

インバイロワン工法（環境対応型の鋼構造物塗膜除去技術）

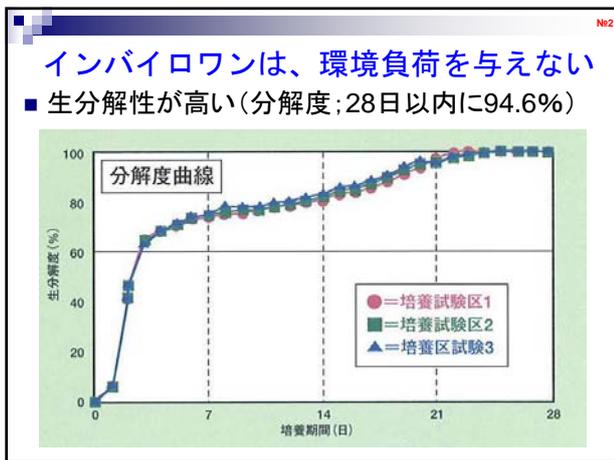


### 開発背景

- 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	ブラスト工法（ガーネット）	B塗装系塗膜	200
	動力工具処理3種C	B塗装系塗膜	0.21
	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ためのオプション工事（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  
(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

### 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

— 鋼橋塗料防食塗膜、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(案) —

平成19年9月 (独) 土木研究所 山一化学工業株式会社

【参考文献】 鋼道路橋塗装・防食便覧 平成17年12月 (社) 日本道路協会

### 適用効果 ①

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 橋梁塗替え塗装 (100m<sup>2</sup>当たり)

1. 【新技術 インパイロワ工法】 100m<sup>2</sup>当たり

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)】 100m<sup>2</sup>当たり

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

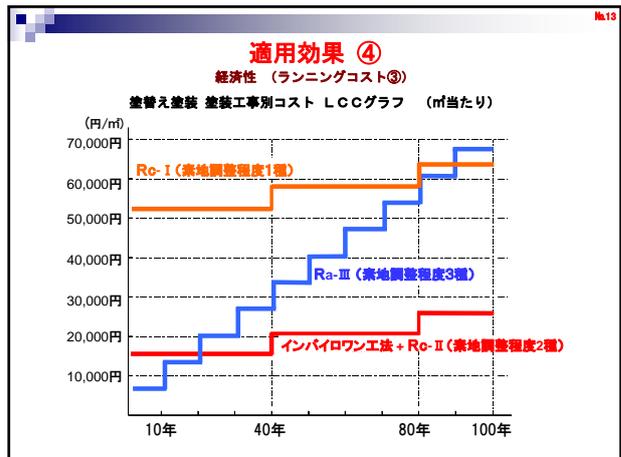
### 適用効果 ②

経済性 (ランニングコスト①)

・ 試算条件: 塗替え塗装 塗装工事別コスト (m<sup>2</sup>当たり)

一般塗装仕様			重防食塗装系					
工程	塗膜系:Ro-V	単価 (円/m <sup>2</sup> )	工程	塗膜系:Ro-I	単価 (円/m <sup>2</sup> )	工程	塗膜系:Ro-IV	単価 (円/m <sup>2</sup> )
清掃・水洗	清掃・水洗	110	清掃・水洗	清掃・水洗	110	清掃・水洗	清掃・水洗	110
素地調整	3種 A	1,330	素地調整①	1種	4,410	—	4種	360
鋼板露出部	鉛-クローズドプライマー Zn-メタペイント	128	塗膜除去工	—	—	インパイロワ工法	5,588	—
第1層目	鉛-クローズドプライマー Zn-メタペイント	425	素地調整②	—	—	3種 A	1,330	—
第2層目	—	—	第1層目	有機シクリックプライマー	780	有機シクリックプライマー	780	研削剤 炭性ほくろ樹脂塗料下塗
第3層目	炭性ほくろ樹脂塗料 中塗	415	第2層目	炭性ほくろ樹脂塗料下塗	455	炭性ほくろ樹脂塗料下塗	455	炭性ほくろ樹脂塗料中塗
第4層目	炭性ほくろ樹脂塗料 上塗	415	第3層目	炭性ほくろ樹脂塗料中塗	455	炭性ほくろ樹脂塗料中塗	455	炭性ほくろ樹脂塗料上塗
			第4層目	炭性ほくろ樹脂塗料上塗	455	炭性ほくろ樹脂塗料上塗	455	
			第5層目	炭性ほくろ樹脂塗料中塗	765	炭性ほくろ樹脂塗料中塗	765	
				炭性ほくろ樹脂塗料上塗	765	炭性ほくろ樹脂塗料上塗	765	
産業廃棄物	—	—	小計	7,440	—	小計	9,948	—
費用	—	—	産業廃棄物	—	40,000	費用	—	2,000
足場・防護工	—	3,500	足場・防護工	—	5,000	足場・防護工	—	3,500
塗替え費	—	6,748	塗替え費	—	52,440	塗替え費	—	5,655
合計	—	—	合計	—	62,440	合計	—	15,448

データベース: 土木コスト情報 2011.7夏「橋梁塗装工」(東京)「スプレー塗料」(淡路島)より算出



### 新技術の内訳

インパイロン工法工費の内訳

インパイロン工法一式 内訳書

金 5,588 円/㎡

板桁鋼梁 A系・B系 既存塗膜厚500μm以下

内訳		単位		数量		金額		概要	
工種	細目	形状寸法	単位	数量	単価	金額	単価	概要	
インパイロン工法塗付費	労務費	橋梁世話役	人	0.01	23,300	233			
	労務費	橋梁塗装工	人	0.03	21,100	633		灰付け塗付	
	はく離剤		kg	1.07	2,600	2,782		特許料を材料費に200円加算ロス7%含む	
塗膜除去費	労務費	橋梁塗装工	人	0.07	21,100	1,477		手工具	
塗膜剥離養生費	労務費	普通作業員	人	0.02	14,000	280		養生、片付け	
	種雑費		式	1		183		電動塗装機器他機料	
計						5,588		素地調整は含みません 東京都の労務単価を採用 施工規模 1,000㎡以上	

### 試験評価 ①

再塗装性暴露試験

- 試験方法：再塗装後の各試験板に、鋼材素地まで達するカットを入れて暴露
- 暴露試験場所：独立行政法人土木研究所 沖縄暴露試験場で実施
- 暴露試験期間：5年間(平成17年6月～平成22年5月)
- 試験評価方法：(1)塗膜外観評価  
(2)カット部のクリープ幅測定  
(3)塗膜の付着性測定

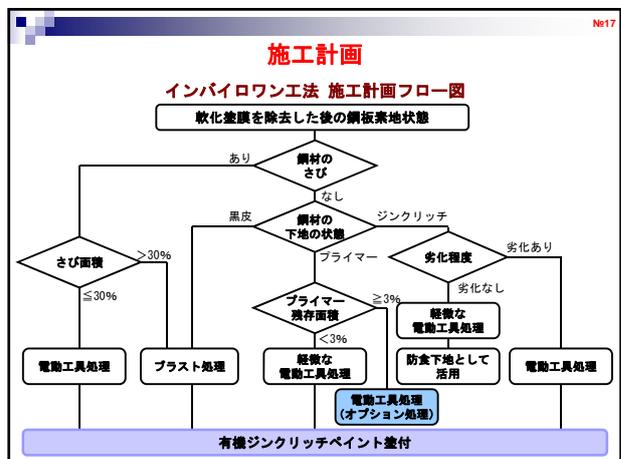
暴露試験状況：独立行政法人土木研究所 沖縄暴露試験場(沖縄県大宜味村)

### 試験評価 ②

従来技術とインパイロン工法の屋外曝露後の塗膜付着性試験評価結果

塗膜除去工法	除去対象塗膜	塗膜除去方法(塗膜下地処理)	主観的付着性試験(剥離率%)	客観的付着性試験(付着強度MPa)	付着強度(はく離率%)
従来技術	A塗膜系	電動工具処理 (31-3)	一般部 ○	6.3	一般部 ○
	B塗膜系	電動工具処理 (31-3)	一般部 ○	3.1	一般部 ○
	C塗膜系	電動工具処理 (31-3)	一般部 ○	6.0	一般部 ○
インパイロン工法	A塗膜系 の塗膜系	スクレーパー	一般部 ○	4.9	一般部 ○
		ウェス拭き	一般部 ○	4.0	一般部 ○
		タスクブロア	一般部 ○	7.0<	一般部 ○
	B塗膜系	スクレーパー	一般部 ○	5.1	一般部 ○
		ウェス拭き	一般部 ○	4.0	一般部 ○
		タスクブロア	一般部 ○	3.8	一般部 ○
比較	高圧洗浄	一般部 ○	5.0	一般部 ○	

【参考資料】  
①第30回 鉄鋼塗装技術討論会発表予稿集 平成17年10月 (社)日本鋼構造協会  
環境にやさしい塗膜はく離剤工法による塗替え塗装性の評価  
②第33回 鉄鋼塗装技術討論会発表予稿集 平成22年10月 (社)日本鋼構造協会  
環境にやさしい塗膜はく離剤工法による塗替え塗装性の評価 一沖縄暴露試験5年後の結果一



№18

### 施工手順 ① 【足場架設】

```

graph TD
    A[足場架設] --> B[養生]
    B --> C[塗装系の確認  
塗膜厚の確認]
    C --> D[インパloverン塗付]
    D --> E[軟化の確認]
    E --> F[軟化塗膜除去]
    F --> G[塗膜除去完了]
        
```



パネル足場の例

№19

### 施工手順 ② 【養生】

```

graph TD
    A[足場架設] --> B[養生]
    B --> C[塗装系の確認  
塗膜厚の確認]
    C --> D[インパloverン塗付]
    D --> E[軟化の確認]
    E --> F[軟化塗膜除去]
    F --> G[塗膜除去完了]
        
```



飛散防止養生



逸散防止養生



塩ビ配管の養生



床版の養生

№20

### 施工手順 ③ 【塗装系の確認・塗膜厚の確認】

```

graph TD
    A[足場架設] --> B[養生]
    B --> C[塗装系の確認  
塗膜厚の確認]
    C --> D[インパloverン塗付]
    D --> E[軟化の確認]
    E --> F[軟化塗膜除去]
    F --> G[塗膜除去完了]
        
```



塗装系の確認



塗膜厚の確認

№21

### 施工手順 ④ 【インパloverン塗付】

```

graph TD
    A[足場架設] --> B[養生]
    B --> C[塗装系の確認  
塗膜厚の確認]
    C --> D[インパloverン塗付]
    D --> E[軟化の確認]
    E --> F[軟化塗膜除去]
    F --> G[塗膜除去完了]
        
```



インパloverンの塗付

№22

### 施工手順 ⑤ 【軟化状態の確認】

```

graph TD
    A[足場架設] --> B[養生]
    B --> C[塗装系の確認  
塗膜厚の確認]
    C --> D[インパloverン塗付]
    D --> E[軟化の確認]
    E --> F[軟化塗膜除去]
    F --> G[塗膜除去完了]
        
```



軟化状態

№23

### 施工手順 ⑥ 【軟化塗膜除去】

```

graph TD
    A[足場架設] --> B[養生]
    B --> C[塗装系の確認  
塗膜厚の確認]
    C --> D[インパloverン塗付]
    D --> E[軟化の確認]
    E --> F[軟化塗膜除去]
    F --> G[塗膜除去完了]
        
```



スクレーパーで塗膜除去



- 適用条件**
- (1) 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。
  - (2) 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**。
  - (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）

- 適用範囲**
- (1) 適用可能な範囲
    - ・**道路構造物塗装系**：（社）日本道路協会「鋼道路橋塗便覧」  
A塗装系塗膜 および B塗装系塗膜
    - ・**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（ジンクリッチプライマーより上の塗膜）
  - (2) 特に効果の高い適用範囲
    - ・鉛・クロム等の有害物質を含む A塗装系、B塗装系、PCBを含むB塗装系塗膜（ジンクリッチプライマーより上の塗膜）
  - (3) 適用できない範囲
    - ・ガラスフレック系塗膜、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
  - (4) 適用にあたり関係する基準
    - ・（社）日本道路協会「鋼道路橋塗装・防食便覧」  
第7章 塗替え塗装、7.3.2、i）p. II-93

- 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ibroワロンが侵入しないように養生をする。
  - (3) 維持管理等
    - ・なし

- 留意事項 ②**
- (4) その他
    - ・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、再塗装の際にスリーブ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、これをブラスト等で除去する必要がある。

- 安全管理**
- 作業員の安全管理**
- ・一般塗装系塗膜に含有する**鉛・クロム等の有害物質**を扱うため、**作業員の安全を確保**するための法令を遵守し、また適切な保護具等を使用する必要がある。
- 【関連法令】**
- ① **労働安全衛生法 鉛中毒予防規程**  
（対象：A塗装系塗膜、B塗装系塗膜の鉛系さび止めペイント）
  - ② **労働安全衛生法 有機溶剤中毒予防規程**  
（対象：B塗装系塗膜 塩化ゴム系塗料）
  - ③ **労働安全衛生法 特定化学物質等障害予防規程**  
（対象：B塗装系塗膜 塩化ゴム系塗料）
  - ④ **PCBを含む塗膜の運搬 PCB廃棄物収集・運搬ガイドライン**  
（環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部：平成16年3月）  
（対象：B塗装系塗膜 塩化ゴム系塗料）

## 施工管理

No30

### (1) 温度管理

・インパイロワン工法は温度によって軟化性能が変化するので、適切な軟化時間を把握するために**作業場内の温度測定**を実施する。

### (2) 塗付け量管理

・㎡当たりのインパイロワンの**塗付け量管理**および施工面積全体の**使用量管理**を実施する。

### (3) 塗膜除去の確認

・インパイロワン工法の**塗膜除去の確認**を行なう。

### (4) 工程管理

・目的とする塗膜の除去を、より早く、より経済的に、より安全に施工するための**工程管理**を行なう。

## 問合せ先

No31

### 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 茨城県つくば市大字南原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 03-3835-8660

FAX 03-3835-1128

〒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>