

319 電気メッキによるセラミックス溶射皮膜物性の改善に関する研究(1)

—セラミックス溶射皮膜の電気メッキ特性—

大阪大学溶接工学研究所

荒田吉明 大森 明

〃

永山力人 川村博之

大阪大学大学院

○ 李 長久

1. 緒言 セラミックス溶射皮膜は偏平したセラミックス粒子の積層により形成されている。皮膜と素材との界面及びセラミックス粒子間に未接合部が存在しており、気孔として皮膜中に認められる。そのために皮膜が引張荷重を受けた場合、未接合部に沿ってき裂が進展したり、大気中湿潤環境下において素材まで貫通している気孔を通して素材が腐食される。その改善方法として現在樹脂による封孔処理が施されている。しかし、使用環境が高温の場合樹脂による封孔処理では不十分である。それゆえにセラミックス粒子間特に気孔に金属を充填しセラミックス—金属の複合により、皮膜物性(耐腐食性など)を改善すると同時に新機能を付与することが可能であると考えられる。本研究では、電気メッキによるセラミックス粒子間への金属の充填について検討し、セラミックス溶射皮膜の電気メッキ特性について報告する。

2. 実験方法及び供試材料 セラミックス溶射皮膜はプラズマ溶射装置 Plasmadyne Mach1を用い、一定の条件で作成した。素材SS41鋼に溶射した Al_2O_3 皮膜と ZrO_2 皮膜は電気メッキに使用した。これらの皮膜と銅をそれぞれ陰極と陽極として、その電流密度を一定にしてシアン化銅水溶液により銅メッキを行った。シアン化銅メッキ浴は一定の温度に保持されている中濃度のものを使用した。

3. 実験結果及び考察 図1は約 $40\mu m$ の Al_2O_3 溶射皮膜に陰極電流密度を $1mA/cm^2$ と

一定にして、それぞれ2時間、4時間、6時間でメッキを行った試片の断面組織を示す。図より銅は表面から素材までの貫通気孔を通して皮膜と素材の界面から析出しており、セラミックス皮膜粒子間の未接合部が銅により充填されていることが認められる。図2はメッキ前の皮膜断面構造及び陰極電流密度 $1mA/cm^2$ で6時間メッキした試片の断面のSEM写真とEDX分析によるCuの分布状態を示す。銅が気孔としての皮膜粒子間のみ充填されており、その分布は界面から皮膜の表面まで局部的に存在していることが認められる。銅メッキ前後の皮膜組織から偏平したセラミックス粒子間において未接合部分がかなり多く存在していることが、銅の存在場所からより明確にされた。皮膜中での多量の未接合部分の存在から現在一般に使われているセラミックス溶射皮膜をさらに改善することが必要であると考えられる。溶射皮膜のメッキに及ぼす電流密度の影響を検討するため電流密度を $5mA/cm^2$ とし電流量が図1(c)と同じ条件でメッキした試片の断面の組織を図3に示す。図に示されるように電流密度が高くなると金属銅は局部的に皮膜表面に速い速度で析出する

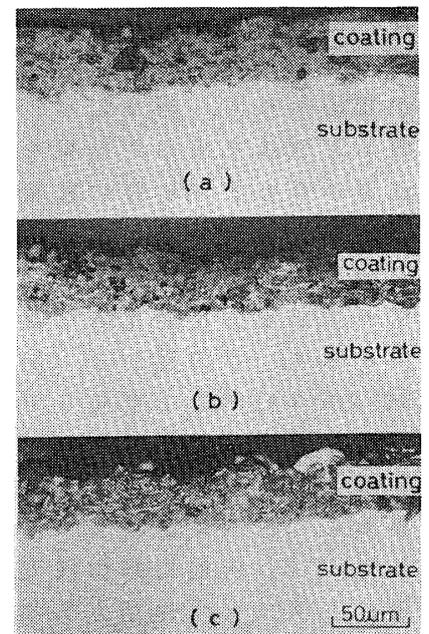


図1 $1mA/cm^2$ の電流密度においてメッキ時間による Al_2O_3 溶射皮膜の断面組織変化 (a)2時間,(b)4時間,(c)6時間

のが認められる。図4は銅メッキされた ZrO_2 溶射皮膜の断面組織と銅のEDX分析結果の一例を示す。図1及び図2と比較するとメッキ金属の皮膜中への充填状態はセラミックスの種類により異なることが認められる。この原因としてセラミックス粒子の扁平状態及びそれによる皮膜中の気孔の形状及び大きさなどによるものと考えられる。図5は Al_2O_3 溶射皮膜について測定した、メッキした試片の3.5%NaCl水溶液中でのアノード分極曲線の一部を示す。比較のため図中に素材SS41鋼、メッキ前の溶射試片及び銅自身のアノード分極曲線を示した。図から分極曲線において、メッキされていないセラミックス溶射試片に対して銅メッキされた試片の電流密度は減少しており銅メッキにより皮膜の腐食性の改善が認められる。図6は分極測定後の銅メッキ皮膜の断面組織を示す。メッキされていない試片ではアノード分極中電位が約-200 mV以上になると皮膜の素材からはく離が生じるのに対し、図6に示した試片では銅メッキ皮膜では、はく離が認められなかった。以上の結果から電気メッキによりセラミックス溶射皮膜の気孔中に金属を充填することが可能で金属とセラミックスの複合皮膜の作成により皮膜物性の改善が期待される。

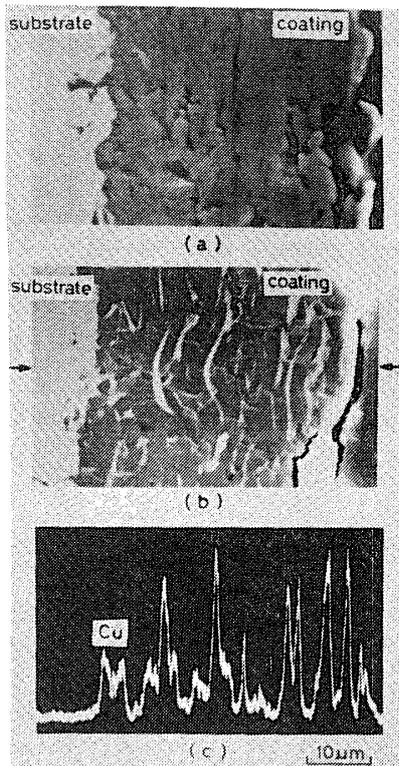


図2 Al_2O_3 溶射皮膜の電気メッキ前後の組織変化 (a)メッキ前 (b)メッキ後, (c) (b)での矢印で示す線上のCuのEDX分析結果

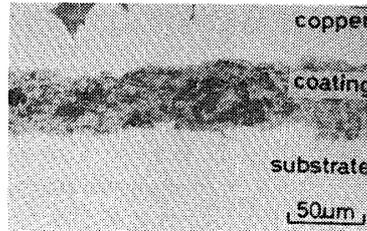


図3 電気メッキした Al_2O_3 溶射皮膜断面組織の例 (電流密度: $5mA/cm^2$, 時間: 72min)

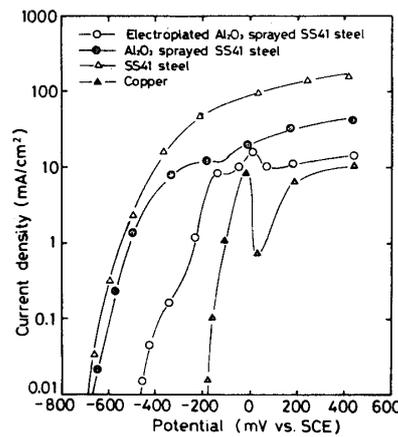
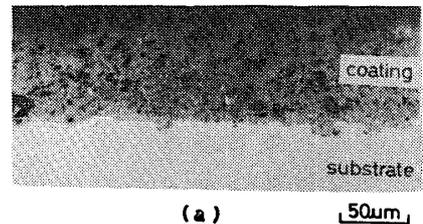
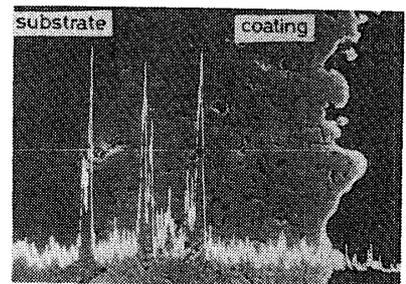


図5 各種試片の3.5%NaCl水溶液中のアノード分極曲線

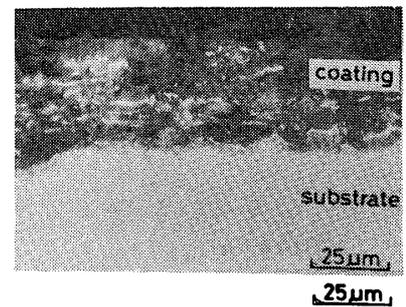


(a) $50\mu m$



(b) $25\mu m$

図4 電気メッキした ZrO_2 溶射皮膜断面組織(a)及びCuのEDX分析結果の一例



$25\mu m$

図6 図5に示した分極曲線を測定した電気メッキ Al_2O_3 溶射皮膜の断面組織