

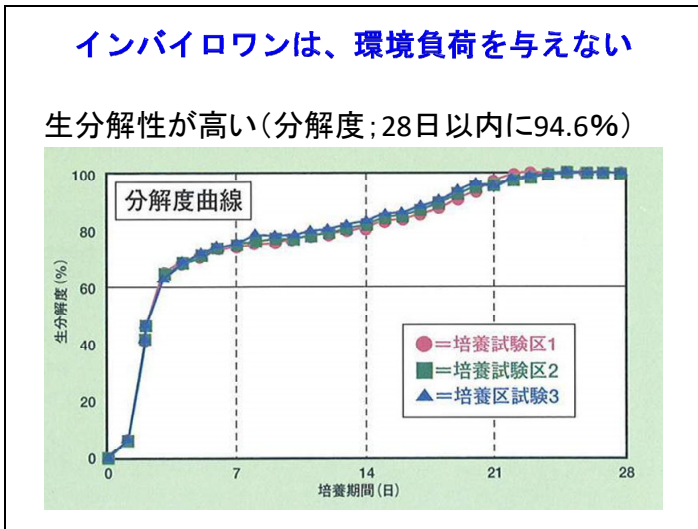


## 開発背景

- 道路橋ストックの増加と高齢化
- 重防食塗装系への変更(塗装・防食便覧)
- 旧塗膜の除去(素地調整2種以上)
- ブラスト処理は有害物質含有塗膜の飛散対策と、研削材を含む大量の廃棄物対策

↓

インバイロワン工法はこれらの課題を解決。  
(環境に優しく、作業員に安全、経済的)



### インバイロワンは安全性が高い 作業員に対する安全性も高い

毒性が低い: 主成分は高級アルコール系溶剤

### 塗膜はく離が確実・安全

- インバイロワンは時間をかけて多層塗膜の深部まで浸透し、塗膜を湿潤軟化状態(湿潤シート状)にする
- 粉塵の発生がほとんどなく、塗膜のはく離・除去・回収が確実にできる

測定場所	除去工法	対象塗膜	粉塵量(mg/m <sup>2</sup> )
完全防護内	インバイロワン工法	A塗装系塗膜	0.34
	インバイロワン工法	B塗装系塗膜	0.5
	動力工具処理3種C	B塗装系塗膜	18
	ブラスト工法(製鋼スラグ)	A塗装系塗膜	180
防護及び養生外	動力工具処理3種C	B塗装系塗膜	200
	動力工具処理3種C	B塗装系塗膜	0.21
	動力工具処理3種C	A塗装系塗膜	0.27
	ブラスト工法(製鋼スラグ)	A塗装系塗膜	0.27

### インバイロワン工法の工程の概要

- (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・回収
- (3) 重防食塗装系が適用できる鋼素地にする為オプション工事(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

## 適用効果

- 廃棄物発生量 1/20～1/10に低減  
(ブラスト工法は約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 (ブラスト工法より)
- 廃棄物処理費試算 95%向上 (ブラスト工法より)
- トータルコスト 84%向上 (ブラスト工法より)

## 適用条件

- 温度 5℃以上
- 塗装系
  - A塗装系(フタル酸系)
  - B塗装系(塩化ゴム系)
  - C塗装系(重防食塗装系)
  - D塗装系(内面塗装系)
- 膜厚 500μm程度まで  
(500μm以上の場合は2工程以上必要)

## 適用条件

- 自然条件
  - 日平均気温が5～10℃の場合、軟化積算温度が240℃・hrを目安とする。
  - 日平均気温が5℃未満の低温時は、加温することによって施工可能。ただし、結露面には適用できない
- 現場条件
  - 特別な機器は使わないため、一般に現場塗替え塗装を行える条件であれば、制約はない。
- 情報提供可能地域
  - 技術提供地域については制限なし。
- 関係法令等
  - 消防法: 指定可燃物(可燃性固体類)

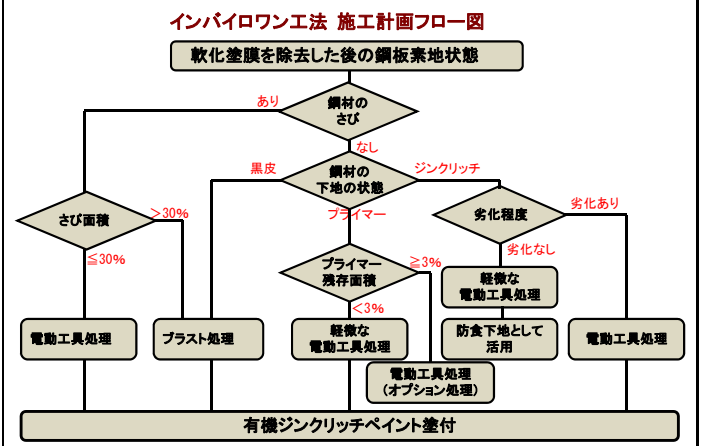
## (4)適用にあたり関係する基準

- 「鋼道路橋塗装・防食便覧」(日本道路協会:平成17年度版)7.3.2 塗替え塗装仕様-II-93-i)に「旧塗膜を確実に除去する方法として従来の塩化メチレン系ではなく作業者にやさしく環境対策の必要のない高級アルコール系の塗膜はく離剤などが開発されている。これらの採用にあたっては、塗膜はく離性能などを事前に確認したうえで適用するとよい。」と記述されています。
- 従って、塗膜はく離工法の適用にあたり、材料の成分が高級アルコール系であることに加え、発注要件としてコスト、品質、安全性などを確認

## 適用できない条件

- 温度 5℃未満  
(日平均気温が5℃未満の低温時は、加温する事によって施工可能。ただし、結露面には適用できない)
- 塗膜 ガラスフレーク系塗膜  
無機系塗膜  
ジンクリッチプライマー  
ジンクリッチペイント
- 塗膜以外 さび、黒皮

## 施工計画



## 留意事項(1)

- (1) 設計時
  - ・除去対象の塗膜厚と気温等により、はく離剤の塗付量および軟化時間が変動する事があるので、事前調査のはく離試験を実施する必要がある。
- (2) 施工時
  - ・施工時には、施工部位ごとに塗膜厚を確認し、塗付量・軟化時間を設定する必要がある。
  - ・軟化塗膜は、溶接部やリベット部等の凸凹部分は塗膜厚が平滑部に比べて極端に厚く、塗膜除去作業性が著しく低下する。
  - ・狭隙部など塗膜除去・再塗装等が不可能な部位は、インパiroンが侵入しないように養生をする。
- (3) 維持管理等
  - ・塗替え塗装設計時に別途検討する。(地域的諸条件等)

## 適用効果

経済性 (初期コスト試算)

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

### 1. 【新技術 インパiroン工法】

項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘要
橋梁世話役	インパiroン	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iroン	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	産廃業者の見積もりによる
					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ついた。
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	産廃業者の見積もりによる
					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②)

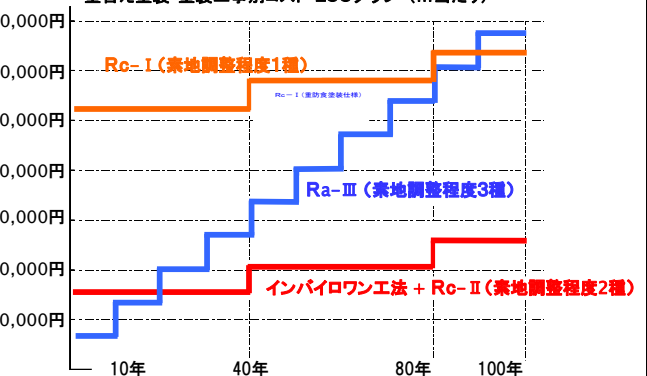
・試算条件: 塗替え工事別 LCC比較 (㎡当たり) (円/㎡)

塗装系	一般塗装系		重防食塗装系	
	仕様	調整程度	仕様	調整程度
塗膜仕様 (下地調整程度)	Ra-III (素地調整程度3種)		Rc-I (素地調整程度1種)	インパiroン工法 (素地調整程度2種相当)
初年	6,748		52,440	15,448
1回目 塗替えコスト	6,748	6,748	52,440	15,448
10年目	6,748		0	0
2回目 塗替えコスト	13,496	13,496	52,440	15,448
50年目	6,748		5,655 (Rc-IV)	5,655 (Rc-IV)
6回目 塗替えコスト	33,740	33,740	40年目で2回目の塗替え 58,095	40年目で2回目の塗替え 21,103
100年目	6,748		5,655 (Rc-IV)	5,655 (Rc-IV)
10回目 塗替えコスト	67,480	67,480	80年目で3回目の塗替え 63,750	80年目で3回目の塗替え 26,758
塗装系	塗替え周期	素地調整程度		
一般塗装系	10年	3種 活量は残す。不良部、さび、割れ、剥れは除去する。		
重防食塗装系(プラスト工法)	40年	4種 粉化物、汚れなどを除去する。		
重防食塗装系(インパiroン工法)	40年	4種 粉化物、汚れなどを除去する。		

## 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)



## 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

## 長期暴露耐食性試験の目的

### ■ 7年間の長期暴露耐食性試験の意義

- (1) 過去に多く利用されている塗装系をはく離剤工法での塗替え塗装系の長期耐食性から塗膜除去工法として有効性の確認を行う。
- (2) 従来素地調整工法(1種及び2種)とはく離工法の塗替え塗装系の耐食性比較評価する。
- (3) はく離工法の下地処理種別による塗替え塗装の付着耐食性の有効性確認を行う。

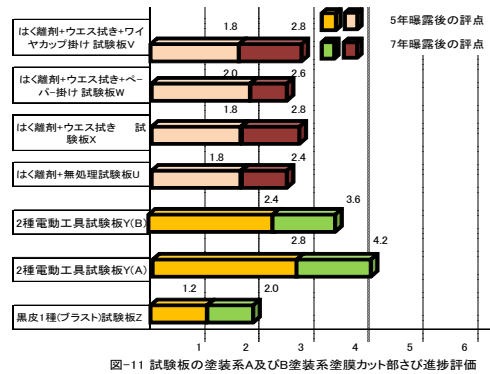
## 暴露耐食試験2年~7年

(A塗装系下地:従来工法1種及び2種)

試験板	塗料	下地	処理	2年	3年	4年	5年	6年	7年
A1系	Rc-I	S-1	①	○	○	○	○	○	○
			②	○	○	○	○	○	○
			③	○	○	○	○	○	○
			④	○	○	○	○	○	○
A2系	Rc-I	S-2	①	○	○	○	○	○	
			②	○	○	○	○	○	
			③	○	○	○	○	○	
			④	○	○	○	○	○	
A3系	Rc-I	S-3	①	○	○	○	○	○	
			②	○	○	○	○	○	
			③	○	○	○	○	○	
			④	○	○	○	○	○	
A4系	Rc-I	S-4	①	○	○	○	○	○	
			②	○	○	○	○	○	
			③	○	○	○	○	○	
			④	○	○	○	○	○	

【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。  
 【塗膜カット部評点】: 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)



## 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

- 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与える要因も認められた。  
 ②A、B塗装系のウォッシュプライマー < ①B-2塗装系ジンク下地が優位)
- 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。
- 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。
- 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+ワイヤークップの方が附着性、長期防食性では優位な傾向にある。

①優位 ←                      ④劣る →

## 厚岸地区橋梁の塗替え塗装施工例 (はく離剤工法の概要)



## 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1])

液温 15°C  
箱桁下面 平均残存膜厚240μm

1回目塗付け作業0.5kg/㎡

塗替え塗装系 Rc-I  
塗膜除去作業工程 下面部分

1回目はく離塗付け  
反応時間24H  
1回目塗膜除去作業  
塗膜除去作業完了

6時間経過 浮き面積率30~35%

6時間経過後の 拡大

## 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/㎡

2回目塗膜除去作業

塗替え塗装系 Rc-I  
塗膜除去作業工程 下面部分

2回目はく離塗付け  
反応時間24H  
2回目塗膜除去作業  
塗膜除去作業完了

2回目塗付け作業0.5kg/㎡

2回目塗膜除去完了

## 厚岸地区橋梁の塗替え塗装施工例 (はく離剤工程後の素地調整試験[ブラスト工法])



塗膜除去後の試験鋼面



オープンブラスト工法素地調整



オープンブラスト後の鋼面



オープンブラスト素地調整後の鋼面

## 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> )
インハイロワソ塗膜除去作業	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)

## 厚岸地区橋梁の塗替え塗装施工例 (はく離剤工法による塗替え塗装工事の事例)

塗装系  
B-1法  
平均膜厚  
250μm



施工前



はく離剤の反応後



塗膜除去後



ブラスト処理後(Rc-1 下地)

## デザイン照明柱景観維持 (照明柱塗替え塗装計画)



釧路市常舞橋 周辺施工前照明柱

釧路駅前 周辺施工前照明柱

### 照明柱の景観維持の目的

1. デザイン照明柱の塗膜飛散防止と美観維持(素地調整時の鋼材面の傷防止)
2. 素地面防食用亜鉛めっきの再利用することでコスト縮減。
3. 緑地帯や周辺環境への塗膜片飛散による環境汚染防止の対策。
4. 通行者や通行車輛等への配慮から工程の短縮対策。
5. 周辺環境への配慮した素地調整工法を選定。(騒音及び発生する2次廃棄物の縮減)

## デザイン照明柱景観維持 (照明柱塗替え塗装計画の塗膜除去工程)

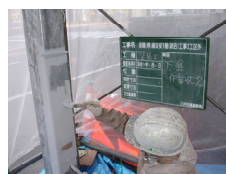


1. はく離剤の塗付け作業

2. 塗膜除去作業 (動力工具・手工具併用による下地処理)

### 省力形長期耐候性の塗替え塗装系

工程	塗料名	回数	標準膜厚
下塗	亜鉛めっき用エポキシ下塗	1	160 g/m <sup>2</sup>
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂中塗	1	140g/m <sup>2</sup>
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂上塗	1	120g/m <sup>2</sup>



3. 塗替え塗装作業

## 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



塗替え塗装経過年数 7年経過

廣食環境：海岸線から約1.5km~2.0kmの範囲

## 釧路市内橋梁 塗替え塗装事例 (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

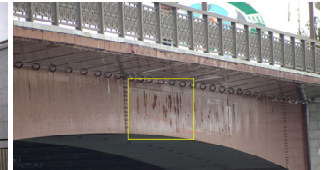
### 塗替え工事計画の主要件

- (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

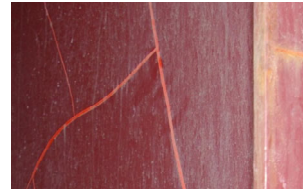
## 釧路市内橋梁 塗替え塗装事例



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

## 厚岸地区橋梁の塗替え塗装施工例 (はく離剤工程の概要)



施工計画 塗装面積 16,000㎡



架設年月: 昭和47(1972)年  
交差物件: 厚岸湾  
上部工形式: 5径間連続ワレントラス橋

## 厚岸地区橋梁の塗替え塗装施工例 (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



桁部 1回目はく離作業後



桁部 2回目はく離塗付け作業

### 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

## 厚岸地区橋梁の塗替え塗装施工例 (はく離剤による塗膜除去工程)



桁部 2回目塗付け 24H後



桁部 2回目塗膜除去作業



桁部 2回目はく離作業後

### 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

塗膜除去完了

## 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/>

インパ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>