

## 新技術等 概要説明資料

※登録番号
25-1
※登録年月日
令和7年3月31日更新 平成25年7月9日登録

※受理番号
令和6年度更新-4

1 新技術等の名称	完全封孔処理した後、厚膜の上塗りに対処した「省工程厚塗り対応型金属溶射工法」			
2 分類 (該当するものに○)	新技術	新工法	新製品	
		○		
3 キーワード  複数記入可 (該当するものに○)	安全・安心	環境	情報化	
	○	○	○	
	公共工事の 品質確保・向上	景観	伝統・歴史 ・文化	
	○	○	リサイクル	
4 開発目標  複数記入可 (該当するものに○)	省人化	省力化	経済性の向上	
	○	○	○	
	耐久性の向上	安全性の向上	作業環境の向上	
	○	○	○	
	省資源・ 省エネルギー	品質の向上	リサイクル性向上	
	○	○	その他	
5 開発体制  (該当するものに○、 開発会社等を記入)	単独		共同（民・民）	
	共同（民・官）		共同（民・学）	
	開発会社	(株)中央コーポレーション 日本電通(株)、(株)永照、SIC工法協会		
	開発年月	平成24年7月		
6 問合せ先	会社名	(株)中央コーポレーション		
	担当部署	プロジェクト部		
	担当者	猪狩 達夫		
	住所	岩手県花巻市東宮野目11-5		
	電話	0198-26-3033		
	F A X	0198-26-3035		
	E-mail	<a href="mailto:tigari@m.e-chuoh.com">tigari@m.e-chuoh.com</a>		

注) ※は記入しないでください。

## 7 新技術等の概要

当工法は金属溶射の塗装仕様である。

金属溶射の塗装仕様とは、金属溶射被膜を封孔処理した後、塗装を行う重防食塗装である。

金属溶射の防食システムは、溶融亜鉛めっきと同様の犠牲防食作用を主としており、鉄に対して亜鉛やアルミニウムの電位差を利用して鉄を防食する。

金属溶射の被膜内部には多くの気孔があり、被膜表面から鉄素地まで通じる開口気孔が10%前後存在する。これらの気孔を塞ぐ封孔処理は、金属溶射の性能を左右する重要な工程であり、封孔処理が不完全な場合、溶射被膜および塗装部の耐久性に大きな影響を与える事がある。

当工法では、金属溶射の弱点である気孔を完全封孔した後、耐紫外線性に優れ、厚膜に対処した塗装を行う。また、シンナー等の溶剤を一切含有しないため、環境に優しい工法となっている。

比較する従来技術は「鋼道路橋防食便覧」Ⅱ-40ページ、表-Ⅱ.2.8「金属溶射の塗装仕様の例」であり、そのほか国土交通省のNETIS（公共工事における新技術活用システム）へ登録されている同様の技術とも比較し、優位性を確認している。「岩手県新技術等活用促進事業」への登録以降、改良を進め、2014年度に「金属溶射の塗装工程省力化工法（SIG工法）」としてNETISへ登録した。

新技術の登録更新に当たり、以下のとおり見直しを行った。

### ●封孔処理

（開発当初）

封孔処理にHS-100グレード、塗装は厚膜に対処するためHS-200グレードを適用。

（更新後）

本来塗装用途であるHS-200に優れた封孔処理の性能を付加し、1グレードの樹脂で封孔処理と塗装を行う仕様に変更した（樹脂メーカーの仕様とは異なる）。

### ●塗装部の膜厚

（開発当初）膜厚55 $\mu$ m以上（C-5塗装系のふっ素樹脂中塗、上塗の合計膜厚に合わせた）。

（更新後）膜厚40 $\mu$ m以上に変更（C-5塗装系の耐久年数に近づけ、使用量を削減）。

### ●使用する樹脂

開発当初と同様に、アルコキシシラン化合物を主成分とした「無溶剤1液型無機系封孔剤」であり、樹脂の改良とNETIS登録に合わせて、材料名を変更した

（パーミエイト → SIGシーラーへ変更）。

## 8 新技術等の特徴

金属溶射の封孔処理と塗装において、従来技術ではエポキシ系樹脂やふっ素樹脂の有機溶剤系塗料を用いるが、当工法は無溶剤1液型無機系封孔剤の1種類である。

### ●全般

- ・金属溶射までは従来技術と同様であるが、粗面形成材は使用しない。
- ・従来技術と比べて省工程である。

### ●封孔処理の特徴

・浸透性に優れ、固形分量が多い樹脂を使い、500 $\mu$ mまでの金属溶射被膜を完全に封孔する。固形分量とは塗料の加熱残分に該当し、塗料乾燥後の固形分である。故に、気孔の閉塞率に直結した数値として、封孔処理の重要な品質項目である。当工法の樹脂の固形分量は、顔料を含まないクリアー成分で約70%あり、従来技術の顔料を含む約25%~34%（ミストコート仕様）と比して、封孔処理の品質が向上する。従来技術の顔料を含む固形分量の場合、顔料は気孔（微細孔）へ浸透しないため、気孔の閉塞性能は更に低下する。

### ●塗装部の特徴

・塗装目的の樹脂に封孔性能を付加したが、耐紫外線性、厚膜への対応および鉛筆硬度は従来通り。

### ・耐紫外線性について

従来技術のふっ素樹脂は、分子結合の主鎖（分子間の主要な結合部）がC-Cの炭素結合であるのに対し、当工法の樹脂はSi-O結合である。C-C結合は、全紫外線量の99%を締めるUVAの波長で結合が解離し、Si-O結合は、通常地上に到達しないUVCの波長で結合が解離する。分子結合の解離は塗膜劣化の始まりであり、当工法の樹脂は耐紫外線性に優れている。

### ●環境対策

・VOC（揮発性有機化合物）を低減する。  
樹脂は無溶剤であり、エチルベンゼン、キシレン、トルエン等を含有しない。

9 施工方法又は製造方法	従来技術等との比較
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 素地調整および粗面化処理 ブラスト法による。</li> <li>・ 防食下地 金属溶射。 JISに準拠するが、広く採用されている擬合金溶射も適用。</li> <li>・ 封孔処理【1次封孔処理】 SICシーラー（無溶剤1液型無機系封孔剤）とする。 グレードはHS-200とする。</li> <li>・ 上塗【2次封孔処理】膜厚40μm以上 SICシーラー（無溶剤1液型無機系封孔剤）とする。 グレードはHS-200。</li> </ul> <p>※金属溶射後2工程で完了。</p> <p>※擬合金とは、アーク（電気式）溶射機で、亜鉛（Zn）とアルミニウム（Al）など、異なる金属を同時に溶かす技術であり、擬合金のZnAlは、JIS掲載のZnAl15合金と同等の防食性能がある。</p> <p>※【 】内は、当工法独自の表記。</p> <p>※樹脂の塗布方法は従来同様。</p> <p>※NETISでは樹脂のグレードを規定していないが、厚膜対処としてHS-200に規定する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 素地調整および粗面化処理 ブラスト法による。従来と同じ。 粗面化処理に粗面形成材を塗布する仕様あり。 当工法ではSICシーラーと粗面形成材の相性が不明であり塗布しない。</li> <li>・ 防食下地 金属溶射。従来と同じ。</li> <li>・ 封孔処理 金属支承では、エポキシ系浸透性保護材の採用例が多い。 その他は希釈したエポキシ樹脂 エポキシの耐久性は、13項「実証試験等の実施状況」の③耐久年数を参照。</li> <li>・ 下塗 エポキシ樹脂 膜厚120μm以上 当工法では塗布しない</li> <li>・ 中塗 膜厚30μm以上 ふっ素樹脂 当工法では塗布しない</li> <li>・ 上塗 膜厚25μm以上 ふっ素樹脂 当工法ではSICシーラーを40μm塗布</li> </ul> <p>※従来技術は金属溶射後4工程。 ※樹脂の塗布方法は、刷毛、ローラー、スプレーの何れも可。</p>
10 施工単価又は商品単価	従来技術等との比較
<p>金属溶射までは従来工法と同じ価格であり、封孔処理以降の比較なので注意（2025年1月の岩手県単価適用）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ イニシャルコスト 419,460円／平面100㎡</li> <li>・ ランニングコスト（共用60年以上の美装性補修） 722,300円／平面100㎡</li> <li>・ トータルコスト 1,141,760円／平面100㎡</li> </ul> <p>※ 上記の前工程となる金属溶射の参考価格を下記へ掲示する。施工物の形状により価格は変動する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工場内施工</li> <li>・ 1種ケレンには溶融アルミナを使用（再利用無し） 2,951,823円／平面100㎡</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ イニシャルコスト 459,310円／平面100㎡ (8.6%向上)</li> <li>・ ランニングコスト（美装性補修） 875,400円×2回 =1,750,800円／平面100㎡ (58.7%向上)</li> <li>・ トータルコスト 2,210,110円／平面100㎡ (48.3%向上)</li> </ul> <p>共用60年以上の場合、従来技術は2回の補修が必要。</p>

11 適用条件・適用範囲 (施工上・使用上の留意点を含む)	従来技術等との比較
<p>適用条件・適用範囲は従来技術と同様。</p> <p>留意点 SICシーラーは水分と反応するので、保管中はフタの開放に注意すること。</p>	<p>同等 気温5℃以上、湿度85%以下等。</p>

注) 記入しきれない場合は、適宜、該当欄を広げて記入して下さい。

12 残された課題と今後の開発計画
<p>封孔処理【1次封孔処理】後、上塗【2次封孔処理】までの待ち時間を短縮するよう、成分の調整を行う。</p>

## 13 実証試験等の実施状況

### ①試験の目的

- ・塗装の中で1番耐候性が求められる上塗塗料を試験体とする。
- ・アルコキシシラン化合物を主成分とした塗料と、ふっ素樹脂系塗料の耐候性と防食性の比較試験とした。
- ・試験結果を基に、耐久年数を評価する。

### ②試験内容

- ・実施日 平成15年3月～6月
- ・試験場所 (株)ロンビック
- ・試験体  
素地調整後、各塗料をそれぞれ塗布し、7日間室温乾燥させた。
- ・試験機器  
耐候性：キセノンランプ (ATLAS Ci4000 Xenon Weather-Ometer)  
防食性：サイクル試験器 (スガ試験器 塩乾湿複合サイクル試験器 CPY90A)
- ・試験方法  
キセノンランプで260時間照射後、下記1～4を1サイクルとするサイクル試験を実施。
  1. 塩水噴霧 (30°C×0.5時間)
  2. 湿潤 (30°C/95%RH×1.5時間)
  3. 温風乾燥 (50°C/20%RH×2時間)
  4. 温風乾燥 (30°C/20%RH×2時間)
- ・試験結果  
キセノンランプの試験は、両試験体に光沢の差は無かった。  
サイクル試験の結果、アルコキシシランに0.5mm、ふっ素に13mmの膨れが発生した。
- ・考察  
アルコキシシラン化合物を主成分とした塗料は、ふっ素樹脂と同等以上の性能があることを確認した。

### ③耐久年数

- ・算定方法  
(社)日本橋梁建設協会「鋼橋のQ&Aライフサイクルコスト編」平成18年9月版によるC-5塗装系を対象に、塩害環境部を適用して算定。
- ・算定対象
  1. 新技術：上塗【2次封孔処理】の膜厚40 $\mu$ mとする。
  2. 従来技術：上塗25 $\mu$ m、中塗30 $\mu$ m、下塗120 $\mu$ mの合計膜厚とする。
- ・耐久年数の算定
  1. 新技術  
②の試験結果より、各係数はふっ素樹脂系と同じ値を採用する。  
上塗40 $\mu$ m $\div$ (2/3 $\mu$ m)=60年  
基本耐久年数 60年 $\times$ 0.7=42年  $\rightarrow$  40年  
40年 $\times$ (1.0 $\times$ 1.0 $\times$ 0.8)=32年  $\rightarrow$  耐久年数30年
  2. 従来技術  
上塗(ふっ素) 25 $\mu$ m $\div$ (2/3 $\mu$ m)=37.5年  
中塗(ふっ素) 30 $\mu$ m $\div$ (10 $\mu$ m)=3年  
下塗(エポキシ) 120 $\mu$ m $\div$ 10 $\mu$ m=12年  
合計52.5年  
基本耐久年数52.5年 $\times$ 0.7=36.75年  $\rightarrow$  35年  
35年 $\times$ (1.0 $\times$ 1.0 $\times$ 0.8)=28年  $\rightarrow$  耐久年数25年
- ・考察  
新技術は、従来技術より耐久性に優れる。

14 新技術等の効果	比較する従来技術等			有機溶剤系塗料を用いた金属溶射の塗装仕様
項目	活用の効果 (該当するものに○や数値を記入)			比較の根拠
①経済性	向上 (48.3%)	同程度	低下 (%)	供用60年以上の場合
②工程	短縮 (50%)	同程度	増加 (%)	封孔処理以降を比較。2工程削減
③品質	向上	同程度	低下	試験結果による
④安全性	向上	同程度	低下	
⑤施工性	向上	同程度	低下	塗布回数減少
⑥環境	向上	同程度	低下	VOC排出無し
⑦その他	向上	同程度	低下	
15 他機関等での評価の有無 (複数記入可)				
・評価の有無	国土交通省 NETIS (公共工事における新技術活用システム)			
・評価機関及び評価制度	① 東北地方整備局 東北技術事務所 (申請) ② 近畿地方整備局 新技術活用評価会議			
・評価又は登録年月日	① 申請日 2015/1/7 ② 活用促進技術への指定 2018/11/15			
・評価又は登録番号	TH-140010-VR 活用促進技術 (新技術活用評価会議 (近畿地方整備局))			

注) 記入しきれない場合は、適宜、該当欄を広げて記入して下さい。