

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

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



↓

課題

防食LCCの大幅縮減

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

従来の塗膜除去・素地調整方法(プラスト処理)

プ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碎され粉塵となる(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と塗装できない(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)

インバイロワン工法の工程の概要

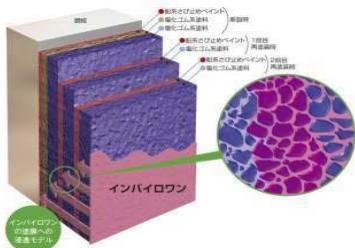
- (1) 既存塗膜にインバイロワンを塗付する
- (2) 塗膜が軟化(湿潤シート状)したらスクレーパー等で除去・回収する
- (3) 重防食塗装系が適用できる鋼素地にする為オプション工事(下地調整)

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



インバイロワン
塗膜を軟化
湿潤シート状

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 ²)
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
	プラスト工法(製鋼スラグ)	A塗装系塗膜	180
防護及び養生外	プラスト工法(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
	プラスト工法(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

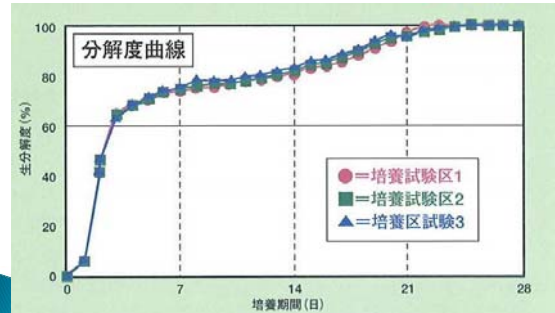
②有害物質含有廃棄物発生量

インパイクワウン工法 :60トン
プラスト工法 :900トン
※養生資材等を含む

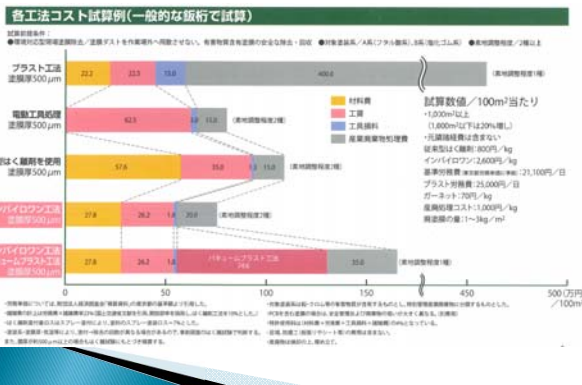
環境保全
資源リサイクル

インパイクワウン工法は、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



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

- ▶ 温湿度 5℃未満、85%以上
(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
鉛丹、ポリウレタン塗膜も剥がしにくい
- ▶ 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
鋼橋造物防食塗膜、環境対応現場塗膜除去技術
—インパイクワウ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

インバイロワンと類似はく離剤の比較表

剥離剤名称	インバイロワン	A社	B社	C社	備考
NETIS登録	インバイロワン工法 (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 (土木研究所発刊 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)(ジソリウチプライマー/エポキシ/塩化ゴム系)

②素地調整

- 1) インバ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(カブツワイヤー)
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(Ro-I 塗装系)

有機ソリウチプライマー(75μm)/水性エポキシ下塗(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(鋸)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

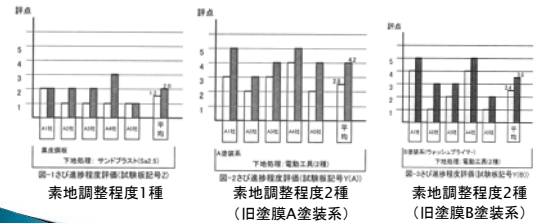
評価試験①

(4) 主な結果(つづき)

- ⑤素地調整の種類と比較
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

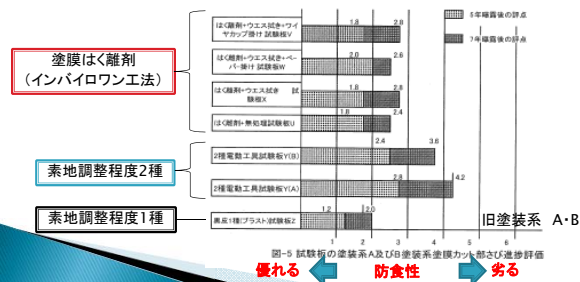
評価試験①

(4) 主な結果(つづき)

- ⑤素地調整の種類と比較
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



再塗装後の塗膜性能

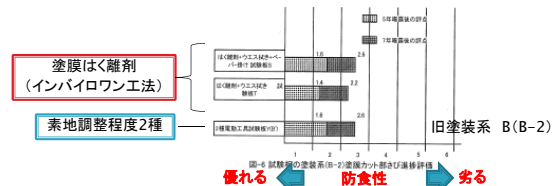
評価試験①

(4) 主な結果(つづき)

- ⑤素地調整の種類と比較
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



インバ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。

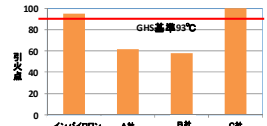
評価試験②

●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：有機溶剤が揮発しやすく、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、ウェス拭きだけの処理でも、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。)

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。
- ▶ 2015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。

土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン(案)

- ▶ 塗膜剥離剤に求められる性能と、その評価方法をまとめたもの。
(必ずしもインバイロワン工法に限らない)

塗膜剥離剤に求められる性能

要求性能	評価項目	評価基準のレベル
①塗膜剥離性	剥離性	1回の塗膜剥離剤の塗付で、膜厚500μmの一般塗装系塗膜を剥離できること
	たれ性	塗膜剥離剤を垂直面に塗付し、たれが生じないこと
②作業性	塗付性	エアレス塗装機またははけ・ローラーにより確実に塗付作業ができること
	生分解性	微生物の働きにより、塗膜剥離剤の成分が一定期間に分解されること
③安全性	魚毒性	魚類への致死毒性が一定程度以下であること
	火災安全性	塗膜剥離剤の引火点が十分に安全な程度であること

塗膜剥離工法に求められる性能

- ▶ 塗膜剥離工法としての性能についても示した。

要求性能	評価項目	評価基準のレベル
①塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性・防食性	促進暴露耐久性、または屋外暴露耐久性	塗膜剥離剤を用いて旧塗膜除去後に新たに形成した塗膜が十分な防食性および耐久性を有すること
	②安全性	生分解性
魚毒性		魚類への致死毒性が一定程度以下であること
火災安全性		塗膜除去工程で用いられる全ての材料が十分な火災安全性を有すること
作業・周辺環境への影響		塗膜除去作業で発生する粉じん量が十分に安全な程度以下であること

塗膜剥離剤および工法の品質規格(暫定案)

▶ 塗膜剥離剤

性能	項目	基準値	試験方法
剥離性	剥離性	塗膜厚が概ね500μmの一般塗装系塗膜に対し、1回の塗付で除去できること	品質規格内に提示
	作業性	たれ性 垂直面に塗付し、たれないこと 塗付性 エアレス塗装機、はけ、あるいはローラーで塗付できること	品質規格内に提示
安全性	生分解性	生分解度60%以上であること	品質規格内に提示
	魚毒性	10 ppmより大きいこと	品質規格内に提示
	火災安全性	引火点が93℃以上であること	品質規格内に提示

塗膜剥離剤および工法の品質規格(暫定案)

▶ 塗膜剥離工法

性能	項目	基準値	試験方法
塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性・防食性(右記のいずれかを満たすこと)	促進暴露耐久性	塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性が素地調整程度2種と同程度以上と判定されること	品質規格内に提示
	屋外暴露耐久性	塗膜除去後の塗替え塗膜の耐久性が素地調整程度2種と同程度以上と判定されること	品質規格内に提示
安全性	生分解性	生分解度60%以上であること	品質規格内に提示
	魚毒性	10 ppmより大きいこと	品質規格内に提示
	火災安全性	塗膜除去工法で使用するすべての材料(拭き取り材など)の引火点が93℃以上であること	品質規格内に提示
	作業・周辺環境への影響	粉じん発生量が素地調整程度3種より少ないこと	品質規格内に提示

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/>

[土木構造物用塗膜剥離剤ガイドライン\(案\)についてはこちらへ](#)

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>

[インパイロワンの使用方法などについてはこちらへ](#)