



Title	高速ガス炎溶射法によって得られたWCサーメット皮膜の特性評価とその応用に関する研究
Author(s)	谷, 和美
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40914
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	谷 和 美
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 5 6 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 10 年 2 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	高速ガス炎溶射法によって得られた WC サーメット皮膜の特性評価とその応用に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 柴田 俊夫 (副査) 教 授 野城 清 教 授 永井 宏 教 授 確井 建夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は高速ガス炎溶射法(HVOF)における溶射火炎熱源の特徴および特性を解明するとともに、WC-Co系、WC-Cr₃C₂-Ni サーメット皮膜の基礎特性評価を行い、さらにこの溶射皮膜によるロール等の耐久性向上について述べたものであって、全体で9章からなり、各章の内容は以下の通りである。

第1章では、溶射法の種類とその工業的発展の歴史に触れるとともに、WC サーメット皮膜の従来の研究を概観し、研究の背景と目的および構成について述べている。

第2章では、溶射火炎温度および溶射粒子飛行速度に対し、それぞれ推算および実測を行い、高速ガス炎溶射法は投入エネルギーのうち多くの部分を火炎速度の増大に費やすことにより溶射粒子の加速重視型の溶射法を提供するものであることを示している。

第3章ではWC-Co系皮膜形成に及ぼす火炎温度の影響、皮膜構造、扁平化、基材に対する付着効率に及ぼす粉末形態の影響を検討し、出発粉末、形成した皮膜の結晶構造などの相形態、皮膜形成時の液滴粒子の扁平挙動、皮膜微細構造および付着効率を明らかにしている。

第4章では、WC-20 mass % Cr₃C₂-7 mass % Ni 皮膜の性能を支配する主要な因子である皮膜微細組織、電気化学的特性および耐摩耗性をWC-12 mass % Co系皮膜との比較で調査することにより、実用材としてのWC-20 mass % Cr₃C₂-7 mass % Ni 皮膜を提案している。

第5章では、WC サーメット皮膜を含めた溶射皮膜の微細構造と物理的特性との関係を明らかにするために熱伝導率と縦弾性率を取りあげて、その微細構造との関係を検討し、溶射皮膜が熱的および機械的構造異方性を有することを示している。

第6章では、WC-20 mass % Cr₃C₂-7 mass % Ni 皮膜を用いてSKD11鋼の腐食疲労強度に及ぼすその被覆の影響を検討した結果、溶射皮膜による腐食疲労強度改善の主因は皮膜微細構造にもとづく水溶液環境の遮断効果であることを明らかにしている。

第7章では耐溶融金属性を有する溶射皮膜の開発を目的としてWC-12 mass % Co皮膜の溶融Zn-Al中における

耐久性について検討し、複炭化物相を含有した WC-12 mass % Co 皮膜が実用亜鉛めっき浴中で鋼系材料に対する保護皮膜としての性能を発揮することを明らかにしている。

第 8 章では、WC サーメット皮膜の表面微小モロロジーを改良するために、その素地上に無電解 Ni-P 化学めっき皮膜を施して WC-Cr₃C₂-Ni/Ni-P 二層複合皮膜を作製し、得られた複合皮膜の耐摩耗性、異材付着挙動を調べ、複合化の効果を明らかにしている。

第 9 章では、本研究で得られた成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

近年、実用溶射法のうちで高速ガス炎溶射法 (HVOF) が重要な位置を占めるようになってきた。しかしながら実用化が先行しているため高速ガス炎溶射法の特長およびそれによって得られる皮膜特性の詳細については未解明の点が多い。本論文においては高速ガス炎溶射法の代表的加エプロセスである高速ガス炎溶射法の火炎熱源の特性を解明するとともに、WC-Co 系、WC-Cr₃C-Ni 溶射皮膜の基礎特性を解析し、さらに連続溶融亜鉛めっき鋼板製造設備の基幹部品であるロールの表面改質へ本溶射法を適用し、その耐久性を著しく向上させた成果について述べたものであって、得られた結果を要約すると次の通りである。

- (1) 高速ガス炎溶射法における火炎温度および溶射粒子飛行速度を推算し実測値との比較によって、高速ガス炎溶射法は投入エネルギーのうち多くの部分を火炎速度の増大に費やし、溶射粒子の加速重視型の溶射を行うプロセスであることを明らかにしている。また WC-Co 系サーメット粉末を高速ガス炎溶射法で成膜させるとき、WC の熱分解をはじめとする相構造の変化に対して燃料種によるガス炎温度条件が大きな影響をおよぼすことを明らかにしている。さらに WC-Co 系溶射粉末粒子径と扁平粒子厚さの比が、金属液滴のスプラット形成モデルによって解析できることを示している。
- (2) 各種金属材料上の WC サーメット皮膜の微細構造と熱伝導率および縦弾性率の関係を検討し、被覆面にそった方向の熱伝導率、縦弾性係数の測定値はこれに直交する方向の値にくらべ大きく、溶射皮膜は異方性を示すことを明らかにし、さらに熱伝導率は混合則によって計算できることを明らかにしている。
- (3) WC-20 mass % Cr₃C₂-7 mass % Ni サーメット皮膜の耐食性が WC-12 mass % Co 皮膜の耐食性よりも優れていることを電気化学的手法によって明らかにし、さらに本皮膜の被覆によって高強度 SKD11 鋼の腐食疲労強度が著しく改善されること、また改善に必要な溶射皮膜厚さは約 100 μm であることを明らかにしている。
- (4) 連続溶融亜鉛めっき鋼板製造設備の基幹部品であるロールに WC-12 mass % Co 皮膜を被覆し、顕著な耐久性向上を達成し、その耐久性向上の機構を解明している。すなわち、溶融亜鉛浴中の溶射皮膜の耐久性の劣化が、皮膜の結合相中に含まれる Co 相へ Zn が拡散侵入し、逆に Co が溶融亜鉛中へ溶出することによって生じることを明らかにし、さらに Zn の拡散侵入速度が WC-12 mass % Co 皮膜の相構造によって大きく異なり、 η 相 (W-Co-C 系複炭化物) を多量に含む皮膜によって Zn の侵入速度が著しく低下することを明らかにしている。さらに実用に供せられている Al を添加した溶融亜鉛浴中では、上記の η 相 (W-Co-C 系複炭化物) を多量に含む WC-12 mass % Co 皮膜が優れた耐久性を有することを見出すとともに、Al に富む相が溶射皮膜と溶融亜鉛浴の界面に生成することによって、Zn と Co の拡散が抑制され、優れた耐久性を示すことを明らかにしている。
- (5) WC-20 mass % Cr₃C₂-7 mass % Ni 皮膜上に無電解 Ni-P 化学めっき皮膜を施し、WC-Cr₃C₂-Ni/Ni-P 二層複合皮膜を生成させることによって、耐摩耗性が大幅に改善されることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、近年急速に適用範囲を拡大してきた高速ガス炎溶射法の特長および WC-Co 系、WC-Cr₃C₂-Ni サーメット溶射皮膜の基礎物性を解明するとともに、連続溶融亜鉛めっき鋼板製造設備の基幹部品であるロールの表面改質へ本溶射法を適用し、その耐久性を著しく向上させることに成功し、その耐久性向上の機構について明らかにしている。これらの成果は、表面改質工学ならびに環境材料学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。