

# 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

特許第3985966号、5534233号  
 NETIS平成27年度推奨技術:KT-060135-V  
 第2回ものづくり日本大賞(内閣総理大臣賞受賞)  
 第8回国土技術開発賞最優秀賞(国土交通大臣賞受賞)

国立研究開発法人土木研究所  
 インバイロワンシステム株式会社

### 背景

全国約7万橋(橋長15m以上)の鋼道路橋の内、約7割の橋梁は、長寿命化を図るために耐久性の高い重防食塗装系に塗替えることが必要



重防食塗装への塗替え → 効果 → 防食LCCの大幅縮減  
 ↓ 課題

本技術は、鉛、PCBなどの有害物質を含む塗膜の安全な除去と処分

### インバイロワン工法の工程の概要

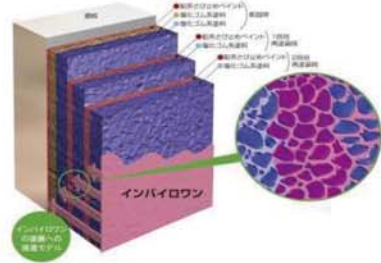
- (1) 既存塗膜にインバイロワンを塗付する
- (2) 塗膜が軟化(湿潤シート状)したらスクレーパー等で除去・回収する
- (3) 重防食塗装系が適用できる鋼素地にする為オプション工事(下地調整)

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

### インバイロワン工法は安全性が高い 作業員に対する安全性も高い

主成分は毒性が低い高級アルコール系溶剤



### 従来の塗膜除去・素地調整方法(ブラスト処理)



#### ブラスト処理工法の特徴

- ・塗膜の除去と鋼材の素地調整が同時にできる(効率が良い)
- ・有害物を含む塗膜が破砕され粉塵となる(作業環境が悪い、粉塵の飛散対策が不可欠)
- ・粉塵が沈降し除去した後でない塗装できない(塗替え塗装の効率が悪い)
- ・大量の塗膜屑を含む研掃剤が産業廃棄物となる(処理費用大)

### 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・回収が確実に行える

塗替え塗装における粉塵発生量調査例

測定場所	除去工法	対象塗膜	粉塵量 (mg/m <sup>3</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

## 防食塗膜は有害物質を含む



例 長さ300mの鋼橋

### ①含まれている有害物質

鉛: 約5,000kg  
その他、クロム、PCB

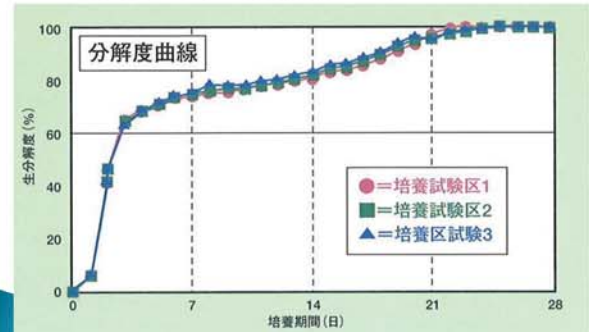
### ②有害物質含有廃棄物発生量

インバイロワン工法 : 60トン  
プラスト工法 : 900トン  
※養生資材等を含む

環境保全  
資源リサイクル

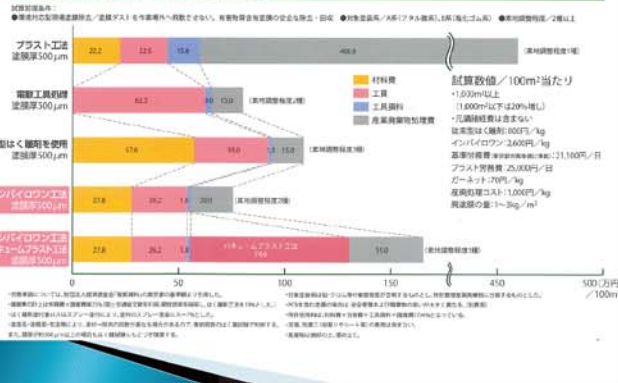
## インバイロワン工法は、環境負荷を与えない

生分解性が高い(分解度: 28日以内に94.6%)



## 適用効果

各工法コスト試算例(一般的な飯街で試算)



## 適用条件

- ▶ 温度 5°C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

- ▶ 温湿度 5°C未満、85%以上  
(日平均気温が5°C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  
鋼構造物防食塗膜、環境対応現場塗膜除去技術  
-インバイロワン工法施工マニュアル-



【参照資料】  
鋼道路橋防食便覧  
平成26年3月(社)日本道路協会



## インパイロワンと類似はく離剤の比較表

剥離剤名称	インパイロワン	A社	B社	C社	備考
NETIS登録	インパイロワン工法 (KT-060135-V) 推奨技術	登録技術	登録技術	未登録	
引火点	95℃以上	62℃	58℃以上	100℃以上	安全データシート参照
塗膜除去後の工程	空拭き	シンナー拭き	無し	専用クリーナー処理	各社カタログ参照
再塗装後の塗膜性能の評価	有り (屋外暴露試験の実施) (複合環境腐食促進試験の実施)	不明	不明	不明	不明・公表された試験結果はない
施工ガイドラインの整備	有り (土木研究所発行 共同研究報告書409号)	不明	不明	不明	
作業員の教育	有り (講習会の開催)	不明	不明	不明	

## 再塗装後の塗膜性能

### 評価試験①

#### (1) 試験方法

①塗装鋼板(供試体) 旧塗装系:A塗装系(鉛系錆止め/合成樹脂調合ペイント)  
B塗装系(鉛系錆止め/フェノールMIO/塩化ゴム系)  
B塗装系(B-2)(ジソクワチアプライマー/エポキシ/塩化ゴム系)

#### ②素地調整

- 1)インパイロワン工法で塗膜除去 → そのまま(無処理)
- 2) 同上 → ウェス拭き
- 3) 同上 → ウェス拭き + サンドペーパーかけ
- 4) 同上 → ウェス拭き + 電動工具処理(カップワイヤー)
- 5)電動工具処理(塗膜を完全除去(2種ケレン))
- 6)プラスト処理(1種ケレン)

#### ③再塗装(Rc-I 塗装系)

有機ジソクワチペイント(75μm)/変性エポキシ下塗(60μm)/ふっ素用中塗(30μm)/ふっ素上塗(25μm)  
(同一仕様で5種類(異なるメーカー製品)を使用)

・再塗装後の各試験板に、鋼材素地まで達するカット(傷)を入れて、屋外暴露試験に供試。

黒田、臼井、守屋:「環境にやさしい塗膜はく離剤工法による塗り替え塗装適性の評価 - 沖縄暴露試験7年後の結果 -」  
第35回鉄鋼塗装技術討論会発表予稿集, pp.137-142, 2012)

## 再塗装後の塗膜性能

### 評価試験①

#### (2) 屋外暴露試験

場所: 国立研究開発法人土木研究所 沖縄暴露試験場(沖縄県大宜味村)  
暴露試験期間: 平成17年6月~暴露継続中(定期的に観測(本報告は7年目のデータ))

#### (3) 試験評価方法

- ①塗膜外観評価
- ②カット部からの腐食幅



#### (4) 主な結果

- ①暴露5年目より塗膜カット部からの錆が進行。
- ②塗膜カット部以外は同程度の塗膜表面
- ③A塗装系とB塗装系の腐食程度の差は明確でない。
- ④B(B-2)塗装系はA、B塗装系よりもさび量が少ない。

黒田、臼井、守屋:「環境にやさしい塗膜はく離剤工法による塗り替え塗装適性の評価 - 沖縄暴露試験7年後の結果 -」  
第35回鉄鋼塗装技術討論会発表予稿集, pp.137-142, 2012)

## 再塗装後の塗膜性能

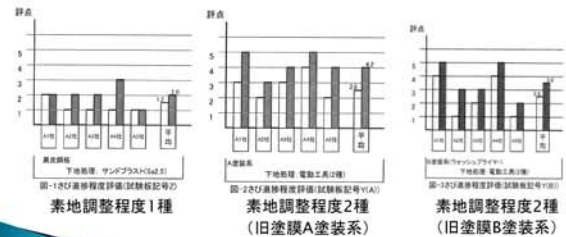
### 評価試験①

#### (4) 主な結果(つづき)

- ⑤素地調整の種類(つづき)
- 1)素地調整程度1種と2種の比較

注:さび評点

- 1: カット部からの腐食幅 3mm以下
- 2: カット部からの腐食幅 3 ~ 10mm
- 3: カット部からの腐食幅 10 ~ 20mm
- 4: カット部からの腐食幅 20 ~ 30mm
- 5: カット部からの腐食幅 30mm以上



## 再塗装後の塗膜性能

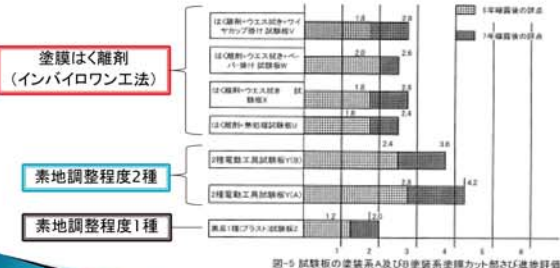
### 評価試験①

#### (4) 主な結果(つづき)

- ⑤素地調整の種類(つづき)
- 2)2種ケレンと塗膜はく離剤の比較

注:さび評点

- 1: カット部からの腐食幅 3mm以下
- 2: カット部からの腐食幅 3 ~ 10mm
- 3: カット部からの腐食幅 10 ~ 20mm
- 4: カット部からの腐食幅 20 ~ 30mm
- 5: カット部からの腐食幅 30mm以上



旧塗装系 A・B

## 再塗装後の塗膜性能

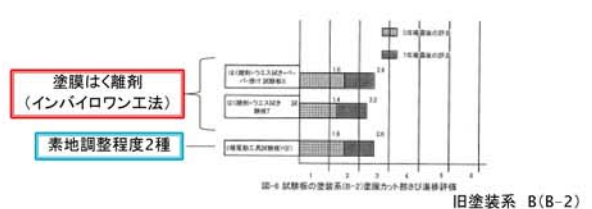
### 評価試験①

#### (4) 主な結果(つづき)

- ⑤素地調整の種類(つづき)
- 2)2種ケレンと塗膜はく離剤の比較

注:さび評点

- 1: カット部からの腐食幅 3mm以下
- 2: カット部からの腐食幅 3 ~ 10mm
- 3: カット部からの腐食幅 10 ~ 20mm
- 4: カット部からの腐食幅 20 ~ 30mm
- 5: カット部からの腐食幅 30mm以上



旧塗装系 B(B-2)

インパイロワン工法で塗膜除去後、重防食塗装を塗装した試験板 → 塗り替え塗装系は、素地調整程度2種と同等以上の耐久性を有することが確認された。

## 評価試験②

### ●複合環境腐食促進試験(土研式)250サイクル 1サイクル

湿潤(95%RH, 30°C)1.0h → 塩水噴霧(5%NaCl, 30°C)2.0h →  
【乾燥(20%RH, 50°C)1.5h→湿潤(95%RH, 50°C)1.5h】×6回 →  
乾燥(20%RH, 50°C)1.5h → 乾燥(20%RH, 30°C)1.5h  
RH: 相対湿度

一般部は良好な塗膜状態で、切込み部の塗膜の膨れ幅は電動工具処理による素地調整程度2種と同等程度。(7年間の屋外暴露試験と同様の結果が得られた。)

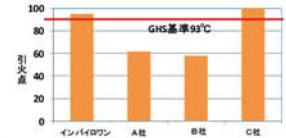
## 引火点について

●低引火点: 有機溶剤が揮発し易く、作業場の空気中の溶剤濃度が高くなる。火災の危険性が増加する。

●化学品の分類および表示に関する世界調和システム(GHS)では引火点93°C以下の液体は「引火性液体」に区分される。

※GHS: 世界的に統一されたルールに従って、化学品を危険有害性の種類と程度により分類してその情報を表示、提供するシステム

●インバイロワン自体は引火点が95°C以上であり、GHSの引火性液体に該当しない。



## 塗膜除去後の工程について

●インバイロワン工法は、再塗装塗膜の耐久性について、ウェス拭きのみでの処理でも、再塗装塗膜の耐久性が十分であることが確認されている。

このため、塗膜除去後のシンナー拭きは必要ない。

→ 火災に対する安全性が高い。

●塗膜除去後の工程におけるシンナー拭きは、火災の危険性増大の大きな要因である。

(過去にこれが疑われる事故事例がある。)

## はく離剤工法の要求性能(検討中)

### ①塗膜はく離性能(基準)

▶膜厚が概ね500μmのフタル酸系、塩化ゴム系の防食塗膜に対し、一工程(1kg/m<sup>2</sup>の塗付⇒除去)で除去できる

### ②施工管理(品質・安全)ができる

工法ガイドライン類の整備による、施工手順・安全管理手法の明示



### ③塗膜除去後の素地管理基準(仕上程度)

再塗装に支障がないことが確認されている。

インバイロワン

→ 主要塗料メーカーによる管理基準が存在

### ④塗替え塗装後の塗膜性能への影響

複合環境腐食促進試験あるいは屋外暴露試験などの耐久性試験による、はく離剤を用いてはく離した後に塗装した塗膜の耐久性が確認されている

## PCB含有塗膜くずの安全な処理について

- 5000ppm以下の低濃度PCB廃棄物は、環境省の認定を受けた施設で焼却処理できる。
- 塗膜くずにはPCBの他、鉛などの有害物が大量に含まれることが多く、焼却時にこれらを同時に処理できる施設がほとんどなかったため、事業者はこれらの塗膜くずを保管しなくてはならなかった。
- 本年9月にPCBと同時に鉛などの有害物を同時に安全に処理できる施設が環境大臣の認定を受けた。
- 現在、道路局の指導のうえで、関東地整で本処理技術の試行に向けた準備がなされている。
- 本技術の適用が進めば、PCBを含む有害廃棄物は、安全かつ確実に処理されることが可能となる。

## お問い合わせ先

### 国立研究開発法人 土木研究所

先端材料資源研究センター(iMaRRC)  
TEL 029-879-6763  
〒305-8516 茨城県つくば市大字南原1番地6  
URL <http://www.pwri.go.jp/>

### インバイロワンスystem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 CICEビル4F  
URL <http://www.invairowan.com>