

高性能アルミナ溶射皮膜の開発

はじめに

プラズマ溶射法によって形成されるアルミナ溶射皮膜は、耐摩耗性、耐腐食性および耐絶縁性に優れています。これらの特性を利用して、製紙ロールなど各種の搬送用ロール、ポンプ用部品などの機械部品や半導体製造装置の静電チャックなどに適用され、装置の長寿命化、生産現場における作業性の改善やコスト削減に貢献しています。最近、EUが製品含有化学物質規制 WEEE 指令と RoHS 指令を準備するなどの動きが見られ、有害物質の使用削減に対する具体策がもとめられています。表面処理技術では有害な廃液などを発生しないドライプロセスが注目されるようになっており、膜厚が数十ミクロン以上の皮膜や被加工物が大面积の表面処理には溶射技術の導入が増加しています。アルミナ溶射皮膜は有害な重金属などを含有せず、溶射材料コストも低価格であることから、今後さらなる需要の増加が期待されています。

アルミナ溶射皮膜の高性能化への取り組み

当研究所においては、図1に示すプラズマ溶射装置を用いて、アルミナ溶射皮膜の高性能化に取り組んでいます。

アルミナ溶射皮膜の技術課題として下地溶射皮膜があります。アルミナ溶射皮膜を鉄鋼材料などに直接溶射した場合は密着力が弱く、密着力を改善するために基材とアルミナ溶射皮膜の間に下地溶射皮膜が施されています。この下地溶射皮膜の材料としてニッケル・クロム合金やニッケル・アルミ合金などが多く用いられていますが、これらの合金は重金属を含有しています。また、これらの下地溶射皮膜を施工しても密着力が低いために、負荷荷重の高い部位へのアルミナ溶射皮膜の適用は困難です。さらに、現状のアルミナ溶射皮

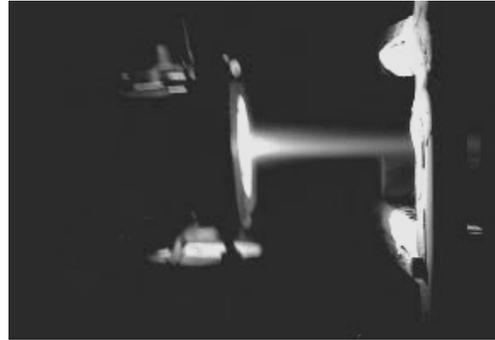


図1 プラズマ溶射

膜には多くの亀裂や気孔が存在しており、腐食環境下の使用においては亀裂を介して基材が腐食することも問題となっています。

今回、環境負荷の少ない軽金属を材料とする下地溶射皮膜を新たに考案し、密着力と耐腐食性に優れたアルミナ溶射皮膜を開発したので報告します。

チタンとアルミによる下地溶射皮膜

下地溶射皮膜の溶射材料として軽金属であるチタンとアルミの混合粉末の使用を検討しました。チタンとアルミは共に軽金属であり、比較的に人体および環境に対して安全であると考えられています。

チタンは酸素や窒素と反応を起こしやすく、溶射中に $Ti(N, O)$ 、 $TiN_{0.3}$ などを生成します。これらのチタン化合物は硬く耐腐食性にも優れているのですが、図2に示すように皮膜の内部に気孔や亀裂が多いことが欠点でした。

そこで、チタン粉末とアルミ粉末の混合粉末を溶射したところ、チタンの溶射皮膜にあった気孔や亀裂の部分にアルミが充填されることで緻密な皮膜が形成できました。また、チタン粉末とアルミ粉末の混合割合を変化させて密着力を調べましたが、チタン粉末とアルミ粉末の割合を1:1で混合して溶射した

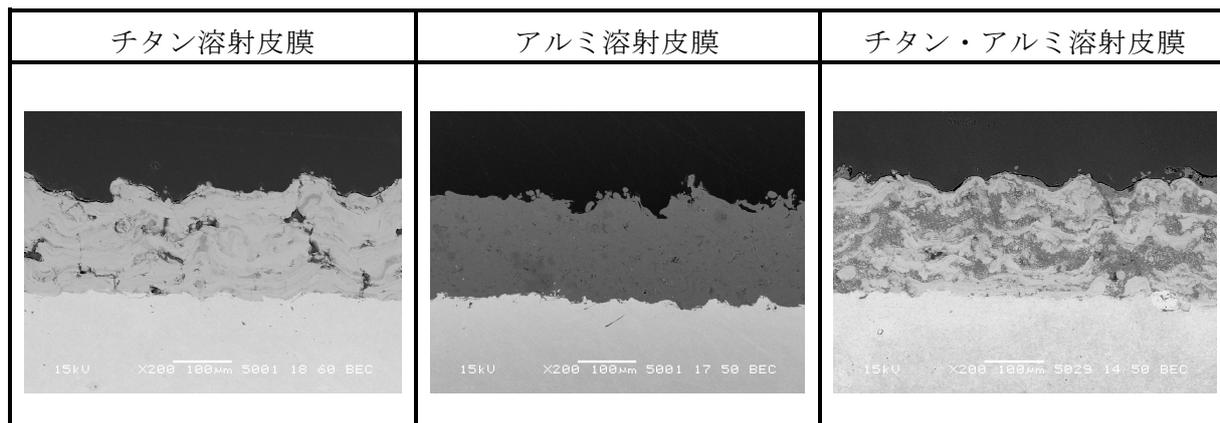


図2 チタン、アルミとチタン・アルミ溶射皮膜の断面

皮膜が最も密着力の高いことがわかりました。アルミ粉末もしくはチタン粉末を単独で溶射した皮膜よりもチタン・アルミ混合粉末による皮膜の密着力は高くなっており、約 60 MPa の密着力が得られました。

チタン・アルミ下地溶射皮膜によるアルミナ溶射皮膜の特性

チタン・アルミ下地溶射皮膜を施したアルミナ溶射皮膜の断面写真を図3に示します。この皮膜の密着力は約 60 MPa を示し、従来のニッケル・クロム合金を下地溶射皮膜とした場合の 43 MPa*よりも高い値が得られました。また、この溶射皮膜の耐腐食性を塩水噴霧試験により評価した結果、噴霧時間 500 時間において皮膜表面の一部に白錆の発生が認められ、1000 時間においては若干の赤錆、黒錆および水酸化アルミニウムによると思われる透明のゼリー状物の存在が認められました。さらに、1500 時間において一部に赤錆が認められましたが、表面は概ね白色を呈していました。一方、アルミナ溶射皮膜の下地溶射皮膜としてニッケル・クロム合金(クロム含有量 20 mass%)粉末を溶射した従来技術による溶射皮膜では、噴霧時間 100 時間で表面に赤錆が認められ、200 時間で表面全体に赤錆が発生しました。また、チタン粉末単独で溶射した皮膜にも同様に赤錆発生が認められました。

このように、チタン・アルミ溶射皮膜を下

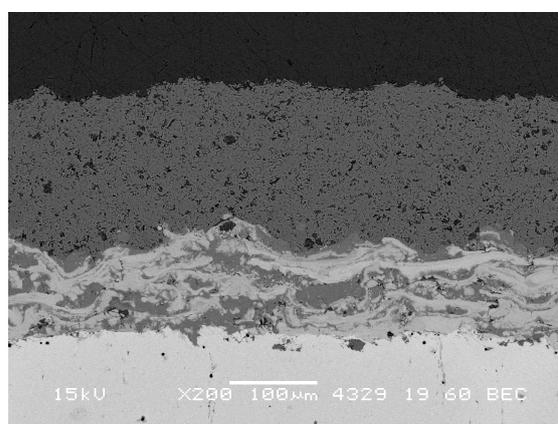


図3 チタン・アルミ下地溶射皮膜を用いたアルミナ溶射皮膜

地皮膜とするアルミナ溶射皮膜は密着力と耐腐食性が共に優れていることが明らかとなりました。

おわりに

紹介した重金属を含有しないアルミナ溶射皮膜は耐摩耗・耐腐食を必要とする多くの用途に適用が期待できます。現在、本研究により開発した技術は特願 2005-25005「金属基材用保護皮膜、その形成方法及び保護皮膜付き金属基材」として出願中です。

また、プラズマ溶射装置に関しては、テクニカルシート No. 03022「溶射装置」をご覧ください。

* 当所において作製した溶射皮膜の測定値