

7.2 Al₂O₃-TiO₂系セラミックスのプラズマ溶射皮膜の組織観察

柴田 周治 藤川 貴朗

1. はじめに

セラミックス溶射材料であるAl₂O₃にTiO₂を添加すると、融点が下がる(40%TiO₂含有Al₂O₃約2113K、純Al₂O₃2288K)ため、溶射しやすく、溶射皮膜の密着性が上がることが期待される。本研究ではTiO₂量を2%、13%、40%と変化させて、大気圧下及び減圧下でプラズマ溶射した時の皮膜の特性を調査することを目的とし、本試験場ではプラズマ溶射皮膜の組織観察を行った。

2. 実験方法

溶射を行う基材は、50×50×6mm板状、材質は軟鋼(SS400)とした。大気、減圧プラズマ溶射とも、下地溶射としてNi-Cr-Al粉末を膜厚で約0.2mm施し、その上に、Al₂O₃-TiO₂系セラミックス粉末を溶射して、膜厚0.3~0.5mmの皮膜を形成した。セラミックス粉末の溶射条件を、大気プラズマは、雰囲気圧力730torr、溶射距離80mm、減圧プラズマは、雰囲気圧力200torr、溶射距離220mmとした。

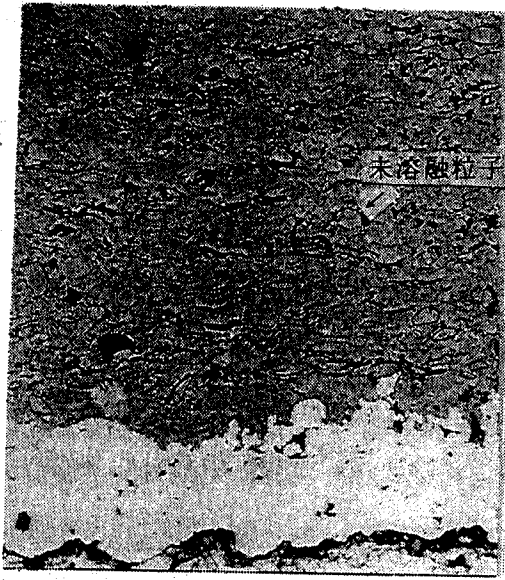
組織観察は、試験片の表面を電子顕微鏡で、溶射皮膜断面の組織を光学顕微鏡及び電子顕微鏡により観察した。さらに、断面の組織について、溶射皮膜の主構成元素であるAl、Tiの分布状況を調べるため、電子線マイクロアナライザーによる面分析を行った。

3. 実験結果及び考察

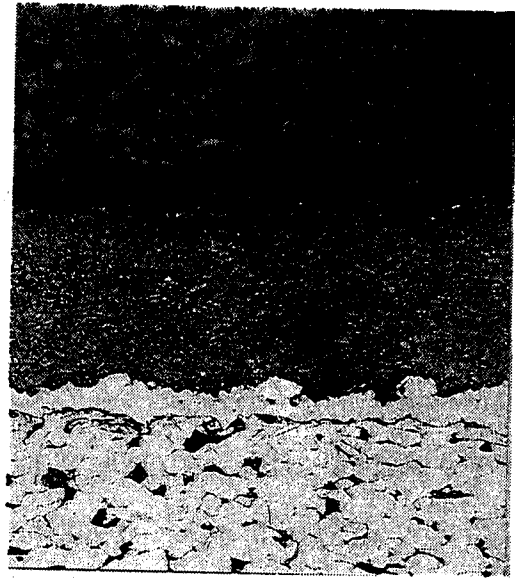
図1にTiO₂含有量を変化させて大気プラズマ溶射及び減圧プラズマ溶射した皮膜断面の光学顕微鏡組織(撮影倍率×200)を、図2に13%のTiO₂を含有した溶射表面の電子顕微鏡組織(撮影倍率×1000)を示す。

図1より大気、減圧プラズマ溶射ともTiO₂含有量2%及び13%のものは原料粉末の粒子形状とほとんど変わらない未熔融粒子が観察されるのに対し、40%TiO₂含有のものは未熔融粒子が少なくなっていた。これは、TiO₂含有量の増加により粒子の融点が低下し、十分に熔融された状態で溶射されたためと考え

2%
TiO₂



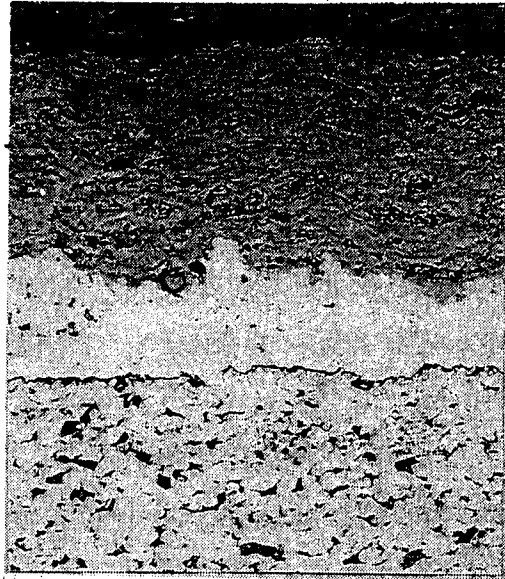
2%
TiO₂



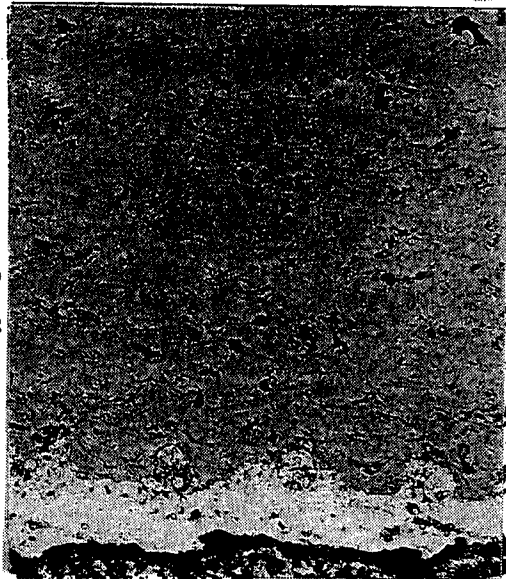
13%
TiO₂



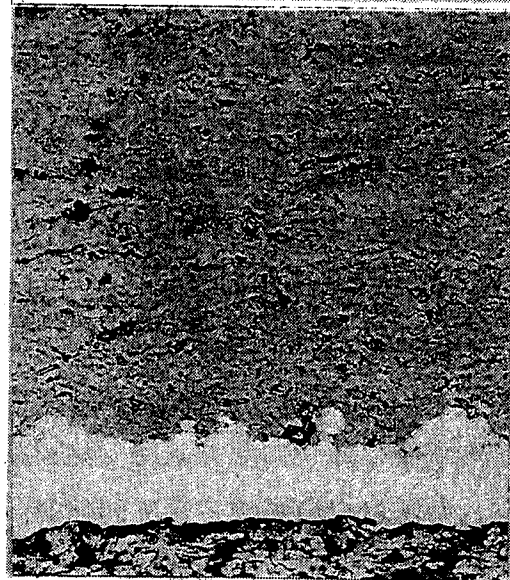
13%
TiO₂



40%
TiO₂



40%
TiO₂



大気プラズマ溶射(溶射距離80mm)

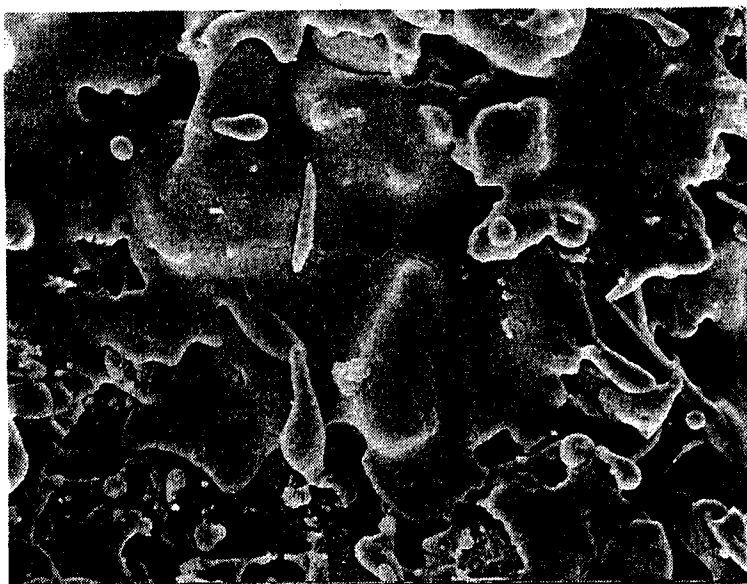
減圧プラズマ溶射(溶射距離220mm)

0.05mm

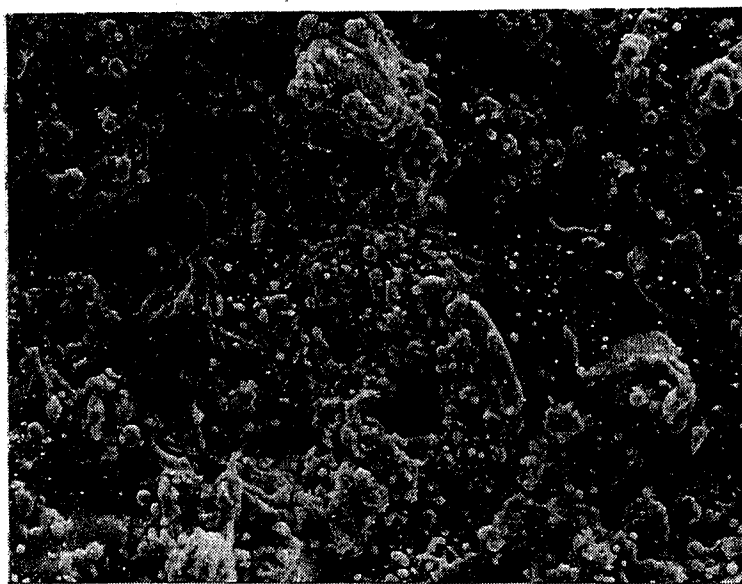
図1 溶射皮膜の断面組織

られる。

図2より大気プラズマ溶射した皮膜の表面は、熔融軟化した原料粉末が基材に吹き付けられて偏平に付着しており、断面観察によりこれが積層されていく様子が観察された。一方、減圧プラズマ溶射した皮膜は、大気プラズマ溶射による皮膜に比べて原料粉末がより細かくなって付着していた。これは、減圧プラズマによって高速に加速され熔融軟化した原料粉末が基材に溶射される際に細かく砕けたものと思われる。



大気プラズマ溶射(溶射距離80mm)



減圧プラズマ溶射(溶射距離220mm)

10 μ m

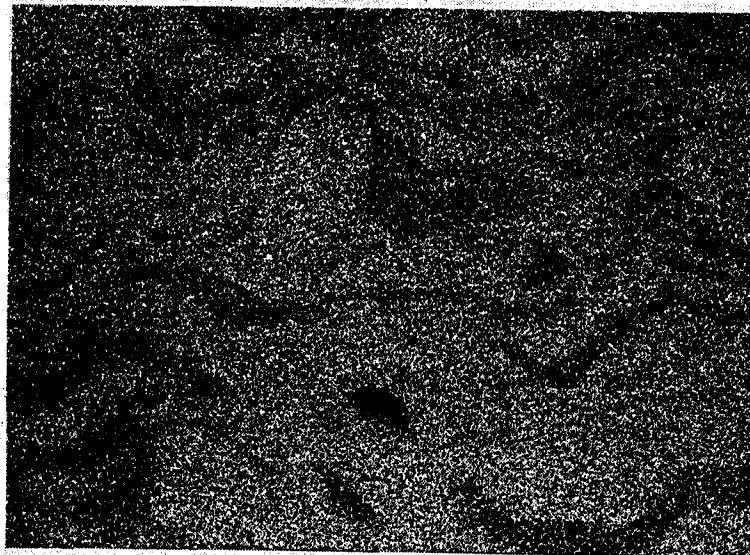
図2 溶射皮膜の表面状態
(TiO₂13%)

図3に13% TiO_2 含有のものを大気プラズマ溶射した時の溶射皮膜断面の電子顕微鏡写真(SEM)及びAlとTiの面分析結果を示す。溶融して基材に対し偏平に積層した溶射皮膜はAl、Tiの濃度に差が見られることから、原料粒子の化学組成が均一でないことを示している。また、未溶融粒子には、Alが多く、Tiが少ない。これは、粒子の融点が高いため十分に溶融されず未溶融粒子として残ったものと思われる。

さらに、電子顕微鏡観察から、皮膜には急熱、急冷により生じたと思われる多



SEM像



Al



Ti

図3 大気プラズマ溶射皮膜断面のSEM像及び Al、Tiの面分析結果(13% TiO_2 溶射距離80mm)

10 μm

数のクラックが存在しており、これが、耐食性、耐摩耗性など皮膜の性状に少なからず影響するものと考えられる。

4. ま と め

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ 系セラミックスのプラズマ溶射皮膜を組織観察した結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 大気、減圧プラズマ溶射とも TiO_2 含有量が増すとともに、未溶融粒子が少なくなり、粒子が偏平に積層して皮膜を形成した。
- (2) 減圧プラズマ溶射では、粒子の大きさが細かくなった。
- (3) 未溶融粒子には、Al が多く含有しており、粒子の融点が高いために十分に溶融されなかった。
- (4) 溶射皮膜には、溶射時の急熱、急冷により生じたと思われる多数のクラックが存在していた。

なお、本研究は、豊田工業大学及び関連企業の協力を得て、工業技術院名古屋工業技術試験所の指導のもとに、東海北陸地方公設試験研究機関の機械金属関係研究者の共同研究の一部として実施したものであり、関係各位に謝意を表す。

研究の全容については、東海北陸地方工業技術連絡会議機械金属部会 機械性能研究会・熱処理技術研究会報告書 セラミックスの溶射の皮膜に関する研究（第3報）としてまとめられている。