

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)

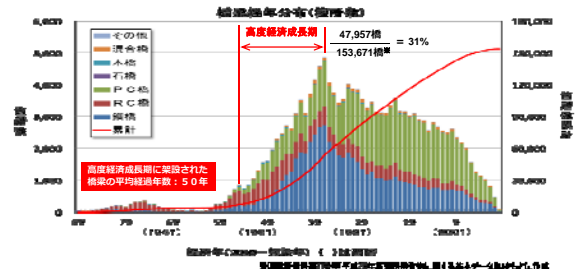
土木研究所 先端材料資源研究センター
IMaRRC

日鉄住金防蝕株式会社
CMP 中国塗料株式会社

平成28年9月6日 土研新技術ショーケース (東京)

道路橋の高齢化

- 供用中の道路橋の経年分布 (橋長15m以上)



- 築設後50年を経過する道路橋の割合 (橋長2 m以上)

	2013年	2023年	2033年
道路橋 (約40万橋) ※	約18%	約43%	約67%

※建設年度不明橋梁(約30万橋)を除く

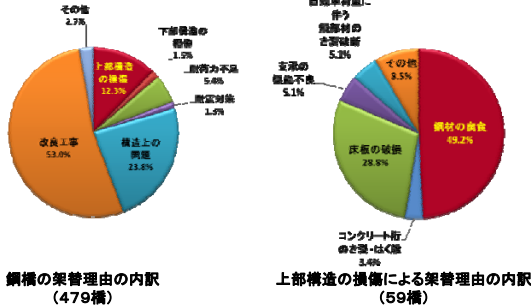
出典:国土交通省資料

2

鋼道路橋の架替理由と上部構造の損傷理由

【1997~2006年】

(出典:国総研資料第444号「橋梁の架替に関する調査結果(IV)」)



鋼橋の架替理由の内訳 (479橋)

上部構造の損傷による架替理由の内訳 (59橋)

適切な防食技術の活用により腐食による損傷を未然に防止し、既設橋に対しては可能な限り延命化を、新設橋に対しては建設当初より耐久性に優れたものとなるよう配慮することが極めて重要

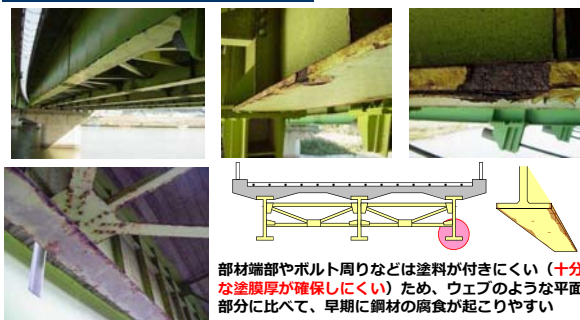
3

鋼道路橋で見られる腐食の特徴



4

重防食塗装の弱点



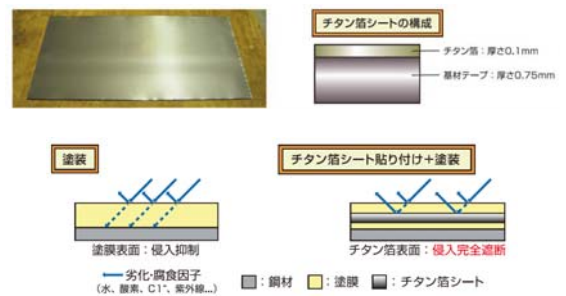
部材端部やボルト周りなどは塗料が付きにくい (十分な塗膜厚が確保しにくい) ため、ウェブのような平面部分に比べて、早期に鋼材の腐食が起こりやすい

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

5

チタン箔を用いた防食工法

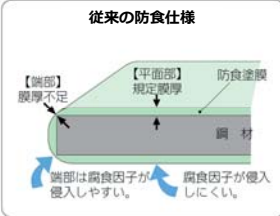
- 防食塗装の弱点と言われる部材端部等にチタン箔シートの貼付と塗装とを複合施工することにより、水分や塩分の様な腐食(促進)因子を完全に遮断して、塗膜劣化と鋼材腐食を抑制する工法。



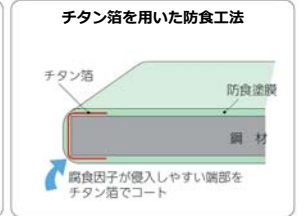
6

チタン箔を用いた防食工法

- 塗膜劣化や腐食が起こりやすい部位への適用が効果的



従来の防食仕様

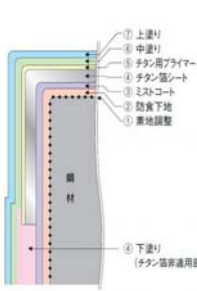


チタン箔を用いた防食工法

本工法は、新設/補修を問わず適用可能です

7

新設仕様 (橋梁製作工場での施工)

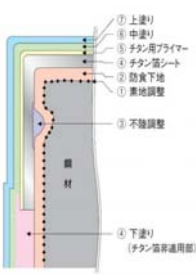


新設塗装の場合

仕様	チタン箔シート通用部	チタン箔シート非通用部
素地調整	プラスト処理 ISO Sa2.5	
防食下地	無機ジソクリッチペイント 600g/m ² 75μm	
ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗 160g/m ²	
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 540g/m ² 120μm
チタン用プライマー	チタン用エポキシ樹脂プライマー 130g/m ² 30μm	
中塗り	ふっ素系樹脂塗料中塗 170g/m ² 30μm	
上塗り	ふっ素系樹脂塗料上塗 140g/m ² 25μm	

8

補修仕様 (現場での施工)



仕様	チタン箔シート 通用部	チタン箔シート 非通用部
素地調整	プラスト処理 ISO Sa2 1/2	
防食下地	有機ジソクリッチペイント 600 g/m ²	
不陸調整	超厚硬化エポキシ樹脂塗料	
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
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	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料上塗 240 g/m ²
中塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 170 g/m ²	
上塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗 140 g/m ²	

9

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 (観不知)



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



チタン箔シートの粘着層の残り
無機ジソクリッチペイント
試験体外部塗装部
写真の説明

10

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)

試験項目	C系 (期待30年)			C系 (期待30年)		
	下地処理後 塩分量: 127 mg/㎡	下地処理後 塩分量: 411 mg/㎡	下地処理後 塩分量: 898 mg/㎡	下地処理後 塩分量: 127 mg/㎡	下地処理後 塩分量: 411 mg/㎡	下地処理後 塩分量: 898 mg/㎡
1.0mm						
2.0mm						

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

11

耐久性試験結果 (屋外暴露試験)

- 試験場所: 沖縄自動車道 許田高架橋
- 試験開始: 平成3年7月 ~ 平成26年9月 (桁塗替工事にて撤去)

位置	2年目		6年目		8年目		11年目		23年目	
	全長	全長	全長	全長	全長	全長	全長	全長	全長	全長
粘着力	1回目	600~800 g/cm	2500~3500 g/cm	2000~2500 g/cm	約3500 g/cm	1000~1400 g/cm	3400~3700 g/cm			
	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 (腐蝕剥離)		基材 (粘着層) の凝集 (粘着層) の破壊 (腐蝕剥離)		塗膜と基材 (粘着層) の界面剥離 (腐蝕剥離)		塗膜と基材 (粘着層) の界面剥離 (腐蝕剥離)		基材 (粘着層) の凝集 (粘着層) の破壊 (腐蝕剥離)	



付着性試験状況

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。



経時23年後の付着試験の剥離状態は、粘着剤 (黒色) の凝集破壊で安定していた。

12

施工事例

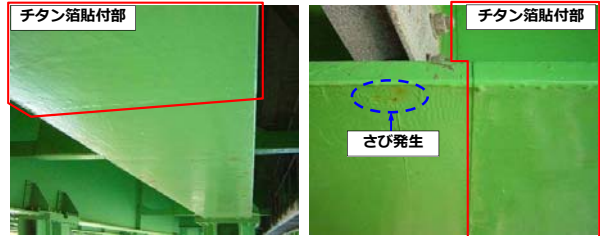
- ① 橋梁試験施工（海浜部）
- ② 海浜部の橋梁（添接板・ボルト）
- ③ 鋼管柱の地際防食
- ④ 栈橋鋼製桁部
- ⑤ 角型鋼管を用いた床版橋

19

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種あり



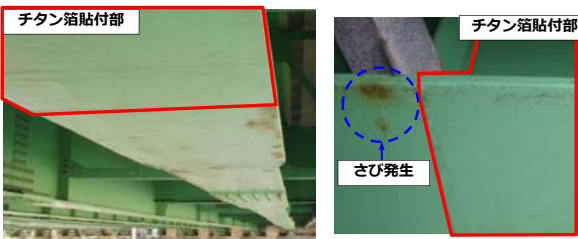
- チタン箔貼付部以外では、点錆発生
- チタン箔貼付部の付着性試験で、付着性を確認

20

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種あり



- 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

21

② 海浜部の橋梁（平成25年11月施工）



チタン箔防食の適用

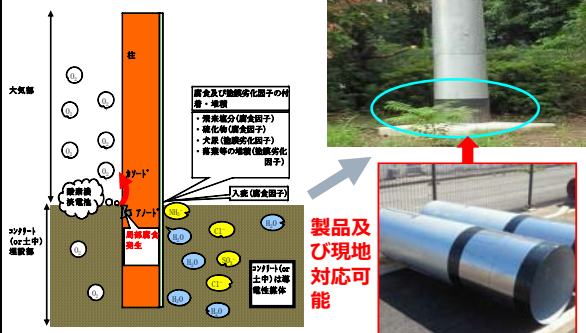
添接板及び締結ボルト部の隙間腐食対策として実施



22

③ 地際防食/鋼管柱

<腐食のメカニズム>



23

④ 栈橋鋼製桁部（平成22年6月施工）

施工前、施工状況



24

④ 棧橋鋼製桁部 (平成22年6月施工)

施工後

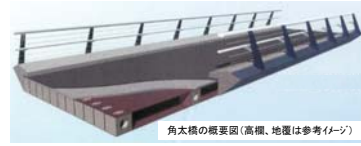


チタン箔+重防食塗膜の塗装系 (Rc-Ⅱ塗装系参照)

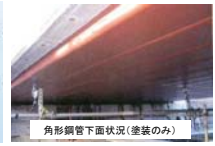
塗工工程	塗膜	塗料	備考
基礎塗装	塩化ビニルエポキシ	200μm	基礎保護
防食下塗	チタン箔シート	200μm	
下塗り	チタン箔シート	200μm	チタン箔シート貼付前
	重防食塗膜(チタン箔塗膜系)下塗	200μm	チタン箔シート貼付後
中塗り	重防食塗膜(チタン箔塗膜系)中塗	200μm	
上塗り	重防食塗膜(チタン箔塗膜系)上塗	100μm	

鋼材防食部→重防食塗膜(チタン箔) 鋼材防食部(鋼材) 鋼材防食部(鋼材) H11129号

⑤ 角型鋼管を用いた床版橋 (平成17年1月施工)



角太橋の概要図(高欄、地覆は参考イメージ)



角形鋼管下面状況(塗装のみ)

新日本製鉄株式会社 角太橋カテゴリー



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 欄上部
	奈良国道事務所	歩道橋	新設	2012 37.0	通路、踊り場桁の地覆部
	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	ハンザーマスト	新設	2014 28.0	ハンザーマスト地覆部
	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
	愛知県新城設案設計事務所	橋梁	既設	2014 52.0	両端地覆部、添接部
	酒田河川国道事務所	橋梁	新設	2011 1.0	桁端部
試験施工	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	主桁及び横桁の添接部と両辺
	岩手河川国道事務所	橋梁	新設	2014 1.1	重直補剛材間、下フランジ上面

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
 iMaRRC 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/>

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/>

