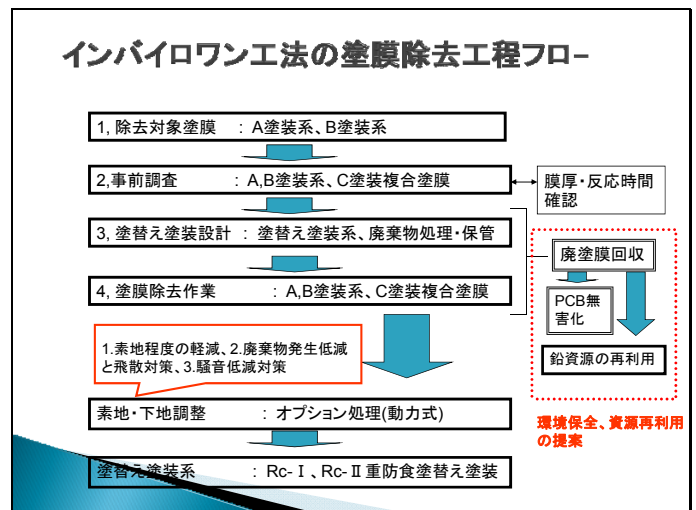


### 従来はく離剤とインバイロワンの比較

比較項目	塩素系はく離剤(従来品)	アルコール系はく離剤(インバイロワン)
主成分	塩素系有機溶剤(メチレンクロライド)	アルコール系有機溶剤
消防法	非該当	第4種第3石油類
労働安全衛生法	第2種有機溶剤	非該当
PRTR法	第1種指定化学物質	非該当
PH	中性	中性
生分解性	データなし	約28日 水と炭酸ガスに分解
急性毒性	変異原性化学物質(労働基準局適達)	家庭用洗剤以下
産業廃棄物区分	特別管理産業廃棄物	廃プラスチック類
塗膜軟化時間	0.5~1H	18H~24H(A及びB塗装系)
使用量(Kg/ m <sup>2</sup> )	1.0	1.0 (標準塗付け量)
塗膜の変質状態	溶解	軟化・膨潤の変質

インバイロワンシステム提供



## 従来の素地調整による塗膜除去 工法の問題点

塗膜ダスト飛散による環境汚染の問題が発生する。

- ▶ 現行の塗装技術での塗膜除去
- ▶ サンドブラスト工法 廃棄物砂約40Kg/m<sup>2</sup>+塗膜1.0Kg/m<sup>2</sup>  
有害物の(PCB)汚染物質として処理
- ▶ 管理濃度等の基準 0.01mg/m<sup>3</sup>(PCB)・0.05mg/m<sup>3</sup>(鉛)
- ▶ 橋梁の構造 仮設による飛散防止は困難で周辺環境を汚染。  
(仮設材に付着した場合PCB汚染物となる。)
- ▶ 結果として  
周辺環境汚染と大量の2次汚染物を排出することになる。

## 厚岸地区橋梁の塗替え塗装施工例 (事前施工調査工程の概要[下構造面3])



2回目塗付け作業0.5kg/m<sup>2</sup>



2回目塗膜除去作業



作業環境測定状況(粉じん)



作業環境測定状況(騒音)



## 厚岸地区橋梁の塗替え塗装施工例 (素地調整時の全粉じん量と浮遊鉛ダスト量の測定)

作業名		全粉じん濃度 幾何平均値(mg/m <sup>3</sup> )	鉛及びその化合物 (mg/m <sup>3</sup> )
インパiroワン塗膜除去作業	A区画	0.268	0.006
オープンブラスト作業	A-3区画 塗膜残存部	638.0	2.9
バキュームブラスト作業	B-3区画 塗膜残存部	35.4	0.52
動力工具カップワイヤー	C区画	28.0	1.4
動力工具ディスクペーパー	C区画	100.0	4.0

※管理基準  
作業環境管理濃度:鉛及びその化合物 0.05mg/m<sup>3</sup>(鉛として)  
「作業環境測定基準」(労働省告示6,7)

## 従来技術との比較

インパiroワン工法の手順

- (1) 既存塗膜を軟化(湿潤シート状)する
- (2) 軟化した塗膜を除去し回収保管する。
- (3) 重防食塗装系が適用できる鋼素地にする為オブション工事(下地調整)

従来技術に比べ多くのメリット

- ① 鉛・クロムなどを含む有害塗膜の確実な回収
- ② 産業廃棄物発生量の減少
- ③ 作業者と環境の安全性の確保
- ④ コスト低減

## 適用条件

- (1) 自然条件
    - ・日平均気温が5℃程度以上の場合、軟化積算温度が240℃・hrを目安とする。(加温することによって施工可能)
    - 結露面には適用できない
  - (2) 現場条件
    - ・特別な機器は使わないため、一般的作業空間であれば、制約はない。
  - (3) 情報提供可能地域
    - ・技術提供地域については制限なし。
  - (4) 関係法令等
    - ・消防法: 指定可燃物(可燃性固体類)
- 適用可能な主たる仕様の範囲
- ・道路構造物塗装系: ((社)日本道路協会「鋼道路橋塗装便覧」)  
A塗装系塗膜 および B塗装系塗膜(p. II-93)
  - ・河川構造物塗装系: フタル酸系塗膜および塩化ゴム系塗膜  
(ジंकリッチプライマーより上の塗膜)

## インパiroワン工法の適用条件

使用できる温度範囲 : 5℃以上 軟化積算温度240℃・hr  
10℃以上 24時間を目安とする。(A・B系)

塗装系 : A塗装系(フタル酸系) [事前調査が必要]  
B塗装系(塩化ゴム系) [事前調査が必要]  
C塗装系 [確認試験が必要]  
D塗装系(内面塗装系) [確認試験が必要]

残存膜厚 500µm/1回 500µm以上は2回以上

適用できない塗膜 : ガラスフレーク系塗膜  
無機系塗膜  
ジंकリッチプライマー  
ジंकリッチペイント

塗膜以外のもの : さび、黒皮等は除去できない。

## 適用効果

廃棄物発生量 1/20～1/10に低減  
(プラスト工法は約40kg/m<sup>2</sup>発生)

粉塵発生量 1/50以下に低減  
(ガーネット使用時200mg/m<sup>3</sup>)

直接工事費試算 13%向上 (プラスト工法より)

廃棄物処理費試算 95%向上 (プラスト工法より)

トータルコスト 84%向上 (プラスト工法より)

## 適用効果

経済性 (初期コスト試算)

【活用効果の根拠】インパイロワ工法と従来技術の経済比較  
・試算条件: 工法一式内訳 橋梁塗装替え塗装 (100㎡当たり)

### 1. 【新技術 インパイロワ工法】

項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘要
橋梁世話役	インパイロワ	1	人	23,300円	23,300円	
橋梁塗装工	はく離剤塗付、塗膜除去	10	人	21,100円	211,000円	
普通作業員	塗膜除去回収	2	人	14,000円	28,000円	養生、片付け
材料費	インパイロワ	107	kg	2,600円	278,200円	塗付によるロス7%含む
機工具損料、諸雑費	備品	1	式	18,300円	18,300円	電動塗装機器他損料
産業廃棄物処理費	収集運搬・処分費	200	kg	1,000円	200,000円	産廃業者の見積りによる
					合計:	758,800円

### 2. 【従来技術 素地調整程度1種 (プラスト工法)】

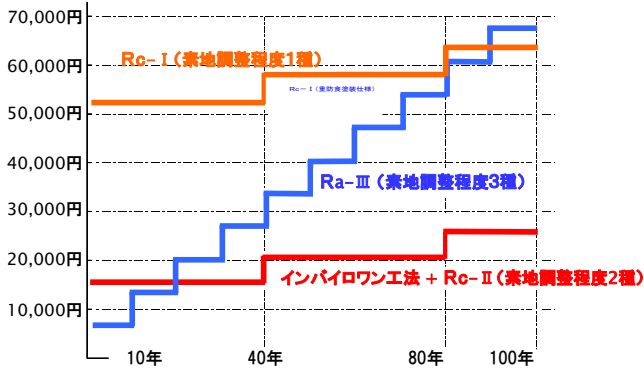
項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘要
材料費	研削剤 (ガーネット)	3700	kg	70円	259,000円	
橋梁世話役	塗膜除去	10	人	23,300円	233,000円	施工実態の調査にもとづいた。
機工具損料、諸雑費	備品	1	式	150,000円	150,000円	
産業廃棄物処理費	収集運搬・処分費	4000	kg	1,000円	4,000,000円	産廃業者の見積りによる
					合計:	4,642,000円

初期コスト試算:従来技術(プラスト工法)より 83.7% 向上

## 適用効果

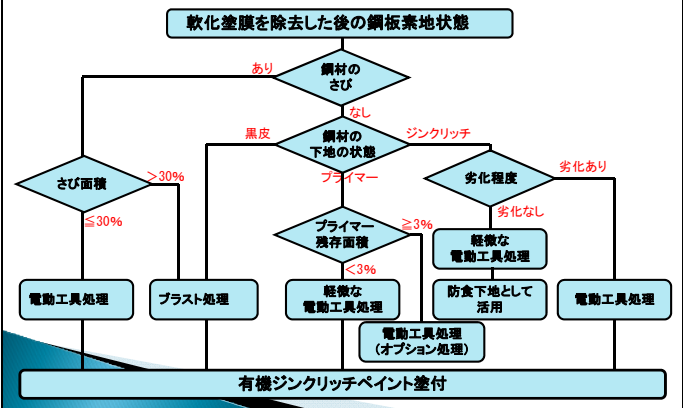
経済性 (ランニングコスト③)

塗替え塗装 塗装工事別コスト LCCグラフ (㎡当たり)



## 施工計画

インパイロワ工法 施工計画フロー図



## 留意事項

・本技術で塗膜を除去した後に、鋼板に残存する黒皮およびさびについては、再塗装の際にスチーブラストまたは電動工具等による素地調整が必要である。

※黒皮とは、鋼材の圧延時に表面に生成する酸化皮膜のことであり、昭和30年代までの鋼材にあることが多い。

重防食塗装系の防食下地であるジンクリッチペイントを適用するためには、これをプラスト等で除去する必要がある

### 塗膜除去後素地の管理基準の明確化

塗料メーカー6社 (関西ペイント、日本ペイント、大日本塗料、新東塗料、中国塗料、トウペ) による再塗装に支障がない管理基準が合意されている

## 適用検討時に必要な技術情報

【研究成果】

鋼橋塗装のコスト削減方法に関する共同研究報告

鋼構造物防食塗膜、環境対応現場塗膜除去技術  
-インパイロワ工法施工マニュアル-



【参照資料】

鋼道路橋塗装・防食便覧

平成17年12月 (社) 日本道路協会

## 施工実績 ( )内は、橋梁以外の構造物

	橋数	施工面積(㎡)	PCB橋数	PCB施工面積(㎡)
平成16年度	2	1 0 4	—	—
平成17年度	4	9 8 6	—	—
平成18年度	8 (1)	3, 3 4 3	—	—
平成19年度	1 1 (1)	4 5, 7 4 0	7	4 1, 8 1 0
平成20年度	1 9 (3)	2 3, 1 8 8	1 1	2 0, 4 6 3
平成21年度	3 6 (3)	4 4, 3 8 1	1 0	1 3, 9 5 8
平成22年度	3 5 (4)	6 6, 2 2 1	2 1 (1)	4 4, 9 2 8
平成23年度	3 3 (7)	5 1, 6 1 4	1 2 (1)	3 3, 0 6 6
合計	1 4 8 (19)	2 3 5, 5 7 7	6 1 (2)	1 5 4, 2 2 5

## 特許実施許諾権の流れ

特許権者:

- ・独立行政法人土木研究所
- ・インパイロワシステム(株)

特許番号3985966号

代表してインパイロワシステム(株)が特許実施許諾契約を締結

- ▶ 特許実施許諾申請 ⇒ インパイロワシステム(株)
- ▶ 審査 ⇒ 講習会開催(2日間)

特許実施許諾契約締結

- ▶ 全国182社

## はく離剤塗膜除去工法の長期耐食性試験と施工の使用事例

## 暴露耐食試験地域と位置

内閣府沖縄総合事務局北部国道事務所  
「沖縄建設材料耐久性試験施設」



沖縄県 大宜味村「沖縄建設材料耐久性試験施設」



腐食環境分類:飛来塩分が多く、厳しい腐食環境



耐食試験の設置状況

## 試験板の旧塗装系分類と塗替え塗装系

### 1. 試験板の旧塗装系種別

- ①【A塗装系】 エッチングプライマー/鉛系さび止めペイント/フタル酸樹脂塗料(中塗、上塗)
- ②【B塗装系】 エッチングプライマー/鉛系さび止めペイント/フェノールMIQ/塩化ゴム系塗料(中塗、上塗)
- ③【B-2塗装系】 ジンクリッチプライマー/エポキシ樹脂塗料/塩化ゴム系塗料(中塗、上塗)

### 2. 試験板の塗替え塗装系

暴露開始年月:平成17年6月

工程	塗 装 系	塗装回数	標準膜厚(μm)	備 考
下塗(1)	有機ジンクリッチペイント	1	75	
下塗(2)	変性エポキシ樹脂塗料下塗	1	60	
中塗	ふっ素樹脂用中塗	1	30	
上塗	ふっ素樹脂上塗	1	25	
	合 計		190	

※上記試験板を作成後、室温環境にて約4ヶ月養生後、屋外暴露試験場へ設置した。

## 付着試験結果

### 暴露2年と5年の比較評価

1. 垂直引張りからの評価  
1.5年経過後の方が引張り強度の数値が大きくなる。
2. はく離剤工法の方がやや引張り数値が大きくなる傾向にある。
3. B-2系地試験板の方が他の試験板よりやや低い値の傾向が認められる。

### 結 論

すべての試験板は引張り試験の数値から塗膜劣化は認められない。

試験板ID	試験材料	剥離試験方法 (塗膜厚測定)	2年暴露後		5年暴露後	
			塗膜厚(μm)	引張り強度(N/mm <sup>2</sup> )	塗膜厚(μm)	引張り強度(N/mm <sup>2</sup> )
スー1	亜鉛系	サンドブラスト(1)	2.4	6.0	3.0	6.0
スー2	亜鉛系	電動工具剥離(1)	4.0	6.8	3.0	6.8
スー3	亜鉛系	電動工具剥離(1)	2.0	6.7	3.0	6.7
スー4	亜鉛系	電動工具剥離(1)	5.0	6.5	3.0	6.5
スー5	亜鉛系	電動工具剥離(1)	2.1	7.0	3.0	7.0
スー6	亜鉛系	電動工具剥離(1)	2.1	7.0	3.0	7.0
スー7	亜鉛系	電動工具剥離(1)	4.5	7.0	3.0	7.0
スー8	亜鉛系	電動工具剥離(1)	4.7	7.0	3.0	7.0
スー9	亜鉛系	電動工具剥離(1)	3.1	2.8	3.0	2.8
スー10	亜鉛系	電動工具剥離(1)	3.9	5.8	3.0	5.8

(注) 剥離強度: ○: 剥離なし □: 剥離あり (1): 剥離あり (2): 剥離なし

## 暴露耐食試験2年~7年

(A塗装系下地:従来工法1種及び2種)

試験種別	試験項目	試験条件	試験結果	試験結果	試験結果	試験結果	試験結果	試験結果	試験結果	試験結果	試験結果										
暴露耐食試験	A1	C-1	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年										
			11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年									
暴露耐食試験	A2	C-2	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年
			21年	22年	23年	24年	25年	26年	27年	28年	29年	30年									

【塗膜外観の凡例(一般部)】: 塗膜表面異常なし○ さび発生<3% △ はく離・ふくれ発生>3% □  
 【塗膜カット部】: 最大はくり、さび、ふくれ幅で表示する。  
 【塗膜カット部評価】: 3mm以下1点、3mm~10mm以下 2点、10mm~20mm以下3点、20mm~30mm 4点、30mm以上 5点

## 従来素地調整工法とはく離剤工法の腐食量の比較(1種、2種及びはく離剤工法)

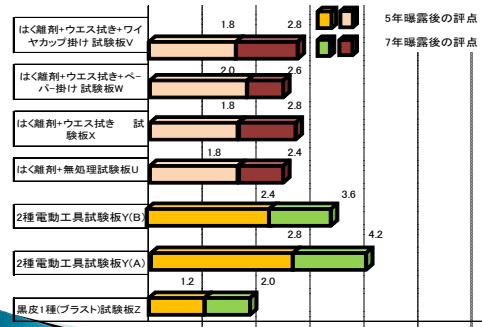


図-11 素地の塗装系A及びB塗装系塗膜カット部さび進捗評価

## 従来素地調整工法とはく離剤工法の腐食量の比較(1種、2種及びはく離剤工法)

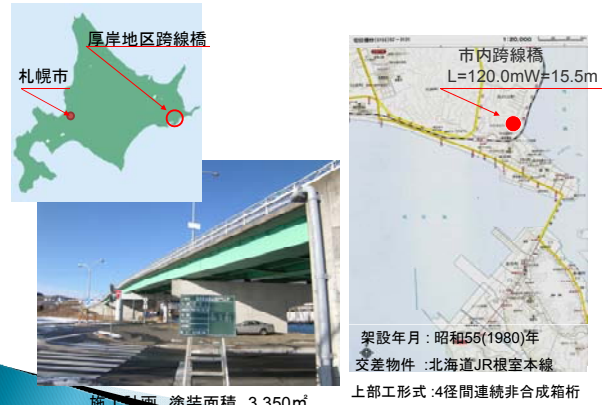
### まとめ

- (1)重防食塗り替え塗装系の長期耐久性は旧塗装系に下地でその長期耐久性に影響を与える要因も認められた。  
 ②A、B塗装系のウオッシュプライマー (①B-2塗装系ジंक下地が優位)
- (2)素地調整2種電動工具処理より1種プラスト処理の方が長期耐久性に優れている。
- (3)従来の2種電動工具処理とはく離剤工法では、2種と同等以上の耐食性が得られた。
- (4)はく離剤工法の重防食塗り替え塗装下地処理の評価。  
 ④はく離剤+無処理 < ③はく離剤+ウエス拭き < ②はく離剤+ウエス拭き+ペーパー処理 < ①はく離剤+ウエス拭き+ワイヤカッパの方が付着性、長期防食性では優位な傾向にある。

①優位 ← → ④劣る

## 厚岸地区橋梁の塗り替え塗装施工例

(鉛系さび+MIO+塩化ゴム系のはく離剤工程の概要)



## 鉛系さび+MIO+塩化ゴム系のはく離剤工程の概要

(はく離剤工法による塗り替え塗装工事の事例)



## 亜鉛めっき+ウレタン樹脂+フタル酸樹脂はく離剤除去工程

(顕明塗替塗装計画の塗膜除去工程)



## デザイン照明柱景観維持 (照明柱塗替え塗装計画7年経過の現状)



塗替え塗装経過年数 7年経過

腐食環境: 海岸線から約1.5km~2.0kmの範囲

## 塩化ゴム+ふっ素樹脂複合塗膜のはく離剤工程の概要 (塗膜劣化状態)



上流側の橋梁側面全景

下流側 橋梁側面の塗膜はく離状態



主桁 内面の塗膜われ発生状況



腐食環境の区分: 海岸線から1.5km

## 塩化ゴム+ふっ素樹脂複合塗膜のはく離剤工程の概要 (塗替え塗装の3年経過)



上流側 橋梁外側全径

下流側 橋梁外側全径

塗替え塗装系: Rc-I (鋼道路橋塗装・防食便覧準拠)

塗替え塗装規模: 11,900㎡ L=123.0m W=33.8m

塗替え工事計画の主要件

- (1) 素地調整時の廃塗膜飛散防止による周辺の環境保全
- (2) 騒音、素地調整時の研削材廃棄物の縮減(54.6kg/㎡)
- (3) 工事による交通規制等縮減による安全対策

## 塩化ゴム+ふっ素樹脂複合塗膜除去工程概要 (はく離剤による塗膜除去工程)



桁部 施工前

桁部 1回目はく離剤塗付け

はく離剤塗膜除去工程

1回目はく離剤塗付け  
1,000g/㎡

反応時間 72h以上

1回目塗膜除去作業

2回目はく離剤塗付け  
1,000g/㎡

反応時間 24h以上

2回目塗膜除去作業



桁部 1回目はく離剤作業後

桁部 2回目はく離剤塗付け作業

## 問合わせ先

独立行政法人 土木研究所

材料資源研究グループ 新材料チーム

TEL 029-879-6763

FAX 029-879-6733

〒305-8516 茨城県つくば市大宇南原1番地6

URL: <http://www.pwri.go.jp/>

インバイロワンシステム株式会社

TEL 03-5643-8661

FAX 03-5643-8662

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町3-3-13 CICビル4F

URL: <http://www.invairowan.com>

ご清聴ありがとうございました。