

鋼構造物の長寿命化対策

チタン箔による鋼構造物塗膜の補強工法

■ 特許 第4424536号

■ 第二回インフラメンテナンス大賞優秀賞 受賞



土木研究所 先端材料資源研究センター



NIPPON STEEL 日鉄防食株式会社

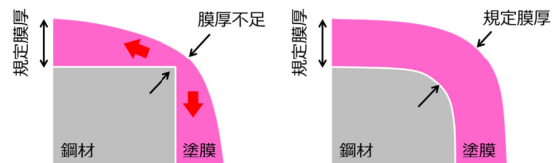
CMP 中国塗料株式会社

令和4年12月15日 土研新技術ショーケース2022 in 福岡

鋼道路橋の防食塗装の弱点



部材端部や部材接合部 …… 規定膜厚の確保が難しい
水分や土砂が堆積しやすい



塗膜弱点部となり、早期に鋼材腐食が起こりやすい



一般的には部材端部の曲面仕上げや塗膜厚を増す方法が
取られるも、厳しい腐食環境においては十分な防食効果が
発揮されない場合がある

塗膜弱点部を延命化する対策が必要

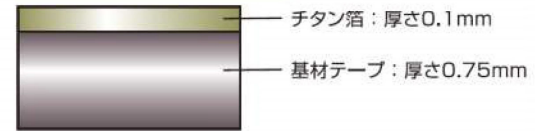


チタン箔シートを用いた防食工法

- 防食塗装の弱点と言われる部材端部等にチタン箔シートの貼付と塗装とを複合施工することにより、水分や塩分の様な腐食（促進）因子を完全に遮断して、塗膜劣化と鋼材腐食を抑制する工法。



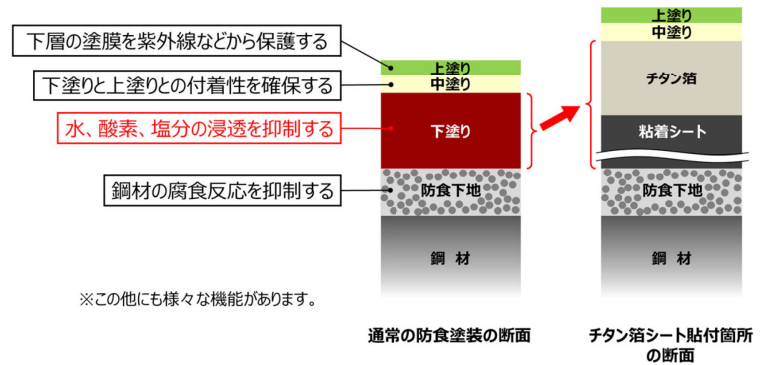
チタン箔シートの構成



- 塗膜の厚さが不十分な箇所では、水・酸素・塩分を容易に浸透させてしまうため、鋼材の腐食が発生しやすくなる。



- 浸透抑制の役割を主に担う「下塗り」の代わりにチタン箔シートを適用し、水・酸素・塩分を確実に遮断。

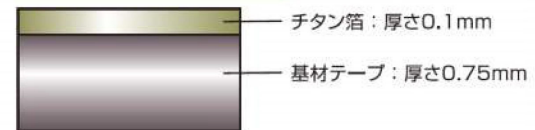


チタン箔シートを用いた防食工法

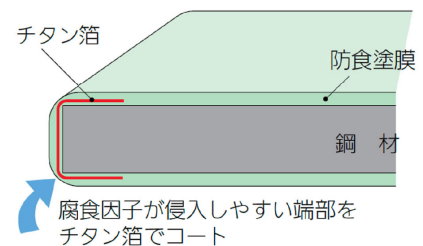
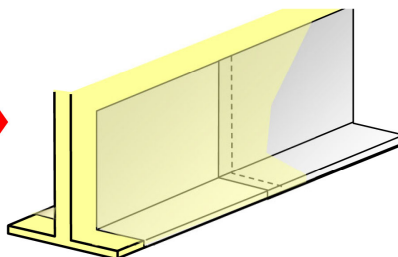
- 防食塗装の弱点と言われる部材端部等にチタン箔シートの貼付と塗装とを複合施工することにより、水分や塩分の様な腐食（促進）因子を完全に遮断して、塗膜劣化と鋼材腐食を抑制する工法。



チタン箔シートの構成

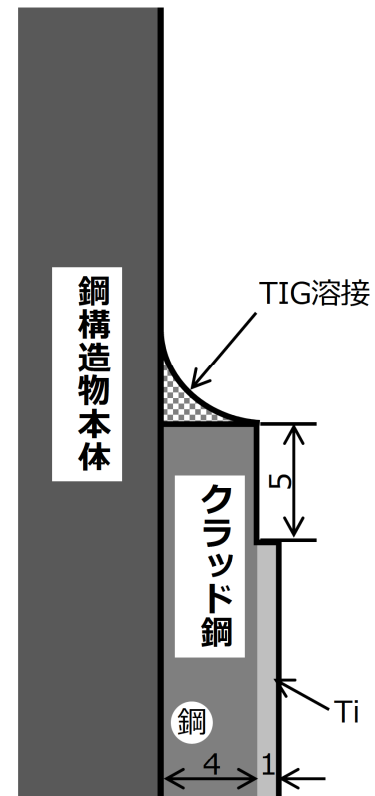
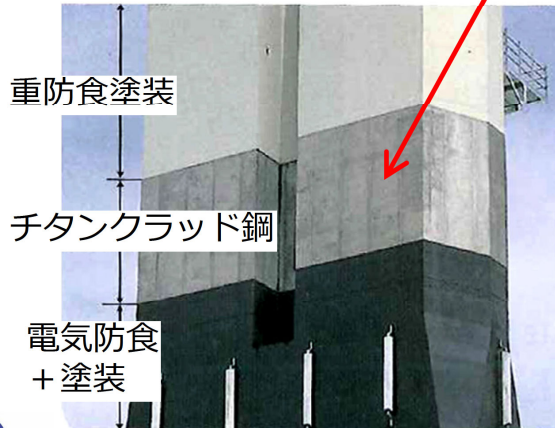


- 塗膜劣化や腐食が起りやすい部位への適用が効果的



類似の防食原理（チタンクラッド鋼）

■ 東京湾アクアブリッジ(4424m)



5

チタン箔シート防食工法の特徴

- ◆ **耐食性・耐衝撃性**に優れたチタンを使用
- ◆ 施工性が良好（**軽量・切断容易**）
- ◆ 重防食塗装との**複合が可能**であるため、景観上変化なく施工可能
- ◆ **新設／既設（補修）**を問わず適用可能

但し、チタンは**高コスト**



ライフサイクルコストを考慮した塗膜弱点部への**局所的な適用**により、一般的な塗替周期以上まで寿命を延長させる狙い



6

チタン箔シートの防食性

■ 海浜部での暴露（親不知）



(暴露12年経過)



チタン箔シート除去後の状況

仕様	
素地調整	Sa 2 1/2
防食下地	無機ジンクリッチペイント
被覆材	チタン箔シート (t = 0.85 mm)

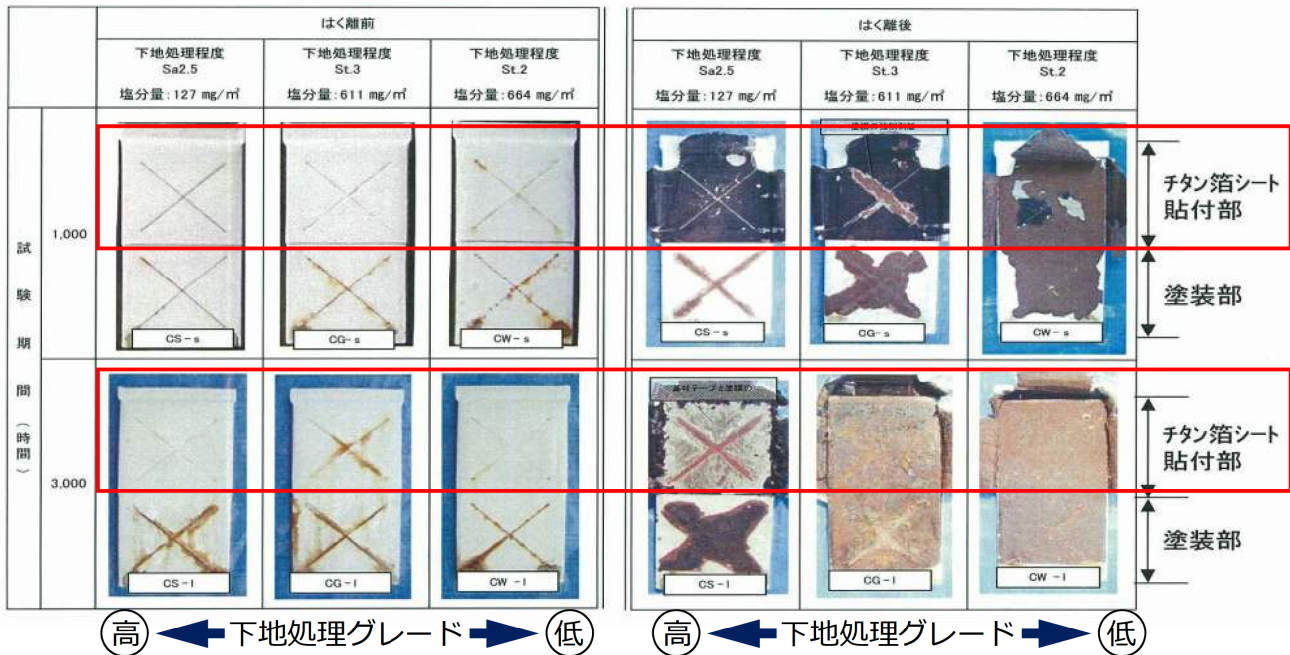
12年の暴露試験から、高い防食効果を確認



下地適性（腐食促進試験）

複合環境サイクル促進試験

(塗装はC系)

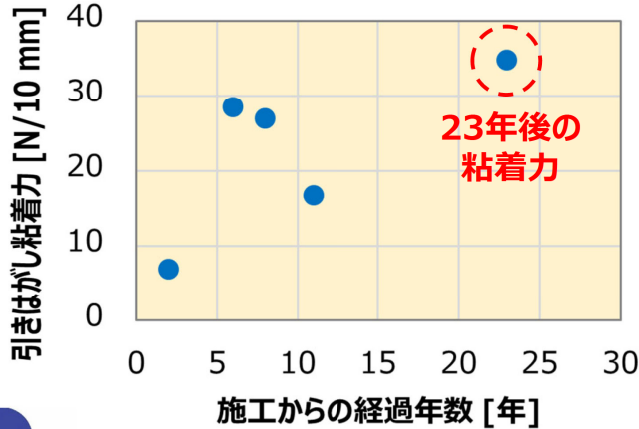
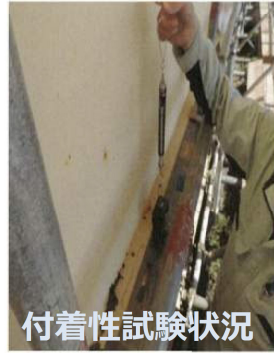


ブラスト工法による下地処理の場合、クロスカットからのさびの進展のしにくさは、重防食塗装系（C系：期待30年）の3倍以上



粘着材の長期耐久性（屋外暴露試験）

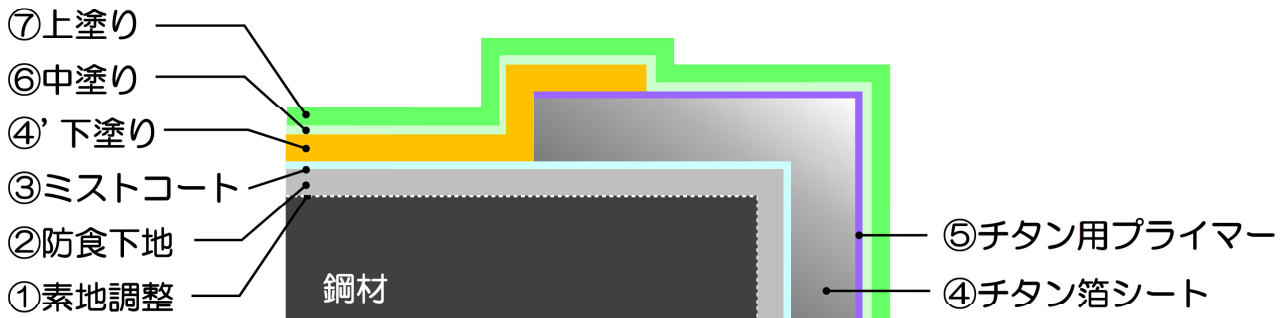
- 試験場所：
沖縄自動車道許田高架橋
- 暴露期間：
平成3年7月～平成26年9月
(朽塗替工事にて撤去)



沖縄で23年間供用されたチタン箔シートは、その粘着剤（自己融着性）特性が発現し、高い付着性を維持していた。



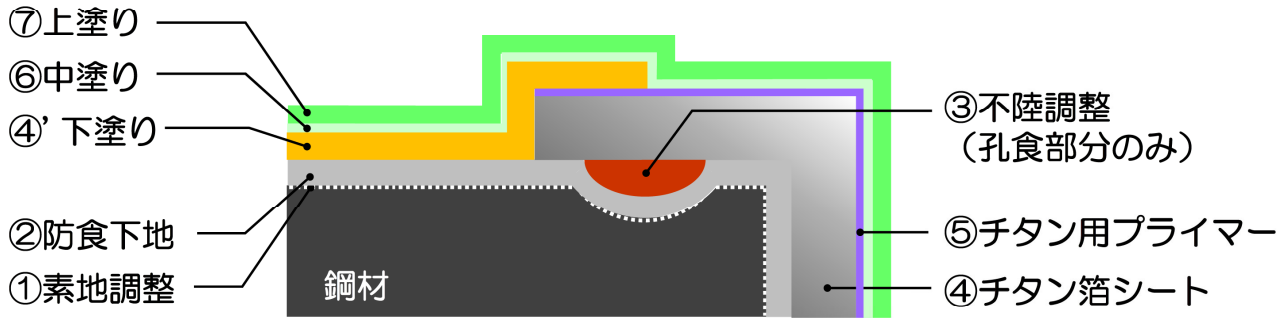
新設仕様（橋梁製作工場での施工）



工 程		チタン箔シート適用部	チタン箔シート非適用部
①素地調整		ブラスト処理ISO Sa2 1/2	
②防食下地		無機シンクリッチペイント 600 g/m ² 75 μm	
③ミストコート		エポキシ樹脂塗料下塗 160 g/m ²	
④チタン箔シート	④'下塗り	チタン箔/両面粘着シート	エポキシ樹脂塗料下塗 540 g/m ² 120 μm
⑤チタン用プライマー		チタン用エポキシ樹脂プライマー 130 g/m ² 30 μm	
⑥中塗り		いっ素樹脂塗料用中塗 170 g/m ² 30 μm	
⑦上塗り		いっ素樹脂塗料上塗 140 g/m ² 25 μm	



補修仕様（現場での施工）



工 程		チタン箔シート適用部	チタン箔シート非適用部
①素地調整		ブラスト処理ISO Sa2 1/2	
②防食下地		有機ジンクリッチペイント 600 g/m ²	
③不陸調整（孔食部のみ）		超厚膜形エポキシ樹脂塗料下塗	
④チタン箔シート	④'下塗り	チタン箔/両面粘着シート	エポキシ樹脂塗料下塗 240 g/m ² × 2
⑤チタン用プライマー		チタン用エポキシ樹脂プライマー 130 g/m ²	
⑥中塗り		ふっ素樹脂塗料用中塗 170 g/m ²	
⑦上塗り		ふっ素樹脂塗料上塗 140 g/m ²	



技術の効果

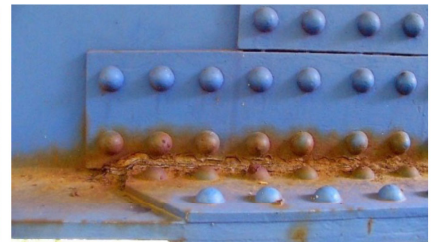
- 部材が輻輳している箇所や湿潤状態となりやすい箇所など、鋼構造物の中でも特に腐食しやすい箇所への適用が効果的です。



桁端部



継手部（高力ボルトまわり）



継手部（連結板）



格点部ガセットプレート)



トラス格点部



コンクリート埋設部

【出典】国土技術政策総合研究所資料第748号「道路橋の定期点検に関する参考資料（2013年版）－橋梁損傷事例写真集－」（平成25年7月）



適用の条件と留意点

適用条件

- 気温 一般的な塗装工事と同様、5～50℃程度
- 湿度 85%以上は不可
- 現場条件 塗装工事が行える現場であれば制約はない
1 m × 1 m程度の作業スペースは必要

留意点

- 支承部などの複雑な形状の部材には適用困難
- 濡れた部材や水中施工を要する箇所は適用不可
- 作業員の手が届かない箇所は適用不可

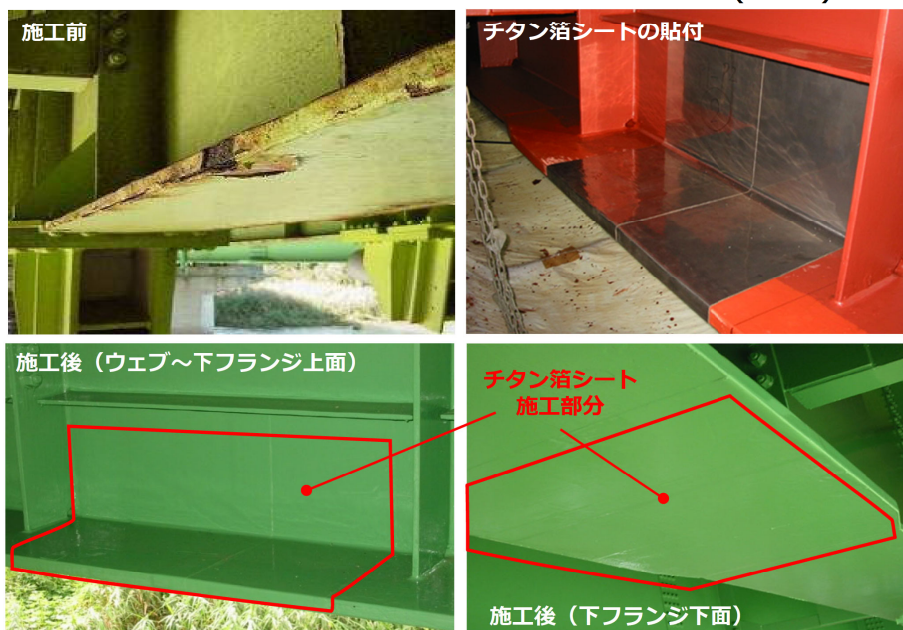


施工事例①（平成15年3月施工）

対象：離岸距離約3.5kmに位置するN橋梁

※素地調整程度3種

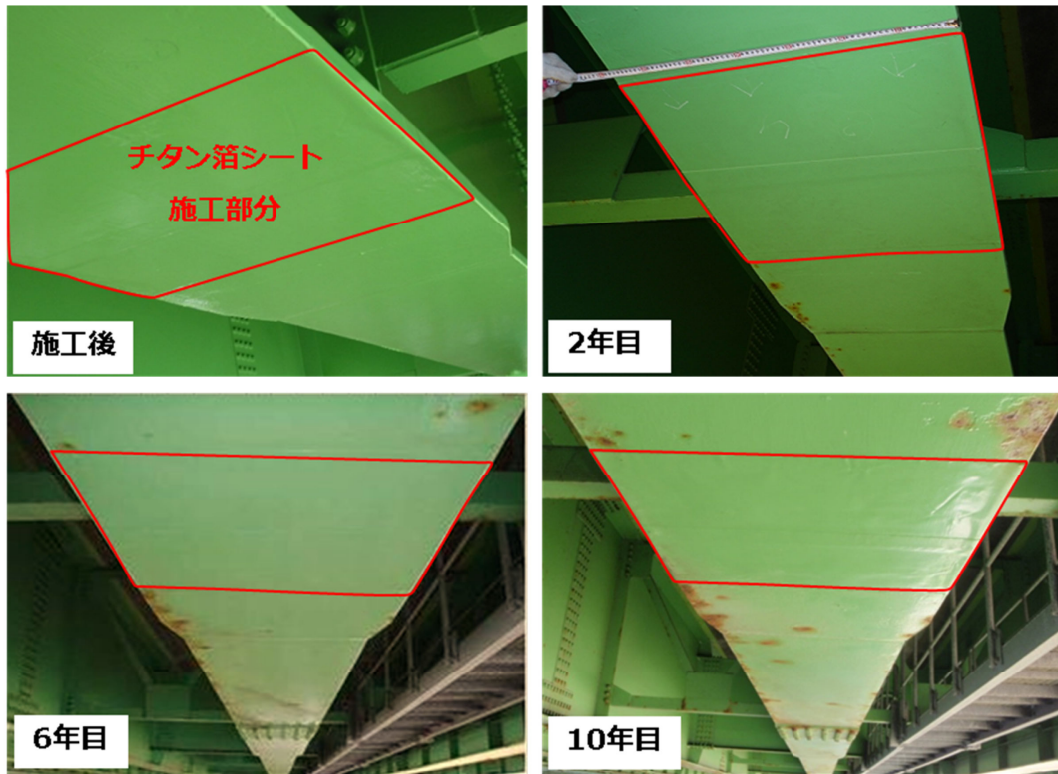
架設後27年経過…主桁下フランジ端部に激しい腐食(内桁)



塗替補修塗装に合わせてチタン箔シートによる試験施工を実施



施工事例①（平成15年3月施工）



チタン箔シート 適用部：発錆なし 非適用部：発錆あり



15

施工事例②鋼製灯台（平成28年12月施工）



チタン箔シート貼付施工前外観

出典：日本製鉄(株)HP https://www.nipponsteel.com/news/20170331_100.html



16

第2回インフラメンテナンス大賞優秀賞受賞（2018.5.16）

「明治期に建造された鋼製灯台への長期耐久性防食仕様の適用」

- 掛塚灯台（静岡県磐田市、明治30年建造）

海岸地帯の厳しい腐食環境の下、歴史的価値がある鉄板とリベット接合形状を維持するために繰り返し補修工事を行ってきた。

⇒ 今回の改修では塗装の弱点となる鋼材端部や形状変化部を含めた全面にチタン箔を貼り付ける「チタン箔防食工法」が採用され、（1）防食機能である環境遮断での耐久性向上（60年超）、（2）ライフサイクルコストの低減（既存の1/2）、（3）鋼板成分の確認容易性（可逆性の確保）などが高く評価された。



チタン箔シート施工時（塗装前）



チタン箔シート貼付施工後近影



出典：日本製鉄（株）HP https://www.nipponsteel.com/news/20170331_100.html

17

施工事例③（平成25年11月施工）



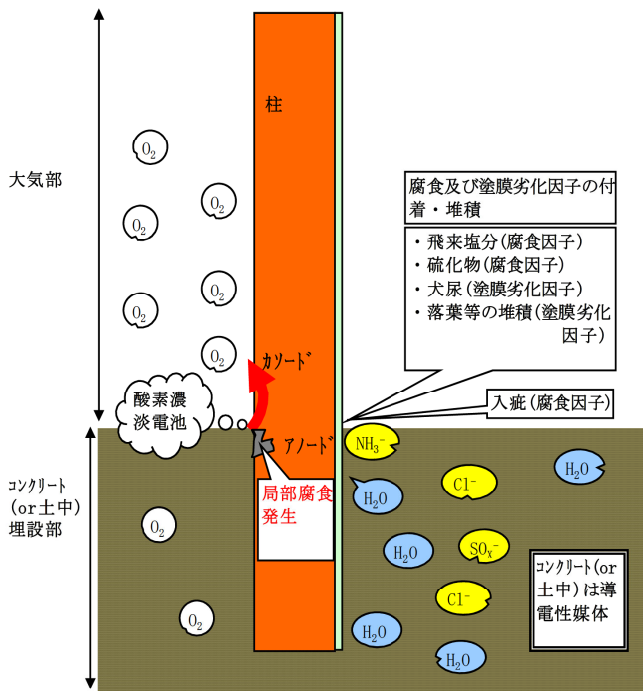
チタン箔防食の適用

添接板及び締結ボルト部の隙間腐食対策として実施



施工事例⑤

<腐食のメカニズム>



製品及び現地対応可能



施工事例⑥ (平成22年6月施工)

施工前、施工状況



施工事例⑥（平成22年6月施工）

施工後



チタン箔＋重防食塗装の塗装系(Rc-Ⅱ塗装系参照)

塗装工程	塗料	使用料	備考
素地調整	2種		活膜は残す
防食下地	有機ジンクリッチペイント	240g/m ²	
	チタン箔シート	0.85mm	
下塗り	チタン用プライマー	130g/m ²	
	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗り	200g/m ²	チタン箔シート貼付部以外
	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗り	200g/m ²	〃
中塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗り	140g/m ²	
上塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗り	120g/m ²	

鋼道路橋塗装・防食便覧（社）日本道路協会 H17.12参照

21

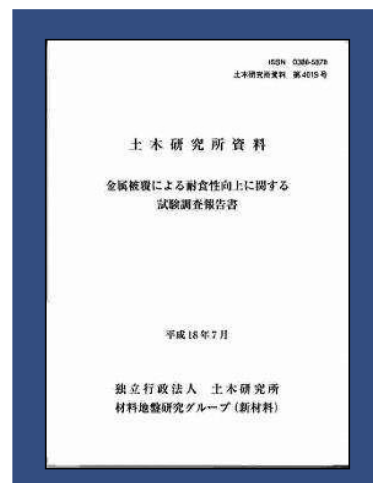
適用時に必要な技術情報

- 土木研究所資料 No. 4019「金属被覆による耐食性向上に関する試験調査報告書」（2006年7月）

- 「チタン箔シートによる重防食塗膜の耐食性補強マニュアル(案)」

<土木研究所先端材料資源研究センターHP>

<https://www.pwri.go.jp/team/imarrc/research/tech-info/titan-manual.pdf>



お問い合わせ先



iMaRRC

(国研) 土木研究所

先端材料資源研究センター(iMaRRC)

TEL 029-879-6763 / FAX 029-879-6733



NIPPON STEEL 日鉄防食株式会社

エンジニアリング事業部

TEL 03-5858-6127 / FAX 03-5628-3655

<http://acc.nssmc.com/>

CMP 中国塗料株式会社

営業本部国内営業統括部

TEL 03-3506-5844 / FAX 03-5511-8542

<http://www.cmp.co.jp/>

