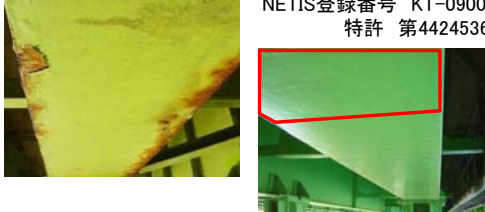


チタン箔を用いた 鋼橋長寿命化技術

NETIS登録番号 KT-090063
特許 第4424536号



チタン箔を用いた鋼橋長寿命化技術

- 重防食塗装を適用した新設橋の塗膜の弱点部の防食を補強することが期待できる。
- 厳しい腐食環境にある既設橋の塗装を重防食塗装に変更する際に、塗替塗装の弱点である部材端部などの防食を補強することが期待できる。
- **鋼橋塗装の弱点部である部材端部やボルト接合部の防食を補強し、防食のLCCを削減できる。**

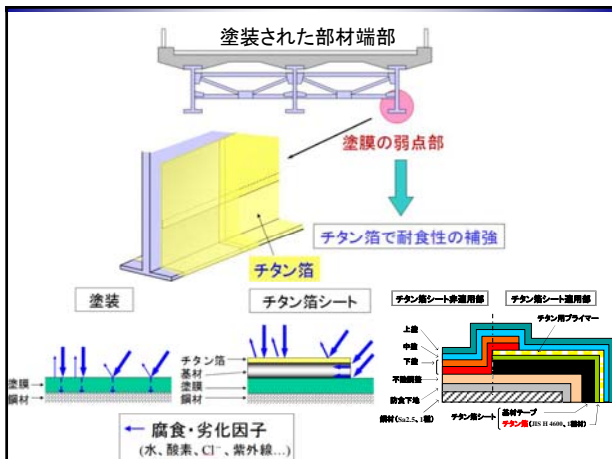
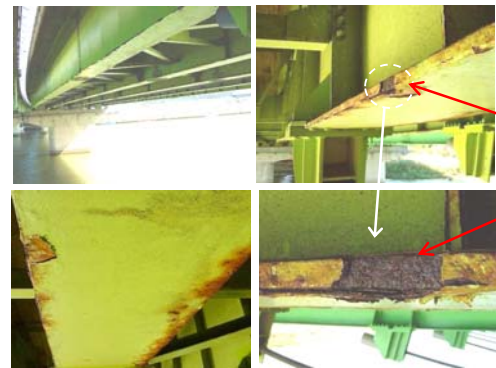
鋼道路橋の防食と腐食実態

- 鋼道路橋(およそ60,000橋)の防食
大多数は**塗装**
(その他、耐候性鋼、溶融亜鉛めっき、金属溶射)
- 塗装のほとんどは**一般塗装系**
- 塗膜劣化箇所
 - (1)漏水、帯水部など**水はけの悪い部位**
凍結防止剤(NaCl, CaCl₂)の散布量の増大
(1991年スパイクタイヤの使用禁止)
 - (2)塗料の付きにくい**部材端部**や**現場連結部**

↓
重防食塗装系でも同じ

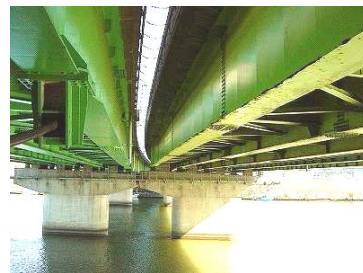
塗装道路橋のさびやすい部位(塗膜弱点部)

・部材の端部・添接部

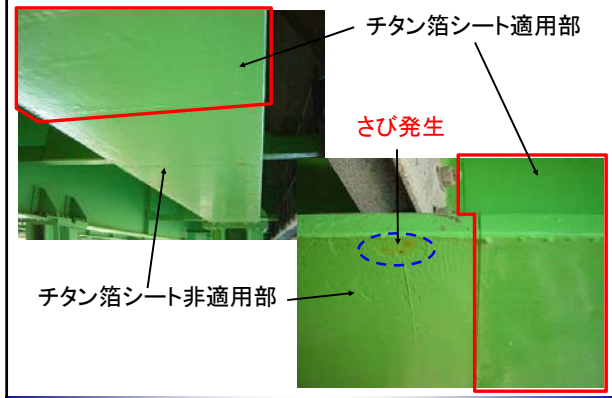


実橋での試験的な適用事例

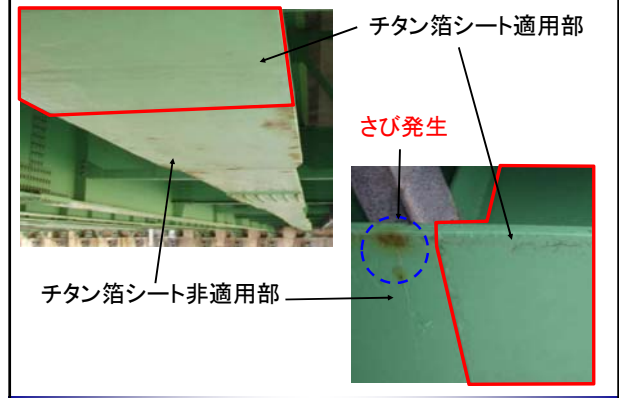
厳しい腐食環境に架かる橋梁



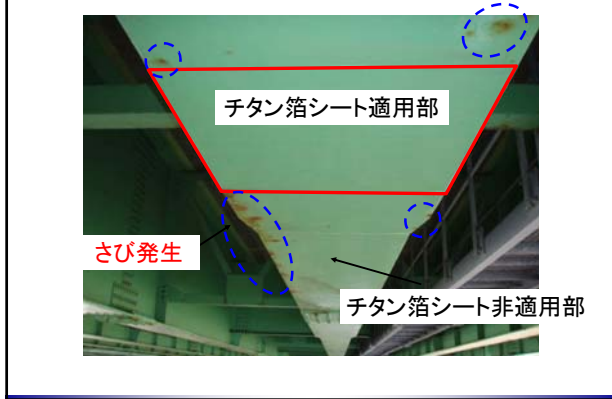
施工後3年経過の状況



施工後6年経過の状況



施工後6年経過の状況



～ I. 適用検討時に必要な技術情報 ～

1-1. はじめに

【研究成果】



◆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)
(独)土木研究所 H18.7発刊

◆NETIS登録情報(KT-090063)
チタン箔による橋梁塗膜の補強工法

【参照資料】

- ①土木研究所資料 金属被覆による耐食性向上に関する試験調査報告書
平成18年7月 (独)土木研究所
- ②鋼道路橋塗装・防食便覧 平成17年12月 (社)日本道路協会

1-2. 適用効果

1) 経済性 (初期コスト)

① 試算の条件

- ・ 鋼桁橋梁の塗替塗装: 5,000㎡、塗膜弱点部: 250㎡
- ・ 足場仮設～上塗塗装

【チタン箔を用いた鋼橋長寿命化技術】

全体5,000㎡	床地調整	防食下地	不蝕調整	下塗り	中塗り	上塗り
塗膜弱点部 (下塗り等) 250㎡ その他 4,750㎡	1種	有機ジンクリッチペイント 600g/㎡	超厚膜形 上キレン 樹脂塗料 2,750g/㎡	チタン箔シート 0.35mm 1,250g/㎡	チタン用エポキシプライマー 170g/㎡	弱溶剤形 高耐久樹脂塗料 上塗 140g/㎡

【従来工法、塗膜弱点部の塗膜を強化した仕様】

全体5,000㎡	床地調整	防食下地	不蝕調整	下塗り	中塗り	上塗り
塗膜弱点部 (下塗り等) 250㎡ その他 4,750㎡	1種	部材角部 曲率半径 2R以上	有機ジンクリッチペイント 600g/㎡	超厚膜形 上キレン 樹脂塗料 2,750g/㎡	超厚膜形 上キレン 樹脂塗料 2,750g/㎡ 2回塗	弱溶剤形 高耐久樹脂塗料 上塗 140g/㎡

1-2. 適用効果

1) 経済性 (初期コスト)

② 試算の結果

- ・ 鋼桁橋梁の塗替塗装: 5,000㎡、塗膜弱点部: 250㎡
- ・ 足場仮設～上塗塗装

	施工単価	経済性
チタン箔を用いた鋼橋長寿命化技術	13,847 円/㎡	0.23% 向上
従来工法、塗膜弱点部の塗膜を強化した仕様	13,879 円/㎡	

	数量	単位	単価	合計	施工単価 (全施工面積当たり)
チタン箔シート貼り付け	250	㎡	23,400 円/㎡	5,850,000 円	1,170 円/㎡
チタン用エポキシプライマー塗付	250	㎡	650 円/㎡	162,500 円	33 円/㎡

従来工法に比べ、0.23%向上

1-2. 適用効果

2) 経済性 (ランニングコスト)

① 試算の条件

- ・ 30年後に塗替実施
- ・ 足場仮設、素地調整、下・中・上塗塗装

【チタン箔を用いた鋼橋長寿命化技術】

全体5,000m ²	素地調整	下塗り	中塗り	上塗り
塗膜弱点部 (下フランジ等) 250m ²	チタン箔シート 適用部	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 200g/m ²	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 140g/m ²	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗 120g/m ²
その他一般部 4,750m ²	チタン箔シート 非適用部			

【従来工法、塗膜弱点部の塗膜を強化した仕様】

全体5,000m ²	素地調整	下塗り	中塗り	上塗り
塗膜弱点部 (下フランジ等) 250m ²	3種 (200m ² の場合)	超厚膜形エポキシ樹脂塗料 2,750g/m ² 3回塗 (200m ²)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 200g/m ²	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 140g/m ²
その他一般部 4,750m ²	3種 (150m ² の場合)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 200g/m ² (150m ²)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 140g/m ²	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗 120g/m ²

チタン箔を用いた鋼橋長寿命化技術

新技術の内訳					
項目	仕様	数量	単価	金額	概要
足場架設・防塵工	つり足場	10000 m ²	2350円	23500000円	塗装面積の2倍と仮定
清掃・水洗い	—	5000 m ²	110円	550000円	
素地調整	素地調整程度 1種	5000 m ²	3940円	19700000円	
防食下地	有機ジンクリッチペイント 600g/m ²	5000 m ²	855円	4275000円	
不陸調整	超厚膜形エポキシ樹脂塗料 2,750g/m ²	500 m ²	7895円	3947500円	孔食部に適用、全体の10%と仮定
下塗①	チタン箔シート貼り付け 650μm	250 m ²	23400円	5850000円	全体の5%と仮定
下塗②	チタン用プライマー 130g/m ²	250 m ²	650円	162500円	全体の5%と仮定
下塗③	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 240g/m ² 2回塗り	4750 m ²	1000円	4750000円	全体の95%と仮定
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 170g/m ²	5000 m ²	465円	2325000円	
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗 140g/m ²	5000 m ²	835円	4175000円	
新技術				69235000円	

従来工法 塗膜弱点部の塗膜を強化した工法

従来技術の内訳					
項目	仕様	数量	単価	金額	概要
足場架設・防塵工	つり足場	10000 m ²	2350円	23500000円	塗装面積の2倍と仮定
清掃・水洗い	—	5000 m ²	110円	550000円	
素地調整①	素地調整程度 1種	5000 m ²	3940円	19700000円	
素地調整②	部材角部 曲面仕上げ 2R以上	2600 m	760円	1976000円	
防食下地	有機ジンクリッチペイント 600g/m ²	5000 m ²	855円	4275000円	
不陸調整	超厚膜形エポキシ樹脂塗料 2,750g/m ²	500 m ²	7895円	3947500円	孔食部に適用、全体の10%と仮定
下塗①(下フランジ部4種)塗り	超厚膜形エポキシ樹脂塗料 2,750g/m ² 2回塗り	250 m ²	15790円	3947500円	全体の5%と仮定
下塗②	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 下塗 240g/m ² 2回塗り	5000 m ²	1000円	5000000円	
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 170g/m ²	5000 m ²	465円	2325000円	
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗 140g/m ²	5000 m ²	835円	4175000円	
従来技術				69396000円	

新技術 (20-27) 塗替え					
足場・防塵	つり足場	10,000 m ²	2350円	23,500,000円	
清掃	—	5,000 m ²	110円	550,000円	
素地調整	4種ケレン	5,000 m ²	370円	1,850,000円	
下塗	作業: 橋梁塗装工 材料: 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 200g/m ²	5,000 m ²	244円	1,220,000円	
中塗	作業: 橋梁塗装工 材料: 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料利用中塗 140g/m ²	5,000 m ²	253円	1,275,000円	
上塗	作業: 橋梁塗装工 材料: 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗 120g/m ²	5,000 m ²	173円	865,000円	
				34,175,000円	
6,835円/m ²					
従来技術 (20-27) 塗替え					
足場・防塵	つり足場	10,000 m ²	2350円	23,500,000円	
清掃	—	5,000 m ²	110円	550,000円	
素地調整	3種ケレン	5,000 m ²	530円	2,650,000円	
下塗	作業: 橋梁塗装工 材料: 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 200g/m ²	5,000 m ²	244円	1,220,000円	
中塗	作業: 橋梁塗装工 材料: 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 200g/m ²	5,000 m ²	253円	1,275,000円	
上塗	作業: 橋梁塗装工 材料: 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料利用中塗 140g/m ²	5,000 m ²	173円	865,000円	
上塗	作業: 橋梁塗装工 材料: 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗 120g/m ²	5,000 m ²	258円	1,290,000円	
				38,200,100円	
7,841円/m ²					

1-2. 適用効果

2) 経済性 (ランニングコスト)

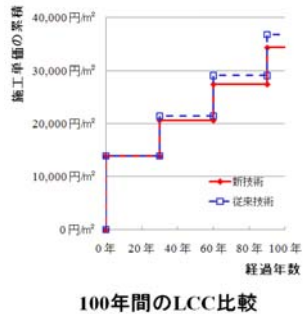
② 試算の結果

塗替えコスト

1箇年たりの塗替え施工単価	経済性
チタン箔を用いた鋼橋長寿命化技術	6,835円/m ² 10.6%向上
従来工法、塗膜弱点部の塗膜を強化した仕様	7,641円/m ²

100年間のLCC

100年間のLCC (初期コスト+塗替え3回)	経済性
チタン箔を用いた鋼橋長寿命化技術	34,352円/m ² 6.7%向上
従来工法、塗膜弱点部の塗膜を強化した仕様	36,802円/m ²



1-2. 適用効果

3) 防食性能 複合環境サイクル促進試験

試験箇所	はく前			はく後		
	下地処理程度 6d.5	下地処理程度 6d.2	下地処理程度 6d.2	下地処理程度 6d.5	下地処理程度 6d.2	下地処理程度 6d.2
1,000	塩分量: 127 mg/ml	塩分量: 611 mg/ml	塩分量: 664 mg/ml	塩分量: 127 mg/ml	塩分量: 611 mg/ml	塩分量: 664 mg/ml
500	写真: 腐食なし	写真: 腐食なし	写真: 腐食なし	写真: 腐食あり	写真: 腐食あり	写真: 腐食あり
100	写真: 腐食なし	写真: 腐食なし	写真: 腐食なし	写真: 腐食あり	写真: 腐食あり	写真: 腐食あり
50	写真: 腐食なし	写真: 腐食なし	写真: 腐食なし	写真: 腐食あり	写真: 腐食あり	写真: 腐食あり

チタン箔シート貼付部
塗装部
チタン箔シート貼付部
塗装部

チタン箔シートを貼り付けることで、防食性能が向上

1-3. 適用条件

- 1) 自然条件
 - ・気温は、おおよそ5～50℃の範囲とする（塗料にもよる）。
 - ・湿度は、85%以上は不可とする。
- 2) 現場条件
 - ・特別な機器は使用しないため、一般的に塗装（現場塗装）が行える条件であれば制約はない。
 - ・1m×1mの作業スペースが必要
- 3) 技術提供可能地域
 - ・制約なし

1-4. 適用範囲

- 1) 適用範囲
 - ・新設・既設鋼橋の部材端部（下フランジなど）
 - ・早期に塗膜劣化、鋼材腐食が起り易い部位
- 2) 適用できない部位・部材
 - ・複雑な形状の箇所（支承部など）
 - ・濡れている箇所
 - ・水中施工を要する箇所
 - ・作業員が入れない箇所や手が届かない箇所（橋台や橋脚付近、部材密集部など）



1-5. 留意事項

- 1) 設計時
 - ・チタン箔シートを適用する塗装系は、
 新設塗装：C-5塗装系
 塗替え塗装：Rc-I塗装系とする。
 - ・チタン箔シートの重ねせ長さ50mmを確保する。
 - ・チタン箔シートの貼付け範囲は、十分検討する。
- 2) 施工時
 - ・チタン箔シート貼り付け時は、罫書き等を行う。
 - ・チタン箔シートは、シートの端部から貼り付ける。
 - ・チタン箔表面には、専用プライマーを塗付する。

1-5. 留意事項

- 3) 維持管理
 - ・定期的な点検を行う。
 - ・チタン箔シート貼り付け部のはがれ、破れ等に注意して点検を行う。
 - ・防食下地（無機・有機ジンクリッチペイント）、チタン箔シートの損傷・劣化のないように中塗り、上塗り等の塗替え塗装を行うとよい。
- 4) その他
 - ・（特許）実施料が発生する。

～ II. 実施時に必要な技術情報 ～ 2-1. はじめに

本工法は、塗膜の防食性補強工法で、塗装工事の一部である（さびやすい部位に適用）。

＜作業の流れ＞



（さびやすい部位）

チタン箔による防食層



チタン箔シート貼り付け



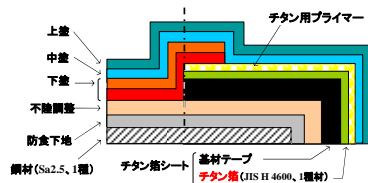
チタン用プライマー塗付

2-2. 既設橋梁

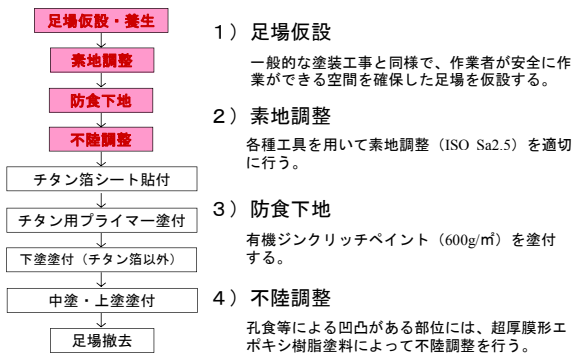
塗替え被覆仕様(Rc-I塗装系)

被覆仕様	素地調整	防食下地	不陸調整	下塗り		中塗り	上塗り
チタン箔シート適用部	ブラスト処理 ISO Sa2.5	有機ジンクリッチペイント 600g/m ²	超厚膜部 エポキシ樹脂塗料	チタン箔シート 0.85mm	チタン用エポキシ樹脂プライマー 130g/m ² 30μm	ふっ素樹脂塗料用中塗り 170g/m ²	ふっ素樹脂塗料上塗り 140g/m ²
チタン箔シート非適用部				エポキシ樹脂塗料下塗り 240g/m ²	エポキシ樹脂塗料下塗り 240g/m ²		

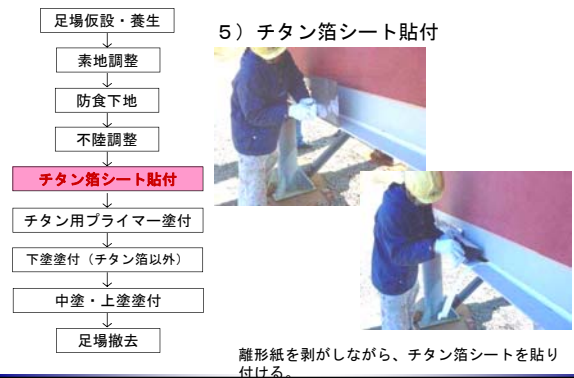
チタン箔シート非適用部 チタン箔シート適用部



2-2. 既設橋梁 施工手順 (Re-I塗装系)



2-2. 既設橋梁 施工手順 (Re-I塗装系)



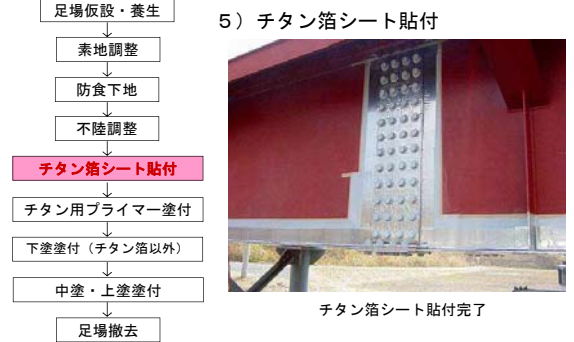
2-2. 既設橋梁 施工手順 (Re-I塗装系)

5) チタン箔シート貼付



チタン箔シート貼り付け作業状況

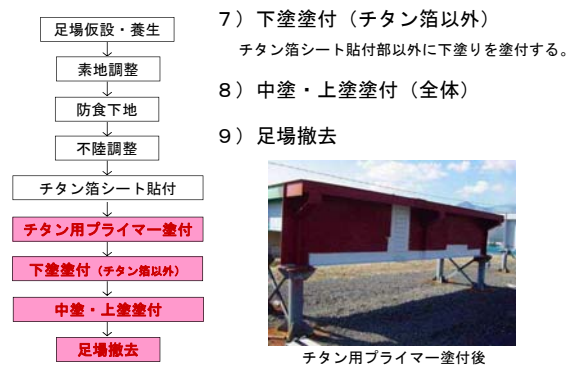
2-2. 既設橋梁 施工手順 (Re-I塗装系)



2-2. 既設橋梁 施工手順 (Re-I塗装系)



2-2. 既設橋梁 施工手順 (Re-I塗装系)



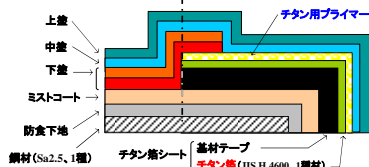
2-3. 新設橋梁

被覆仕様(C-5塗装系)

被覆仕様	素地調整	防食下地	ミストコート	下塗り		中塗り	上塗り
チタン箔シート 適用部	プラスチック ISO Sa2.5	無機ジンク リッチペイント 600g/m ² 75μm	エポキシ樹脂 塗料下塗 160g/m ²	チタン箔シート 0.85mm	チタン用エポキシ 樹脂プライマー 130g/m ² 30μm	中塗樹脂 塗料中塗 170g/m ² 30μm	中塗樹脂 塗料上塗 140g/m ² 25μm
チタン箔シート 非適用部				エポキシ樹脂塗料下塗 540g/m ² 120μm			

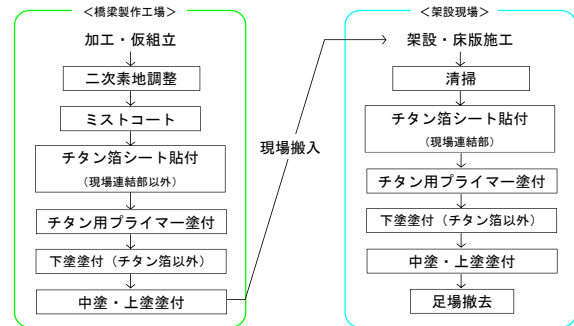
チタン箔シート非適用部

チタン箔シート適用部



2-3. 新設橋梁 施工手順 (C-5塗装系)

< 連結部の施工を現場で行う場合の例 >



※施工内容については、既設橋梁と同様である。

2-4. 施工上の留意点

1) 防食設計

- チタン箔シートの重ね合わせ長さは50mm以上確保する。
- 連結部等へ使用するチタン箔シートはあらかじめ成型しておくことよい。
- 既設橋梁へ施工する場合は、作業空間が確保できず、桁端部への施工が困難になる場合がある。
- チタン箔シート貼付部は、桁端部などの疲労亀裂の発見が困難になる場合があり留意が必要である。

2-4. 施工上の留意点

2) チタン箔シートの貼付

- チタン箔シートの大きさ (幅: 50~350mm、長さ ~2,000mm)
- チタン箔表面は、不織布研磨剤(#120程度)で面粗しする。
- チタン箔シート貼付面は、塗膜が硬化しており、ホコリや水分がないこと。
- チタン箔シートは、野書きを行い適切な範囲に貼り付ける。
- チタン箔シート端部に、貼付面との隙間やしわが生じないように注意する。(はく離紙を徐々に剥がし、ゴムへら等で押し付ける。)



面粗し作業



チタン箔シート
貼り付け作業

2-4. 施工上の留意点

3) チタン用プライマー塗付

- チタン箔表面に、汚れや水分がないこと。
- チタン箔シート貼付後、すぐに塗付出来る。

4) 下塗り塗付

- チタン箔シート端部 (チタン用プライマー塗付後) に載るように塗布する。

5) その他

- 運搬時には、チタン箔シートに損傷が生じないように養生等を行う (新設橋梁、現場搬入時)。

2-5. 施工管理

1) 出来高 (膜厚、貼付範囲)

- チタン箔シートを含めた塗膜厚を測定し、膜厚測定表を作成する (チタン箔シート貼付前/後、上塗り塗装後)。
- チタン箔シートが貼付範囲に適切に施工されていること。
- チタン箔シートの重ね合わせ長さが確保されていること。

2) 廃棄物

- チタン箔シートの切りくず等は、関係法令等に基づいて適切に処理する (チタン材のスクラップ)。

2-5. 維持管理

1) 一般

- ・チタン箔シート貼り付け部も、塗装部と同様に定期的に点検・必要に応じて補修を行う。
- ・損傷等の異常が確認された場合は、早期に対策を施すことが重要である。
- ・塗替え塗装時、チタン箔シート貼付部に異常がない場合は、Rc-IV塗装系（チタン箔上の塗膜のみ塗替え）を用いる。

チタン箔シート適用部塗替え被覆仕様(Rc-IV塗装系)

被覆仕様	素地調整	プライマー・下塗り	中塗り	上塗り
チタン箔シート適用部	4種	チタン用エポキシ樹脂プライマー 132g/m ² 30μm	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料用中塗り 140g/m ²	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料上塗り 120g/m ²
チタン箔シート非適用部		弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗り 200g/m ²		

2-5. 維持管理

2) 点検

- ・一般的な橋梁塗装の点検同時に行う
- ・チタン箔シート端部、連結部等を重点的に目視調査する。
- ・異常が確認された場合などは、打音・指触調査を行い、記録（写真撮影・スケッチなど）をとる。
 - ① 鋼材のさび・錆汁
 - ② チタン箔シートのはがれ・破れ・打ち傷
 - ③ チタン箔シートの浮き
 - ④ チタン箔シート適用部の塗膜のはがれ・われ・ふくれ
 - ⑤ チタン箔シート適用部の塗膜の変色・失沢・白亜化
- ・チタン箔シートの損傷等により、防食効果が損なわれると判断した場合は、補修を行う必要がある。

2-5. 維持管理

3) 補修

- ・チタン箔シート適用部の補修は、Rc-II 塗装系を用いて適切に行う。
- ・部分的に補修を行う場合は、チタン箔シートの重ね合わせ長さを確保する。

チタン箔シート適用部 補修仕様(Rc-II 塗装系)

被覆仕様	部位	素地調整	防食下地	不陸調整	下塗り	中塗り	上塗り	
チタン箔シート適用部	異常部	2種	有機シランリッチペイント 60g/m ²	超薄積層エポキシ樹脂塗料	チタン箔シート 0.85mm	チタン用エポキシ樹脂プライマー 132g/m ² 30μm	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 中塗り 140g/m ²	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 上塗り 120g/m ²
	健全部	4種	-	-	-	-	-	-

～ III. 契約時に必要な情報 ～

3. 特許権・利用前の手続き

- ・特許第4424536号
「重防食積層被膜、重防食積層被膜付き鋼材および重防食積層被膜の形成方法」
- ➡ 実施料が設定
本特許の施工面積1m²当たり1,000円
+消費税
- 問い合わせ先
➡ 日鉄防蝕株式会社 坂本
(03-5820-4731)