

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 濱谷秀樹

本論文は「新規溶射プロセスによる高強度被膜形成に関する研究」と題し、従来溶射法では不可能であった高強度・高密着強度を有する溶射被膜の形成を、主としてハイブリッドプラズマ溶射法および電子ビームによる被膜のフュージング処理法によって可能とし、その工業化を図った研究をまとめたものである。

溶射技術は素材表面の耐摩耗性、耐熱性、耐食性、耐酸化性を向上させるために用いられており、その応用分野は航空、自動車、電力、鉄鋼などの重工業から半導体分野、さらには生体工学分野に広がりつつある。しかしながら、現状の技術では溶射材特有の積層被膜構造によって粒子・基材、あるいは粒子・粒子間の接合強度が高々30MPa程度と低く、多様な構造材への適用が困難である。本研究の目的はこの課題を解決するため、溶射プロセスの基礎に基づいた新規な溶射プロセスを提案・検証することにある。論文は6章から成り立っている。

第一章では、溶射技術の歴史、適用現状、研究開発動向を概説し、本研究の動機と目的について述べている。

第二章では、新規な溶射プロセス提案を目的に、プラズマジェットの温度・速度計測から、プラズマ溶射ガン構造の設計指針およびプラズマ作動条件を導出するとともに、溶射粒子の変形・凝固・接合機構の解析についても論じている。温度計測では、レーザー吸収法とレーザー誘起蛍光法を比較し、レーザー吸収法は装置構成が単純でスペクトル強度も高く、溶射条件でのプラズマ温度の相対比較には適しているが、精度の点でレーザー誘起蛍光法が優れているとしている。また速度計測では、二点間のプラズマ変動伝播時間からプラズマジェットの速度を計測する手法を新たに開発して適用している。これらのプラズマ診断結果に基づき、最適ノズル形状および作動条件導出法について論じた。また、溶射粒子の変形・凝固・接合機構の解析では、原子レベルで接合機構を解析し、従来唱えられている機械的なアンカリング効果や拡散効果とは異なる観点から接合機構を検討している。特に、基板と被膜、粒子同士の接合界面には整合性の高いエピタキシャルな接合の存在を見だし、このエピタキシャルな接合を促進するには熱移動の観点から溶射粒子径を大きくすることが有効であることを実証している。

第三章では前章で得られた指針を基に、新たな溶射法として高周波プラズマに直流(DC:Direct Current)プラズマを重畳させたハイブリッドプラズマ溶射法(HYPS:Hybrid Plasma spraying)を開発し、皮膜の強度特性を検証している。HYPSによって従来適用外であった大粒径粒子の溶射が可能となり、それにより緻密

で高密着強度の被膜形成ができること実験室レベルで見出し、更なる大粒径粒子溶射を検討するため、世界最大級規模の 300kW HYPS を開発した。本装置により、平均粒径 $150\mu\text{m}$ の Co 基合金溶射を行い、被膜強度；1300MPa、密着強度；250MPa の高強度被膜形成を実証した。

第四章では、本研究で開発した溶射法の工業化の一環として、HYPS ならびに HVOF (High Velocity Oxygen Fuel)溶射を、熱間押出ダイスや連続铸造用モールドへ展開した結果を論じている。熱間押出ダイス表面に、従来溶射被膜では剥離が生じ適用不可能であった室温硬度 600 程度で高温硬度の高い Stellite 1、Triballoy 800 の被膜を形成し、損傷量を従来品の 1/3 程度に軽減した。また、HVOF において、NiCr-Cr₃C₂、Hastelloy C+WC、および Inconel 625+WC 等の溶射粉末材料を開発し、連続铸造用モールドの内壁被服により使用寿命を従来の 2-3 倍程度向上させるなど、実機部材への溶射適用を実現した。

第五章では、電子ビーム被膜のフュージング処理技術の開発について述べている。溶射被膜と基板の接合強度は一般に被膜の硬度の増加とともに高くなるが、フュージング処理により被膜は金属的結合が界面強度を支配するため被膜硬度の影響が低減され、密着強度；350MPa の被膜が得られることを明示し、圧延ロールなど過酷な使用環境への適用を提示している。

第六章は総括であり、本論文全体の成果がまとめられている。

以上を要約すると、本論文は溶射プロセスの高度化を主として 300kW 級 HYPS システム開発により展開し、鉄鋼生産現場での熱間押出ダイスや連続铸造用モールドに適用した成果についてまとめられたものである。新規溶射法開発の観点から多様な応用分野への適用が期待され、コーティング技術分野全般に多大な寄与をするものであり、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。