

# 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性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, CaCl<sub>2</sub>)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**現場接合部**  
↓  
重防食塗装系でも同じ

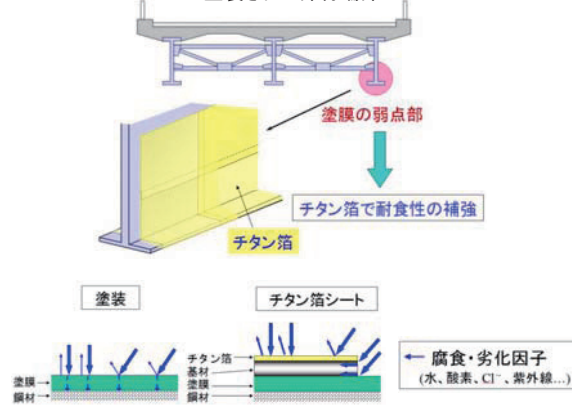
## 塗装道路橋のさびやすい部位(塗膜弱点部)

・部材の端部・添接部



塗膜弱点部

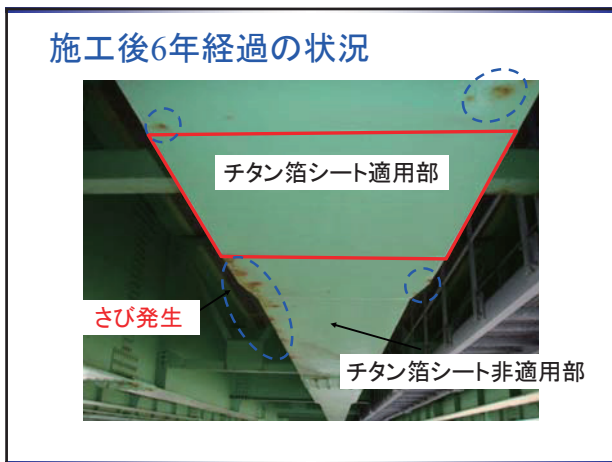
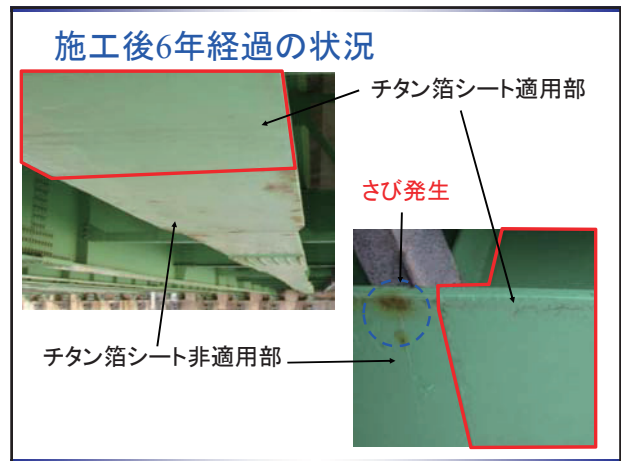
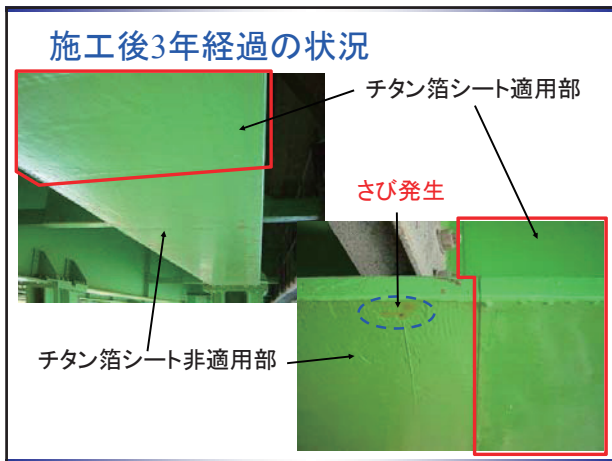
塗装された部材端部



## 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





### ～ 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

- ・ 鈹桁橋梁の塗替塗装: 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㎡	現場調査	防食下地	不蝕調整	下塗り	中塗り	上塗り
塗膜弱点部 (下フタシ等) 250㎡	1種	有機シンクワヘイト 600g/㎡	超厚膜形エポキシ樹脂塗料 2,750g/㎡	チタン箔シート 0.55mm	チタン用エポキシプライマー 130g/㎡	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 170g/㎡
その他一般部 4,750㎡				チタン箔シート非適用部	チタン箔シート	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 140g/㎡

【従来工法、塗膜弱点部の塗膜を強化した仕様】

全体5,000㎡	現場調査	防食下地	不蝕調整	下塗り	中塗り	上塗り
塗膜弱点部 (下フタシ等) 250㎡	1種	有機シンクワヘイト 600g/㎡	超厚膜形エポキシ樹脂塗料 2,750g/㎡	超厚膜形エポキシ樹脂塗料 2,750g/㎡	弱溶剤形エポキシ樹脂塗料 240g/㎡	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 170g/㎡
その他一般部 4,750㎡				—	—	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 140g/㎡

### 1-2. 適用効果

#### 1) 経済性 (初期コスト)

##### ② 試算の結果

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

	数量	単位	単価	合計	施工単価 (全施工面積当たり)
チタン箔を用いた鋼橋長寿命化技術	250	㎡	13,847 円/㎡	3,461,750 円	1,170 円/㎡
従来工法、塗膜弱点部の塗膜を強化した仕様	250	㎡	13,879 円/㎡	3,469,750 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 <sup>2</sup>	露地面積	下塗り	中塗り	上塗り
塗膜弱点部 (下フランジ等) 2,500m <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	弱溶剤形ふっ素 樹脂塗料用中塗 140g/m <sup>2</sup>	弱溶剤形ふっ素 樹脂塗料上塗 120g/m <sup>2</sup>
その他一般部 4,750m <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	露地面積	下塗り	中塗り	上塗り
塗膜弱点部 (下フランジ等) 2,500m <sup>2</sup>	3種 (200m <sup>2</sup> の場合)	超厚膜形エポキシ樹脂塗料 2,700g/m <sup>2</sup> (200m <sup>2</sup> )	弱溶剤形変性エポキシ樹脂 塗料 200g/m <sup>2</sup>	弱溶剤形ふっ素 樹脂塗料用中塗 140g/m <sup>2</sup>
その他一般部 4,750m <sup>2</sup>	3種 (150m <sup>2</sup> の場合)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 200g/m <sup>2</sup> (150m <sup>2</sup> )	弱溶剤形ふっ素 樹脂塗料用中塗 140g/m <sup>2</sup>	弱溶剤形ふっ素 樹脂塗料上塗 120g/m <sup>2</sup>

## 1-2. 適用効果

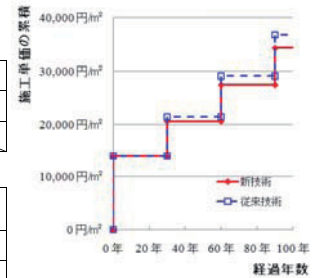
### 2) 経済性 (ランニングコスト)

#### ② 試算の結果

塗替えコスト		
	1箇当たり塗替え施工単価	経済性
チタン箔を用いた鋼橋長寿命化技術	6,835円/m <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	

#### 100年間のLCC

100年間のLCC (初期コスト+塗替え代)		
	100年間のLCC (初期コスト+塗替え代)	経済性
チタン箔を用いた鋼橋長寿命化技術	34,352円/m <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	



100年間のLCC比較

## 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 時間 (経過)	IIC環境			IIIC環境		
	下地処理程度 Sa2.5 塩分量: 127 mg/ml	下地処理程度 Sa3 塩分量: 411 mg/ml	下地処理程度 Sa2.5 塩分量: 484 mg/ml	下地処理程度 Sa2.5 塩分量: 127 mg/ml	下地処理程度 Sa3 塩分量: 411 mg/ml	下地処理程度 Sa2.5 塩分量: 484 mg/ml
1,000						
3,000						

チタン箔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合せ長さ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。
- ・ 貼付面に凹凸やひずみがある場合は、チタン箔シートに浮きが生ずる場合がある。

### 2) 施工時

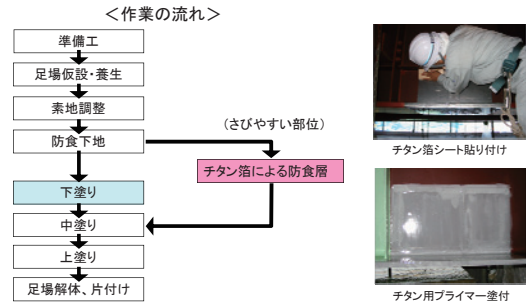
- ・ 塗替する箇所を貼付け時は、罫書き等を行う。
- ・ チタン箔シートは、シートの端部から貼り付ける。
- ・ チタン箔表面には、専用プライマーを塗付する。

### 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

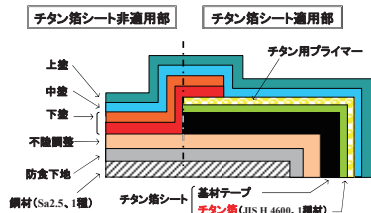
本工法は、塗膜の防食性補強工法で、塗装工事の一部である（さびやすい部位に適用）。



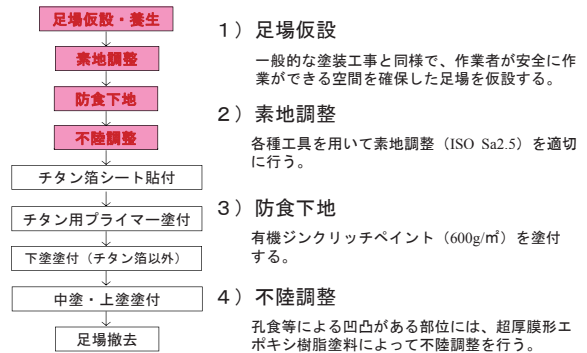
### 2-2. 既設橋梁

#### 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	プラスチック ISO Sa2.5	有機ジンクリッチペイント 600g/m <sup>2</sup>	超厚膜形エポキシ樹脂塗料	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 <sup>2</sup> 30μm	ふっ素樹脂塗料用中塗り 170g/m <sup>2</sup>	ふっ素樹脂塗料上塗り 140g/m <sup>2</sup>
チタン箔シート 非適用部				エポキシ樹脂塗料下塗り 240g/m <sup>2</sup>	エポキシ樹脂塗料下塗り 240g/m <sup>2</sup>		



### 2-2. 既設橋梁 施工手順 (Rc-I塗装系)



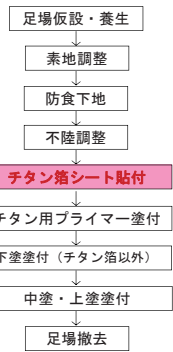
### 2-2. 既設橋梁 施工手順 (Rc-I塗装系)



### 2-2. 既設橋梁 施工手順 (Rc-I塗装系)



## 2-2. 既設橋梁 施工手順 (Rc-I塗装系)

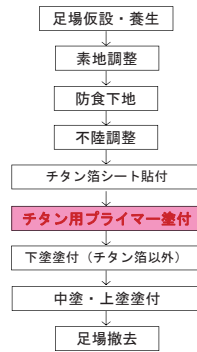


### 5) チタン箔シート貼付



チタン箔シート貼付完了

## 2-2. 既設橋梁 施工手順 (Rc-I塗装系)

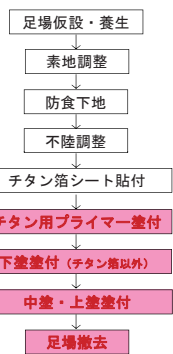


### 6) チタン用プライマー塗付



チタン箔表面にプライマーを塗付する。

## 2-2. 既設橋梁 施工手順 (Rc-I塗装系)



### 7) 下塗塗付 (チタン箔以外)

チタン箔シート貼付部以外に下塗りを塗付する。

### 8) 中塗・上塗塗付 (全体)

### 9) 足場撤去



チタン用プライマー塗付後

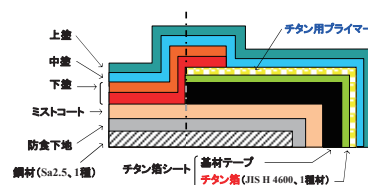
## 2-3. 新設橋梁

### 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				チタン箔シート 0.65mm	チタン用エポキシ 樹脂プライマー 120g/m <sup>2</sup> 30μm	ふっ素樹脂 塗料用中塗 170g/m <sup>2</sup> 30μm
チタン箔シート 非適用部	プラスト処理 ISO Sa2.5	無機ジシカ リッチペイント 600g/m <sup>2</sup> 75μm	エポキシ樹脂 塗料下塗 180g/m <sup>2</sup>	エポキシ樹脂塗料下塗 540g/m <sup>2</sup> 120μm	ふっ素樹脂 塗料上塗 140g/m <sup>2</sup> 25μm	

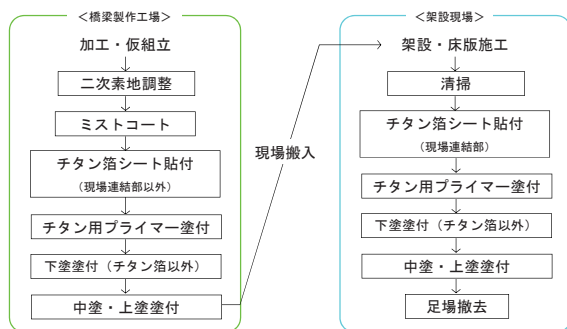
#### チタン箔シート非適用部

#### 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とうい。
- 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。  
(貼付前、後どちらでも可)
- ・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、罫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、上塗塗装後）。
- ・チタン箔シートが貼付範囲に適切に施工させていること。
- ・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 135g/m <sup>2</sup> 50μm	弱溶剤形炭素エポキシ樹脂塗料 140g/m <sup>2</sup>	弱溶剤形炭素エポキシ樹脂塗料 120g/m <sup>2</sup>
チタン箔シート非適用部		弱溶剤形炭素エポキシ樹脂塗料 200g/m <sup>2</sup>		

## 2-5. 維持管理

### 2) 点検

- ・一般的な橋梁塗装の点検同様に行う
- ・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、防食効果が期待されない場合は、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	有機ジンクリッチペイント 60g/m <sup>2</sup>	超厚層形エポキシ樹脂塗料	チタン箔シート 0.85mm	チタン用エポキシ樹脂プライマー 135g/m <sup>2</sup> 30μm	弱溶剤形炭素エポキシ樹脂塗料 中塗 140g/m <sup>2</sup>	弱溶剤形炭素エポキシ樹脂塗料 上塗 120g/m <sup>2</sup>
	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1m<sup>2</sup>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

(03-5858-6127)