

Title	硬質クロムめっき代替耐摩耗アルミナ溶射皮膜のTi-Al下地溶射皮膜による密着力と基材防食性の改善に関する研究
Author(s)	足立, 振一郎
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48593
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について こちら をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名 あ 足 立 しん いち ろう 振 一 郎

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 2 2 0 4 3 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 20 年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

工学研究科マテリアル生産科学専攻

学 位 論 文 名 硬質クロムめっき代替耐摩耗アルミナ溶射皮膜の Ti-Al 下地溶射皮膜による密着力と基材防食性の改善に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 中田 一博

(副査)

教 授 平田 好則 教 授 竹本 正 准教授 田中 学

論 文 内 容 の 要 旨

クロムめっきは鉄鋼材料表面に耐摩耗性を付与するための処理技術として産業界で広く普及しているが、環境規制の対象となっている 6 価クロムを使用するため代替皮膜の検討が必要である。アルミナ溶射皮膜は経済性、資源量および環境安全性に優れており、皮膜強度および密着力を向上しさらに基材防食性を改善することで、耐摩耗用クロムめっきの代替皮膜として適用することを目指した。第 1 章では本研究の社会的意義および課題を明らかにした。

第 2 章ではアルミナ溶射皮膜の機械的強度（皮膜強度、硬さ）の向上を目的として、プラズマ溶射条件（溶射距離、トーチへの投入電力、粉末粒径）、皮膜組織および機械的強度との関係を解明した。これにより溶射条件を最適化することで、皮膜強度 43 MPa 以上でクロムめっきより耐摩耗性に優れたアルミナ溶射皮膜を作製する技術を確認した。

第 3 章ではアルミナ皮膜の密着力および基材防食に有効な下地溶射皮膜の開発に取り組んだ。下地皮膜の材料はアルミナセラミックスと鉄鋼の接合におけるインサート材として使用され、環境への安全性およびクラック数の多い Ti に着目した。そこで、Ti 溶射皮膜をアルミナ皮膜の下地皮膜として適用するため、溶射プロセスにおける Ti 皮膜の酸化および窒化反応を解明し、皮膜組織の最適化を試みた。しかし、Ti 皮膜は気孔および亀裂を多く含み、皮膜強度が弱いなどの課題が明らかとなった。

第 4 章では Ti 皮膜に Al を複合化することで皮膜の緻密化と皮膜強度の改善について検討した。Ti-Al 皮膜の皮膜強度に影響を与える因子が酸素・窒素含有量、気孔率およびラメラ構造であることを解明した。また、Ti-Al 皮膜と鉄鋼基材間の密着機構が機械的結合と Al 相による金属結合であることを解明し、Ti-Al 皮膜の密着力を 60 MPa に高くすることを達成した。

第 5 章ではこの Ti-Al 皮膜をアルミナ皮膜の下地皮膜とすることで、アルミナ皮膜の密着力を 50 MPa と従来のアルミナ皮膜より高い値を実現した。これは Ti-Al 皮膜上のアルミナスプラットが偏平化していること、およびアンカー効果に影響する皮膜の表面粗さが十分あることなどに起因した。さらに第 6 章ではこのアルミナ皮膜の鉄鋼基材に対する基材防食性を評価した。中性腐食環境および非酸化性酸溶液中では Ti-Al 皮膜による犠牲防食作用および環境遮断効果が認められ、クロムめっき皮膜より基材防食性が高いことを明らかにした。これらにより、耐摩耗用クロムめっきの代替皮膜として各種の環境下で適用可能なアルミナ溶射皮膜を開発できた。

第 7 章ではこれらの成果を総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文はアルミナ溶射皮膜を密着力と基材防食性を向上することで、環境規制の対象になっている 6 価クロムを使用するクロムめっきの耐摩耗用途における代替皮膜として適用することを目的とした研究である。

アルミナ溶射皮膜は耐摩耗性および皮膜自体の耐腐食性は高いが、皮膜内に気孔および亀裂が存在しており、密着力が低いおよび使用環境によっては基材が腐食するなどの課題がある。そこで、プラズマ溶射の溶射距離やトーチへの投入電力などの溶射条件、皮膜組織および皮膜強度との関係を解明し、溶射条件を最適化することにより皮膜強度 43 MPa 以上でクロムめっきより耐摩耗性に優れたアルミナ皮膜を作製する技術を確立している。

上記アルミナ溶射皮膜のさらなる密着力向上と基材防食性の改善を目的として、新規な下地皮膜の開発に取り組んでいる。下地皮膜の材料はアルミナセラミックスと鉄鋼の接合におけるインサート材として使用実績があり、環境への安全性および資源問題からクラック数の多い Ti 溶射皮膜の適用を選択している。

Ti 皮膜をアルミナ皮膜の下地皮膜として適用するために、溶射プロセスにおける Ti 皮膜の酸化および窒化反応を解明し、皮膜組織の最適化を試みている。しかし、Ti 皮膜は気孔および亀裂を多く含み、皮膜強度が弱いなどの課題が判明している。これを解決するために Ti と Al の複合皮膜を検討している。Ti-Al 皮膜の形成過程などを明らかにし、また皮膜強度が皮膜中の酸素窒素量、気孔率およびラメラ構造に依存することを解明している。さらに Ti-Al 皮膜と鉄鋼基材間の密着機構が機械的結合と Al 相の金属結合であることを明らかにして、Ti-Al 皮膜の密着力を 60 MPa と高い値を達成している。

この Ti-Al 皮膜をアルミナ皮膜の下地皮膜とすることで、密着力および基材防食性の改善効果の有効性を評価している。その結果、アルミナ皮膜の密着力は 50 MPa と従来のアルミナ皮膜より高くすることができている、また、基材防食性は中性腐食環境および非酸化性酸では、Ti-Al 皮膜の犠牲防食作用および環境遮断効果により、クロムめっき皮膜より高いことを明らかにしている。

これらのことから、耐摩耗用クロムめっき皮膜の代替皮膜として、各種の環境下で適用可能なアルミナ皮膜の開発を達成している。

以上のように、本論文はアルミナ溶射皮膜および Ti-Al 溶射皮膜の皮膜強度と皮膜組織および皮膜構造の関係、さらには密着機構についての新規な知見を得ている。そして、この知見をもとに皮膜強度および耐摩耗性など機械的特性に優れたアルミナ溶射皮膜を作製する技術を確立している。また、下地皮膜として環境影響および資源問題を考慮し Ti 粉末と Al 粉末による密着力の高い Ti-Al 溶射皮膜を開発することで、アルミナ溶射皮膜の密着力を高め、さらに基材防食性を強化することで、クロムめっきの代替皮膜としてアルミナ溶射皮膜の適用を可能にしている。本研究で得られた成果は、環境規制と資源問題に対応した表面処理方法として、産業界および生産科学の発展に寄与するところが大い。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。