

土木研究所との共同研究で生まれた特許工法

ベンジルアルコールフリー

作業者の安全確保

環境負荷ゼロ

インバイロワン工法

第二回ものづくり日本大賞(内閣総理大臣賞)受賞技術

第8回国土技術開発賞最優秀賞(国土交通大臣賞)受賞技術

第20回国土技術開発賞二〇周年記念大賞受賞技術

平成27年度 推奨技術(新技術活用システム検討会議(国土交通省))

NETIS:KT-060135-VE (~2017)



インバイロワンシステム株式会社

「インバイロワン工法」とは

剥離剤インバイロワン

鋼構造物の既存塗膜を重防食塗装系塗膜に塗り替える際に、既存塗膜を確実に除去・回収するための塗膜除去工法です。

橋梁や河川ゲート等の鋼構造物において、劣化した塗膜を塗り替える際、これまでの一般塗装系塗膜に代わり、より耐久性に優れた重防食塗装系塗膜とすることが推奨されますが、塗り替えるためにはあらかじめ既存塗膜を確実に除去する必要があります。本工法は、剥離剤インバイロワンを塗付して一定時間の後にシート状となった既存塗膜を除去するものです。

既存塗膜を除去する際の配慮事項

インバイロワン工法 による塗膜除去



1 有害な塗膜くずの飛散



2 作業員への健康被害



3 周辺地域への環境負荷



4 再塗装塗膜の早期劣化



5 産業廃棄物処理コスト



インバイロワン工法ですべて解決

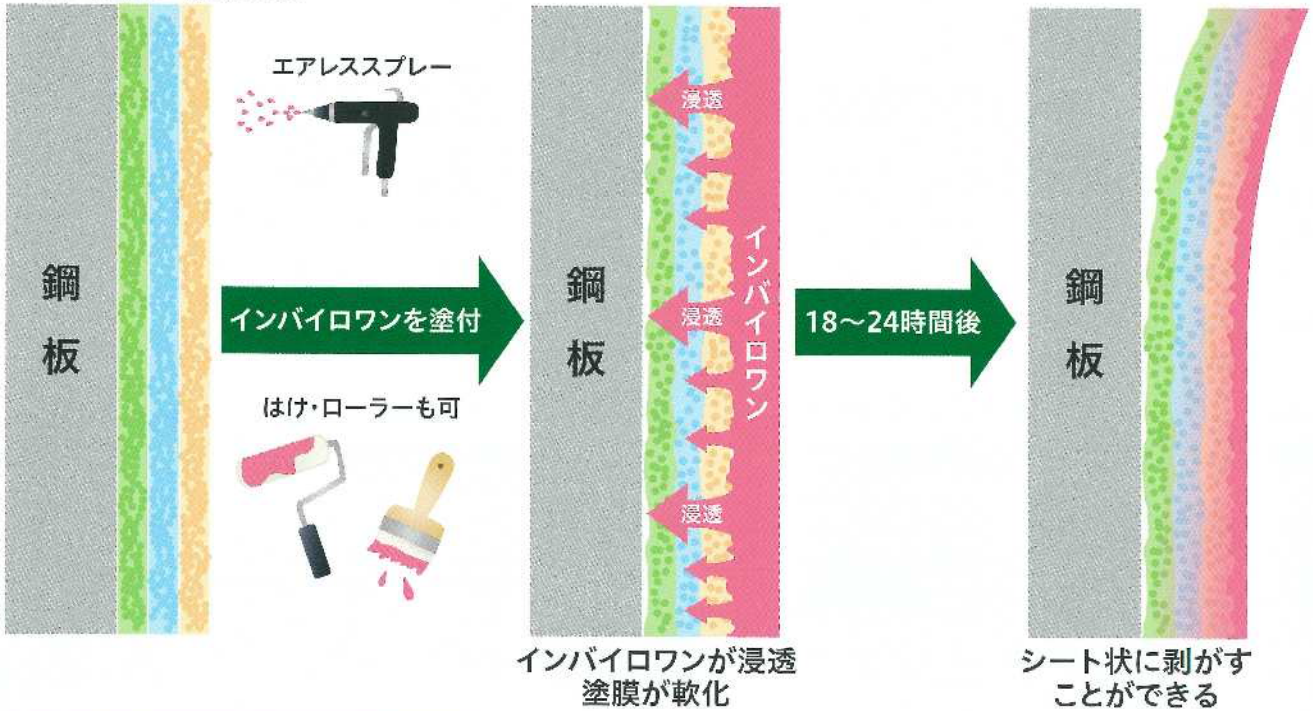
通常の維持管理のみならず、PCBの積極的な除去が要求される場合や耐震補強に伴って部分的な塗膜除去が必要な場合もあり、様々な場面での活用が期待されます。

「インバイロワン工法」の原理

既存塗膜をシート状にするため、塗膜を溶解して流出させたり、粉じんを発生させてまき散らすことがありません。

インバイロワン工法

一般塗装系塗膜(多層)



有害物質を含む既存塗膜を飛散させません

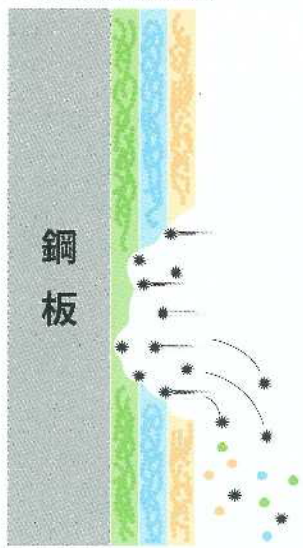
従来技術

一般塗装系塗膜(多層)



溶解

一般塗装系塗膜(多層)



粉じん

一般塗装系塗膜に含まれる可能性のある有害物

- 鉛…………… 肝臓や脳に蓄積し、慢性的には貧血、腹痛、神経障害を引き起こす
- 六価クロム… 皮膚や粘膜への付着を放置すると、発がん性により鼻中隔の潰瘍や肺がんにつながる
- PCB ……… 脂肪組織に蓄積し、内臓障害やホルモン異常を引き起こし、発がん性についても示唆される



既存塗膜は、剥離剤インバイロワンが浸透し、湿潤シート状に軟化することにより、一定量まとまった状態で剥がれます。

橋梁塗装工事等で使用されるブラスト処理は、機械で吹き付けた研削材が既存塗膜を粉砕するものであり、粉じんの飛散は避けられません。

インバイロワン工法では、粉じんの飛散がなく既存塗膜を確実に除去できるだけでなく、作業者が粉じんを吸引するリスクもほとんどありません。塗膜くずの集積性もよいため回収も容易に行えます。

▶ **粉じん量の比較** 同一条件（塗装系、防護工）下において、それぞれの方法で既存塗膜を除去し粉じん量を測定

除去・素地調整の方法	粉じん量 (mg/ m ³)
インバイロワン工法（手工具による除去）	0.268
電動工具処理（カップワイヤ）	28
ブラスト処理（オーブンブラスト）	870

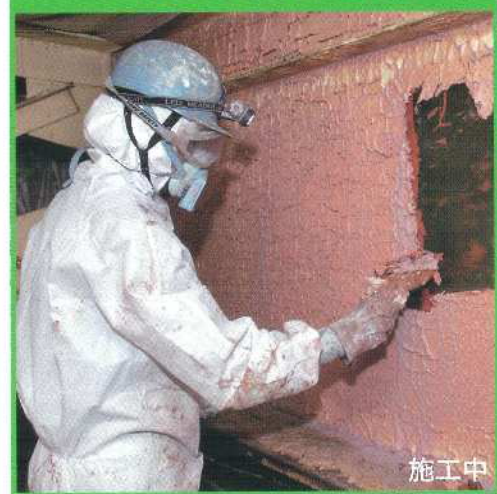
※得られる素地調整程度は異なります ※インバイロワン工法は別途素地調整が必要です

ブラスト処理



粉じんにより不鮮明

インバイロワン工法



さらに、粉じんの飛散がないことにより、視認性がよくなり作業効率の向上も期待できます。



インバイロワン工法後にブラスト処理での素地調整を行わない施工現場では、粉じん対策用の設備が省略できる場合があります。



剥離剤インバイロワンはベンジルアルコールを含有しない

剥離剤インバイロワンは、ベンジルアルコールを含有しないほか、毒物や劇物にも該当しません。においはシンナー等の有機溶剤に比べマイルドです（ベリー系）。

インバイロワン工法全体として火災安全性が高い

インバイロワン自体が消防法の危険物や指定可燃物に非該当（引火点 102℃ 燃焼熱量 21.3kJ）となっています。

再塗装の前に行う拭き取りに、火災の原因となる有機溶剤等の薬剤を一切使用しないことから、工法全体を通して火災安全性が高いと判断できます。

（塗膜くずは塗料成分を多く含むため指定可燃物となる可能性がありますので、市町村条例で定める物品の貯蔵及び取り扱い基準に従ってください。）

講習会による安全管理等の徹底

作業者の安全や塗り替え後の品質を確保するため、インバイロワンの材料特性をはじめ施工時の安全管理、化学物質の取り扱いに関する講習会等の教育制度を充実させています。

→実施許諾契約制度 P10



剥離剤インバイロワンは毒性が極めて低いため、周囲環境を汚染しない

- 魚毒性：家庭用中性洗剤程度
- 生分解性：易分解性

インバイロワン工法では、大きな騒音が発生しない

- スクレーパ掻き落とし作業音（実測値）：79dB（暗騒音 68dB）
（オープンプラストの機械音（カタログ値）：116dB（暗騒音 79dB））



剥離剤を使用する比較的新しい工法でありながら、インバイロワン工法では再塗装塗膜の耐久性が実証されており、データを公表しています。

耐久性に優れる重防食塗装系塗膜に塗り替えたにもかかわらず、剥離剤が再塗装塗膜に悪影響を及ぼし早期に劣化したのでは意味がありません。インバイロワン工法では、厳しい腐食環境での15年以上にわたる屋外暴露試験によって、再塗装塗膜の性能に長期間影響がないことが実証されています。

一般塗装系塗膜をインバイロワン工法で剥離した後、下に示す4つの方法で後処理

Case1

無処理



Case2

拭き取り



Case3

拭き取り+カップワイヤー処理



Case4

ブラスト処理



4つの方法で後処理したそれぞれの試験体を対象に重防食塗装を適用し、屋外暴露試験を実施



国立研究開発法人土木研究所の暴露試験場
(飛来成分が多く、年間を通して高温多湿)

インバイロワン
+
重防食塗装で、
再塗装塗膜の耐久性に影響がないことを
15年間実証済[※]!!

※2021年1月 第43回鉄構塗装技術討論会

環境保護の観点からブラスト処理（素地調整程度1種）を適用できず、電動工具処理（素地調整程度2種）とするにも除去範囲が広大である等の事情から十分な後処理ができないような場合において、インバイロワン工法を先行させることで安心してRc-Ⅱ塗装系に塗り替えることができるようになりました。また、これまでは部材表面の凹部等に残存する剥離剤の影響が懸念されていましたが、インバイロワンの残存が再塗装塗膜に悪影響を及ぼすことはありませんので、このような部位であっても同様にRc-Ⅱ塗装系で塗り替えていただけます。



インバイロワン工法を先行させた上で素地調整を行うことにより、ブラスト処理に使用する研削材量、ひいては廃棄物量も削減でき、再塗装塗膜の品質を担保しながら工事全体で 10,500円/m² のコスト削減が可能となります。

▶コスト比較(試算例)

素地調整程度 1 種 : 49,728 円/m²

インバイロワン工法 + 素地調整程度 1 種 : 39,228 円/m²

オープンブラスト (素地調整程度 1 種)					
項目		数量	単位	単価	価格
オープンブラスト	標準単価 (機労材)	100	m ²	6,007 円	600,700 円
廃材の回収・積込	標準単価 (機労)	100	m ²	3,721 円	372,100 円
研削材処分費	産業廃棄物処理費	4000	kg	1,000 円	4,000,000 円
計 :					4,972,800 円

インバイロワン工法 + バキュームブラスト (素地調整程度 1 種)						
	項目		数量	単位	単価	価格
塗膜剥離	インバイロワン工法	標準単価 (機労)	100	m ²	4,180 円	418,000 円
	インバイロワン	材料費	107	kg	2,600 円	278,200 円
	廃材の回収・積込	標準単価 (労)	100	m ²	2,016 円	201,600 円
	塗膜と養生の処分費	産業廃棄物処理費	600	kg	1,000 円	600,000 円
素地調整	バキュームブラスト	標準単価 (機労材)	100	m ²	22,750 円	2,275,000 円
	研削材処分費	産業廃棄物処理費	150	kg	1,000 円	150,000 円
計 :					3,922,800 円	

オープンブラストの研削材量 : 40kg/m² と仮定 (『橋梁架設工事の積算』より)
 標準単価 : 東京都における鉄桁・100 m²以上の工事と仮定 (『土木コスト情報 2021.7』より)
 機 : 機械経費 労 : 労務費 材 : 材料費 (『土木コスト情報 2021.7』より)
 インバイロワンの使用量 : 1.0kg/m² (ロス率 7%) と仮定 (当社実績より)
 インバイロワン工法による廃棄物量 : 6kg/m² (塗膜くず 2kg/m² + 養生材等汚染物 4kg/m²) と仮定 (当社実績より)
 バキュームブラストの研削材量 : 1.5kg/m² と仮定 (塗装工事会社聞き取りより)

剥離剤インバイロワンの材料特性

●インバイロワンの性状・出荷形態

外 観	赤白色粘性液体
粘 度	約 40Pa・s
比 重	1.1
出荷形態	アトロン缶 (16kg) 試験施工用 4kg 缶



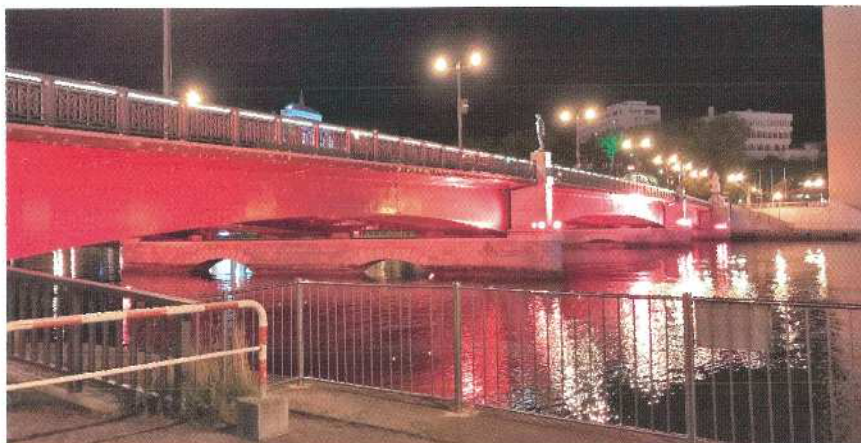
●インバイロワンの特性

有機溶剤中毒予防規則 (労働安全衛生法、同施行令に基づく)		非該当	
PRTR 制度 (化学物質排出把握管理促進法に基づく)		非該当	
化審法 (化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律)		非該当	
魚毒性		家庭用中性洗剤程度	
生分解性		易分解性	
消防法及び危険物の規制に関する政令	非該当	状態	液体
		引火点	102°C
		燃焼熱量	21.3kJ/g

★水を含まない……鋼材表面に錆の原因になる水膜を残さないため拭き取り不要

国土交通省新技術活用システム
(NETIS)「土木鋼構造用剥離剤技術」
適合

土木研究所発行
「土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン (案)」
“塗膜除去工法の品質規格” に準拠



インバイロワン工法の工程

事前調査

既存塗膜の塗装系、膜厚、気象条件等によりインバイロワンの塗付量や回数が変わるので、施工前には事前調査を行い、施工計画を立ててください。

1 塗装履歴調査

- ・対象構造物の補修・塗装履歴、膜厚等を調査
- ・関連図書その他データベースがない場合は、既存塗膜表面を研磨し、目視確認



2 現場の気象調査

- ・施工現場の気象条件として温度および湿度を測定（最適条件は気温が10°C以上かつ湿度が85%以下であり、範囲にあることを確認）
- ・5～10°Cの場合は、軟化積算温度による管理計画を立てるためデータロガー等を使用しデータを記録

3 施工試験

- ・実施工によるサンプル試験を行い、既存塗膜への適用性、インバイロワンの塗付量及び軟化に必要な時間等を確認
- ・ウェブ面だけでなく添接部や隅角部について、また架設年度により塗装系が異なる可能性がある箇所毎に実施



4 塗膜分析

- ・JIS等に従い、施工試験で発生した塗膜くずの成分分析
- ・鉛やPCB等の有害物質が含まれるかどうかを確認し、本施工時の防護工や廃棄物処理について計画
- ・分析は試験機関に外注してもよい



本施工

事前調査による施工計画、SDS（安全データシート）、労働安全衛生法他関係法令に基づいて、塗付から廃棄物処理まで実施してください。

1 塗付

- ・呼吸用保護具（塗膜くずにも溶剤成分が滞留している可能性があるため、全工程において防じん機能を有する防毒マスクを推奨）、安全衛生防護衣を着用
- ・インバイロワンの浸透が阻害されないよう、既存塗膜表面の浮き塗膜や泥等の汚れを水洗い等で除去
- ・インバイロワンの成分が沈降している場合があるため、使用前によく攪拌
- ・ローラーやエアレススプレー（構造によっては刷毛等）を使用して塗付



2 軟化反応中の作業の確認

- ・計画に沿って軟化時間をおき、軟化反応を管理
- ・気象条件に合わせ適宜養生

3 剥離

- ・スクレーパや鉋かきを使用して、シート状になった既存塗膜を掻き落とし
- ・必要に応じて別途、電動工具での削り取りやプラスト処理により素地調整



4 塗膜くず回収

- ・塗膜くずは回収して、安全衛生防護衣等と一緒に適切に保管、管理、運搬、処分
- ・関係法令を遵守



実施許諾契約制度

インバイロワン工法は、インバイロワンシステム株式会社と国立研究開発法人土木研究所との共同研究から生まれた特許工法であるため、施工にあたり実施許諾契約を締結していただきます。施工には、剥離剤や素地調整に関する高度な知識と塗装に関する豊富な経験が必要です。また、化学物質を扱うことから十分な安全管理も必須となります。

そのため、契約締結には実務経験があることに加え講習受講を条件としています。剥離剤インバイロワンの特性、施工や安全管理等を理解した塗装工事会社のみを実施いただいていることから、施工実績約 73 万㎡のすべてで無事故となっています。

発注者	施工面積 (万㎡)
国	24.9
県・市町村	30.7
民間・その他	17.6
合計	73.2

(R03.05 現在)

▶実施許諾契約までのフロー

1

講習受講



- 受講資格：鋼構造物塗装の実務経験者（三年以上）または土木施工管理技士（二級以上）
- 半日程度の講義の後に、試験を実施
- 講習内容はインバイロワン工法に特化したもののみならず、化学物質の取り扱い等を幅広く網羅
- オンライン開催も可能

2

実務経験

- 全国インバイロワン工法施工技術協議会メンバーによる指導

全国インバイロワン工法施工技術協議会とは
特許の実施許諾会社が情報共有を中心としてインバイロワン工法に関する知識と技能を継承しながら良好な塗膜剥離工法を推進していくために 2014 年に設立



3

実施許諾契約



- インバイロワン工法技術者として認定された者が所属する塗装工事会社と契約締結し、施工現場に当該技術者を 1 人以上常駐させることとしている
- 法令や制度の改正等を踏まえ最新の情報が反映されるよう 4 年に 1 度の更新

インバイロワン工法の留意事項

施工上の注意

- ◆ 既存塗膜の塗装系・膜厚・気象条件等により、使用量や、塗付回数が変わるので、計画時や実施前には事前調査を行うこと。
- ◆ 5～10℃の場合は、施工マニュアルの軟化積算温度による管理計画を立てること。(適用範囲は気温 5℃以上、湿度 85% 以下)
- ◆ 既存塗膜表面に浮き塗膜や泥等の汚れが存在すると、インバイロワンの浸透が阻害されるためシート防護工前に水洗い等で除去すること。
- ◆ インバイロワンを工法を施工する際は労働安全衛生法ほか、関係法令に基づいて、呼吸用保護具、安全衛生防護衣

保護具の例



を着用し施工すること。掻き落とし時にも、場内に溶剤成分が滞留している可能性があるため、全工程において、防じん機能を有する防毒マスク (全面形面体) を推奨。

- ◆ インバイロワンの成分が沈降していることがあるため、使用前によく攪拌すること。
- ◆ インバイロワン工法で除去できない黒皮やさびは、必要に応じて電動工具での削り取りやプラスト処理による素地調整を行うこと。
- ◆ 塗膜くずは指定可燃物となる可能性があるため、工事中の仮置き等、取り扱いに十分注意するとともに、関係法令を遵守して処分すること。

沿革および関連資料

- | | | |
|------|---|---|
| 2003 | ● 独立行政法人土木研究所 (現・国立研究開発法人土木研究所) と共同研究を開始 | ● 整理番号第 374 号鉛・クロムなどの有害物質を含有する塗膜の安全な除去に関する共同研究報告書 (独)土木研究所 |
| 2006 | ● 国土技術開発賞最優秀賞 (国土交通大臣賞) 受賞 | ● 整理番号第 409 号インバイロワンの性能向上に関する共同研究報告書 (独)土木研究所 |
| 2007 | ● 特許 3985966 号『鋼構造物の耐食性・高耐久性塗膜剥離方法』取得
● ものづくり日本大賞 (内閣総理大臣賞) 受賞 | ● インバイロワン工法ガイドライン
インバイロワンシステム(株) |
| 2014 | ● 特許第 5534233 号『鋼構造物の高耐久性塗膜の剥離方法』取得 | ● 『たった 1 つの選択で日本は変えられる』
総合法令出版 |
| 2015 | ● 平成 27 年度 NETIS 推奨技術に選定 | ● 土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン (案) 改訂第 2 版 (国研)土木研究所 |
| 2018 | ● 国土技術開発賞 (二十周年記念大賞) 受賞 | ● 第 42 回鉄鋼塗装技術討論会発表予稿集
「塗膜剥離剤による塗膜除去後の塗装適性の評価-沖縄暴露試験 10 年の結果-」 |
| 2019 | ● NETIS『土木鋼構造用剥離剤技術』に適合 | ● 第 43 回鉄鋼塗装技術討論会発表予稿集
「環境にやさしい塗膜剥離剤工法による塗り替え塗装適性の評価 -沖縄暴露試験 15 年後の結果-」他 |
| 2021 | ● ベンジルアルコールフリー製品発売開始 | |

表紙写真: 金山橋 北九州市八幡東区大平町



現場の声 橋梁塗装株式会社 代表取締役会長 原田 文博 氏


本工事は、北九州都市高速道路4号線の改築工事の一環として実施された鋼製橋梁の塗り替え工事で、旧塗装系（塩化ゴム系）を完全除去し、Rc-II塗装系（ふっ素樹脂系）を採用した。現場条件の課題としては、現場が住宅地の近くで桁下に河川があり、ケレン時の騒音及び塗膜の飛散が問題になったが、インバイロワン工法を採用することにより、施工上の問題点をクリアできた。また、施工前の目視でのさびの面積は5%以下であったが、インバイロワンにて旧塗膜を取り除くと鋼材表面さびの面積は15%～30%と目視では判断できないさびを発見でき、鋼製橋梁の長寿命化に貢献できた。

●問い合わせはこちら

 **IWS** インバイロワンシステム株式会社
Invairowan System

TEL. 03-5643-8661 FAX. 03-5643-8662
〒103-0013
東京都中央区日本橋人形町3丁目3-13 CICビル4F
URL. <https://invairowan.com/>

(共同開発者)

 **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)

〒305-8516
茨城県つくば市南原1番地6
URL. <https://www.pwri.go.jp/>

取り扱い店