

鋼構造物塗膜の長寿命化対策

チタン箔による橋梁塗膜の補強工法

- 特許 第4424536号
- NETIS : KT-090063-VR (事後評価済み技術)



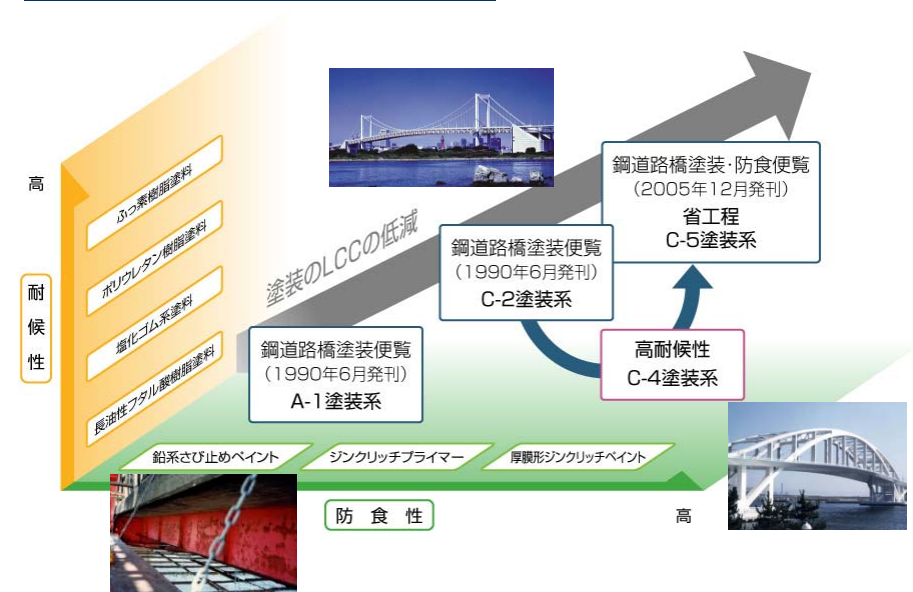
土木研究所 先端材料資源研究センター

日鉄住金防蝕株式会社

CMP 中国塗料株式会社

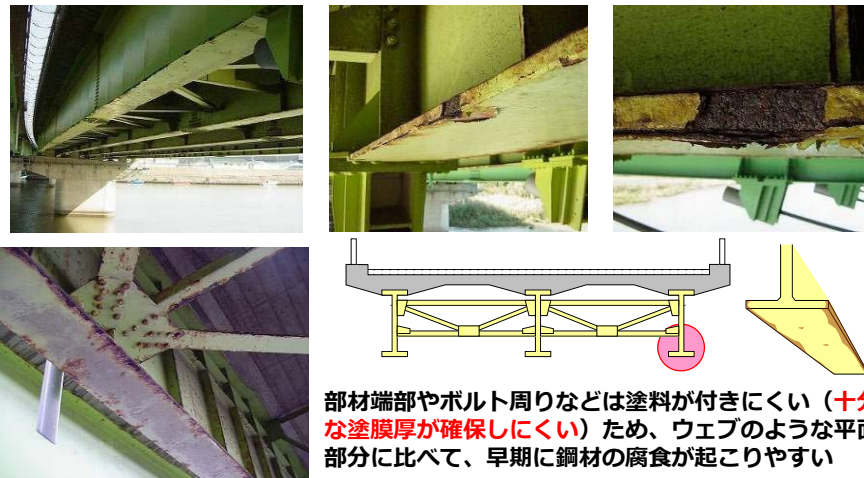
平成29年6月28日 平成29年度土研新技術セミナー

鋼道路橋用防食塗装の長寿命化



2

重防食塗装の弱点

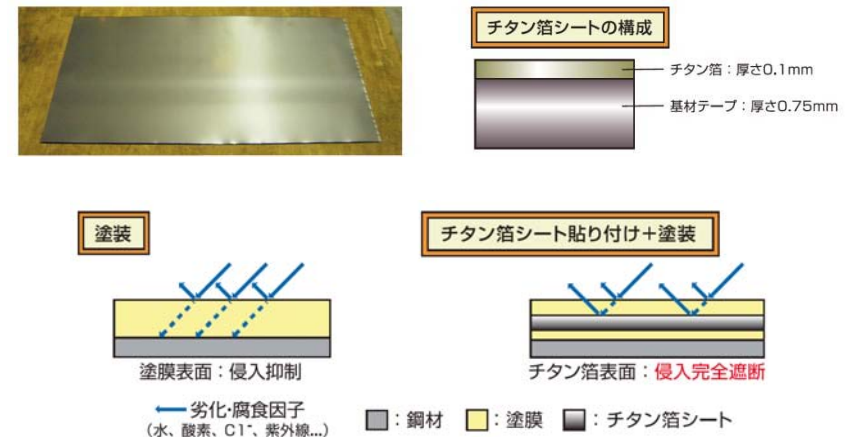


従来、部材端部の曲面仕上げや塗膜厚を増す方法が取られているが、厳しい腐食環境においては十分な防食効果が発揮されない

3

チタン箔を用いた防食工法

- 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。



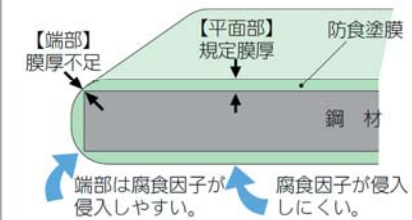
4

チタン箔を用いた防食工法

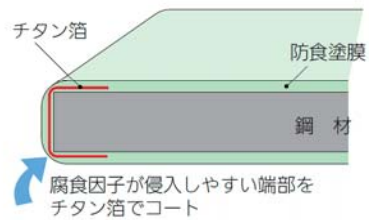
- 塗膜劣化や腐食が起こり易い部位への適用が効果的



従来の防食仕様



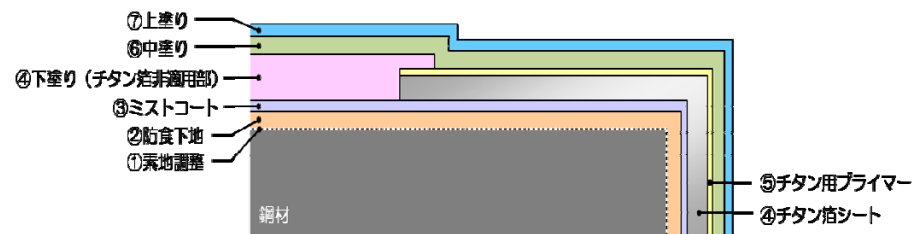
チタン箔を用いた防食工法



本工法は、新設/補修を問わず適用可能です

5

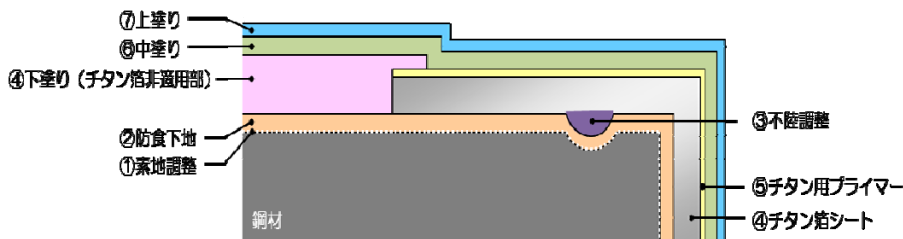
新設仕様（橋梁製作工場での施工）



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	プラスト処理ISO Sa2 1/2	
②防食下地	無機シリクリッチペイント 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	チタン箔/基材テープ	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	ふっ素樹脂塗料用中塗 170 g/m ² 30 μm	
⑦上塗り	ふっ素樹脂塗料上塗 140 g/m ² 25 μm	

6

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	プラスト処理ISO Sa2 1/2	
②防食下地	有機シリクリッチペイント 600 g/m ²	
③不陸調整（孔食部分のみ）	超厚膜形エポキシ樹脂塗料下塗	
④チタン箔シート	チタン箔/基材テープ	弱溶剤形変性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	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 170 g/m ²	
⑦上塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗 140 g/m ²	

7

チタンの一般的特性

- 海洋環境においても優れた耐食性発揮
(チタン: 1×10^{-3} mm/年以下、炭素鋼: 150×10^{-3} mm/年)
- 引張強度が高い（鋼材並み）
- 軽い（比重は鋼材の60%程度）

チタン箔シートによる防食効果



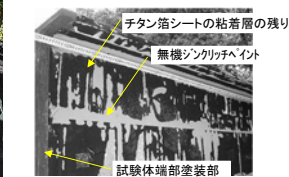
海浜部での暴露（親不知）

仕	素地調整	防食下地	被覆材
株	Sa 2.5	無機シリクリッチペイント	チタン箔シート (0.85mm)



チタン箔シート除去後の状況

- 12年の暴露試験から、高い防食効果を確認



試験体端部塗装部
写真の説明

8

耐久性試験結果（促進試験）

複合環境サイクル促進試験（塗装はC系）

試験 期間 (時間)	はく離前			はく離後			チタン箔シート 貼付部	塗装部
	下地処理程度 Sa2.5	下地処理程度 St.3	下地処理程度 St.2	下地処理程度 Sa2.5	下地処理程度 St.3	下地処理程度 St.2		
	塩分量:127 mg/㎡	塩分量:611 mg/㎡	塩分量:664 mg/㎡	塩分量:127 mg/㎡	塩分量:611 mg/㎡	塩分量:664 mg/㎡		
1,000								
3,000								

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

耐久性試験結果（屋外暴露試験）

①試験場所：
沖縄自動車道
許田高架橋
②試験開始：
平成3年7月～
平成26年9月
(桁塗替工事で撤去)

暴露期間		2年目	6年目	8年目	11年目	23年目	
位置	全長	全長	剥離試験前 半部 (約40mm)	剥離試験後 半部 (約40mm)	全長	全長	
	粘着力	600~800 g/cm	2500~3500 g/cm	2000~2500 g/cm	約3500 g/cm	1000~1400 g/cm	3400~3700 g/cm
粘着力	1回目						
	2回目		2300~3300 g/cm	2000~2500 g/cm	約3500 g/cm	2000~2400 g/cm	3400~3700 g/cm
剥離形態		塗膜と基材 (粘着層) の界面剥離	基材(粘着 層)の凝集 破壊 (層間剥離)	塗膜と基材 (粘着層) の界面剥離	基材(粘着 層)の凝集 破壊 (層間剥離)	塗膜と基材 (粘着層) の界面剥離	基材(粘着 層)の凝集 破壊 (層間剥離)

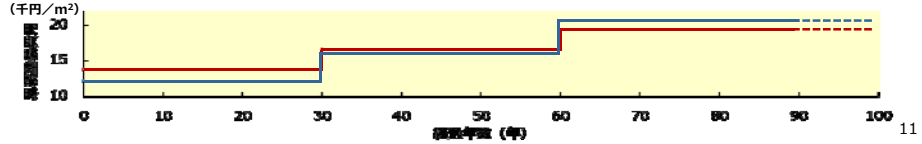


沖縄地区にて23年
間供用されたチタ
ン箔は、その粘着
剤(自己融着性)特
性が発現し、高い
付着性を維持して
いた。

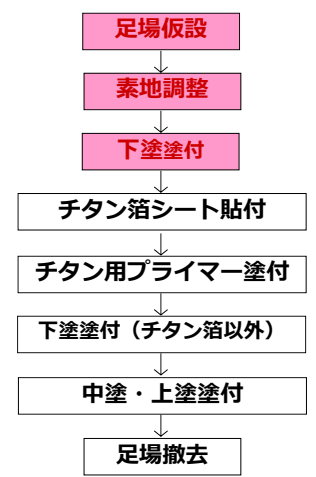


ライフサイクルコストの比較例

工法	重防食塗装	チタン箔シートによる防食補強	
工法の概要	一般塗装系を重防食塗装系（Rc-I）で塗替える後、Rc-III塗装系での塗替えを繰り返すケース。	一般塗装系を重防食塗装系（Rc-I）で塗替える際に、塗膜の弱点部にチタン箔シートを適用し、Rc-IV塗装系で維持管理していくケース。塗膜弱点部は全体の5%と仮定。	
工程と仕様	足場仮設	付着塩分50 mg/m ² 以下	
	水洗い		
	素地調整	部材角部 曲面仕上げ2R プラスト処理 ISO Sa2 1/2	プラスト処理 ISO Sa2 1/2
	防食下地	有機ジンクリッチペイント 75 μm	有機ジンクリッチペイント 75 μm
	下塗り①	変性エポキシ樹脂塗料60 μm	変性エポキシ樹脂塗料60 μm (95%) チタン箔シート850 μm (5%)
	下塗り②	変性エポキシ樹脂塗料60 μm	変性エポキシ樹脂塗料60 μm (95%) チタン用プライマー30 μm (5%)
期待耐用年数 (腐食環境の厳しい海浜地域等)	30年	30年 (チタン箔シートは100年以上)	
	初期コスト	12,180円/m ²	13,798円/m ²
塗替仕様およびコスト	Rc-III 4,215円/m ²	Rc-IV 2,800円/m ²	
試算条件	足場仮設、環境対策を除く直工費を、土木施工単価（2016冬、東京）を参考に積算		

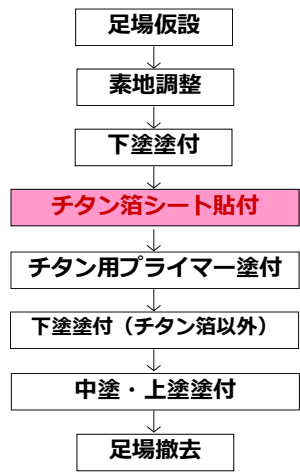


施工手順（塗替塗装工事）



- 1) 足場仮設
作業者が安全に作業ができ、作業できる空間を確保し、足場を仮設する。
- 2) 素地調整
電動工具、手工具で素地調整を適切に行う。
(標準的な素地調整は、プラスト処理とする。)
- 3) 下塗り塗付
旧塗膜に鋼材露出部等がある場合、下塗り塗料（有機ジンクリッチペイントなど）を塗付する。

施工手順（塗替塗装工事）



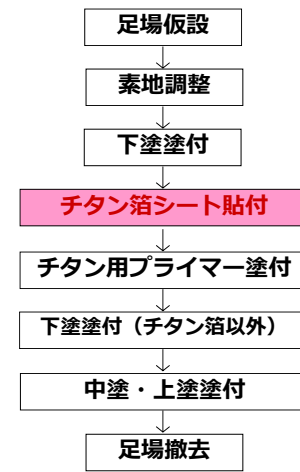
4) チタン箔シート貼付



離形紙を剥がしながら、チタン箔シートを貼り付ける。

13

施工手順（塗替塗装工事）



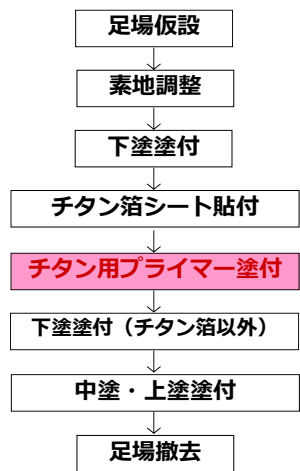
4) チタン箔シート貼付



チタン箔シート貼付完了

14

施工手順（塗替塗装工事）



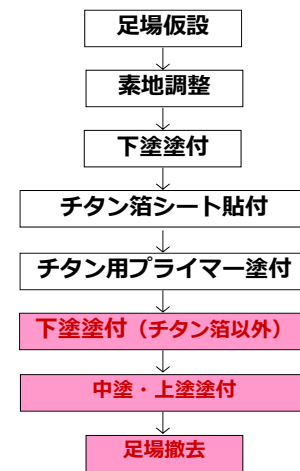
5) チタン用プライマー塗付



チタン表面にプライマーを塗付する。

15

施工手順（塗替塗装工事）



6) 下塗塗付（チタン箔以外）

チタン貼付部以外に下塗りを塗付する。

7) 中塗・上塗塗付（全体）

8) 足場撤去



16

施工事例

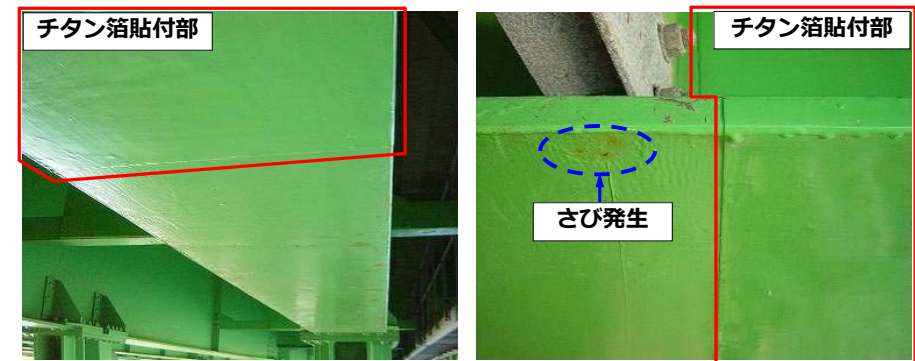
- ① 橋梁試験施工（海浜部）
- ② 海浜部の橋梁（添接板・ボルト）
- ③ 鋼管柱の地際防食
- ④ 栈橋鋼製桁部
- ⑤ 角型鋼管を用いた床版橋

17

① 橋梁試験施工（平成15年3月施工）

■ 試験施工から3年経過（継続中）

注)塗替工事で下地処理は3種ケ)



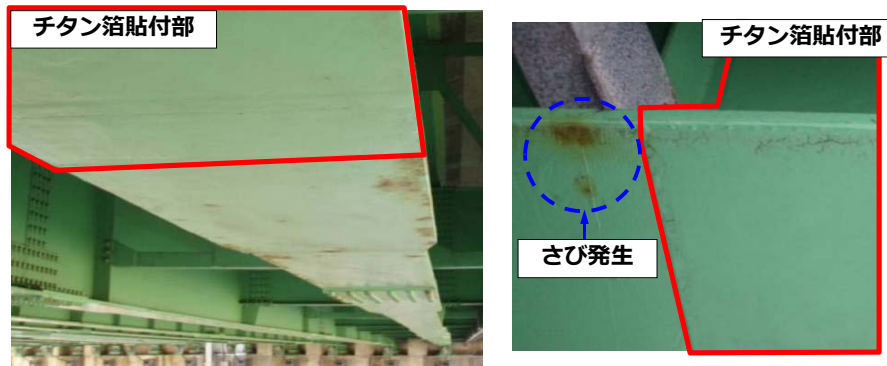
- チタン箔貼付部以外では、点錆発生
- チタン箔貼付部の付着性試験で、付着性を確認

18

① 橋梁試験施工（平成15年3月施工）

■ 試験施工から10年経過（継続中）

注)塗替工事で下地処理は3種ケ)



- チタン箔貼付部以外では、点錆発生
- チタン箔貼付部の付着性試験で、付着性を確認

19

② 海浜部の橋梁（平成25年11月施工）



チタン箔防食の適用

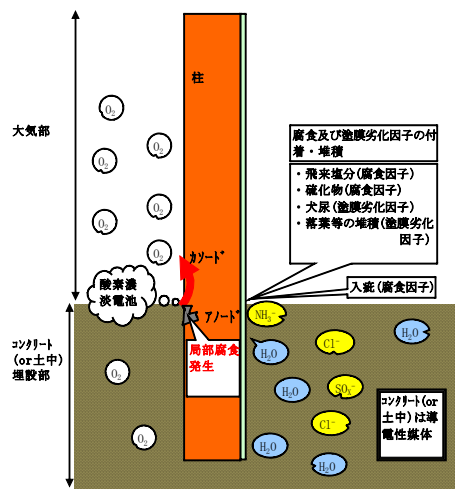
添接板及び締結ボルト部の隙間腐食対策として実施



20

③地際防食/鋼管柱

<腐食のメカニズム>



製品及び現地対応可能

④ 棧橋鋼製桁部 (平成22年6月施工)

施工前、施工状況



④ 棧橋鋼製桁部 (平成22年6月施工)

施工後

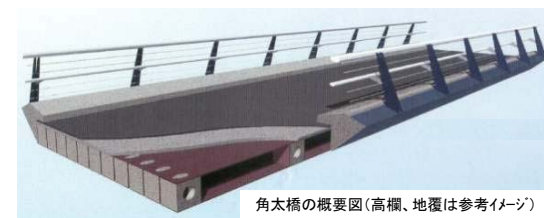


チタン箔+重防食塗装の塗装系 (Rc-II 塗装系参照)

塗装工程	塗料	使用料	備考
素地調整	2種		活版は残す
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	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	200g/m ²	〃
中塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	140g/m ²	
上塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	120g/m ²	

鋼道橋塗装・防食優良 (社) 日本塗料協会 H17.12参照

⑤ 角型鋼管を用いた床版橋 (平成17年1月施工)



新日本製鉄株式会社 角太橋カタログより



チタン箔シート貼付作業状況



チタン箔シート貼付後状況



橋梁架設状況

施工実績 (2015.3.31現在)

	発注者	施工対象		施工年	施工量 (m ²)	チタン箔シート貼付部
本施工	熊本河川国道事務所	歩道橋	新設	2011	22.0	階段 蹴上部
	奈良国道事務所	歩道橋	新設	2012	37.0	通路、踊り場柵の地覆部
	土佐国道事務所	橋梁	新設	2013	4.5	端支点部、下フランジ上面
	新日本製鐵株式会社君津	バンザーマスト	新設	2014	28.0	バンザーマスト地際部
	高田河川国道事務所	橋梁	新設	2014	21.6	検査路接合部
	福岡国道事務所	橋梁	新設	2014	11.0	両端支点部
	新日本製鐵株式会社君津	橋梁	既設	2006	1.0	桁端部
	新潟市西部地域土木事務所	橋梁	既設	2013	5.0	添接部
	愛知県新城設楽設計事務所	橋梁	既設	2014	52.0	両端地覆部、添接部
	試験施工	酒田河川国道事務所	橋梁	新設	2011	1.0
名四国道事務所		橋梁	新設	2013	2.0	端支点部、添接部
新潟国道事務所		橋梁	既設	2003	4.0	主桁下フランジ
和歌山県由良町		橋梁	既設	2010	1.0	桁端部
福井県		橋梁	既設	2011	1.8	桁端部
材料販売	北勢国道事務所	橋梁	新設	2013	7.1	
	名四国道事務所	橋梁	新設	2014	210.0	主桁及び横柵の添接部と周辺
	岩手河川国道事務所	橋梁	新設	2014	1.1	垂直補剛材間、下フランジ上面

適用の条件と留意点

適用条件

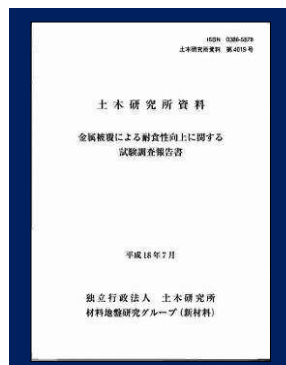
- 気 温 一般的な塗装工事と同様、5～50℃程度
- 湿 度 85%以上は不可
- 現場条件 塗装工事が行える現場であれば制約はない
1 m × 1 m の作業スペースが必要

適用できない箇所

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

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)」
http://www.pwri.go.jp/team/a_materials/pdf/titan-manual.pdf



お問い合わせ先



(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



日鉄住金防蝕株式会社

エンジニアリング事業部

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

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



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/>

