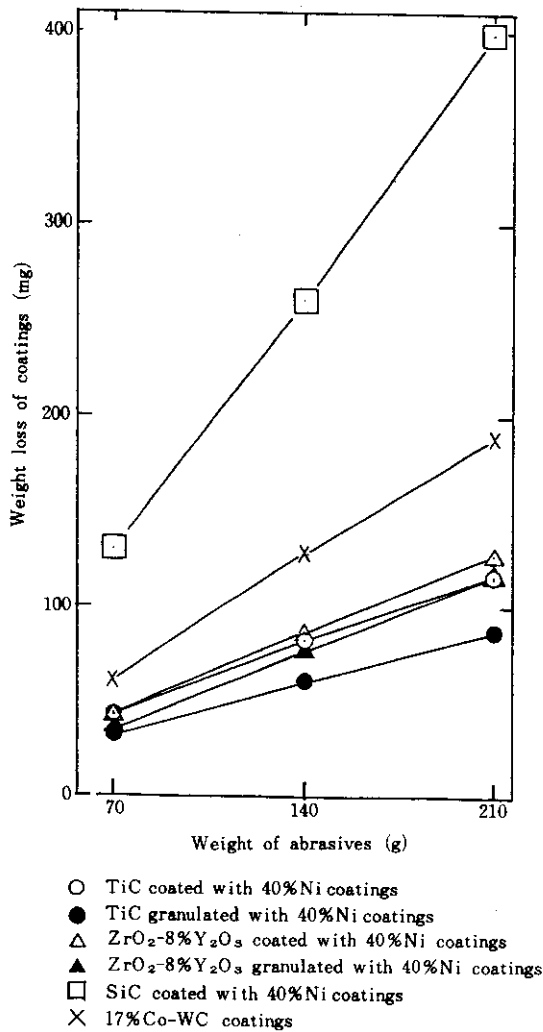


Fig.8 Relationship between weight loss of coating and weight of abrasives in the ACT-JP test for coatings sprayed by the low pressure plasma spraying

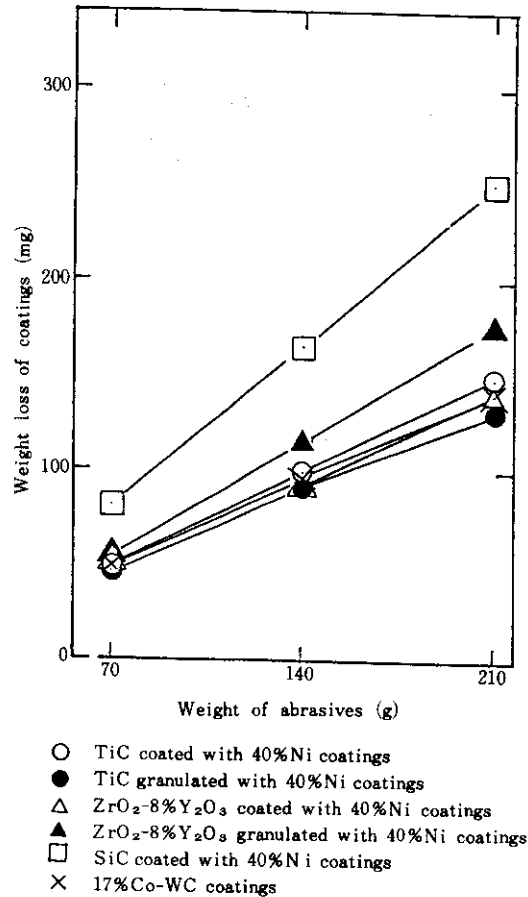


Fig.9 Relationship between weight loss of coating and weight of abrasives in the ACT-JP test for coatings sprayed by the jet spraying

末、8% Y₂O₃-ZrO₂系粉末とは異なってJSによる溶射皮膜の摩耗減少量がLPPSによる溶射皮膜より少なかった。

ACT-JP試験後の溶射皮膜の表面形態のSEM

による観察結果の例として8% Y₂O₃-ZrO₂-40% Ni造粒粉末および17% Co-WC粉末のLPPSによる溶射皮膜についてFig.13に示す。

材料に粉体が衝突して生じる摩耗はエロージョ

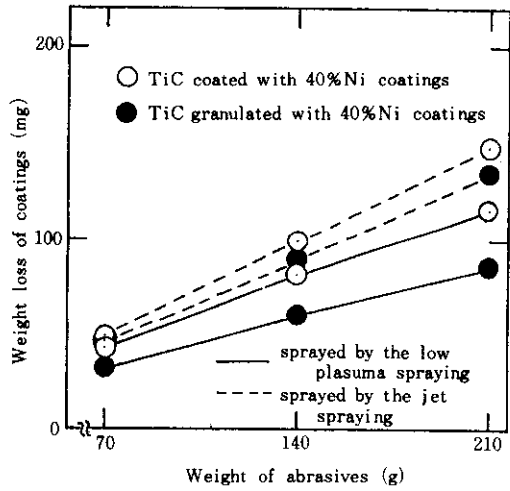


Fig.10 Comparison between weight loss of coating and weight of abrasives in the ACT-JP test for TiC coated with 40 % Ni coatings and TiC granulated with 40 % Ni coatings sprayed by the low pressure plasuma spraying and the jet spraying

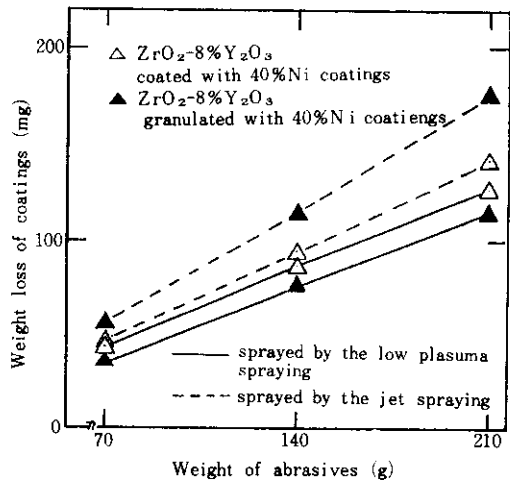


Fig.11 Comparison between weight loss of coating and weight of abrasives in the ACT-JP test for ZrO₂-8%Y₂O₃ coated with 40% Ni coatings and ZrO₂-8%Y₂O₃ granulated with 40% Ni coatings sprayed by the low pressure plasuma spraying and the iet spraying

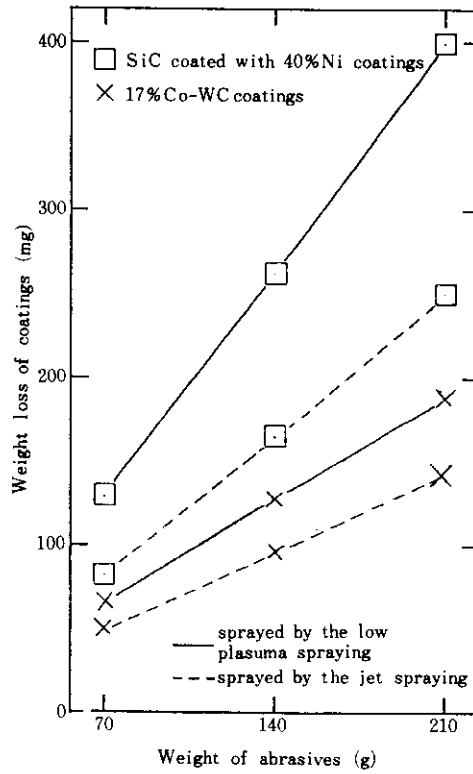


Fig.12 Comparison between weight loss of coating and weight of abrasives in the ACT-JP test for SiC coated with 40 % Ni coating, SiC granulated with 40 % Ni coating and 17% Co - WC coating sprayed by the low pressure plasma spraying and the jet spraying



Powder	Surface morphologies of coating sprayed by LPPS after ACT-JP test
<p>ZrO₂ - 8% Y₂O₃ granulated with 40% Ni</p>	
<p>Magnification</p>	
<p>× 0.75 × 2000</p>	
<p>17% Co - WC</p>	
<p>Magnification</p>	
<p>× 0.75 × 2000</p>	

Fig.13 Surface morphologies of coating sprayed by LPPS after ACT-JP test

ンと言われ、ACT-JP試験のように材料に乾燥粉体の衝突により生じる摩耗は更にドライサンドエロージョンと定義されている。

ドライサンドエロージョンによって生じる傷の種類として引っかき傷と押し込み傷の二つが挙げられている。この観点より全ての溶射皮膜のACT-JP試験後の表面の観察を行った。Fig.13に示す8% Y_2O_3 - ZrO_2 -40% Ni造粒粉末のLPPS溶射皮膜に見られるように全部の溶射皮膜に噴射粒子の引っかきによって生じたと考えられる無数の傷が認められた。この傷はNi上に生じたものと判断される。傷の発生状況と各溶射条件、溶射粉末の違いによる顕著な区別は無いが、LPPSによるSiC-40% Niコーティング粉末の溶射皮膜上の引っかき傷は他の溶射皮膜に比べると少なかった。

17% Co-WC粉末のLPPSによる溶射皮膜には金属の延性破面に特有のデンプルパターンが観察されたが、他の溶射皮膜には全く観察されなかったパターンであり興味ある点である。

噴射粒子の押し込みによる傷の有無については、溶射皮膜中に炭化物、酸化物や気孔が含まれているため判別が難しく確認できなかった。

3. 4 溶射皮膜の硬さとACT-JP試験での摩耗による重量減少量との相関性について

溶射皮膜の硬さとACT-JP試験による重量摩耗減少量との間に一定の相関性が成立するか否かを検討するために溶射皮膜の硬さとACT-JP試験での3回の粒子噴射の累計重量摩耗減少量について表したのがFig.14, 15である。Fig.14はLPPSによる溶射皮膜、Fig.15はJSによる溶射皮膜に関する図である。

Fig.14, 15から明らかなように硬さと今回のACT-JP試験条件における摩耗による重量減少量との間に相関性は認められない。今回の溶射皮膜はセラミックスと金属の複合材料であり、広義にはサーメットと言え、純粋なセラミックス、金属のエロージョンとは異なった過程を経て摩耗するため一定

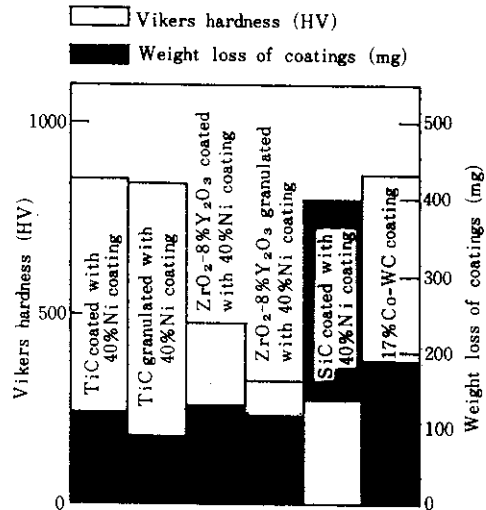


Fig.14 The Vickers hardness of coatings sprayed by the low pressure plasma spraying and weight loss of coatings at 210g of weight of abrasives in the ACT-JP test

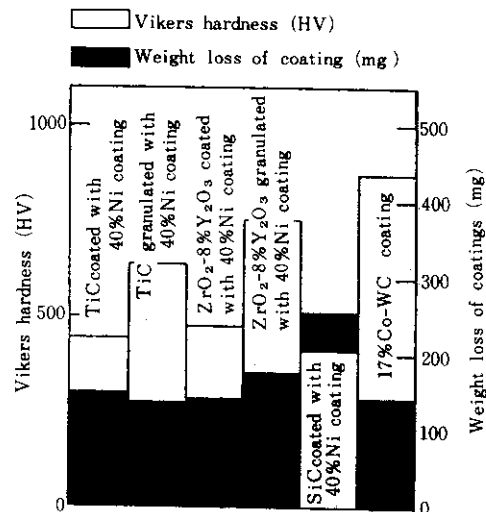


Fig.15 The Vickers hardness of coatings sprayed by the jet spraying and weight loss of coatings at 210g of weight of abrasives in the ACT-JP test

の相関性が成立しなかったと考えられる。

噴射角度等を検討することで硬さと良い対応を示す条件が存在する可能性は期待できる。

4 おわりに

本研究で次のことが明らかになった。

(1) 溶射皮膜の組織については、溶射方法によってTiC, SiCの炭化物やZrO₂などの酸化物が粒状組織として存在し、これらの粒径はジェット溶射皮膜の方がLPPS皮膜より小さい傾向がみられた。

また、層状組織も見られたがこの組織もJSによる皮膜の方が多く緻密な傾向がみられた。そのほか、各溶射皮膜に気孔も観察された。

(2) 溶射膜の硬さの測定結果の単純バラツキ、標準偏差値、変動係数と組織を対比すると基地組織に粗大な粒状組織が存在したり、粒状組織や

層状組織の少ない皮膜の値が高い傾向が見られた。

(3) 平均硬さの高い皮膜ほど単純バラツキ、標準偏差値、変動係数が大きい傾向がみられた。

(4) ACT-JP試験においてコランダム吹き付け回数と摩耗による皮膜の重量減少量間には直線関係が成立することがわかった。

(5) ACT-JP試験後の皮膜の表面には、無数の引っかき傷が認められた。押し込み傷は観察できなかった。17%Co-WC粉末のLPPSの皮膜にはディンプルパターンが観察された。

(6) 溶射皮膜の硬さとACT-JP試験による摩耗重量減少量間に相関性は認められなかった。

この研究の一部は平成元年度の大阪大学溶接工学研究所の共同研究員制度によって行ったものである。