OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	微粒子が分散した樹脂粉末を用いた溶射法の開発と防食コーティングへの応用に関する研究
Author(s)	勝木, 誠
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/61775
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　勝木　誠　）	
論文題名	微粒子が分散した樹脂粉末を用いた溶射法の開発と防食コーティングへの応用に関する研究

論文内容の要旨

本論文では、表面処理技術の一つである溶射法において微粒子を成膜する新たな手法を考案した。通常の溶射では扱うことが困難な微粒子を樹脂と混合した粉末素材へと加工することにより従来の溶射装置で供給・成膜が可能になることを示し、粉末素材や溶射の条件を整えることによりち密な溶射皮膜の形成が可能であることを示した。さらにち密な皮膜はごみ焼却炉用ボイラの防食コーティングとして有望であることを示した。本論文は、以下の6章から構成されている。

第1章では、本研究の背景としてごみ焼却発電の特徴と発電効率の現状を述べるとともに、高効率発電を実現するためにはボイラ伝熱管の腐食問題を克服できる表面処理技術が必要であることを述べた。

第2章では、表面処理技術として溶射法の利点を説明するとともに、欠点として皮膜中に欠陥が生じるために微粒子の活用が望まれることを述べた。微粒子は従来の溶射装置で供給・成膜が困難であるため、様々な微粒子溶射法が研究されていることを概説した。本研究では、微粒子が分散した樹脂粉末素材を用いる溶射法を提案し、広く普及している既存の溶射装置での溶射を可能とし、汎用性の高い微粒子溶射法の確立を目的とした。

第3章では、微粒子分散型樹脂粉末を作製し、従来のプラズマ溶射装置を用いて成膜が可能であることを示した。粉末素材には粒子径200 nmのYSZナノ微粒子が均一に分散していることをSEMの観察により明らかにした。高速度カメラによる観察から粉末素材が従来の粉末供給装置を用いてプラズマフレームへと確実に導入される様子を示した。溶射皮膜のTGの測定から樹脂はほぼ完全に焼失して微粒子だけが基材に堆積したことを明らかにした。

第4章では、微粒子分散型樹脂粉末を用いるプラズマ溶射法において、溶射皮膜のち密性を左右する条件を求めた。ち密な皮膜を形成するためには、粉末素材のYSZナノ微粒子の分散割合を高め、短い溶射距離にて成膜を行うことが効果的であることを示した。さらにナノ微粒子よりも大きく従来の粗大なマイクロ粒子よりも小さい粒子径3.6 μmの微粒子を分散させた樹脂粉末素材にて最もち密な皮膜が得られることを示した。

第5章では、粒子径3.6 μmのYSZ微粒子が分散した粉末素材をガスフレーム溶射法にて成膜することにより本研究の汎用性を示した。さらにプラズマ溶射法よりも高品質なち密皮膜の形成を可能とした。

第6章では、ガスフレーム溶射法で形成したYSZ微粒子の溶射皮膜をごみ焼却炉用ボイラの防食コーティングに応用すべく、実炉環境を模擬した温度差付腐食試験による溶射皮膜の耐食性の評価について述べた。粒子径3.6 μmのYSZ微粒子によるち密なコーティングを施したものは、従来の粗大なマイクロ粒子で成膜したち密なコーティングと同様に、Cl成分が基材まで浸透していたものの、溶射皮膜も基材もともに腐食を免れた。粒子径3.6 μmの微粒子溶射皮膜は、従来の粗大なマイクロ粒子での皮膜に比べて微細な組織を有し本質的にち密であることから、長期的には最も耐食性を有していると考えられ、防食コーティングとして有望であることを示した。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	（　勝木　誠　）

	(職)	氏　名
論文審査担当者		
主 査	准教授	桐原 聡秀
副 査	教 授	近藤　明
副 査	教 授	下田 吉之

論文審査の結果の要旨

本論文では、微粒子分散型の樹脂粉末を用いる新しい溶射法の技術的な確立と、皮膜の緻密化と均質化を達成する条件の最適化を経て、防食コーティング部材の実用的な応用評価を目的とした。

第 1 章では、ごみ焼却発電の特徴と運転の現状を述べるとともに、さらなる高効率化の実現において課題となるボイラ伝熱管の高温腐食に対して、想定されるコーティング処理技術について述べた。

第 2 章では、表面処理技術の一つである溶射法の特徴について述べ、ナノ微粒子を用いた現状のプロセスを紹介するとともに、新たな方法としてナノ微粒子を分散したマイクロ樹脂粉末の利用を提案した。広く普及している既存の溶射システムでの施工を可能とし、汎用性の高いコーティング手法を確立する目的と意義を明らかにした。

第 3 章では、セラミック微粒子が分散したマイクロ樹脂粉末を作製する粉砕工程を実施し、汎用的なプラズマ溶射装置を用いて施工が可能であることを示した。粉砕粉は供給機から溶射ガンへ安定的に搬送され、プラズマフレームへ確実に導入された。得られたセラミック皮膜に樹脂の残留は見られず、加熱されたナノ微粒子のみが基材に高速で成膜された。

第 4 章では、粉砕粉のプラズマ溶射における諸因子を制御した。粉砕粉において微粒子の分散割合を高めるほど緻密な組織が形成され、溶射ガンを基板に近づけるほど緻密かつ均質な皮膜組織が得られた。粉砕粉に比較的大きな粒径 3.6 μm の YSZ を体積割合で 65%分散した場合に最も緻密かつ均質な皮膜が得られた。

第 5 章では、粉砕粉を用いた溶射プロセスの有効性と汎用性を検証した。高品質なセラミック皮膜の形成をめざして、プラズマ溶射で最適とされた粉砕粉と条件を採用しガスフレーム溶射に供した。微粒子がガスフレームの中心に集中して導入され均一に加熱されたため、プラズマ溶射に比べて緻密で均質なセラミック皮膜が得られた。

第 6 章では、緻密かつ均質なセラミック皮膜の高温耐食性を評価した。ごみ焼却発電における防食コーティングの実用を想定し、使用環境を模擬した腐食試験を実施した。YSZ マイクロ粉末をプラズマ溶射した従来型品と、微粒子分散の粉砕粉をガスフレーム溶射した開発品を比較し、いずれもボンドコートと基材の界面においてガスや灰に由来する Cl 成分が僅かに検出されたが、腐食は進行しておらず高い高温耐食性能が確認された。微粒子のガスフレーム溶射で得られた皮膜はマイクロ粉体のプラズマ溶射の場合と比較して、緻密で均質な皮膜組織が得られており長期的な耐久性に勝ると考えられた。

以上のように、本論文は汎用溶射システムを用いて微粒子の溶射が可能な実用性の高いコーティング手法を提示するものであり、セラミック皮膜組織の制御因子を明らかにし、形成した高品質なセラミック皮膜はごみ焼却発電での使用を想定した腐食試験において良好な耐久性を確認し、本研究の有用性が示された。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。