

パズル[®]工法

アルミニウム・亜鉛擬合金常温溶射工法

PAINT+ALUMINUM/ZINC LAYER



PAZL 溶射工法協会
日本ペイント販売株式会社



塗料系

塗料による重防食施工は施工が簡単且つ安価で、一般的に多く普及している。但しVOC拡散等の問題も多く残る。

溶融亜鉛めっき

溶融亜鉛めっき系は施工単価が安く、実績も豊富な為、多方面に使用されている。しかし鋼材のサイズや熱歪み等々の問題がある。

耐候性鋼材

耐候性鋼板は待機腐食に伴って保護性の鍍(安定鍍)が形成され、それ以上の腐食を抑制する。但し、使用環境が限定されている。



金属溶射

溶融亜鉛めっきと同等以上の性能を持ち、以前より重防食工法(メタリコン)として使用されてきた。しかし取り扱いが難しく、またブラストで粗面を確保する必要がある。

- ・昭和初期に国内に導入
- ・戦車やタンク車両等に採用
- ・橋梁で初めて二重橋(御所)に採用
- ・福岡北九州道路公社殿で大規模採用



平成17年12月発行

「鋼道路橋塗装・防食便覧」

第V編 金属溶射編 に採用

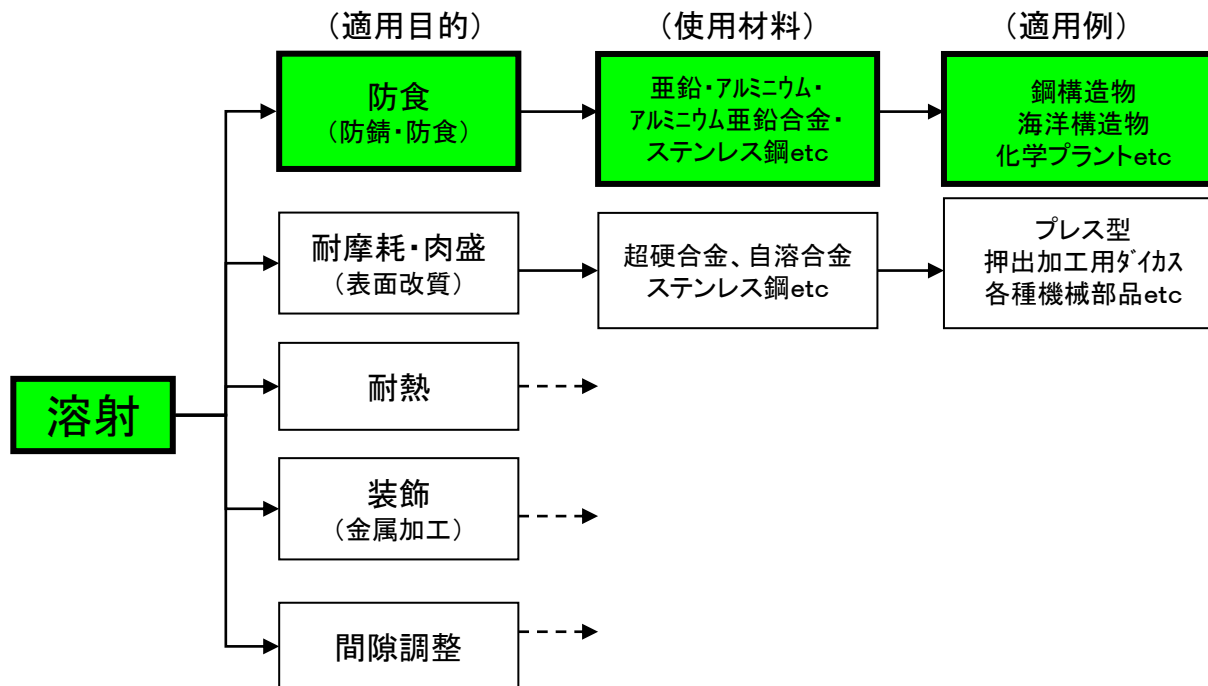
金属溶射とは？



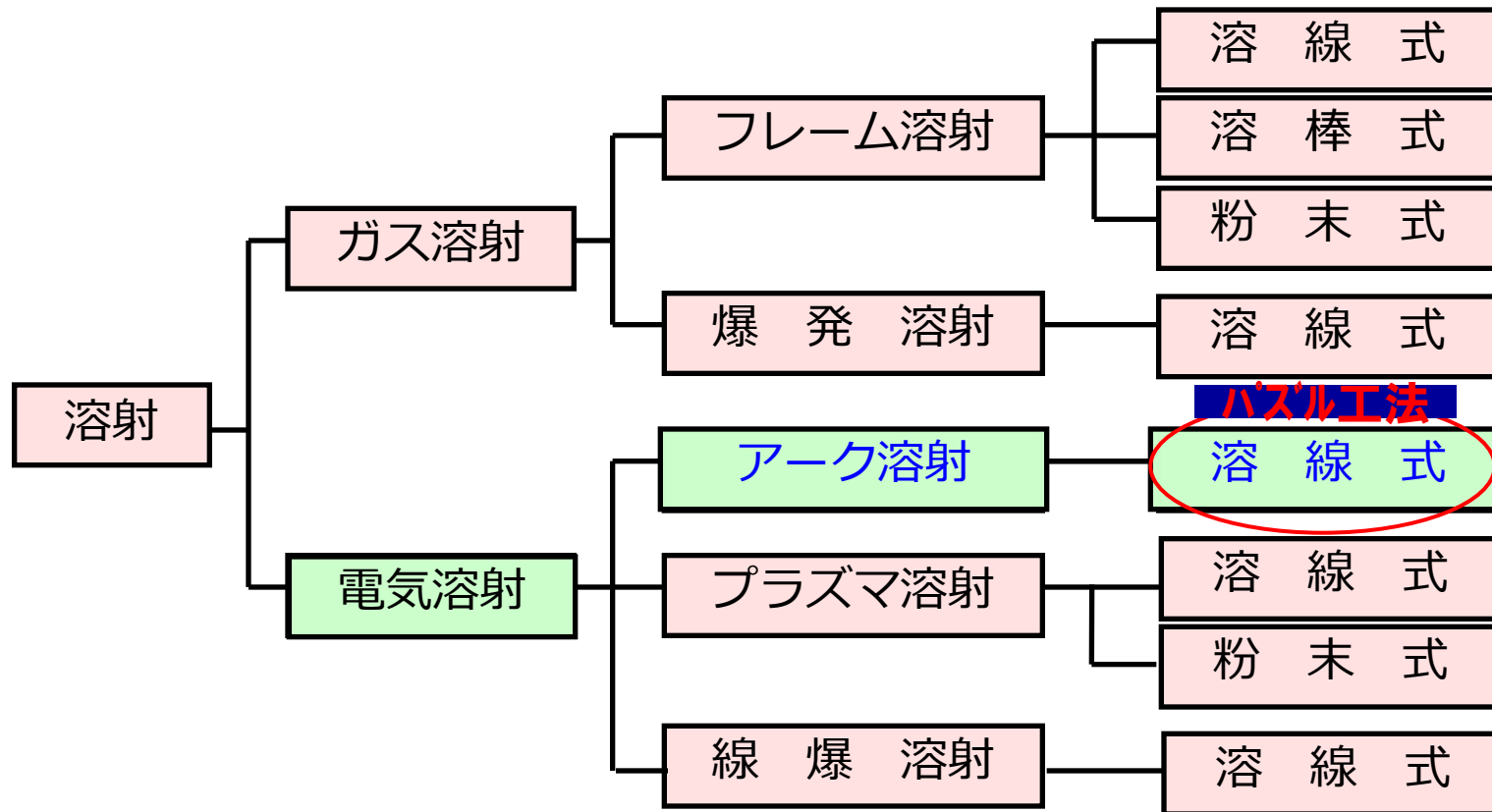
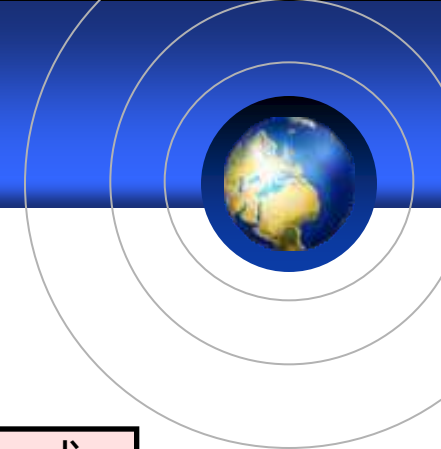
アルミニウムや亜鉛を溶かし、 → 『溶』

鉄素地の表面に射ちつける → 『射』

金属皮膜を形成するコーティング技術



金属溶射の分類



パズル工法とは？



アーク溶射を採用した工法(常温溶射工法)

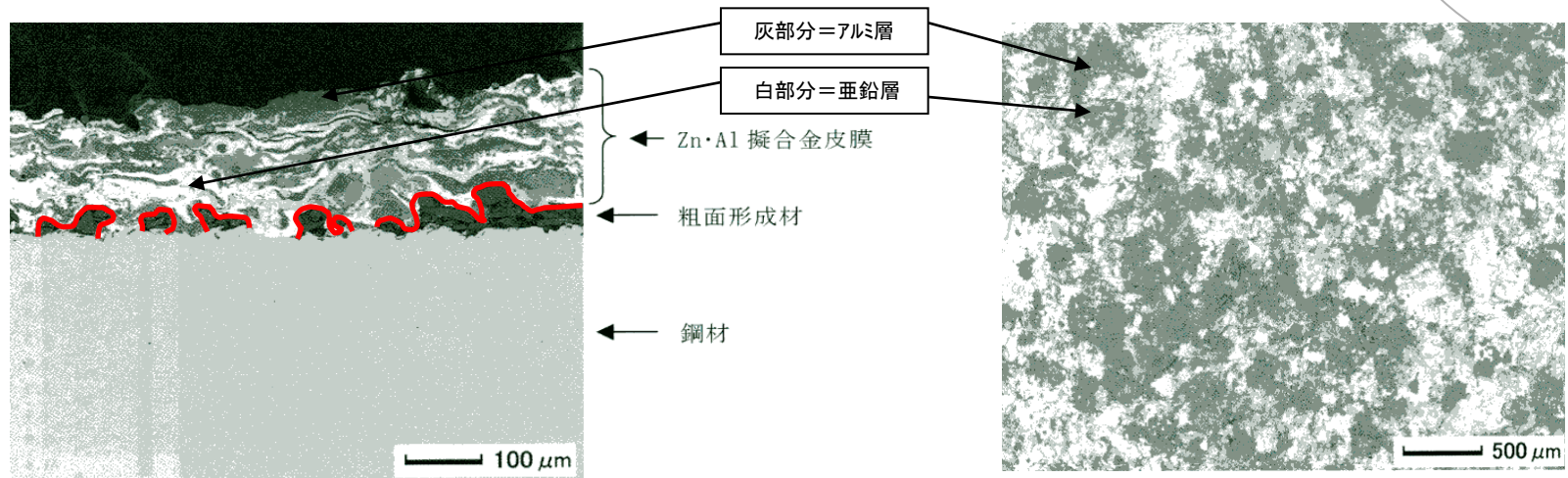
★アーク溶射の技術を改良した**常温金属溶射**(基材到達時20～70°C)

★従来の金属溶射には不可欠であった、粗面化のための高度なブラスト処理を必要としない技術である。

(ブラスト処理の代替として**粗面化形成材**(塗料)を使用。)

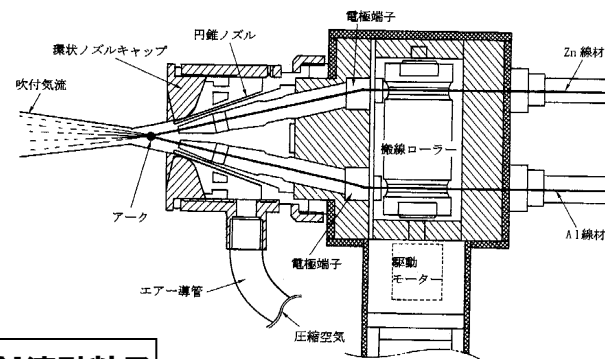
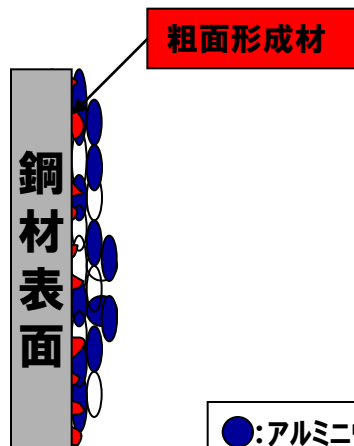
★従来の金属溶射工法では、アルミ、亜鉛、アルミ亜鉛合金など1種類の金属のみを使用していたが、**アルミと亜鉛を体積比で50:50、質量比で72:28の割合で同時に吹き付ける事**により、アルミと亜鉛の溶融された微粒子が重なり合った**擬合金溶射皮膜**を形成させている。

アルミニウム・亜鉛擬合金皮膜



【アルミニウム・亜鉛擬合金被膜断面写真】

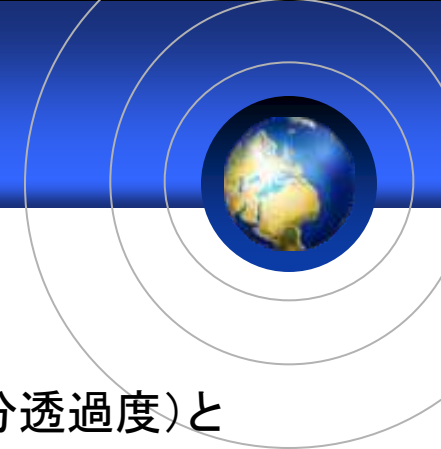
【アルミニウム・亜鉛擬合金被膜表面写真】



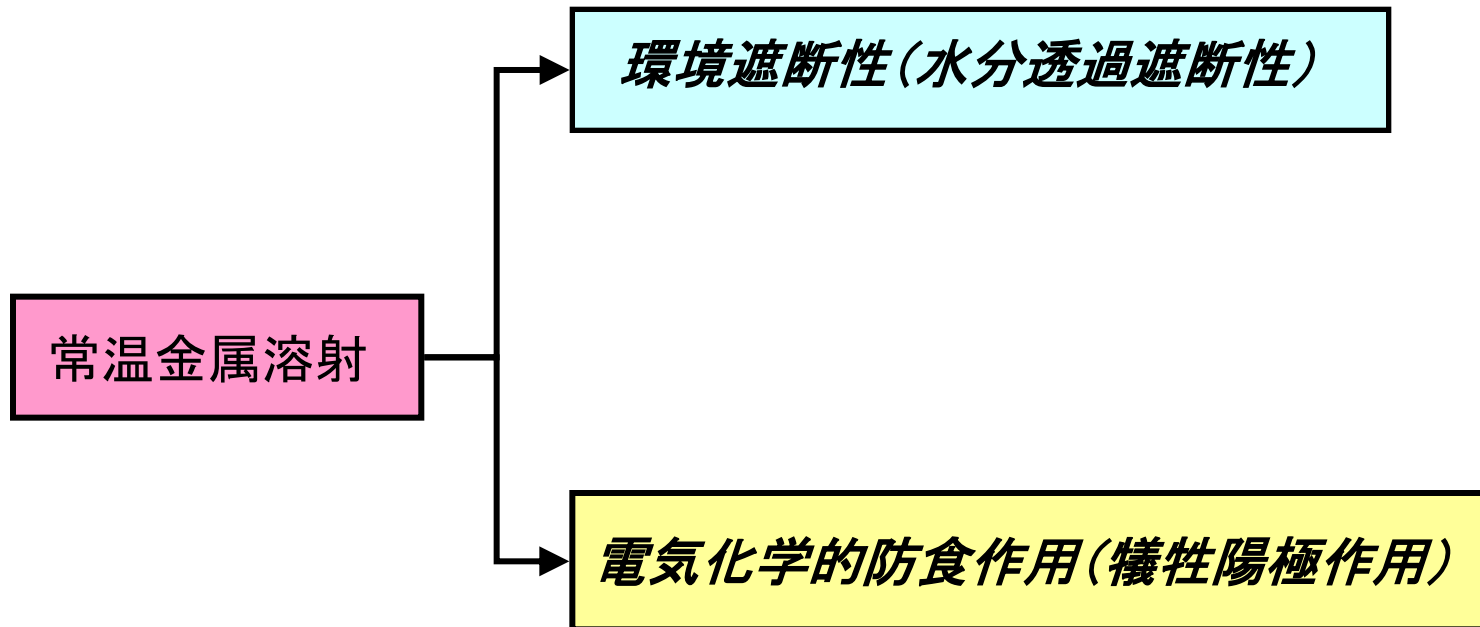
●: アルミニウム溶融粒子

○: 亜鉛溶融粒子

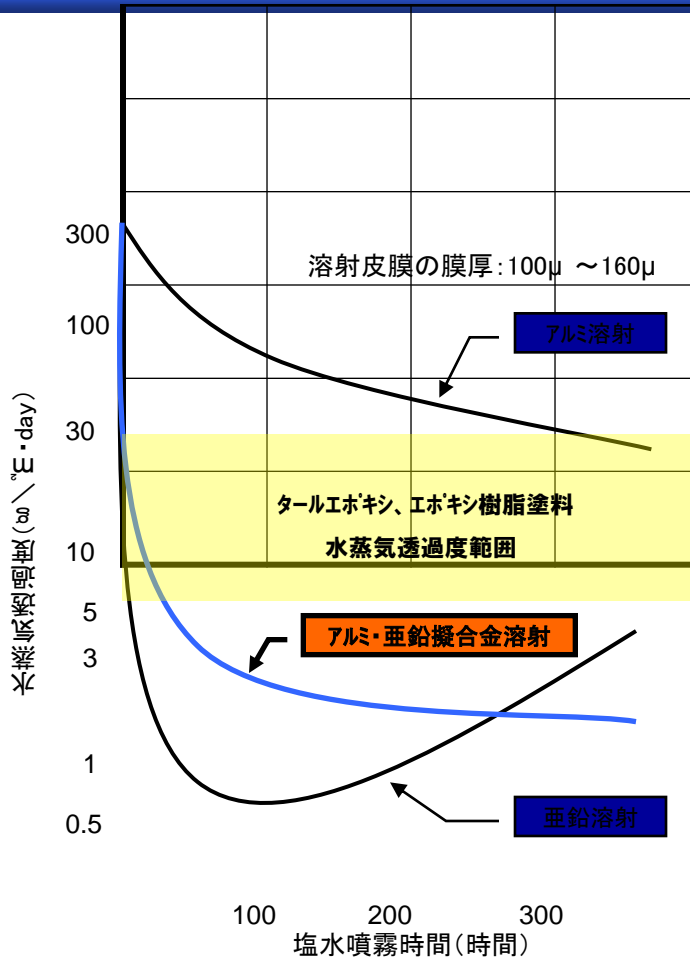
常温金属溶射の防食効果



溶射皮膜の暴露環境における防食は、皮膜の環境遮断性(水分透過度)と電気化学的防食効果の2つの効果による。



環境遮断性(水分透過遮断性)



溶射皮膜の促進試験後の水蒸気透過度

①アルミニウム溶射

酸化性生物による皮膜空隙部への充填が徐々にしか行われない為、水蒸気透過度が小さくならない。

②亜鉛溶射

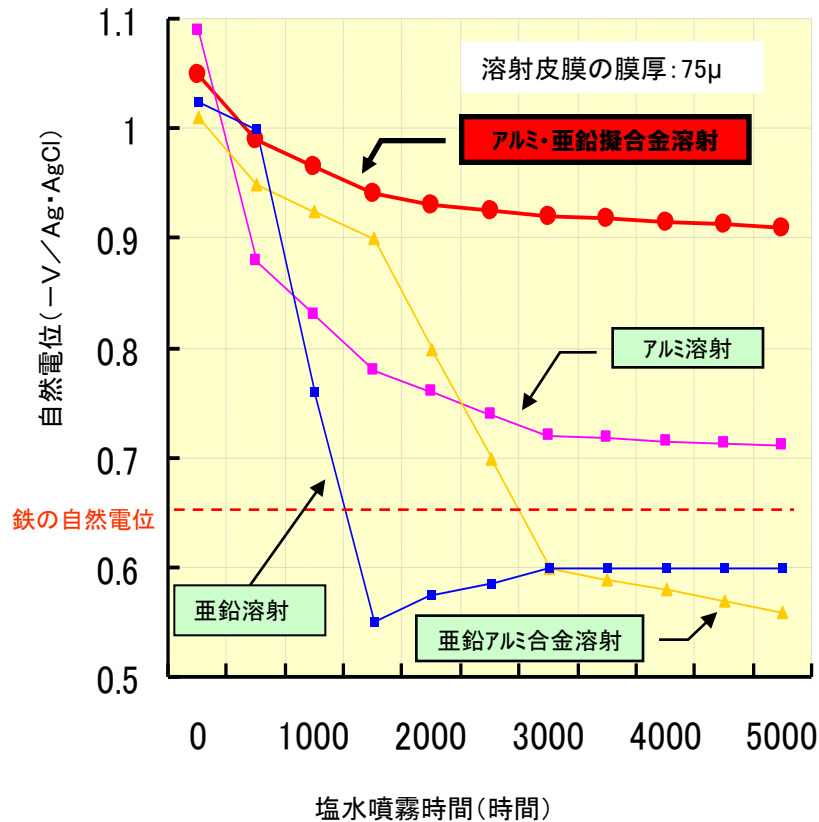
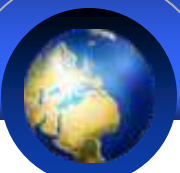
短時間で水蒸気透過度は低下するが、塩水噴霧を継続すると溶射金属が消耗するのが早く、水蒸気透過度は大きくなっていく。

③アルミ・亜鉛擬合金溶射

短時間で水蒸気透過度が小さくなり、その状態が継続し、亜鉛溶射のように短時間で皮膜が溶解する事はない。

この事より、空隙が酸化物で封孔されたAl/Zn擬合金皮膜は防錆耐久時間が長く期待できる事がわかる。

電気化学的防食作用(犠牲陽極作用)



溶射皮膜の塩水噴霧試験後の自然電位

【犠牲陽極防食法】

鉄より卑な電位(電解質溶液中の電位に対して)を持つ金属を鉄と電氣的に接触させて、卑な電位の金属が溶出する事により、鉄の電位を負に分極させて鉄の腐食を防ぐ防食法。

【電気化学的防食作用】

防食溶射は鉄の自然電位より卑な金属を熱や電気で熔融し、粒状に吹き付けして素地表面に金属皮膜をつくり犠牲陽極作用の効果を得る。これを金属溶射による電気化学的防食作用という。

左グラフ(溶射皮膜の塩水噴霧試験後の自然電位を測定した実験結果)の通り、Zn/Al擬合金溶射は、**5,000時間後も鉄の自然電位-650mVに対し、-900mVを維持**しており、良好な電気防食作用を維持している事が確認出来ている。

常温金属溶射の作業工程



(作業工程)

(作業内容)

素地調整

除錆(酸化物除去)
脱脂・清浄(付着阻害物除去)



粗面処理

粗面形成材による粗面処理
(密着強度の確保)



常温金属溶射

アーク溶射によるAl/Zn
擬合金皮膜の形成

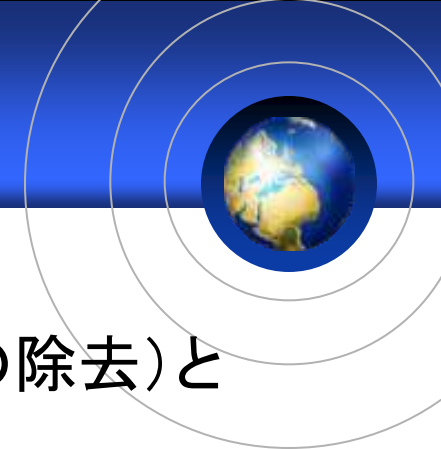


後処理

・封孔処理
(溶射皮膜の気孔充填と化成処理)
・上塗り塗装
(景観処理及び防食塗装形成)



金属溶射における粗面形成の意味



- 1、素地調整・粗面形成は、清浄度(付着阻害物の除去)と粗さ(密着力)を確保するために行う
- 2、溶射の付着は素地と溶射のアンカー効果による
- 3、素地の粗さはJIS工法⇒ $Rz_{jis} 50\mu m$ 以上、 $Ra 8\mu m$ 以上
パズル工法⇒ $R_{sm}/Rz_{jis} \leq 3.5$ 平均 4.0最大
- 4、JIS工法においてはブラストにより粗面形成する
- 5、**パズル工法**は塗料をスプレー塗装して粗面形成する
- 6、粗面形成の管理方法は標準見本板との比較とする



Mitutoyo Surfcoat S-F301
日付 2006-06-15
時刻 14:26:36
粗さ曲線
評価長さ 8mm
 λc 8mmX1
Ry 101.9 μm
Rz 95.30 μm
RSm (0.3 μm) 268 μm

Rsm 粗さ曲線要素の平均長さ
Rzjis 十点平均粗さ

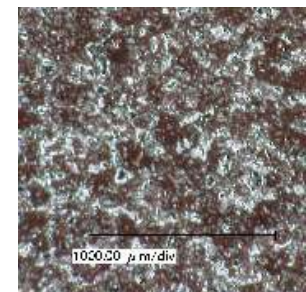
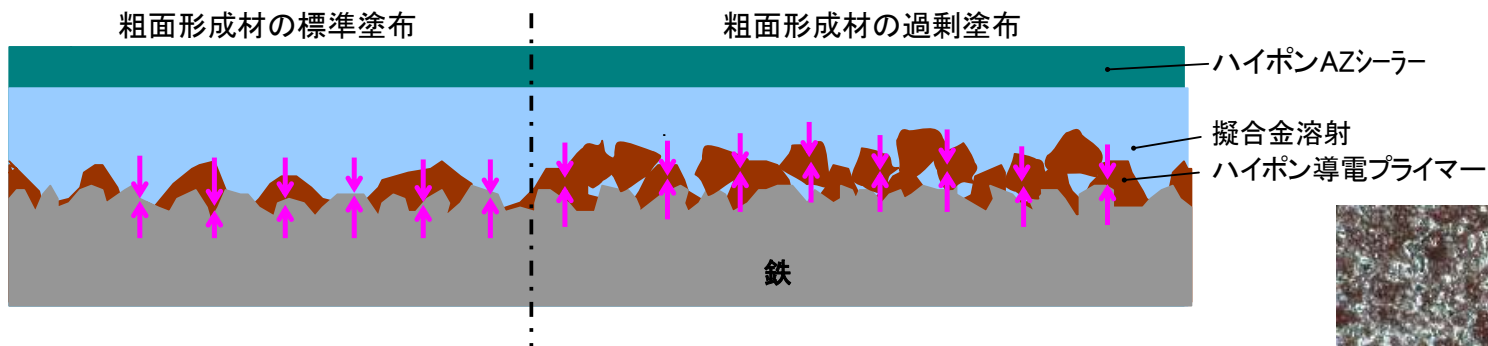
粗面形成材の特徴



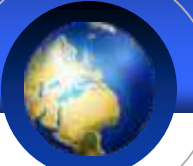
「商品名：ハイポン導電プライマー」

- 1、素地調整はサンダーケレンでも可（ブラストは尚良い）
- 2、導電性を有する（JIS溶射同様全ての面で通電）
- 3、塗料自体に亜鉛アルミを含有し、犠牲防食機能を有する

ハイポン導電プライマーを使用した溶射断面（イメージ）



常温金属溶射(パズル)の特徴



- 1、溶射時に発生する金属の蒸気(ヒューム)が比較的少ない
- 2、耐熱性の低い素材に対しても溶射が可能
- 3、熱歪みによる収縮が小さいので、溶射皮膜の収縮剥離が
起こり難い
- 4、金属の酸化が少ない
- 5、粗面形成材による粗面化処理が適用でき、ブラスト処理を
必ずしも必要としない(サンダーケレンOK)

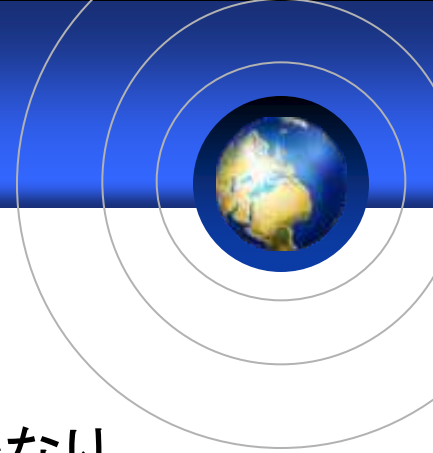


金属溶射における封孔処理の意味



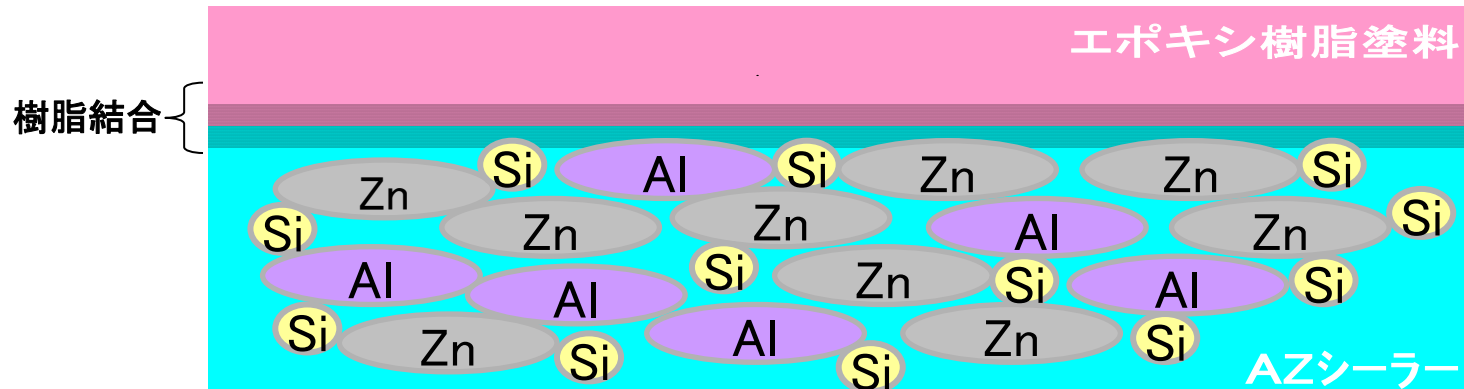
- 1、溶射したままの金属皮膜の内部には、多くの気孔（全気孔率1～10%）が存在する。
- 2、封孔処理を施さないと腐食因子が気孔を通過して素地を腐食し剥離にいたる可能性がある。
- 3、封孔処理は膜を形成させることが目的ではなく、溶射皮膜全体に浸透させ、気孔を無くし皮膜を強化させ、溶射単膜よりも耐久性を向上させることにある。

封孔処理剤の特徴



商品名:「ハイボンAZシーラー」

浸透性が高く、且つ溶射と下塗りのバインダーとなり、
強固な付着性を有する

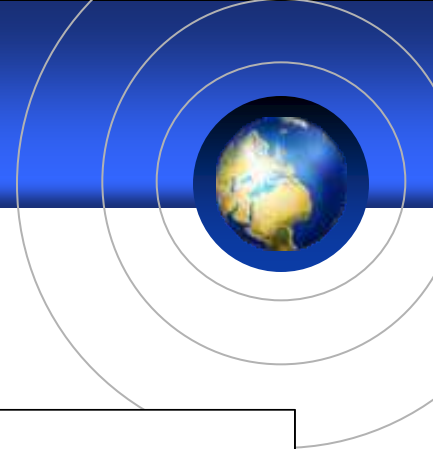


O(酸素)を介在して**化学結合**を形成している

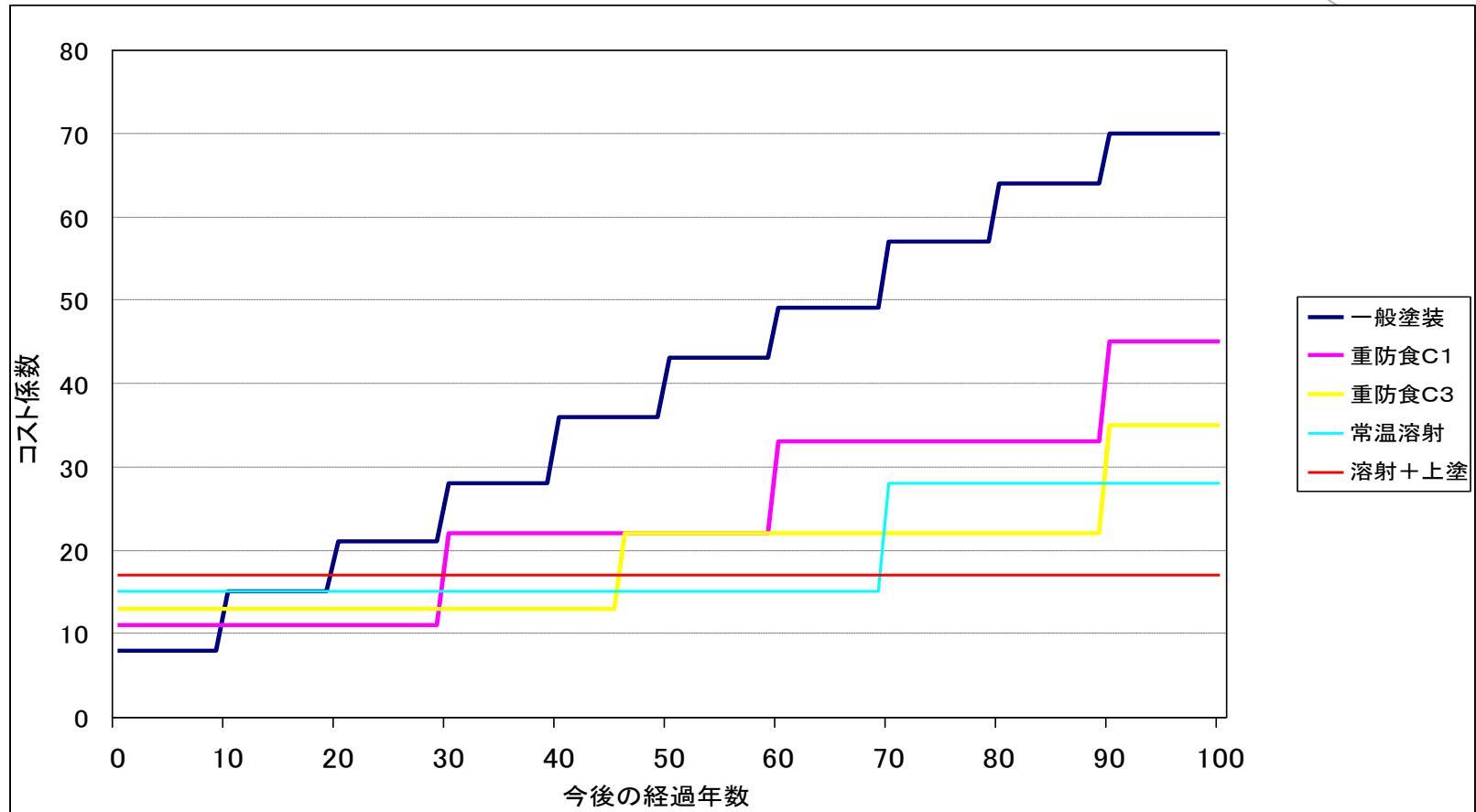
※AZシーラーはエポキシ樹脂に近い組成に変性させているためエポキシと**樹脂結合**する

※**無機有機複合樹脂系 金属溶射専用封孔処理剤**

LCCの削減の実現



100年間での他工法とのLCCの比較

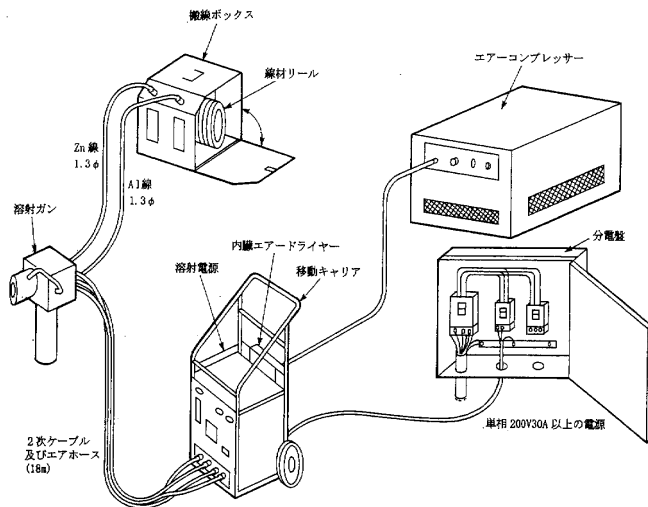


常温金属溶射用標準機器

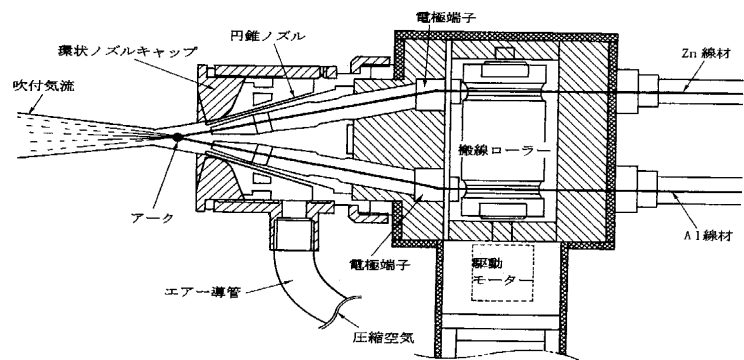


1. 前処理工具 ⇒ (1) 酸化物除去用機器工具
(ディスクサンダー、ミルスクレーパー、サンドブラスト等)
- (2) 粗面化処理材塗布用機器
(エアスプレーガン: ガン口径2.0~2.5mm)

2. 常温金属溶射機器

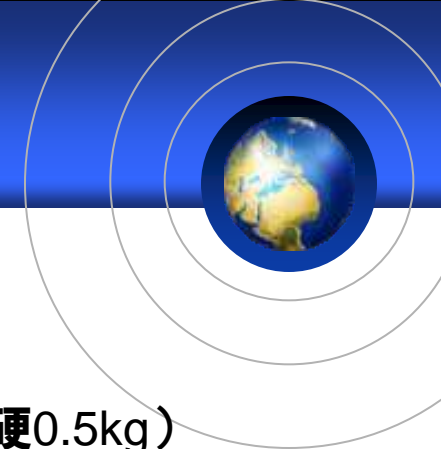


【常温金属溶射装置の構成】



【常温金属溶射ガンの構造】

パズル工法溶射用標準材料



1. 粗面形成材 ⇒ ハイポン導電プライマー(主3.0kg 硬0.5kg)



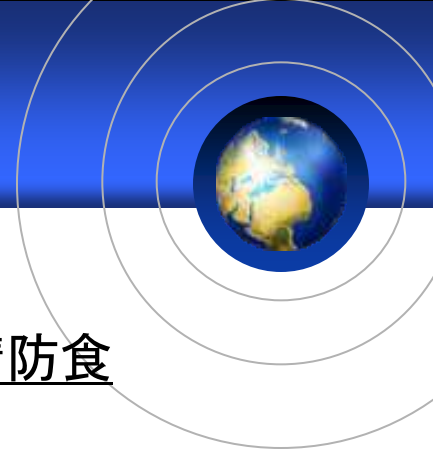
2. 防食溶射線材 ⇒ アルミニウム線材 (JIS H2102 純度99.70%以上)

亜鉛線材 (JIS H2107 純度99.97%以上)

3. 封孔処理材 ⇒ ハイポンAZシーラー(主14.4kg 硬1.6kg)

4. 上塗塗料 ⇒ アクリルシリコン系／フッ素樹脂系
ウレタン樹脂系等、その他、金属を
おかさない材質であれば各種塗料の
使用が可能。

パズル工法の適用



- 1、鋼製部材加工メーカー工場内で製作される各種鋼材の防錆防食
(鉄骨・鉄筋・鉄板・鋼管等のメンテナンスフリー)
- 2、汚染しやすい環境でも鋼材の防食性や耐久性を維持
(塩害地域・産業発展地域等の鋼製部材防食処理)
- 3、頻繁に補修することが困難な鋼材の腐食防止
(鉄塔・標識・跨線橋・避難階段等の高所に存在する鋼製部材の防食処理)
- 4、溶融亜鉛めっきが不可能な大型鋼材や薄型鋼材の防錆処理

下記は除く

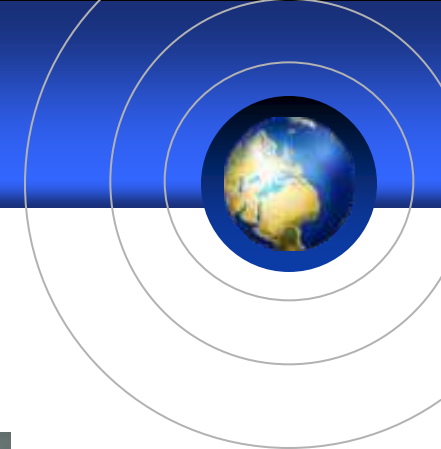
- ・ 作業空間が確保されない場合、検査廊など複雑な形状の構造部位・構造物。飛沫帯から5m以内
- ・ SUS材、チタン材、銅合金など溶射金属との電位差大)

溶射施工例(支沓補修現場施工)



BP-B 支沓(例)
85,000円／1箇所

溶射施工例(新設橋梁工場施工)



新設橋梁(例)
12,600円/m²
(溶射+ふっ素)

溶射施工適用箇所例(塗り替え)



海浜地帯



めっき損傷部



橋梁
端部・ボルト周り