

【公開版】

平成 30 年度
戦略的基盤技術高度化・連携支援事業
戦略的基盤技術高度化支援事業

「火力発電装置の長寿命化実現に向けた
新溶射システム・材料の研究開発」

研究開発成果等報告書

令和元年 5 月

担当局 近畿経済産業局
補助事業者 一般財団法人大阪科学技術センター

目次

第1章 研究開発の概要	… 1
研究開発の背景	… 2
研究目的及び目標	… 4
研究体制	… 6
成果概要	… 7
当該研究開発の連絡窓口	… 8
第2章 本論	
1. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムの研究開発	… 10
1-1. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムの開発	… 10
1-2. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムの性能検証	… 11
2. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムによる耐摩耗・耐食溶射皮膜の研究開発	
2-1. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムに適合した新溶射材料の開発	… 11
2-2. 最適な溶射施工条件の開発	… 11
2-3. 形成した溶射皮膜の検証(試験片)	… 13
3. 大型ケーシングライナーへの施工及び検証	
3-1. 大型ケーシングライナーへの施工(現地施工にて)	… 17
3-2. 形成した溶射皮膜の検証(現地施工にて)	… 17
最終章 全体総括	
複数年の研究開発成果	… 19
研究開発後の事業化展開	… 19

第 1 章

研究開発の概要

研究開発の背景

日本の発電供給においては、かつて原子力発電が安価で、安定した発電方式として主力となっていた。しかし東日本大震災以降、発電の主力は「原子力発電から火力発電」へシフトされている状況である。

現在も、原子力発電の再稼働が待ち望まれているものの、未だ全面稼働には至っておらず、火力発電が「重要なベースロード電源」と位置付けられており(エネルギー基本計画 2014年)、今後も、しばらくは主力となる見込みである。

更に、近年は国からの政策として、電力小売完全自由化や設備更新の手続き期間の短縮等があり、これらも踏まえ、石炭・ガス等の火力発電装置の更新計画が大幅に増加している。

この火力発電装置には長寿命化を目的として、以前から溶射が多く採用されており、特に取り外しが困難な「大型ケーシングライナー」への補修工事は、火力発電所内の現地にて溶射施工が行なわれている。

近年は、川下製造業者(各電力会社)から、この溶射皮膜の長寿命化が強く要求されている。これは、火力発電が原子力に比べ、発電コストが高く、不安定であることから運用コスト低減のため「耐久性(耐摩耗性・耐食性)の向上」が求められているためである。更に既存の火力発電所の老朽化に伴い、短時間での現地補修による溶射施工の実施(設備停止時間の短縮)が必要となっており、補修工事の効率改善として溶射皮膜の「成膜効率の向上(生産性の向上)」も強く求められている。

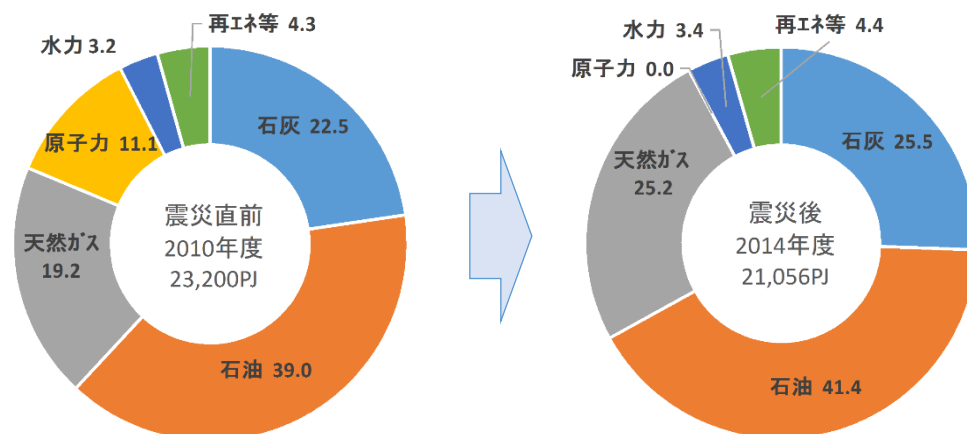


図1. 東日本大震災前後の日本のエネルギー供給構造の推移
資源エネルギー庁(経済産業省)

①従来技術「従来までの出張工事用 HVOF 溶射装置によるサーメット溶射皮膜」とその課題

従来まで、前述の火力発電装置の「大型ケーシングライナー」へは、複数の溶射装置メーカーから販売されている「出張工事用 HVOF 溶射装置によるサーメット溶射皮膜」が採用されている。しかし現在の高圧ガス保安法において現地で溶射施工を行う場合、ガス圧力を 1.0MPa 以下にしなければならないため、一般の工場常設仕様の HVOF 溶射装置に比べると、溶射皮膜の性能が劣る傾向にあり、現地施工では、高硬度で且つち密で耐食性の優れた高品質な溶射皮膜という点で課題がある。

更に溶射材料の供給量及び成膜効率という生産性の観点からも生産性及び低コスト化についても課題があり、川下製造業者からは他社との差別化・競争力強化のため、溶射施工コストの低減も強く求められている。

②新技術「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」及びその実現のための課題

そこで本件では、前述の課題を克服した高圧ガス保安法に該当しないガス圧力による現地施工を行い、且つ高硬度で、ち密な耐食性の優れた溶射皮膜の形成し、溶射施工コストの抑制をも実現した「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」の研究開発を行う。

更に、この新たな溶射システムに適合し、火力発電所の使用環境にも適合した新たな溶射材料の研究開発を行うことにより、これらを合致させ、川下製造業者のニーズに応えるものである。

この新技術では、現場施工を考慮したコンパクト仕様で設計を行い、更に従来までと同様に、火力発電所内での現地施工となるため高圧ガス保安法を遵守したガス圧力を用いつつ、一方で溶射ガンの構造や燃焼方式、ノズルやガスを混合するミキシング部等を最適化することで、従来技術よりも高速ガス流仕様に特化させた高品質な溶射皮膜が得られる「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」を開発する。これにより従来技術の課題を克服するものである。

また、溶射材料においても、従来までは一般向けに市販されている耐摩耗性及び耐食性を有した WC 及びクロムカーバイド系サーメット溶射皮膜等が使用されているが、これらが必ずしも、この火力発電所装置に合致した組成・仕様であるとは言い切れないため、本件では前述の「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」に適合し、且つ本件の火力発電所装置の使用環境に適した新たな溶射材料の開発を行う。

研究目的及び目標

本研究開発は、前述の通り、高圧ガス保安法に該当しないガス圧力 1.0MPa 以下の溶射施工条件での現地施工が可能であり、且つ高硬度化・ち密化・溶射施工コストの抑制を実現した「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」の研究開発を行い、更にこの新たな溶射システムに適合し、火力発電所の使用環境にも適合した新たな溶射材料の最適化を行い、これらを合致させることにより、従来にはない現地施工による高硬度で且つち密な長寿命化(耐摩耗性・耐食性の向上)を実現した溶射皮膜の形成を目標としている。

本件では、高度化目標達成のために目標項目として、『断面硬度』・『断面気孔率』・『成膜効率』を掲げ、これらの各項目が従来までの工場常設仕様の HVOF 溶射システムと同等以上の溶射皮膜性能を現地施工にて得ることを目標として、目標値を設定している。

この掲げた目標項目ごとの高度化目標値の達成を実現するために 2 つのサブテーマを挙げ、それぞれの概要を記す。

サブテーマ 1 : 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムの研究開発

本件の高度化目標実現のため、従来にはない「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」の研究開発を行う。

開発する「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」の開発項目及び性能検証の目標は、以下の通りである。

【表 1. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムの開発項目】

開発項目	目標項目
システム構造	軽量且つコンパクトであり、分解・組み立て方式
燃焼方式	外部燃焼方式
使用熱源	プロパンガス & 酸素を採用
ノズル・ミキシング形状	高速ガス流への最適化
法令関連	高圧ガス(1MPa 以上の気体)を使用しないこと

【表 2. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムの性能検証時の目標値】

目標項目		目標値
溶融飛翔粒子	速度	700m/s 以上
	温度	1800℃以下

目標値は、工場常設仕様の HVOF 溶射装置と同等になるように設定している。

サブテーマ 2 : 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムによる耐摩耗・耐食溶射皮膜の研究開発

前述にて開発した「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」と本件の目的である「大型ケーシングライナー」に合致した新たな溶射材料を開発し、これらを用いた溶射施工条件の最適化を行う。

この最適化により、前述にて掲げた高度化目標達成のために目標項目である『断面硬度』・『断面気孔率』・『成膜効率』の各項目が従来までの工場常設仕様の

HVOF 溶射システムと同等以上の溶射皮膜性能を現地施工にて得ることを目標として、その値を目標値として設定している。

なお、前述の通り、以下の目標値を高压ガス保安法に該当しない、1.0Mpa 以下で、この目標値を得ることがポイントとなる。

サブテーマ 3 :大型ケーシングライナーへの施工及び検証

サブテーマ 2 にて研究開発した耐摩耗・耐食溶射皮膜を川下製造業者が使用される火力発電所内の「大型ケーシングライナー」へ現地施工し、その際、溶射施工箇所の際接部へ同時試験片をセットし、形成された溶射皮膜の「断面硬度」、「断面気孔率」及び「成膜効率」の検証を行う。

これにより、高度化目標値に掲げた値が再現できているかを確認し、従来までの出張工事用 HVOF 溶射装置 HVOF 溶射装置と比較し、大幅な長寿命化の実現し生産性を向上させた溶射皮膜の形成を実現する。

研究体制

(1) 研究組織

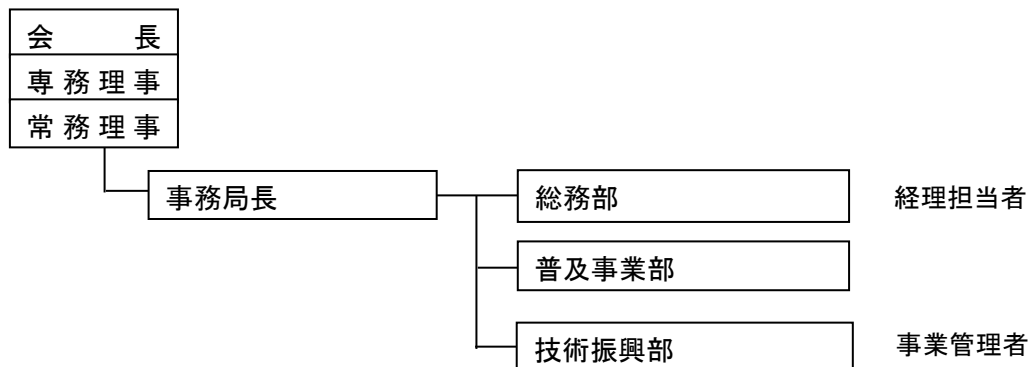
事業管理機関 : 一般財団法人 大阪科学技術センター

研究等実施機関 : 株式会社シンコーメタリコン

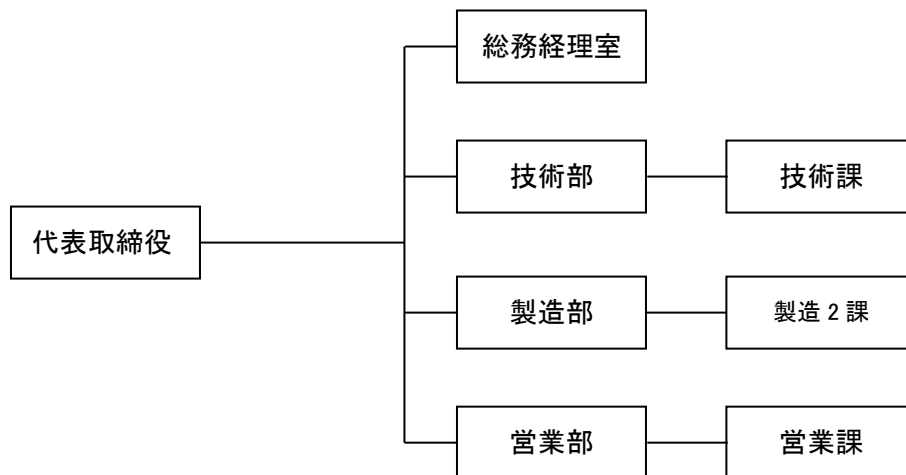
総括研究代表者(PL) 所属: 株式会社 シンコーメタリコン 役職: 取締役 技術部 部長 氏名: 吉田 満	副総括研究代表者(SL) 所属: 株式会社 シンコーメタリコン 役職: 技術部 課長 氏名: 大窄 正
---	--

(2) 管理体制

事業管理機関 【一般財団法人 大阪科学技術センター】



研究等実施機関 【会社名 株式会社シンコーメタリコン】



成果概要

本研究開発は以下の3つのサブテーマを挙げ、各々の研究開発を進めた。

サブテーマ 1. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムの研究開発

1-1. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムの開発

現在、現地施工に用いられている「出張工事用 HVOF 溶射装置」は、高圧ガス保安法の規制もあり、使用ガス圧力 1.0MPa 以下の条件下では、一般の工場常設仕様の HVOF 溶射装置よりも、形成される溶射皮膜の耐摩耗性及び耐食性が劣るという課題(川下製造業者からのニーズ)に加え、これまでの弊社での実績及び基礎研究等の結果を踏まえ、表 1 に掲げた開発項目を抽出し、これらの開発項目に対して、本研究開発用に HVOF 溶射システムの選定を進め、最適化を行なった。

1-2. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムの性能検証

本件では新技術として進めた「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」が、表 2. に掲げた「工場常設仕様の HVOF 溶射装置」と同等の溶融飛翔粒子の速度及び温度域を得ることを目標としている。

そのため、前述の 1-1. にて開発した溶射システムが、この速度及び温度域の目標値を満たしているか検証し、満たしていることを確認した。

サブテーマ 2. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムによる耐摩耗・耐食溶射皮膜の研究開発

前述の 1. にて開発した「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」に適合し、且つ本件の高度化目標値を満たす「大型ケーシングライナー」への溶射皮膜を形成させるために、溶射材料及び溶射施工条件の開発を行い、最適化を行なった。

2-1. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムに適合した新溶射材料の開発

本件の「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」に適合した「大型ケーシングライナー」向けの溶射材料の開発を行なった。

これまで弊社が独自開発し実績を積み上げてきた火力発電所に用いられる「大型ケーシングライナー」向けの溶射材料成分をベースに新たな溶射材料の試作開発を行なった。

2-2. 最適な溶射施工条件の開発

前述までの「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」と 2-1. にて開発した新溶射材料の特性に適合する溶射施工条件を、これまでの弊社のノウハウと基礎研究での施工実績を融合して、更に試験片ヘテスト溶射を行なうことにより導き出した。

2-3. 形成した溶射皮膜の検証(試験片)

前述までの開発により形成した溶射皮膜が設定した目標項目(『断面硬度』, 『断面気孔率』, 『成膜効率』)の目標値を満たしているか検証を行い、満たしていることを確認した。

サブテーマ 3. 大型ケーシングライナーへの施工及び検証

サブテーマ 1, 2 にて開発した溶射皮膜が、実際に川下製造業者が使用される火力発電所内の「大型ケーシングライナー」の現地施工で施工し、現地施工にて再現可能であるかどうか評価し、本件の高度化目標を満たしているか検証した。

3-1.大型ケーシングライナーへの施工(現地施工にて)

サブテーマ 1,2 にて開発した溶射皮膜を川下製造業者の「大型ケーシングライナー」へ現地施工を行なった。

3-2.形成した溶射皮膜の検証(現地施工にて)

前述の 3-1. にて形成した溶射皮膜が本件の高度化目標を満たしているか検証し、満たしていることを確認した。

当該研究開発の連絡窓口

株式会社シンコーメタリコン

取締役技術部部长 吉田 満

E-mail) yoshida@shinco-metalicon.co.jp

Tel) 0748-72-3311

第2章 本論

〈1. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムの研究開発〉

本研究開発では現地での溶射施工において、従来よりも大幅な長寿命化(耐摩耗性・耐食性の向上)を実現させた溶射皮膜を形成させるために、新技術「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」の開発を進めた。

1-1. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムの開発

この開発のために、これまでの基礎研究から課題克服のため、以下の開発項目を掲げ、溶射システムの仕様選定を行なった。

まず、現地での溶射施工の作業性を考慮し、溶射システムの構造が「軽量且つコンパクトであり、分解・組み立てが可能な方式」であることが求められるため、これをコンパクト化し、狭い作業スペースへも容易に持ち込み可能な構造とした。

更に性能面では、高圧ガス保安法に該当しない 1.0MPa 以下の圧力ガスを使用した上で、投入した溶射材料が、高圧ガスにて稼働する工場常設仕様の HVOF 溶射装置並みに、高速で且つ低温領域の溶融飛翔粒子になるか否かを重要なポイントとした。

- ・**燃焼方式**… 本件では「外部燃焼方式」を採用した。この方式は、溶射ガン内部に燃焼室(チャンバー)を持たないため、溶射ガンの構造がシンプルであり、溶射ガンの軽量化が可能なことから現地での作業性が有利となる。この「外部燃焼方式」を採用した上で、後述の開発項目の最適化を進めた。
- ・**使用熱源**… 熱源として「プロパン」と「酸素」を用い、更にこれらと同時に「圧縮エア」を供給することで加速する構造仕様を選定し、これにより、溶融飛翔粒子の速度を高めることとした。なお、この「圧縮エア」は燃焼にも寄与するため「酸素」の消費量の節約
- ・**ノズル、ミキシング形状**…溶射フレームの横から溶射材料を供給する方式は、フレーム中心に入りやすく、且つ供給された溶融飛翔粒子の高速化には不利なことから、本件では溶射材料を溶射フレームの軸方向から供給する「アキシャルフィード型」に対応したノズル・ミキシング形状を選定した。
更に燃焼ガス流を加速するために、バレル状のロングエアークャップ形状としている。なお、この「アキシャルフィード型」仕様では、溶射材料を均一に溶融し成膜効率の向上及び、ロングエアークャップ内壁へ溶射材料の堆積・摩耗低減も見込んでいる。

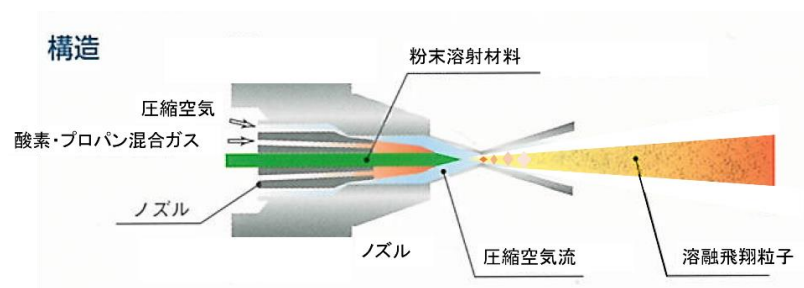


図 2. 溶射ガンのイメージ図

1-2. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムの性能検証

導入し、試作開発を進めている「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」を用い、計測には、弊社が所有する溶射フレーム中に投入された溶融飛翔粒子の速度及び温度をリアルタイムで計測可能である「Spray Watch」を使用した。

最適化を行なった「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」を検証し、以下の溶融飛翔粒子の速度及び温度が得られており、目標設定値を満たしていることを確認した。

【表 3. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムの性能検証結果】

測定値	目標設定値	
	溶融飛翔粒子	
	速度	温度
	700m/s 以上	1800℃以下
本件の可搬型高性能 HVOF 新溶射システム	715m/s	1790℃

2. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムによる耐摩耗・耐食溶射皮膜の研究開発

前述の 1. にて開発した「可搬型高性能 HVOF 新溶射システム」に適合し、且つ弊社のこれまでの独自開発実績を積み上げてきた火力発電所に用いられる「大型ケーシングライナー」向けの溶射材料成分をベースに新たな溶射材料の試作開発を進め、更に溶射施工条件の最適化を行い、形成した溶射皮膜が目標の性能が得られているか検証した。

2-1. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムに適合した新溶射材料の開発

本件にて開発する溶射材料の製法は、造粒焼結法を選定した。この造粒焼結法を選定した理由は、原料の成分・組成を自由に調整することができ、試作開発を容易に行えるためである。この製法にて、これまでの基礎研究及び実績データを基に、各仕様を設定し以下の開発項目における調整及び最適化を進めた。

更に『成分・組成』、『粒度(一次粒子径及び顆粒径)』、添加剤の各仕様異なる溶射材料を試作し、これらの最適な組み合わせ及び仕様を開発した。

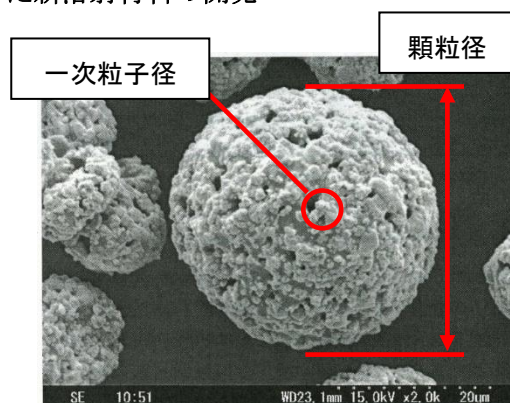


図 3. 造粒焼結法による溶射材料

2-2. 最適な溶射施工条件の開発

この最適な溶射施工条件の開発は、前述の 1-2. 可搬型高性能 HVOF 新溶射システムの性能検証にて溶融飛翔粒子が目標設定値を満たしている溶射施工条件をベースとして、仕様を絞り込んだ試作溶射材料によるテスト溶射を行い、検証・評価を進めた。

なお、溶射材料の供給量に関しては、各種試作溶射材料ともに 1 分間の粉末供給量を 30g/min. ~60g/min. の 4 段階とし、これらの各々の溶射施工条件下にて、溶射作業時の安定性・溶射皮膜としての成膜効率の確認を行なった。

そして、これら生産性(溶射施工時の安定性・成膜効率)の目標設定値を満たした溶射施工条件について、更に後述の 2-3. 形成した溶射皮膜の検証(試験片)にて、形成した溶射皮膜の断面硬度及び断面気孔率の検証を行なった。

【表 4. 溶射施工時の安定性及び成膜効率の検証結果】

粒径	粉末供給量 (@ g/min.)	溶射施工時の 安定性	成膜効率	評価 (一次評価)
No.1	30	△:脈動(小)	○	△
	40	×:脈動	-	×:安定性NG
	50	××:詰まり	-	×:安定性NG
	60	××:詰まり	-	×:安定性NG
No.2	30	安定	◎	◎
	40	安定	◎	◎
	50	安定	○	○
	60	×:脈動	-	×:安定性NG
No.3	30	安定	○	○
	40	安定	◎	◎
	50	安定	○	△
	60	×:脈動	-	×:安定性NG

※粒径の仕様は、No1. が最も小さく、No2、No3 と順を追って大きくなっている。

※表中の『◎：目標設定値を超えて非常に良好』、『○：目標設定値は超えていないものの良好』、『△：溶射施工が不安定(量産施工には不適)』、『×：安定して溶射施工できない』を示している。

溶射施工時の安定性及び成膜効率の検証では、粒径の仕様が細かい粒径の方が溶射材料が供給経路であるチューブで「詰まり」や安定して均一に供給できずに「脈動」が発生したため、「溶射施工時の安定性」はNGと判断した。なお、粒径が大きくなるNo.2及びNo.3の試作溶射材料においても、粉末供給量を60g/min.以上に増加させると、成膜効率は低下する傾向となった。

引き続き、「溶射施工時の安定性」及び「成膜効率」が目標設定値に達しそうな条件をベースに、後述の2-3. 形成した溶射皮膜の検証(試験片)にて、形成した溶射皮膜の断面硬度及び断面気孔率の検証を行なった。



写真 1. 研究開発委員会での立会い施工の様子

2-3. 形成した溶射皮膜の検証(試験片)

前述の 2-2. までに形成した溶射皮膜が以下の目標値を満たしているか検証した。

〈断面気孔率の測定について〉

断面気孔率の測定は、溶射皮膜の試験片を切断し、断面研磨試料として埋め込み・研磨を行い、「2次元画像解析」により測定を行なった。

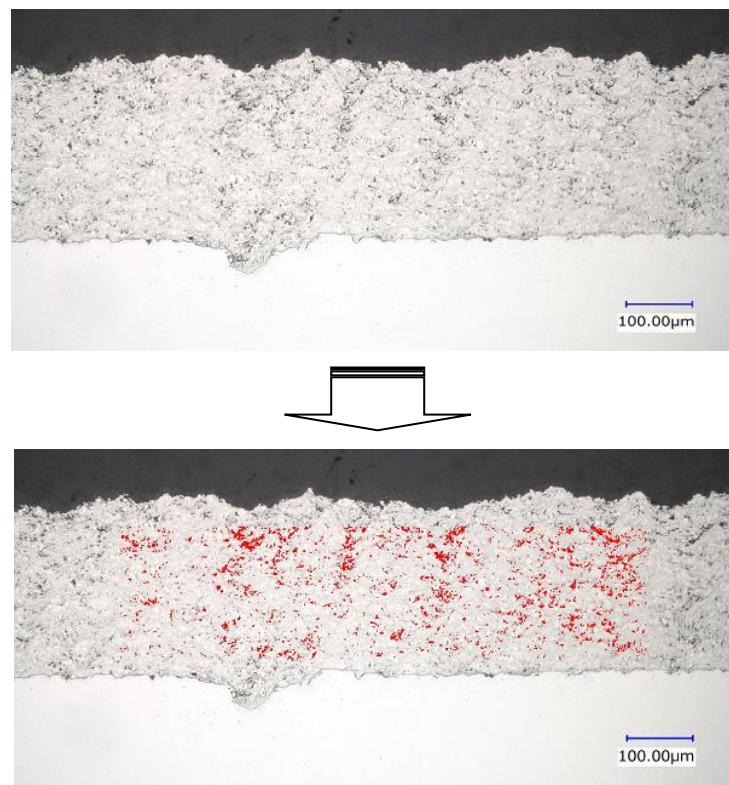


写真 2. 断面気孔率測定の様子

【公開版】

前述の 2-2. にて「溶射施工時の安定性」及び「成膜効率」が目標設定値に達しそうな溶射皮膜について、断面硬度及び断面気孔率の検証を行なった。

以下に形成した溶射皮膜の検証結果の一覧表及び各仕様の断面写真及び検証結果を示す。

この検証により、粒径が最も小さい試作溶射材料 No. 1 は、安定して溶射材料を供給することが難しく、試作溶射材料 No. 2 及び No. 3 の粒径の仕様では、安定して溶射施工が可能であることを確認した。

更に生産性の向上のため、粉末供給量を多くしたいが、溶射施工時の安定性(作業性)や「成膜効率」、「断面硬度」、「断面気孔率」を考慮すると、試作溶射材料 No. 2 を用いた粉末供給量@40g/min. の溶射施工条件にて、最適な結果が得られた。

この結果から、粒径 No. 2 の仕様の粉末供給量を 40g/min. に設定した溶射施工条件を最適な溶射施工条件とした。

表 5. 溶射皮膜の検証結果の一覧表

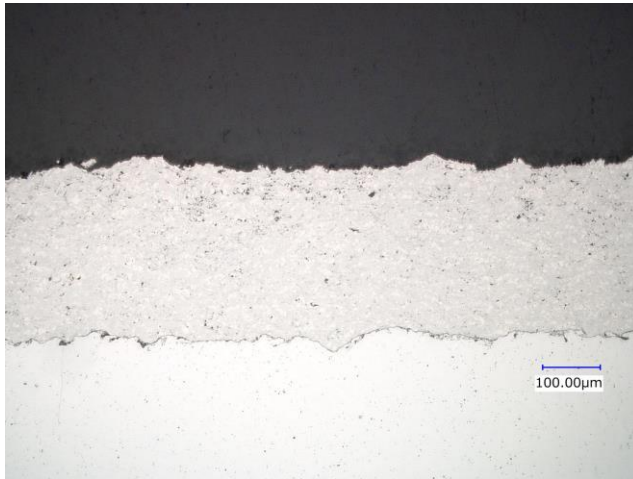
粒径	粉末供給量 (@ g/min.)	溶射施工時の安定性	成膜効率	断面硬度 (Hv)	断面気孔率	評価 (最終評価)
No.1	30	△:脈動(小)	○	○	◎	△
	40	×:脈動	-	-	-	×:安定性NG
	50	××:詰まり	-	-	-	××:安定性NG
	60	××:詰まり	-	-	-	××:安定性NG
No.2	30	安定	◎	◎	◎	○
	40		◎	◎	◎	◎
	50		○	◎	◎	○
	60	×:脈動	-	-	-	×:安定性NG
No.3	30	安定	○	◎	◎	○
	40		◎	○	○	○
	50		○	◎	○	○
	60	×:脈動	-	-	-	×:安定性NG

※粒径の仕様は、No1. が最も小さく、No2、No3 と順を追って大きくなっている。

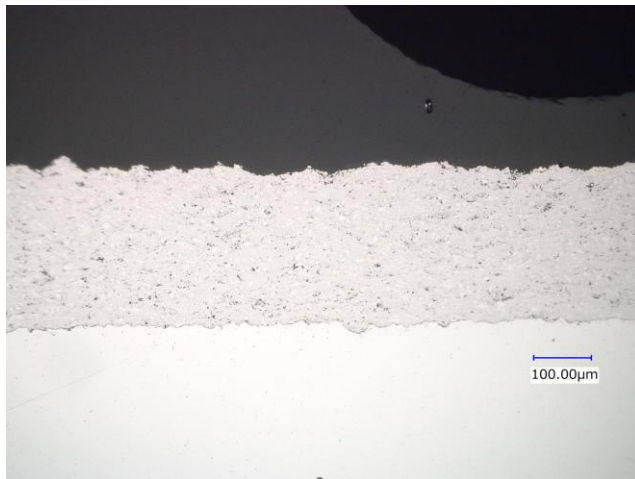
※表中の『◎: 目標設定値を超えて非常に良好』、『○: 目標設定値は超えていないものの良好』、『△: 溶射施工が不安定(量産施工には不適)』、『×: 安定して溶射施工できない』を示している。

【公開版】

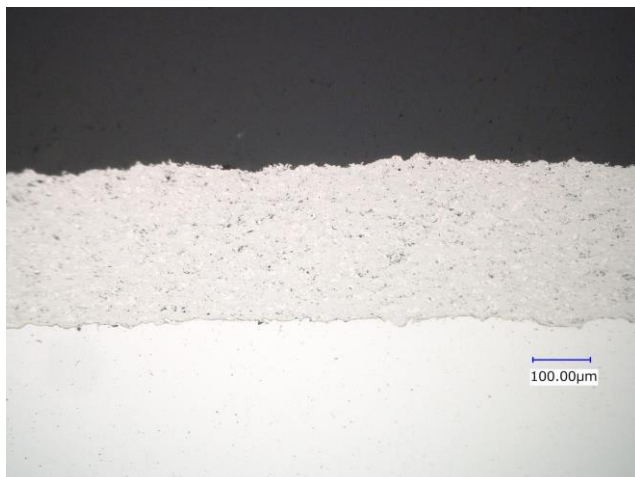
〈溶射皮膜の検証結果〉



試作溶射材料	NO. 1
粉末供給量	@30g/min.
溶射施工時の安定性	× : 脈動
成膜効率	○
断面硬度	◎
断面気孔率	◎

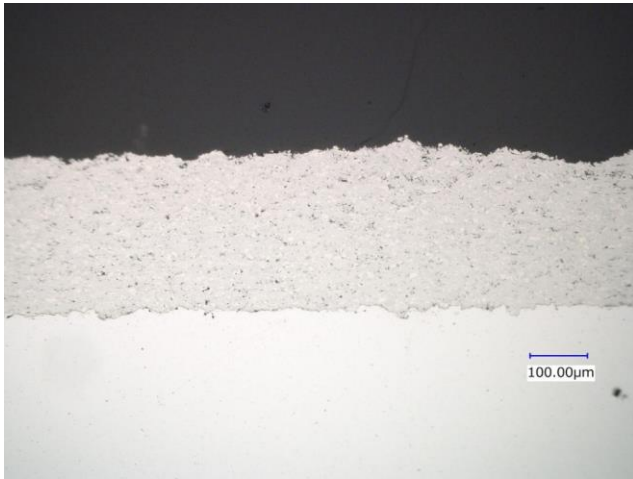


試作溶射材料	NO. 2
粉末供給量	@30g/min.
溶射施工時の安定性	安定
成膜効率	◎
断面硬度	◎
断面気孔率	◎



試作溶射材料	NO. 2
粉末供給量	@40g/min.
溶射施工時の安定性	安定
成膜効率	◎
断面硬度	◎
断面気孔率	◎

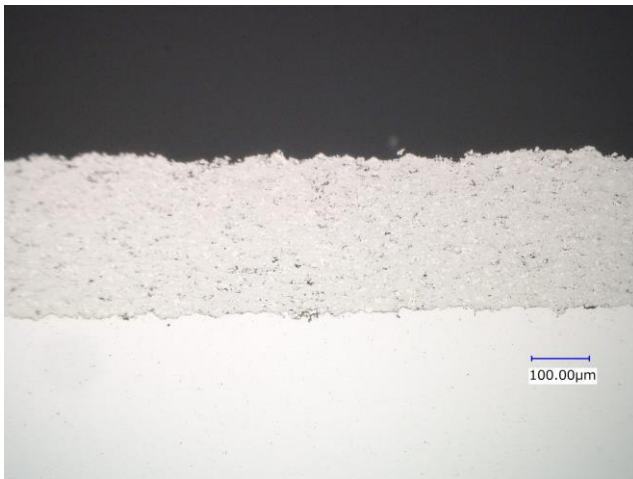
【公開版】



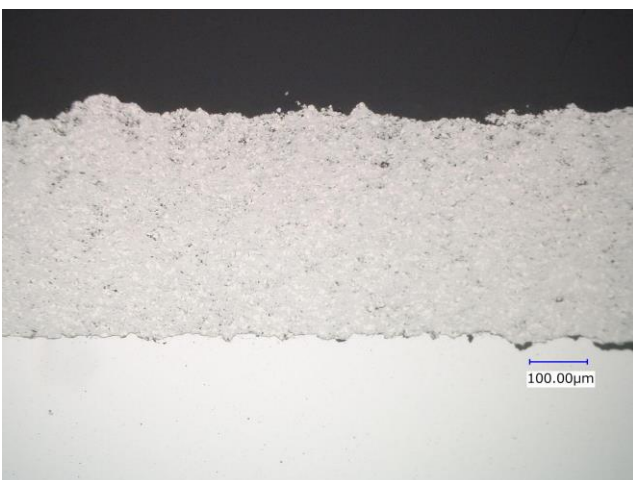
試作溶射材料	NO. 2
粉末供給量	@50g/min.
溶射施工時の安定性	安定
成膜効率	◎
断面硬度	◎
断面気孔率	◎



試作溶射材料	NO. 3
粉末供給量	@30g/min.
溶射施工時の安定性	安定
成膜効率	○
断面硬度	◎
断面気孔率	◎



試作溶射材料	NO. 3
粉末供給量	@40g/min.
溶射施工時の安定性	安定
成膜効率	◎
断面硬度	◎
断面気孔率	○



試作溶射材料	NO. 3
粉末供給量	@50g/min.
溶射施工時の安定性	安定
成膜効率	○
断面硬度	◎
断面気孔率	○

3. 大型ケーシングライナーへの施工及び検証

3-1. 大型ケーシングライナーへの施工（現地施工にて）

前述の 2-3. までに得られた溶射皮膜が、川下製造業者が使用される火力発電所内の「大型ケーシングライナー」への現地施工で再現化可能かどうか、実際に現地にてセッティングを行い、同時試験片を製作した。溶射施工時のセッティングや溶射施工時の安定性は、全く問題なく、非常にスムーズに段取り及び溶射施工を行うことを確認した。



写真 3. 現地施工の様子
(同時試験片へ溶射している様子)

3-2. 形成した溶射皮膜の検証（現地施工にて）

現地にて試験片へ溶射施工し、その検証を行なった。検証方法として、前述の 2-3. にて選定した最適な溶射施工条件にて溶射を行い、「溶射施工時の安定性」・「成膜効率」及び形成した溶射皮膜の「断面硬度」・「断面気孔率」を検証・評価を行なった。

以下に「通常施工ノズル」と「特殊狭隘部溶射施工ノズル」の各々の検証結果を示す。

<現地施工にて形成した溶射皮膜の検証結果>



試作溶射材料	NO. 2
粉末供給量	@40g/min.
溶射施工時の安定性	安定
成膜効率	◎
断面硬度	◎
断面気孔率	◎

溶射施工前の段取りやセッティングを現地で行なった際も、大きな問題・課題も見当たらず、これらの検証結果から川下製造業者からのニーズであった本件の高度化目標を満たしていることを確認した。

最終章
全体総括

複数年の研究開発成果

本研究開発による『可搬型高性能 HVOF 新溶射システム』及び『新溶射材料』及びこれらに適合した溶射施工条件の開発により得られた新たな溶射皮膜は、当初に掲げた高度化目標を達成し、川下製造業者のニーズに応えるものであり、これにより、以下の事業化への展開が期待される。

研究開発後の事業化展開

本研究開発により得られた成果を用い、実施を進める具体的な事業化展開を以下に記す。

(1) 想定している具体的なユーザー、マーケット及び市場規模等に対する効果

【想定している具体的な川下製造業者のニーズの状況と対応方針、及び新技術による効果】

①火力発電所に関する事業-大型ケーシングライナー

川下製造業者である各電力会社からは、火力発電装置の長寿命化を目的として、以前から溶射が多く採用されており、取り外しが困難な「大型ケーシングライナー」への補修工事は、火力発電所内の現地にて溶射施工が行われている。

特に近年、川下製造業者(各電力会社)から、この溶射皮膜の耐久性(耐摩耗性及び耐食性の向上)が強く要求されている。これは、火力発電が原子力に比べ、発電コストが高く、不安定であることから運用コストの低減が求められているためである。更に既存の火力発電所の老朽化に伴い、短時間での現地補修による溶射施工の実施(設備停止時間の短縮)が必要となっており、補修工事の効率改善として溶射皮膜の「成膜効率の向上(生産性の向上)」も強く求められている。

そこで、本研究開発により実現した、『可搬型高性能 HVOF 新溶射システム』を及びこれに適合した溶射材料を用いることにより、従来よりも大幅な長寿命化(耐摩耗性・耐食性の向上)及び生産性(成膜効率)を向上させた溶射皮膜を現地施工にて提供していく。

これにより、溶射施工コストの抑制だけではなく、火力発電所の大型ケーシングライナーの長寿命化、更にはマシンダウンタイムの短縮から川下製造業者の大幅な低コスト化が見込まれる。

②火力発電所に関する事業-ボイラーチューブ

火力発電所内の現地溶射施工においては、前述①の大型ケーシングライナーの他にも、高温腐食環境下にて用いられるボイラーチューブへも摩耗・減肉対策としてクロムカーバイド溶射が採用されている。

この川下製造業者からのニーズに対しても、本件にて開発した『可搬型高性能 HVOF 新溶射システム』を活用することにより、従来までのクロムカーバイド溶射皮膜よりも高硬度で高密な耐摩耗性及び耐食性が向上した溶射皮膜の形成が可能となり、波及的な切り替えが見込まれる。

③製紙ロールに関する事業

製紙機械分野に用いられる大型のワイヤーロール・プレスロール等の補修工事においてロ

ールを工程ラインの装置から取り外し、弊社工場まで持ち込むことが容易ではなく、本件の研究開発成果を活用することにより、このような新たな分野への展開・実用化も見込まれる。

その他にも産業・分野を問わず、溶射にて補修を行いたいのが、大型設備のため生産ラインや既存設備から取り出して溶射工場まで持ち込むことができないロールや設備機器等の補修工事の案件の全面切り替えが見込まれる。

④その他の新たな事業展開への可能性

その他にも産業・分野を問わず、溶射にて補修を行いたいのが、大型設備のため生産ラインや既存設備から取り出して溶射工場まで持ち込むことができないロールや設備機器等の補修工事の案件は非常に多く、これまでは耐摩耗性・耐食性に課題のある『従来までの出張工事用 HVOF 溶射装置』やアーク溶射装置及び溶線式フレーム溶射による金属溶射皮膜等に対応してきたが、これらの大型設備への補修案件の全面切り替えが見込まれる。

【想定するマーケット及び市場規模(現状、今後の動向)】

①火力発電所に関する事業-大型ケーシングライナー

日本の発電供給事情は、東日本大震災以降、大きく変化し、原子力発電の再稼働が待ち望まれている。しかし、未だ全面稼働は難しく、依然、政府は、その代替発電法として火力発電を「重要なベースロード電源」と位置付けている。(エネルギー基本計画 2014 年) また今後の動向として、経済成長や電力化率の向上等により電力需要は増加するものの、これまで以上に省エネや節電への意識が浸透し、2030 年度までの電力需要はほぼ同水準で推移すると見込まれている。(「長期エネルギー需給見通し」経済産業省 2015 年) ただし仮にこの電力需要がほぼ同水準で推移したとしても、現在の原子力発電の再稼働を待ち続けている状況で且つ再生エネルギー(太陽光・風力・水力)においても天候により発電量が変動することから、依然、安定的な最重要電源として火力発電に頼らざるを得ない状況が続くものと思われる。

2017 年現在、国内の火力発電所は 270 ヶ所余りであるが先述のような背景から過度な稼働状況であることに加え、電力小売完全自由化や設備更新の手続き期間の短縮等の各種政策や既存の火力発電所の老朽化も重なり、石炭・ガス等の火力発電装置の更新計画が大幅に増加しており、更なる増加が見込まれる。

②火力発電所に関する事業-ボイラーチューブ

前述の①と同様に今後も引き続き、火力発電装置の更新計画の大幅な増加が見込まれる。

③製紙ロールに関する事業

現状、製紙機械分野に溶射施工が用いられる市場規模は 2015 年度実績で約 45 億円である。大型ワインダードラムロール、セグメントロールは、運搬が困難であることから現地での補修溶射が行われている。この用途では、従来からロール表面への WC サーメット溶射

仕様が定着しており、本研究開発での成果物である高性能・低コスト溶射皮膜により今後
も引き続き需要が見込める。

④その他の新たな事業展開への可能性

本研究開発の成果である、従来よりも大幅に溶射皮膜性能(耐摩耗性及び耐食性)と生産性を向上させた『可搬型高性能 HVOF 新溶射システム』は、産業分野を問わずに、大型設備であるがゆえに製造ラインから取り外しての補修が困難な部品基材への溶射施工品に対して、絶大な費用対効果が得られるものである。そのため、非常に多岐に渡る分野への波及的な切り替えを見込んでいる。

したがって、本件は限られた事業及び企業へ効果をもたらすものではなく幅広い分野へ適用し、我が国の発展に寄与する研究開発である。