

Structure Painting

Vol.46

橋梁・鋼構造物塗装

2018年9月

CONTENTS	page
●巻頭言	
塗装技術が実現する鋼構造物の長寿命化～下地処理は鋼橋長寿命化の命～西川 和廣.....	1
●技術報告	
関門橋における塗膜剥離工事への誘導加熱式塗膜剥離工法の適用笹嶋 純司・河内 幸男・諸木 良二.....	2
長期防錆型塗装系の局部発錆に対する素地調整法の検討鈴木 周一・江成 孝文・持永健次郎.....	9
横浜ベイブリッジ塗装工事の概要と新しい試み.....	篠本 篤.....17
●技術資料	
鋼橋塗替え工事における労働衛生対策 (作業環境管理及び作業管理(呼吸用保護具の使用)).....	上福元清隆.....23
●特別寄稿	
塗装鋼橋の腐食弱点部である高力ボルトの防食技術	下里 哲弘・田井 政行.....30
●よもやま話	
歴史のお金事情.....	岩田 恭子.....36
橋塗協だより.....	39
第21回技術発表大会報告.....	43
会員名簿.....	45
広告.....	48

「Structure Painting」がホームページでカラー閲覧できます。

Vol.35, No.1 (平成19年3月発行)以降の「Structure Painting—橋梁・鋼構造物塗装—」が
当協会ホームページ (<http://www.jasp.or.jp>) で閲覧できます。

塗装技術が実現する鋼構造物の長寿命化 ～下地処理は鋼橋長寿命化の命～

国立研究開発法人土木研究所

理事長 西川和廣



DIY というほどではないが、ホームセンターに行くと、つい自分でも何か作れるような気がして、衝動的に資材を買い込んでしまうことがある。それほど暇な時間が有るわけではないので、短時間で完成するものを頭の中で設計しながらレジに並んでいた。数年前、オーディオ・スピーカーを載せるスタンドを製作した。最近幅が小さく背の高い、いわゆるトールボーイと呼ばれるタイプが流行なので、我が家に古くからある小型スピーカーに、同じ色同じ幅の台を作ってやれば、あたかもトールボーイに見えるのではないかと、ついでに音もそれらしくなればなどと、都合の良いことを考えた次第。

以前は売っていたはずの、黒い樹脂の薄板を貼り付けた合板を探したのだが、売り場には木目調のものしかなく、仕方なくそれを購入し、所定の長さにカットしてもらって持ち帰った。ドリル、木ねじ、木工ボンドという簡単な工作で出来上がり、スピーカーをセットしたものの、やはり黒いスピーカーに合わせた色にしたいと思い、家にあった黒いスプレー塗料で塗装した。ほぼ黒くはなったのだが、部分的に塗料が弾かてしまい、残念ながら人様に見せるような仕上がりにはならなかった。

つまらないことを書き始めてしまったが、当然のことながらこのケースでは最低限ほこりや油脂分を、あらかじめアルコールなどで拭き取っておくべきであった。普段、鋼橋の再塗装の際には丁寧なケレンが重要などと言っているのに、自分のこととなるといかにずぼらになるかという、恥ずかしい見本である。

インフラの長寿命化が、我が国における喫緊の課題であることについては説明の必要はあるまい。鋼橋のメンテナンスにおいて、劣化した塗装の塗替えは基本中の基本である。塗替えが技術的に困難なのは、以前ならば旧余部鉄橋や旧銚子大橋に代表されるような、海からの飛来塩分による厳しい腐食環境に限られていたが、最近では、それよりも道路管理者自らが冬期に散布する凍結防止剤の塩素イオンが、橋面排水機能の不完全さにより、非常に多くの道路橋の構造部材を激しく腐食させている。

だいたい前の論文¹⁾だが、鋼橋の寿命は大半が腐食によって決まるが、塗装が劣化して機能しなくなった状

態を放置しない限り縮まることは無いと書いたことがある。実際に適切な塗替え塗装が行われていれば、100年などと言う寿命の目標は軽くクリアできるはずだと筆者は考えている。問題は適切な塗替え塗装をどのように実践するかということである。

塩素イオンの影響を受けて腐食を生じてしまった橋では、完全に錆と塩分を除去することが不可欠であり、どんなに高価で高性能の塗料を使用したとしても、必要な下地処理がなされていなければ、早期の再劣化を生じることが確実である。とはいえ塩分の影響を受けた錆と、孔食の奥に潜む塩分をブラストによって除去し、高圧水で洗浄した上で残存塩分量を計測し、不十分ならばこの工程を繰り返すことが必要となるが、これはきわめて骨の折れる仕事である。

現在では施工環境にも配慮したブラスト工法が開発されており、技術としては整ってきている。さらに、レーザー照射による表面処理で、有害物質を含んだ旧塗膜はもちろんのこと、錆や塩分まで瞬時に蒸発させてバキュームで吸引してしまい、一切の余分な産業廃棄物を生じないという夢のような技術もあと一步のところまで来ている。しかし、問題はそれを実践するかどうかということである。道路管理者にとってはコストが問題であり、施工会社にとっては多くの機材と技能者を調達する手間が障害になるのだろうか。

一つ提案がある。十分な下地処理をしたケースとそうでないケースについて、公開で試験施工を行い、その後の経過を逐次ホームページに掲載し、さらに希望者にはメールサービスで途中経過を知らせるなど、多くの関係者に見てもらうというのはいかがだろうか。そして、計測した施工時の塩分量などの記録とともに、その結果を塗替え塗装のライフサイクルコスト算定の原単位として活用することを提案してはいかがだろうか。これは成功と失敗を、身をもって疑似体験することになるので、何よりも効果的だと思う。「下地処理は鋼橋長寿命化の命」という認識が広まること請け合いである。

ところで彼のスピーカースタンドであるが、思いのほか魅力的な音と響きを発するようになった。ぜひ、化粧直しの再塗装をしてやらねばと考えている。

1) 西川和廣：道路橋の寿命と維持管理、土木学会論文集 1994 10

関門橋における塗膜剥離工事への誘導加熱式塗膜剥離工法の適用

笹嶋 純司¹⁾ 河内 幸男²⁾ 諸木 良二³⁾

1 はじめに

関門橋は本州と九州の間に位置する関門海峡を跨ぐ道路橋で、本州と九州を結ぶ高速道路として昭和48年11月より供用を開始した3径間2ヒンジ補剛桁形式の吊橋である。補剛桁はトラス構造で、鋼部材の防錆には亜鉛溶射が採用されている。架橋から40年が経過し、経年劣化と交通量の増大にともない様々な部分の劣化が進んでいることから、有識者による関門橋大規模補修検討委員会において長期耐久性・予防保全の観点から技術的な検討がなされ、平成23年より10年計画の「関門橋リニューアルプロジェクト」¹⁾が開始された。

本稿では関門橋の大規模補修工事のうち、当社が参画した中央径間門司側南補剛桁補修工事²⁾で実施した塗装剥離に導入した新工法について報告を行う。

2 工事概要

関門橋の橋梁一般図を図-1に、橋梁概要³⁾を以下に示す。

橋梁名：関門自動車道関門橋

橋梁形式：3径間2ヒンジ補剛トラス吊橋

橋長：1,068m

径間割：178m + 712m + 178m

主構間隔：29m（6車線）

主塔高さ：133.8m（海面上140.8m）

桁下高さ：朔望平均満潮位から61m（航路幅530m）

施工範囲：中央径間のうち門司側主塔より175.8mの範囲（3期工事）

関門橋リニューアルプロジェクトのメニューとしては表-1の項目が考えられている。

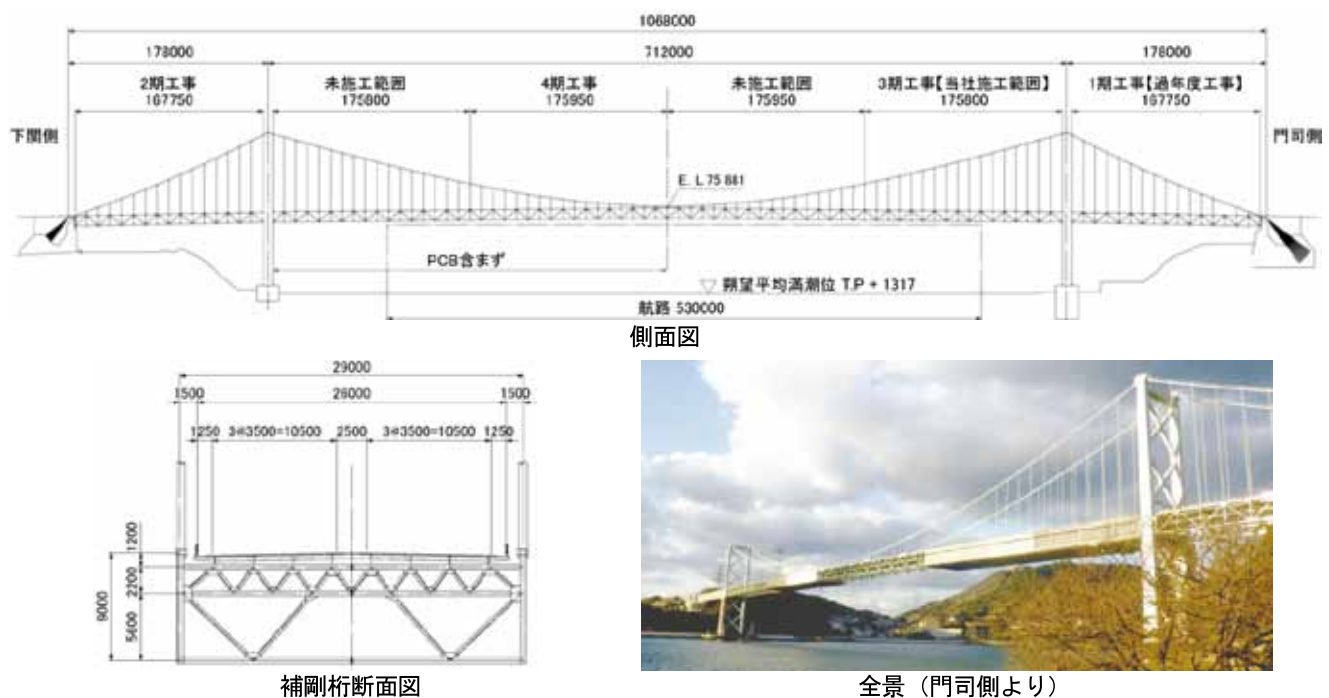


図-1 橋梁一般図

- 1) 株式会社横河ブリッジ 技術本部 コンクリート技術部 技術開発課
- 2) 株式会社横河ブリッジ 大阪工事本部 大阪工事第二部
- 3) 株式会社横河ブリッジ 大阪工事本部 大阪工事第二部

表-1 関門橋リニューアルプロジェクトメニュー¹⁾

部 位	対 策
橋 台 部	床版打換え、内部排水装置改良、壁面補修
補剛桁・床トラス・床組	塗替塗装、疲労亀裂対策(支承取替え)、床組連続化、高力ボルト取替え
主 ケ ー ブ ル	送気システム、塗替塗装、ケーブルバンドボルト増締め
ハンガーケーブル	健全度調査、塗替塗装
Iビーム床版、舗装	舗装改良、防水工
主 塔	塗替塗装
そ の 他	点検検査通路取替、ケーブル移動検査車改良、補剛桁移動点検車改良、大型伸縮装置改良

補剛桁関連の補修工事は6工区に分割されて発注されている。本工事では主に以下の工種を実施した。

- ・塗替塗装
- ・支承取替（線支承からBPB支承へ）
- ・補剛桁補修
- ・高力ボルト取替（F9T、F11T から F10T へ）
- ・オープングレーチング取替
- ・検査路取替

3 塗替塗装工事における課題

(1) 既存塗膜について

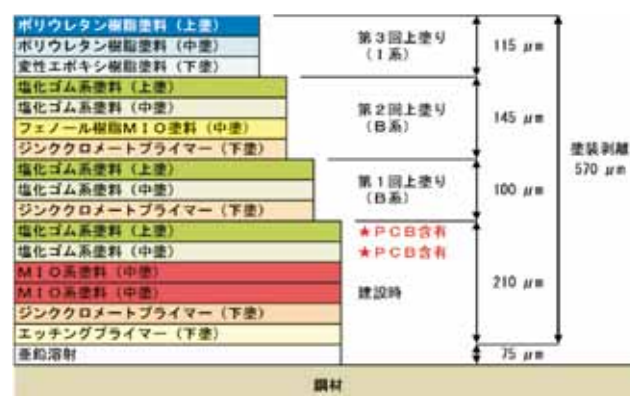
図-2に関門橋の既存塗膜構成（一般部および添接部）を示す。関門橋では鋼材素地表面には防錆処理として亜鉛溶射がなされている。

関門橋が建設された1970年前後に製造及び使用された塗料の一部には、現在では有害物質とされているPCB（ポリ塩化ビフェニル）が可塑剤として使用されており、本工事区間の既存塗膜にもPCBが含まれていることが予測されたが、塗膜の分析結果からPCBのほかクロム・鉛等の重金属も含まれていることが判明した。

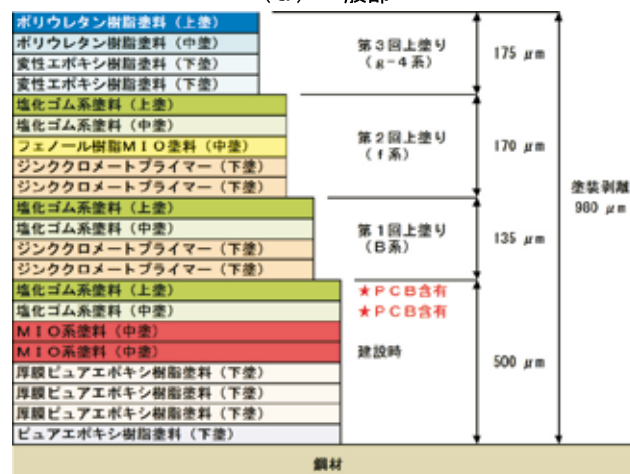
PCBは脂肪に溶け込みやすいという性質から、慢性的な摂取により体内に徐々に蓄積し、様々な症状を引き起こすことが報告されている。本工事では作業員の健康および周辺環境への影響を考慮し、既存塗膜を除去する際に発生する粉塵の飛散防止対策をする必要があった。また、除去作業にともない発生する廃棄物の量が膨大になることが懸念された。

(2) 廃棄物について

当社では第3期となる本工事に先立ち、第1期工事にも参画していた。その際の塗装剥離には剥離剤を使用した。PCB廃棄物量の削減を目的に従来より使用量を低減できる剥離剤を提案し45t（当初案比較62%の削減）を達成することができた。しかしながら、発生する廃棄物量が膨大であることには変わりがなく、処理コストや一時的な廃棄物保管場所など関連する懸念事項があり、以降の工事で発生する廃棄物量を抑制することの重要性を改めて認識させられた。



(a) 一般部



(b) 添接部

図-2 既存塗膜構成

(3) 塗膜剥離剤工法について

塗膜剥離剤工法は剥離剤を既存塗膜に直接塗布して浸透させ、化学反応により塗膜を軟化させて除去する工法で、「剥離剤の塗布」「養生」「塗膜の除去」の工程を繰り返すものである。塗布後には剥離剤の浸透を促すための養生材が必要である。剥離性能としては概ね鋼材素地面までの剥離が可能であり、部材形状に関係なく施工が可能である。一方、本橋の既存塗膜厚は塗重ねを行っていたため一般部で600μm、添接部で1000μm近くあり、2回以上の剥離剤の塗布が必要であった。

剥離剤工法のもつ課題として以下が考えられる。

1) 低温時の剥離性の低下

化学反応であることから、冬季には極端に剥離性能が低下するため、養生期間を長く取る必要がある。

2) 火災の危険性

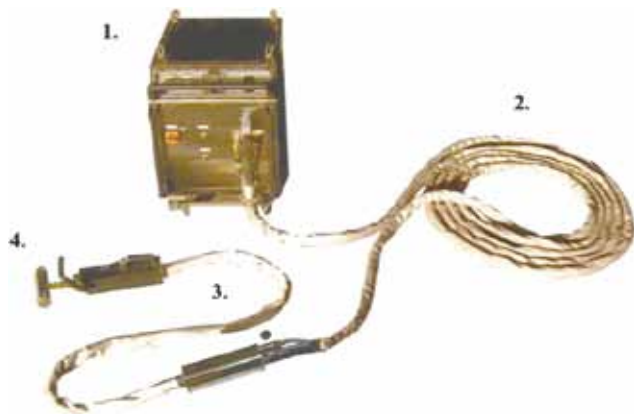
剥離剤の種類によっては可燃性のものもある。

3) 養生および防護

作業衣服や養生シートの材質（例えばポリエステル）によっては、溶解する場合がある。

4) 新塗膜への影響

剥離剤の使用後には専用の溶剤にて入念に除去する必要がある。表面に残置している場合は新塗膜に悪影響を与える可能性がある。



1. 高周波電源装置（出力 50kW 400V 仕様 220kg）
2. ケーブル（最大 100m まで延長可能）
3. ハンドヘルド式インダクションツール
4. RPR インダクションヘッド（加熱コイル 9kg）

図-3 高周波誘導加熱式塗装剥離装置⁵⁾

以上のことから、剥離剤による塗膜剥離作業では作業環境や工程管理には細心の注意が必要であった。

(4) 関門橋における塗膜剥離工法

本工事では PCB を含む既存塗膜の剥離作業およびその飛散防止対策、廃棄物量削減対策として、「塗膜剥離剤工法」と「誘導加熱式塗膜剥離工法」の 2 種類の塗膜剥離工法を併用した。

4 誘導加熱式塗膜剥離工法

(1) 工法概要

誘導加熱式塗膜剥離工法（以降、IH 工法）は、金属部品の表面処理などで利用されている誘導加熱技術を塗膜剥離に応用したものであり、特に海外におけるプラント設備や船舶分野でのコーティング剥離作業で実績が多い工法である。国内では鋼床版上の舗装撤去工法の一つとして実用化されている⁴⁾。本工事では RPR Technologies AS 社（ノルウェー）製の塗装剥離装置を使用した（図-3）。

実際の運用には剥離装置のほか、発電機（100kVA 以上）、冷却水循環装置（チラーまたは 1000 リットル水タンク・高圧ポンプ）等が必要となる。

IH 工法の IH とは Induction Heating の略であり誘導加熱を指す。IH 工法における塗膜の剥離原理は以下のとおりである（図-4）。

- 1) 加熱コイルに大電流を流すことで強い磁界を発生させる。
- 2) 強磁界中におかれた磁性体（鋼板）に電磁誘導現象により電流（誘導電流）が流れる。
- 3) 誘導電流が流れると鋼板の電気抵抗によりジュール熱が発生する（鋼材自体が発熱）。
- 4) 熱により塗膜の樹脂成分の軟化と接着力が低下する。

以上の現象により、加熱コイルを塗装された鋼板上を移動させると、軟化し接着力の低下した塗膜はスク

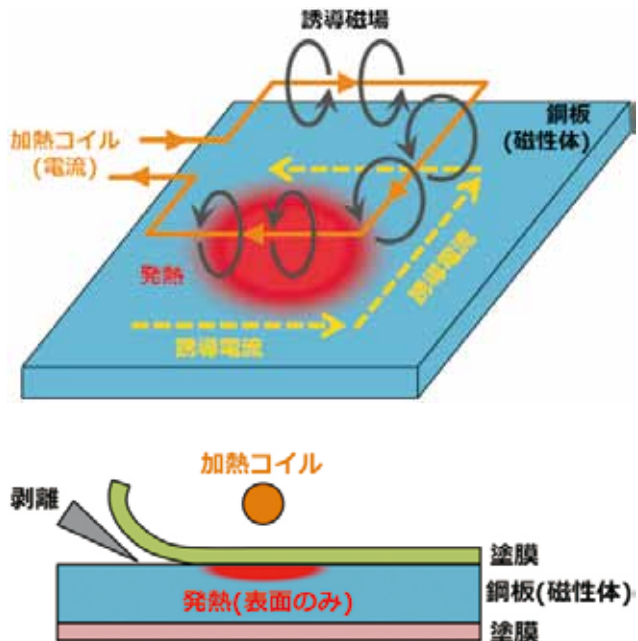


図-4 IH 工法の概要

レーバ等で容易に剥ぎ取ることができる（写真-1）。

高周波を用いた誘導加熱の特徴として、鋼板ごく表面層（0.1mm 以下）までの加熱コイル直下のみが短時間で加熱（発熱）され、電流を停止するとすぐに温度上昇が停止し下降することが上げられる。そのため、塗膜の剥離温度（概ね 150℃ から 200℃ 程度）程度であれば、鋼材に与える影響はないと考えられる。実施工において剥離直後の鋼材表面温度は 200℃ 程度であり、基層の亜鉛溶射は剥離されることなく残存した。

表面を加熱された鋼材では熱伝導により内部や周囲に熱が拡散していくが、裏面が表面温度と同程度まで加熱されることはない。ただし、瞬間的に膨大な熱エネルギーが与えられるため、鋼板が薄くなるほど急速に温度上昇することが知られており、9 mm 未満の鋼板に適用した場合は熱による変形等が生じる可能性があり、工法の適用範囲外とされている⁵⁾。

また、IH 工法はすべての塗膜に対して適用可能であるわけではなく、防食下地（無機ジンクリッチペイント、エッチングプライマ、鉛丹、メッキ、金属溶射）の剥離は非常に困難である。さらに、加熱により塗膜成分の揮発が著しいタール系塗膜に対しても適用は困難である。IH 工法の適用にあたっては、板厚、塗膜の種類には注意が必要である。

IH 工法のメリットとして以下が考えられる。

- 1) PCB 含有廃棄物量の低減（最小化）
廃棄物は基本塗膜のみとなり、注意深く剥ぎ取ることによって塗膜の回収も容易である。剥離剤を使用した場合に比較して約半分程度に抑えることが期待できる。
- 2) 足場内養生と作業員防護の簡略化
作業員の被服や養生シートの溶解等がないため、剥離剤使用時ほどの特別な配慮は不要となる。
- 3) 養生時間が不要



(1) 加熱ヘッドによる加熱



(2) 鋼板上を滑らす



(3) 塗膜の剥ぎ取り



(4) 剥離完了

写真-1 IH 工法による塗膜剥離施工手順



写真-2 加熱コイルの間隔保持治具の改良



写真-3 横桁部塗装剥離状況

塗膜の加熱から軟化、剥ぎ取りまでの作業は短時間でおこなわれるため、剥離剤使用時のような養生時間はない。

(2) 適正加熱への配慮

本工事で使用した塗装剥離装置には、加熱コイルの移動速度に応じた出力制御を行う機能が搭載されており、移動速度が最適な範囲か否かが作業員の手元に表示される。

誘導加熱では加熱コイルと鋼材との距離は非常に重要であり、距離が近くなるほど加熱速度が加速度的に増加する。そのため、加熱コイルは鋼材表面から一定の間隔を保持したまま移動させる必要があり、対策として加熱コイル両脇に車輪がついた構造となっている。しかし、脱輪等で加熱コイルが鋼材表面に近づいた場合は、瞬間的ではあるが高温にさらされる可能性がある。実施工では加熱上限温度を亜鉛融点（419℃）に対して十分余裕をみた 300℃とし、加熱コイルの鋼材表面との間隔保持治具を通常の側壁車輪タイプから全面

ローラタイプに改良することで過加熱の防止に努めた（写真-2）。

(3) 実施工

写真-3 に横桁部の塗装剥離状況を、写真-4、5 に補剛桁の塗装剥離状況を示す。本橋の横桁や補剛桁には一般的な橋梁のように鋼材素地は無機ジンクリッチペイント等が塗布されていないため、一回の施工で溶射基層を露出させることができた。塗膜もシート状もしくは小片で剥離するため回収も容易であった。一部、溶射されていない通常の防錆塗料を塗布した部材もあったが、防食下地を残して同様に剥離できた。

表-2 に塗膜剥離剤工法と IH 工法の比較を示す。本工事では加熱コイルが走らせやすい平滑面の施工には IH 工法を、ボルト部や隅角部のような加熱コイルでは加熱できない部位の施工には剥離剤工法を適用した。

前述のように IH 工法ではボルト部や隅角部などの狭隘な箇所には適用できないものの、塗膜剥離剤工法のように養生期間が不要なため施工速度が早く外気温の



写真-4 補剛桁塗装剥離状況 1



写真-5 補剛桁塗装剥離状況 2

表-2 塗膜剥離工法の性能比較

塗膜剥離工法	IH工法	塗膜剥離剤工法
	溶射面まで剥離可	溶射面まで剥離可
剥離性能	◎	○
施工回数	1回	2回以上
施工範囲	平滑部:○ 狭小部:×	平滑部:○ 狭小部:○
塗膜の飛散	なし	なし
総廃棄物量	塗膜のみ	塗膜、剥離剤、養生材
	○	△

表-3 施工日数と廃棄物量の比較

塗膜剥離工法	【本工事】	【過年度工事】
	IH工法(剥離剤併用)	塗膜剥離剤工法
施工対称面積	20,454 m ²	20,793 m ²
施工日数	389 日	445 日
低濃度PCB汚染物質総廃棄物量	56.4 t	83.5 t



写真-6 IH工法の剥離困難箇所（ボルト継手部）



写真-7 IH工法の剥離困難箇所（すみ肉溶接部）

影響も受けないメリットがあり、養生材等の廃棄物の排出量を最小限に抑制できる。

表-3 に本工事と本橋において当社が過年度に剥離剤工法のみで施工した時の施工実績を示す。2種類の工法を併用することで、塗膜剥離剤のみの場合に比べて施工日数が56日短縮され、総廃棄物量を30%削減できた。IH工法では養生期間を必要としないことから労務工数の削減にもつながりトータルコストも改善された。

(4) IH工法における課題

塗膜剥離作業にIH工法を適用した結果、以下のような課題が明らかとなった。

- 1) 加熱コイルの直下のみが加熱されることから、ボルト部や隅角部などの凹凸の激しい箇所や狭隘な箇所では加熱できず剥離できない（写真-6, 7）。本橋では全剥離対象面積の約6割程度に適用。
- 2) 防食下地が金属溶射等の場合、過加熱により損傷を与える可能性があり、温度管理が重要である。
- 3) 塗膜剥離装置は100mの作業半径を有している反面、重量が220kgと重く、足場上に設置できない。
- 4) 100kVA以上で400V仕様の大型発電機や冷却水用水タンク、冷却装置、冷却水循環用高圧ポンプも必要であり、機材の設置場所の確保と段取替えに手間がかかる（写真-8）。



奥から発電機（400V, 100kVA）、
水タンク（循環用高圧ポンプ）、冷却装置

写真-8 IH 工法の付帯設備



(a) 高周波電源装置

仕様 200V 仕様

定格出力 30kW

寸法 W440xH980xD400

最大作業半径 約 70m

装置重量 80kg

(b) ハンディCTと

交換式加熱コイル

写真-9 開発した塗装剥離装置



写真-10 フィールドテスト状況
(試作機による関門橋の鋼製高欄の塗装剥離)



写真-11 開発機による施工状況

5) 工事時点では IH 工法の普及前であったため、国内に装置が4台しか存在せず（内、3台を関門橋で使用）、簡易な故障であれば国内で対応できるものの、本格的な修理の場合は国外から技術者を派遣させるため、コストと時間を要した。

6) 剥離装置と加熱コイルの冷却のため冷却水を循環させるが、冷却装置から加熱コイルまでの距離が長い場合で、夏季の連続使用時には冷却能力が不足気味になる。

5 塗装剥離工法に対する取組み

当社では本工事の施工と前後する形で、塗装剥離に関する新しい工法への取組みを開始した。IH 工法はその一つであり、他工事への適用や技術的問題に関する研究開発⁶⁾、関門橋での課題をフィードバックさせた独自の塗装剥離装置の開発（写真-9）を行った。剥離装置の開発にあたり、技術的相談やサポートが容易に行える国内の IH メーカーに製造を依頼した。

既存機種と比較し定格出力が若干劣るため作業半径が小さくなったが、電源を保全現場の状況に配慮した 200V 仕様とし、電源装置は足場上に設置可能な重量に抑えた。また、温度管理の重要性からより直接的な温度制御機能を実装した。

本工事を含めた IH 工法を採用した実際の保全現場での様々な作業環境でのフィールドテストを重ね（写真-10, 11, 文献7）、ボルト部や隅角部に対応した特殊加熱コイルも実用化した（写真-12, 13）。これにより広範囲への IH 工法の適用が期待できる。今後も作業現場の意見を取り入れながら、剥離装置および加熱コイルのさらなる改善を考えている。

6 おわりに

我が国では PCB（塩化ゴム系塗料）だけではなく鉛やクロム等の重金属を含む塗料（鉛丹、鉛系さび止め塗料）を使用した既設橋梁も少なくなく、それらの多くが維持補修の時期を迎えている。塗替塗装工事での

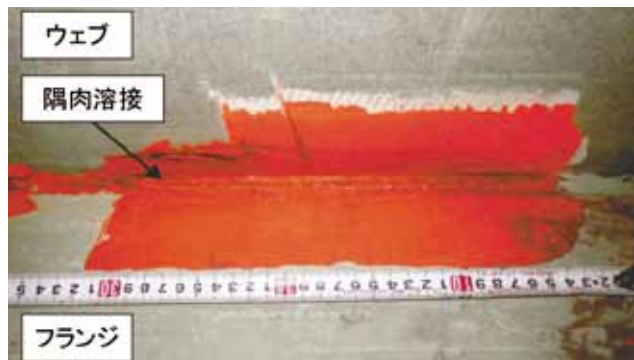


写真-12 特殊コイルによる隅角部の施工例

塗膜除去時の作業環境・周辺環境への配慮は必須となっている。本工事では塗膜除去に IH 工法を導入することにより有害物質を含む既存塗膜の飛散を防ぐだけではなく、塗膜剥離剤を使用する工法に比べて、施工期間の短縮並びに労務工数と廃棄物量の縮減によりトータルコストの改善に成功した。



写真-13 特殊コイルによるボルト部の施工例

さらに、本工事で得られた課題をフィードバックすることで、保全現場の作業環境にあった新機種の開発にもつなげることができた。

最後に、本工事の施工にあたり多大なるご指導・ご鞭撻を賜りました NEXCO 西日本九州支社北九州工事事務所の皆様に熱く御礼申し上げるとともに、工事に参画していただいた協力会社の皆様に感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 福永ら, NEXCO 西日本における大規模修繕技術, 橋梁と基礎, 2017 年 8 月
- 2) 河内ら, 塗装剥離における電磁誘導加熱工法 (IH 工法) の導入と施工性の改善, 第 21 回土木施工管理技術論文
- 3) 日本道路公団編: 関門橋工事報告, 昭和 53 年 3 月
- 4) 尹ら, 電磁誘導加熱 (IH) を利用した鋼床版上のアスファルト舗装の剥離工法, 建設の施工企画, 2011 年 1 月
- 5) RPR Technologies AS 社パンフレット
- 6) 笹嶋ら, 誘導加熱が高力ボルト軸力に与える影響について, 横河ブリッジホールディングスグループ技報, Vol.46
- 7) 市田ら, 吊橋主ケーブル被覆除去工法に関する一提案, 横河ブリッジホールディングスグループ技報, Vol.47

長期防錆型塗装系の局部発錆に対する素地調整法の検討

鈴木 周一¹⁾ 江成 孝文²⁾ 持永健次郎³⁾

■ まえがき

長期防錆型塗装系が適用された海浜地区の橋梁が供用後約 30 年を経過し、塗替え時期を迎えたことから、当社で塗替え塗装を実施している。

塗替え塗装に先立ち、塗膜劣化の調査を実施した結果、全体的には、上塗り塗膜の損耗が見られ、中・上塗りの補修塗装を行う塗替え適正時期と判断された。一方、一部の部材に局部発錆が見られ、鋼素地が露出していることから、早期の対応が必要と考えられた。

局部発錆箇所では、錆中に塩分が含まれている可能性があり、通常の動力工具による素地調整では、錆中の塩分除去が十分に行えないため早期の再腐食の発生が考えられた。このため、局部発錆箇所に対する適切な工法の選定を目的とした素地調整試験を実施するものとした。

以下では、素地調整試験の方法と結果及びその後の経過観察の結果について述べる。

■ 対象橋梁の概要

2.1 塩分環境

当該橋梁は、沿岸部の河口付近に在り、飛来塩分の影響を受け易い環境にある。

塗替え塗装前の表面付着塩分調査の結果（頻度分布）を図-1 に示す。

図-1 によると、大半の箇所では $50\text{mg}/\text{m}^2$ を下回っており、表面付着塩分は、降雨などにより洗い流されている可能性が高い。ただし、トラス下弦材の上面部分では、 $200\text{mg}/\text{m}^2$ 上回るような大きな表面付着塩分量が観測された箇所があり、塩分を含む雨水が排水されずに残留する場合があることが分かる。

なお、表面付着塩分量が $50\text{mg}/\text{m}^2$ ^{*)} を超えた部位では、高圧水洗を行っており、その結果、いずれも $50\text{mg}/\text{m}^2$ 以下となることを確認している。

*) 塗替え塗装前の表面付着塩分量の規定の最小値³⁾を参照し、基準値として設定している。

2.2 塗装仕様と塗膜劣化状況

初期の工場塗装仕様を表-1 に示す。

第 1 層には、厚膜型無機ジンクリッチペイントを採用し、亜鉛による犠牲防食効果を期待する塗装系となっている。上塗りは、ポリウレタン樹脂塗料を採用し、高い耐候性を期待したものである。

本橋梁は、供用から約 30 年が経過し、写真-1 に示すように、上塗り塗膜の「紫外線による損耗が進行しており、中塗り、下塗りが露出している箇所が見られる。長期防錆型塗装系では、最下層の厚膜型無機ジンクリッチペイント層を確実に保護することが重要であり、上塗り、中塗りの損耗が確認された時点で塗替え塗装を開始することが適切である。一方、写真-2 に示すように、トラス下弦材上面に局所的な発錆が点在しており、これは、塩分を含む雨水が滞留し、塗膜に存在していた初期欠陥を通して、鋼材の腐食が進んだものと想定される。こうした腐食箇所では、錆と鋼材の界面に塩化物イオンが存在し、素地調整時にこれが除去できない場合、塗替え塗装後に早期に再腐食が生じ

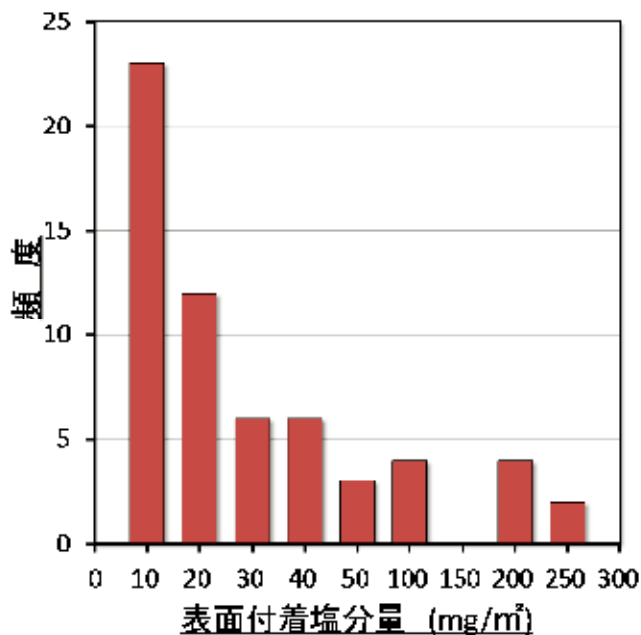


図-1 表面塩分調査結果

- 1) 建設塗装工業株式会社 技術部
 2) 建設塗装工業株式会社 品質管理部
 3) 建設塗装工業株式会社 東京支店

表-1 初期塗装仕様

工 程		塗 料 名	標準使用量 (g/m ²)	目標塗膜厚 (μm)
工場塗装	第1層	厚膜型無機ジンクリッチペイント	スプレー700	75
	第2層	ミストコート（第3層の塗料を約50%希釈したもの）	スプレー150	—
	第3層	厚膜型エポキシ樹脂系塗料下塗	スプレー300	60
	第4層	厚膜型エポキシ樹脂系塗料下塗	スプレー300	60
	第5層	ポリウレタン樹脂塗料用中塗	スプレー160	30
	第6層	ポリウレタン樹脂塗料上塗	スプレー140	30
計				255



写真-1 上塗り塗膜の塗膜損耗

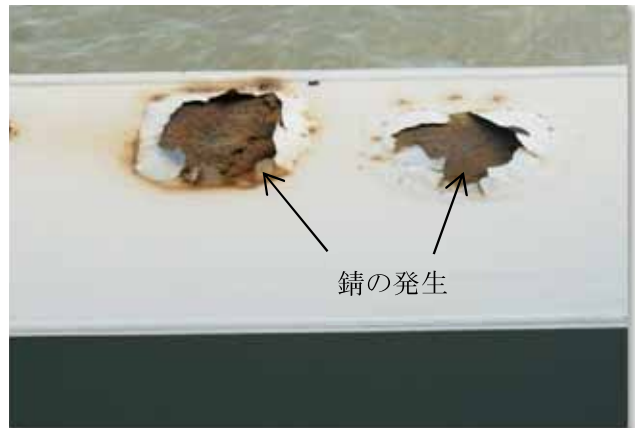


写真-2 トラス下弦材上面の局部発錆

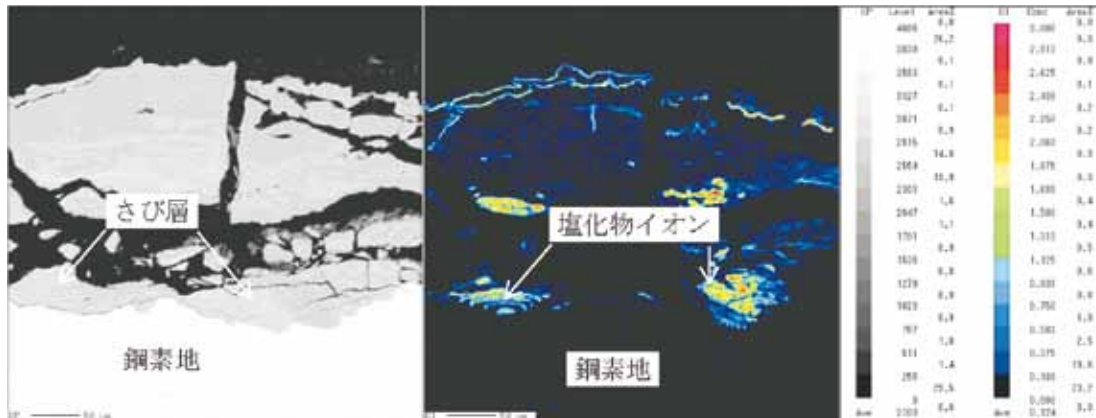


図-2 塩化物イオン残留の事例

ることが報告されている^{1,2)}（図-2）。このため、塗替え塗装の実施にあたり、こうした局所的な発錆箇所について、塗替え塗装後の耐久性が確保できる適切な素地調整方法の検討を行った。

3 素地調整試験

3.1 素地調整法の選定

前記の下弦材上面の局所的発錆箇所では、厚膜型無機ジンクリッチペイントの犠牲防食効果の影響により、錆が板厚方向に進行する孔食が発達し、一般に用いられる動力工具（ディスクサンダー）でのケレンでは、

凹部の錆が残るとともに錆と鋼材との界面に残留する塩分の除去ができない。このことが、塗替え塗装後、早期に再び錆が生じる原因と考えられる。

このため、素地調整試験では、局所的に発生している錆の素地調整法として、一般的な動力工具ケレンに比べ、より高い清浄度が得られると期待される工法を選定した。

通常の動力工具に比べ、ブラストに近い清浄面が得られるとされるブラスト面形成動力工具（ブリストルブラスター）を動力工具による工法として選定した。ブラスト面形成動力工具は、本体部に取付けられたア

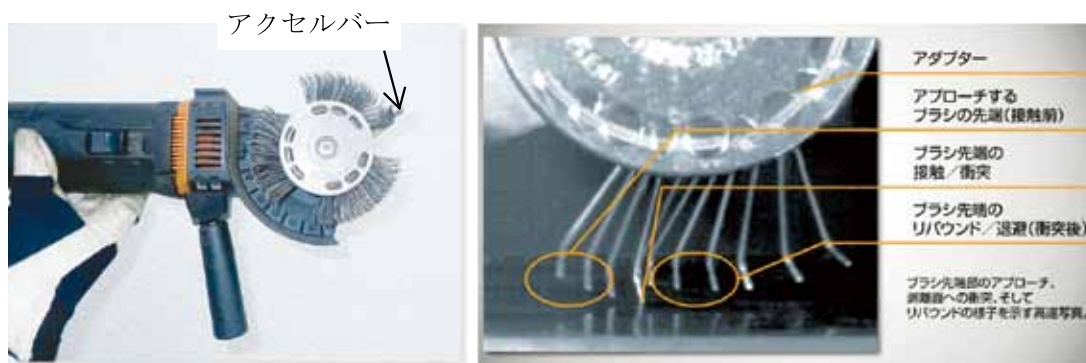


写真-3 ブラスト面形成動力工具（ブリストルブラスター）

表-2 小型バキュームブラスト機諸元

方 式	直圧式乾式ブラスト	
加圧タンク	寸 法	φ 320
	容 量	12 リットル
回収タンク	寸 法	φ 350
	電 気	100V、50W
ユーティリティ	エアー	3.4 m ³ /min
	タンクユニット	1,300×660×1,720
寸 法	集じん機ユニット	720×630×2,125 (収納時：1,250)
重 量	タンクユニット	124kg
	集じん機ユニット	61kg



表-3 高圧洗浄機諸元

最大出力	6.3 PS
最大使用圧力	14.7 MPa
総水量	13 ℓ/min
寸 法	(L×W×H) 54.4×50.8×58.0 cm
重 量	54 kg



クセルバーにより、回転するブラシの先端部が曲げられ、それが解放されて鋼材に当たり、鋼材表面を削るものである（写真-3）。この動きにより、ブラシによるブラスト効果（錆除去、アンカーパターン形成）が得られ、一般に用いられるディスクサンダーに比べ、凹部の錆除去の可能性があると想定された。

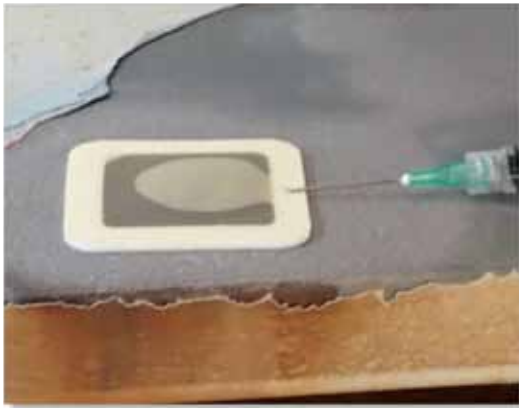
一方、凹部の錆除去をより確実に除去するためには、ブラスト工法の適用が望ましいが、オープンブラストでは、足場上の完全養生が必要とされ、局部的に生じている錆の施工に対しては過剰設備と考えられる。このため、ここでは、小型で足場上への搬入、足場上での移動が容易であり、養生が通常の塗装作業と同程度で施工可能な小型バキュームブラスト機を用いるものとした（表-2）。

なお、塩分除去効果をさらに高めるため、高圧洗浄機の併用についても試験を行った（表-3）。

3.2 塩分量測定法

塩分量の測定法としては、現場において簡易に測定が可能なブレッセル法（JIS Z 0313 A 法）による表面塩分測定とした（写真-4）。ブレッセル法は、表面付着塩分の測定法であることから錆と鋼材界面の塩分量を厳密に測定することは困難であるものの、各種表面付着塩分測定法の中では、凹凸箇所の残留錆中に残る塩分量をある程度把握することができ、素地調整法の比較検討に適用できると判断したものである。

ここで、ブレッセル法による測定値は、水可溶性塩化物量を示しており、電気伝導率測定値からの水可溶性化合物への換算値で水可溶性化合物の総量が示される。塩化ナトリウム（NaCl）のみの値は、この水可溶性化合物測定値のうち約6割となるが、ここでは、安全側の評価として水可溶性化合物総量を用いるものとした。



① 測定セルの貼付け・脱イオン水の注入・セル内の水の回収



② 回収水の塩分量測定
(電導度法測定器)

写真-4 塩分量測定法



写真-5 ブラスト面形成動力工具施工状況



写真-6 ブラスト実施状況

3.3 素地調整試験

(1) 調査概要

素地調整試験では、素地調整による塩分除去効果が腐食程度に応じて比較検討できるよう、層状錆の形成が少なく表面近傍のみ腐食した箇所（薄錆部）とこぶ錆状の厚い層状錆に覆われた箇所（こぶ錆部）を選定し、それぞれに対して、ブラスト面形成動力工具とバキュームブラストの2工法を適用した。

(2) 施工状況

① ブラスト面形成動力工具

ブラスト面形成動力工具によるケレンでは、極力、鋼材面を露出させることとした。

ブラスト面形成動力工具施工の状況および仕上りの程度を写真-5に示す。

② バキュームブラスト

バキュームブラストの清浄度の目標は、ISO Sa2 1/2とした。

ブラストの状況および仕上りの程度を写真-6に

表-4 ブラスト面形成動力工具による素地調整面の状態

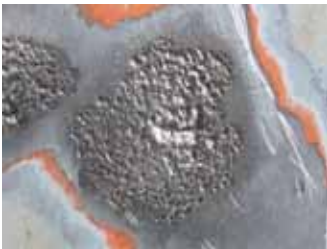
素地調整前	素地調整後	素地調整後拡大
		—
薄錆 (B2)	部分的に孔食形態。錆は除去され固着錆は観察されない	
こぶ錆 (B3)	部分的な孔食が進展し、凹凸が著しい。孔食の中心部には固着錆が除去できずに残存している。また、ブラシ回転方向の背面側は凹凸が著しいため、ブラシが十分に当たらない部分が存在する。	

表-5 バキュームブラストによる素地調整面の状態

素地調整前	素地調整後	素地調整後拡大
		—
薄錆 (A2)	部分的に孔食形態。錆は除去され固着錆は観察されない	
こぶ錆 (A3)	部分的な孔食が進展し、凹凸が著しい	孔食の中心部は穿孔し深い腐食孔となっているが、表面から固着錆は観察されない

示す。

(3) 素地調整面の評価

素地調整面の状態をブラスト面形成動力工具とバキュームブラストに区分して、表-4 および表-5 に示す。

素地調整後は、ブラスト面形成動力工具とバキュームブラストのいずれの処理においても鋼材面の侵食程

度が明瞭に確認でき、特にこぶ錆箇所は著しい凹凸が見られる。

ブラスト面形成動力工具では、薄錆の場合は塗装下地として適切な除錆度が得られるが、こぶ錆の場合には、孔食の中心部には固着錆が残存している。著しい孔食部では、凹凸の影響でブラシ先端部が孔食内部まで十分に当たらないためと思われる。

表-6 ブラスト面形成動力工具試験結果

記号	試験内容	塩分量測定値 ¹⁾	摘 要
(B ₀)	ブラスト面形成動力工具無し（塩分量初期値 ²⁾ ）	26 mg/m ²	薄錆部
(B ₁)	ブラスト面形成動力工具のみ	38 mg/m ²	薄錆部
(B ₂)	高圧水洗＋ブラスト面形成動力工具	24 mg/m ²	薄錆部
(B ₃)	[高圧水洗＋ブラスト面形成動力工具] 1 回完了時	620mg/m ²	こぶ錆部
	[高圧水洗＋ブラスト面形成動力工具] ×2 回繰り返す	290mg/m ²	

1) 水可溶性塩化物量をいう。

2) 薄錆部の塩分量初期値は、他の箇所（下弦材上面）で測定した値は、111mg/m²であり、上記の値はやや過少なものである。

表-7 バキュームブラスト試験結果

記号	試験内容	塩分量測定値 ¹⁾	摘 要
(A ₀)	ブラスト無し（塩分量初期値 ²⁾ ）	31 mg/m ²	薄錆部
(A ₁)	ブラストのみ	17 mg/m ²	薄錆部
(A ₂)	高圧水洗＋ブラスト	14 mg/m ²	薄錆部
(A ₃)	[高圧水洗＋ブラスト] ×2 回繰り返す	29mg/m ²	こぶ錆部
	[高圧水洗＋ブラスト] ×3 回繰り返す	17 mg/m ²	

1) 水可溶性塩化物量をいう。

2) 薄錆部の塩分量初期値は、他の箇所（下弦材上面）で測定した値は、111mg/m²であり、上記の値はやや過少なものである。

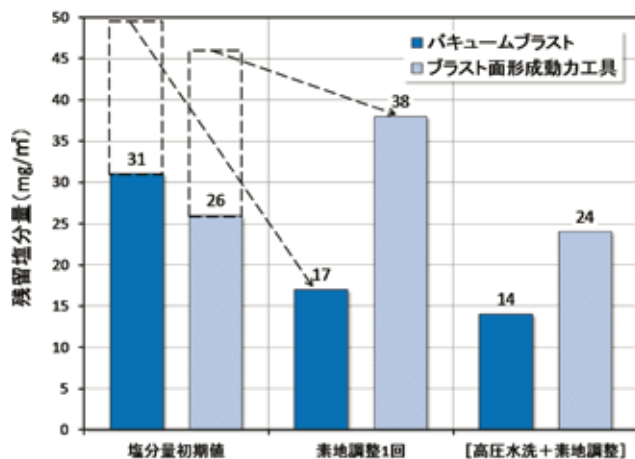


図-3 薄錆部の残留塩分量

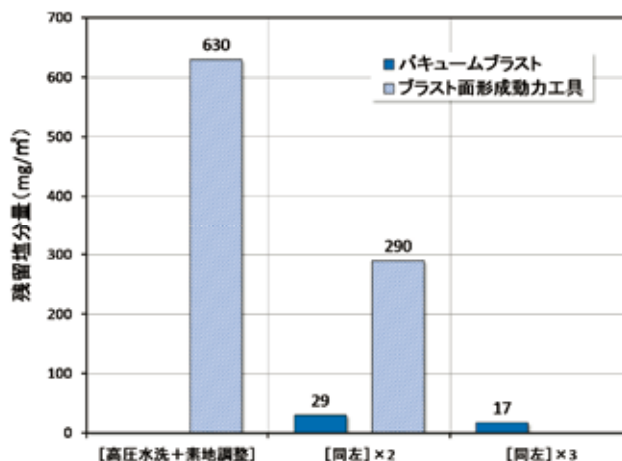


図-4 こぶ錆部の残留塩分量

一方、バキュームブラスト処理ではISO Sa2 1/2 程度の仕上げ面が得られることが確認され、塗装下地として適正な表面となっている。また、こぶ錆部においても、孔食内部の錆の残留は、表面からは確認されない。なお、研削材としては、アルミナを用いている。

(4) 塩分量の評価

塩分量の測定結果を表-6、表-7 および図-3、図-4 に示す。

これらより、測定結果を整理すると、以下のとおりである。

① ブラスト面形成動力工具

- ・薄錆部では、高圧水洗を行ってから素地調整を行うと、素地調整のみの場合に比較し、残留塩分量は低下（38mg/m² → 24mg/m²）する。
- ・こぶ錆部では、[高圧水洗＋素地調整] の2回の繰り返しても 290mg/m² と大きな残留塩分が確認

表-8 こぶ錆部の経過観察結果

		バキュームブラスト	ブラスト面形成動力工具
経過観察 塗装後・経過観察	素地調整前		
	素地調整後	 固着錆は観察されない	 固着錆が除去できずに残存
	3 か月	 発錆は確認できない	 発錆は確認できない
	12 か月	 発錆は確認できない	 発錆は確認できない

され、素地調整後に残留する錆中塩分の影響が懸念される。

② バキュームブラスト

- ・薄錆部では、ブラストを実施した場合、残留塩分量は減少 ($31\text{mg}/\text{m}^2 \rightarrow 17\text{mg}/\text{m}^2$) しており、ブラストのみでも塩分除去効果が期待できることが想定される。
- ・薄錆部で高圧水洗を併用すると、残留塩分量は、さらに低下 ($17\text{mg}/\text{m}^2 \rightarrow 14\text{mg}/\text{m}^2$) する。
- ・こぶ錆部では、[高圧水洗+素地調整] 2回より3回の方が残留塩分量は低下 ($29\text{mg}/\text{m}^2 \rightarrow 17\text{mg}/\text{m}^2$) する。[高圧水洗+素地調整] × 1回の試験は、実施していないが、[高圧水洗+素地調整] × 2回の場合のブラスト面形成動力工具の測定値との比較から、[高圧水洗+素地調整] × 1回でも塩分除去効果は、十分であると想定される。

(5) 素地調整法の選定

当該橋りょうでの素地調整試験結果をふまえ、下弦材上面に見られる局部的発錆箇所の素地調整法としては、以下のとおり実施するものとした。

- ・ブラスト面形成動力工具は、薄錆部においては残留塩分量が $50\text{mg}/\text{m}^2$ 程度以下に抑えられる可能性はあるが、こぶ錆部では、十分な塩分除去ができない恐れがある。

- ・このため、より確実な塩分除去を可能とするため、局部的発錆部では、バキュームブラストを用いることとする。

- ・高圧水洗とバキュームブラスト併用の結果から、高圧水洗との併用効果は大きいと考えられ、素地調整前の付着塩分量が $50\text{mg}/\text{m}^2$ を超えている場合は、素地調整前に高圧水洗を実施する。

＊) 錆中の残存塩分量の規定値は無いため、塗替え塗装前の表面付着塩分量の規定の最小値³⁾を判断の目安としている。

4 経過観察

素地調整試験の結果、ブラスト面形成動力工具施工とバキュームブラストでは、残留塩分量に違いが見られたが、早期発錆への影響がどの程度であるかを把握するため、素地調整後に塗装を実施し、経過観察を実

施した。

素地調整後の塗装は、再腐食が早期に出やすい条件とするため、有機ジンクリッチペイント1層と厚膜型変性エポキシ樹脂塗料1層の2層塗りのみとした。

こぶ錆部の経過観察の結果をまとめると表-8のとおりである。

これより、経過1年後においても、ブラスト面形成動力工具施工とバキュームブラストのいずれも発錆は見られず、両者の有意差は把握できなかった。これは、2層塗りの塗膜であっても、特段の塗膜欠陥が無ければ、塗膜の遮蔽効果により1年程度の暴露期間では、

十分な防食効果が得られたものと考えられる。錆中の塩分の許容量については、さらに調査が必要と考えられる。

5 まとめ

本橋では、素地調整試験後、同様なこぶ錆部においてバキュームブラストで施工しており、良好な施工性および仕上がり程度を得ている。

今後、その耐久性について、引き続き観察を継続してゆきたい。

【参考文献】

- 1) 坂本達朗：さび中の塩分を除去した塗装さび鋼板の塗膜耐久性評価、土木学会年次学術講演会講演概要集、Vol.70、I-419、2015.
- 2) 服部雅史、広瀬剛：塗替塗装における素地調整の最適化に関する検討、防せい管理、Vol.61、No.3、pp.83-91、2017.
- 3) 公益財団法人鉄道総合技術研究所：鋼構造物塗装設計施工指針、2013.

横浜ベイブリッジ塗装工事の概要と新しい試み

数本 篤

■ はじめに

横浜ベイブリッジは、中央径間長 460m、橋長 860m の 3 径間連続鋼トラス斜張橋（図-1、写真-1）であり、主構は上層が首都高速道路、下層が一般国道 357 号^{*}（平成 16 年 4 月暫定 2 車線開通）のダブルデッキ 2 層構造となっている。本橋は、大黒ふ頭と本牧ふ頭を結ぶ横浜港の入口に位置し、横浜港に出入りする大型船舶の通過を考慮して、海面上から 55m の桁下空間を確保して主構が架けられ、その主構は海面上 172m の 2 基の H 型主塔から 2 面吊りの並列ファンケーブルが張られている。

横浜ベイブリッジは平成元年 9 月に供用後約 30 年が経過したところである。平成 18 年度の塗膜調査及び平成 20 年度の目視点検により、上塗塗装の塗膜劣化が確認されており、平成 20 年度から塗装塗替え方法について検討を実施している。この検討結果を踏まえ、平成 25 年 1 月に国土交通省関東地方整備局と協定期間 10 年間（平成 25 年度～平成 34 年度）の共用管理施設の塗装塗替えについて、管理区分に基づく費用負担の協定を締結し、首都高速道路株式会社にて塗装塗替え工事を実施中である。

本稿では塗替え塗装の概要と現状、施工方法について報告する。

■ 塗膜劣化状況

横浜ベイブリッジ建設時の外面の塗装仕様は表-1 の通りであり、昭和 54 年版の鋼道路橋塗装便覧の C-2 塗

装系に準じたポリウレタン系の塗装系を採用している。

供用後約 20 年を経過した時点で、上塗が紫外線の影響を受けて劣化が進行し、大黒側及び本牧側の両主塔に、下塗塗装である茶褐色のエポキシ樹脂塗料の露出（写真-2）や発錆が散見された。また、添接板やボルト部（写真-3）の他、フェアリング上面の特に中央径間付近において、塗膜の劣化が目立ち始め、橋梁全体として白亜化が進行しているように見受けられた。

平成 18 年度には定量的に塗膜劣化度を測定する調査として、外観目視調査の他、砵盤目試験、インピーダンス測定、光沢度測定、白亜化試験、塗膜塩分付着量測定、付着強度試験を実施した。塗膜の劣化状況を総括すると、上塗の損耗が進行し下塗への影響を及ぼし始めている段階であるということ、白亜化がかなり進行していることが分かった。直ちに防錆性に影響を与



写真-1 横浜ベイブリッジ全景

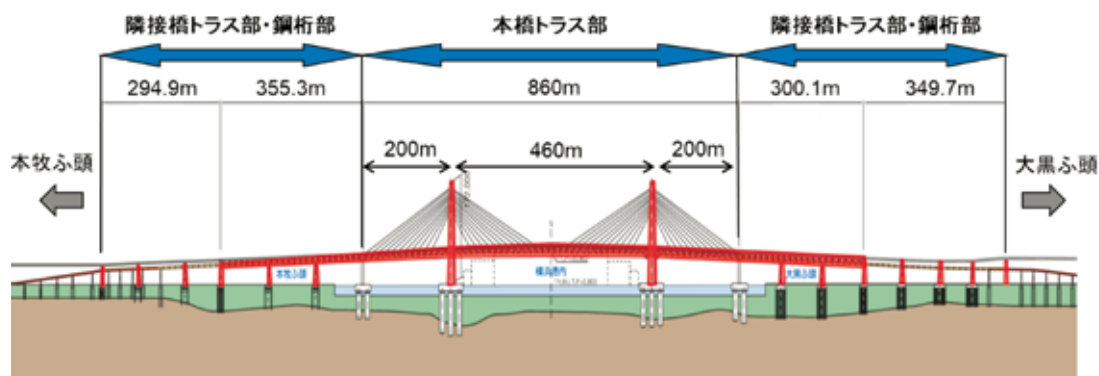


図-1 横浜ベイブリッジ塗替え範囲

※ 国土交通省関東地方整備局横浜国道事務所管理

表-1 塗装仕様（建設時）

【一般外面】				
塗装系	塗装工程		塗料名	目標膜厚 (μm)
S-A	前処理	素地調整	原板ブラスト Sa2.5	
		プライマー	無機ジंकリッジプライマー	20
	工場	素地調整	製品ブラスト Sa2.5	
		下塗第1層	無機ジंकリッジペイント	75
		ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗	-
		下塗第2層	エポキシ樹脂塗料下塗	60
		下塗第3層	エポキシ樹脂塗料下塗	60
		中塗	ポリウレタン樹脂塗料用中塗	30
		上塗	ポリウレタン樹脂塗料上塗	25



写真-2 塗膜劣化状況（主塔頂部付近）



写真-3 塗膜劣化状況（ボルト部）

える状況ではないが、数年放置すれば下塗の損耗が進み、塗替え塗装時の素地調整程度の格上げや、塗装工程の追加が必要となる。ポリウレタン塗装系の場合、一般的な耐用年数から既に塗替え時期を迎えていることや、外観調査の結果も踏まえ、塗替え塗装を実施する必要があると判断した。

3 塗装仕様

塗替え塗装を行う場合、ライフサイクルコストの低

減を図るため、耐久性の高い塗料系を適用して、塗替え周期を長くすることが求められる。

ふっ素樹脂塗料は一般的に厚膜型ポリウレタン樹脂塗料よりも耐候性に優れていると評価されている。平成18年度から平成20年度にかけて横浜ベイブリッジで実施した暴露試験の結果は、厚膜形ポリウレタン樹脂塗料は消耗速度が $6\mu\text{m}/2\text{年}$ であったが、低汚染形ふっ素樹脂塗料は消耗速度が $2\mu\text{m}/2\text{年}$ であり、横浜ベイブリッジのおかれる環境においてもふっ素樹脂塗料のほうがより耐候性に優れていることを確認している。

長期防錆型塗装系は、塗膜の劣化が下塗層に到達する前に上・中塗層を塗替えて下塗層を保護することにより、長寿命化が図れ、かつ塗替え費用を抑えることが可能である。横浜ベイブリッジについても、潮風による腐食環境下であること、また塗装困難箇所であることから、ライフサイクルコストを考慮して、ふっ素樹脂塗料を用いた長寿命化塗装を行うこととした。また、素地調整は作業性等を考慮し、3種での施工とした。主塔の塗装仕様を表-2に示す。

また、主塔部の塗装着手後、平成26年3月の高速3号渋谷線及び平成27年2月の高速7号小松川線における2度の火災事故の発生に加え、都市部で密閉された足場内において塗装塗替えを行うという首都高の特殊な施工環境を踏まえ、現場施工の外面塗装は、新設・塗替え塗装とも可能な限り非可燃物である水性塗料を標準とする「鋼橋塗装設計施工要領」が平成29年8月に制定された。先行していた主塔部については、足場構造によりオープンな環境で塗装作業を行えるが、トラス部については水性塗料を用いた表-3の塗装仕様を採用した。

表-2 塗装仕様（主塔部）

【一般外面】				
塗装系	素地調整	塗装工程	塗料名	使用量 (g/m^2)
NU-C3Z	3種	下塗第1層	変性エポキシ樹脂塗料下塗	200
		下塗第2層	変性エポキシ樹脂塗料下塗	200
		下塗第3層	変性エポキシ樹脂塗料下塗	200
		中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗	140
		上塗	低汚染形ふっ素樹脂塗料上塗	120

表-3 塗装仕様（トラス部）

【一般外面】				
塗装系	素地調整	塗装工程	塗料名	使用量 (g/m^2)
NU-WF-3Z	3種	下塗第1層	水性エポキシ樹脂塗料下塗	240
		下塗第2層	水性エポキシ樹脂塗料下塗	240
		中塗	水性エポキシ樹脂塗料中塗	170
		上塗	水性ふっ素樹脂塗料	140

4 主塔の塗替え方法

塗装塗替え工事を実施するにあたり、建設時に製作された既存の点検作業車等で施工が可能かどうか等、施工方法について検討の上、塗装塗替えに着手した。

主塔の外側（海側）を除く道路面より下については枠組足場を採用した。主塔の外側（海側）及び道路面より上の主塔の内側（道路側）の塗装用足場としては、内外側それぞれに A ゴンドラ・B ゴンドラを各 1 基新規導入することを基本計画として採用した。これらの設備は、工事仮設設備として新規製作、据付するものとし、場所毎の塗装塗替え工程に応じて順次盛替えを行うものとした。大黒側の主塔（横湾-73、74）を先行して着手しており、大黒側の塗装完了後は、本牧側の主塔（横湾-71、72）に移設することを計画した。道路側面のゴンドラは、上部水平梁で可動範囲が分断されるため、当初は上部水平梁の上下でゴンドラを移設することを想定していた。しかし、上部水平梁上へのゴンドラ設置方法を検討する中で、上部水平梁上にゴンドラ自体の設置以外に着床架台の設置が必要なことや、上部水平梁天端の高さが高速湾岸線路面から約 70m あり、クレーン等で揚重することが困難なことが明らかになった。そこで、主塔内のマンホール及びエレベーター等を通して運搬可能なサイズまですべての材料を加工・切断して上部水平梁上で組立てが可能な構造の C ゴンドラを 1 基追加している。海側面塗装用の棒状ゴンドラをゴンドラ A（写真-4）、道路面（路面～上部水平梁）塗装用の棒状ゴンドラをゴンドラ B（写真-5）、道路面（上部水平梁～塔頂）の棒状ゴンドラをゴンドラ C と称している。

また、主塔橋軸面側（ケーブル面側）については、海側面や道路側面と異なり、ガイドレールが設置されていない。よって強風時の姿勢安定のためにはガイドレールの新設が必要となるが、斜張ケーブルや複数箇所にある添接板を回避しつつ高所にてレール設置作業を行うためには、ガイドレール設置用の作業台車等の設置が別途必要となる。また塗装時も斜張ケーブルを回避しつつ狭隘な作業空間にて昇降・塗装動作が必要となること等を踏まえ、汎用ゴンドラの導入を見送った。結果として、海側面のガイドレールを支持し、自ら敷設したレール上を動くことが出来る移動昇降足場（リフトクライマー）を採用することとし、塗装を進めている。

図-2 に主塔のそれぞれの塗装面における足場設置概要を示す。

(1) A～C ゴンドラ

棒状ゴンドラの選定に当たっては、それぞれ主塔塗装幅を考慮した機器寸法、主塔と一体構造となっている点検車両用既設ガイドレールへの取付装置の追加、また塗料等の飛散防止対策を検討した結果、汎用ゴンドラを一部改造の上で採用することとした。



写真-4 ゴンドラ A（海側面用）



写真-5 ゴンドラ B（道路側面用）

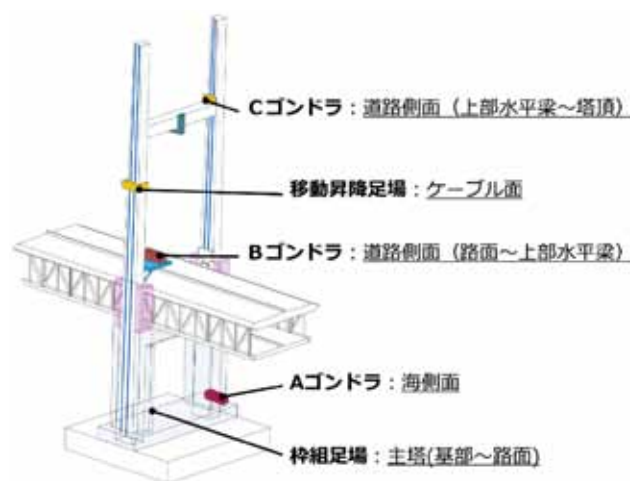


図-2 主塔足場設置概要図

ゴンドラ A はゴンドラ長さ 9.4m、ゴンドラ B はゴンドラ長さ 7.1m、ゴンドラ C はゴンドラ長さ 6.9m、積載荷重はいずれも 600kg である。鉛直方向については、主塔塔頂部に架設した吊り元からワイヤーで支持し、水平方向は建設時に設置されたガイドレールで支



写真-6 ガイドレール支持状況

持する構造（写真-6）となっている。

(2) 移動昇降式足場（リフトクライマー）

主塔橋軸面側（ケーブル面側）の塗装については、移動昇降式足場（リフトクライマー）を用いた（写真-7、写真-8）。リフトクライマーはマンションやビルの修繕工事でも使用されている技術であり、リース品である。マストは海面側の Gondola 用ガイドレールに固定した。足場デッキ自体は海面側に設置されるマスト上に沿って上下することになるが、足場デッキ部から、両方のケーブル面側にスライドデッキを張り出すことで、ケーブル面側の塗装が可能となる。

デッキ長 8.7m、マスト高さ 170m であり、スライドデッキは幅 0.8m、長さ 6.3m であり、スライドデッキに 2 名/台 × 2 = 計 4 名を配置して、ケーブル面の塗装を行う。当初マストが 1 本であるシングルマストにて検討を進めていたが、実物大模型を用いた試験施工の結果、定格電流である 10.2A を超える 12.3A の電流が流れたことを受けて、駆動部のモーター数を 2 倍に出来るツインマストへ変更した。定格電流を超える原因としては、両端にスライドデッキを搭載したことと主塔の約 2 度の傾斜角度により、ガイドローラへ想定以上の負荷が生じたこと、及びシングルマスト自体のひずみ等、各部材への複合的な荷重に対する影響が考えられた。なお、本牧側の主塔の塗装については、海側面についてもケーブル面に併せて移動昇降式足場にて施工することで進めている。

(3) 枠組足場

高速湾岸線路面下の主塔基部については、基部フーチング上から補剛トラス下まで、枠組足場を設置して塗替え塗装を実施した（写真-9）。足場資材については、高速規制と海上運搬により搬入し組立てを実施している。

(4) 塗装の進捗状況

平成 30 年 7 月時点において、大黒側の主塔の主塔基部、海側面、道路面（路面～上部水平梁）は概ね塗替え塗装が完了し、ケーブル面の塗装に着手している。

Gondola を用いた塗装については、強風等による作業の中止や、飛散防止のための集塵機能付きディスクサンダーの使用により施工能率が低下した。施工能率



写真-7 移動昇降式足場（着床架台設置時）



写真-8 移動昇降式足場（ケーブル面塗装時）



写真-9 枠組足場（主塔基部用）

は他の長大橋主塔塗装の実績から $119\text{m}^2/\text{日}$ を想定していたが、実際は $25\sim 48\text{m}^2/\text{日}$ と、約 $1/5\sim 1/3$ となっている。稼働率は、過去 1 年間の気象データから日最大風速 10m/s 以上の強風日を見込み 52% と想定していたが、実施工においては、最大風速は平均風速の 1.5 倍程度となることから、 6m/s 以上の予報がある日は作

業を中止していることもあり、平成 27 年 8 月から平成 30 年 3 月までの施工実態調査結果によると稼働率が 46% となっている。

図 トラス部の塗替え方法

横浜ベイブリッジのトラス部には、建設時から点検用の台車が設置されている（図-3）。トラス桁の下面点検車（写真-10）は、斜張橋部の中央径間に 1 基、両側径間にそれぞれ 1 基ずつの計 3 台が配置されており、下弦材に取り付けられたレール上を移動することが出来る。また上路箱桁の下面に設置された内面点検車（写真-11）は、平成 16 年の国道 357 号暫定供用にあたり、供用側の内面点検車は撤去されたが、現状未供用部側において、斜張橋部に 1 基、本牧側・大黒側の隣接トラス部にそれぞれ 1 基ずつの計 3 台が配置されている。

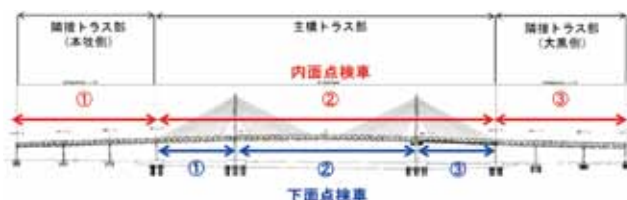


図-3 点検台車配置



写真-10 下面点検車



写真-11 内面点検車

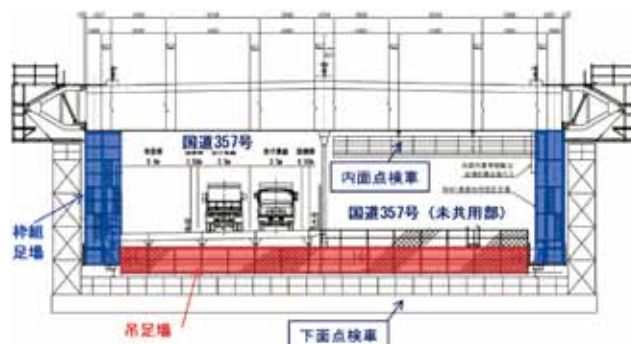


図-4 主構トラス部足場

(1) 主構トラス部

主構トラス部の足場構造は図-4 の通り計画している。当初、主構トラス部の塗装のうち、下弦材や横桁、下横構は直接下面点検台車を使用して塗装を行い、垂直材や斜材は国道 357 号上に設置する移動式パネル足場により塗装を行う事を検討していた。しかし、ゴンドラのような移動式足場での塗装作業は、強風等天候のリスクが非常に高いことに加え、作業床から塗装対象部材までが 2m 程度離れており、ウェブ・上フランジ面の塗替え塗装時には別途足場が必要なことから、固定足場である吊り足場を設置する足場計画に変更した。固定足場とすることにより、作業時や緊急避難時の安全性を確保することが出来るとともに、複数の作業班の同時作業も可能となる。

下弦材及び横桁、下横構については写真-12 のように各部材に対して吊り足場を設置し、各部材の下フランジについては下面点検車を用いて先行して塗装を行う。また、垂直材及び斜材部は手摺先行のくさび緊結式足場の採用を検討している。

横浜ベイブリッジの耐風検討の結果、トラス主構部の固定足場を全面設置することは出来ないため、斜張橋部で 3 格点間の延長約 45m を 1 ユニットとする足場ユニットを中央径間 2 ユニット、側径間 2 ユニットの計 4 ユニットまでの同時設置を想定している。それぞれ、ユニット足場の設置・塗装・ユニット足場の撤去を繰り返しながら塗替え塗装を実施する予定である。

足場組立ての流れは、ユニック車にて国道 357 号上に設置する予定の常設帯に、搬入した資材を仮置きした上で、下面点検車に移動させる。クランプや吊りチェーンを設置し、設置した吊りチェーンにパネルを吊って、連結ジョイントで固定ボルトにより締結する作業を繰り返すこととなる。

(2) 上路箱桁下面

上路箱桁下面の塗替え塗装の足場構造は、国道 357 号供用部と未供用部で異なる方法を検討している。国道 357 号未供用部側については内面点検車が設置されているため、内面点検車を用いた塗装が可能である。一方、国道 357 号供用部については、供用時に内面点検車を撤去している。

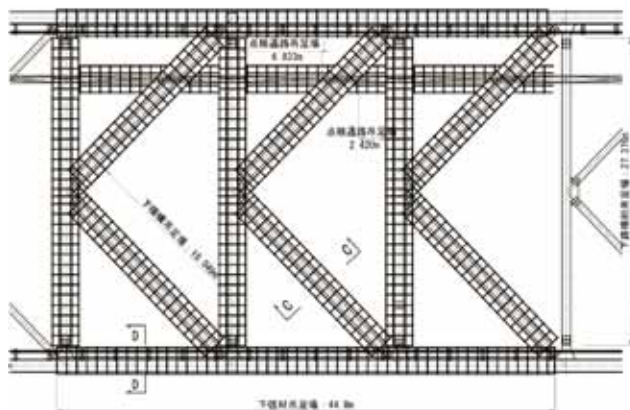


写真-12 下弦材・横桁・下横構の下面足場計画

上路箱桁には、照明設備・ケーブルラック等が添架されているため、移動式の作業床や吊り足場を設置する際に支障となり、建築限界の確保や道路上への設置方法に課題があった。そこで、主構トラス部の塗装のために設置する国道 357 号上の常設帯を利用し、高所作業車を用いた塗替え塗装を行うことを計画している。

6 まとめ

横浜ベイブリッジの塗装塗替え工事は、当社初の長大斜張橋の塗替え工事である。これまで長大橋での塗装作業の実績がなかったため、天候による作業中止等により、新設したゴンドラや既存の点検台車を利用した足場構造による塗装能率が、当初想定通り進んでいるとは言えない状況である。しかし、長大橋を含む既存ストックを維持管理していく上で、今後にも必要な知見として活かしていくことを考えている。塗装能率を踏まえた施工と、必要となる費用を考慮した上で、ライフサイクルコストの低減を考えた塗装仕様や塗替え周期について今後も検討していく必要がある。

また塗装塗替えの方法については既存の施工方法に捉われず、塗装構成や足場構造は、最新の技術や知見を踏まえた上で、安全を最も優先した方法を選択して施工していくことが必要であると考えている。

鋼橋塗替え工事における労働衛生対策 (作業環境管理及び作業管理(呼吸用保護具の使用))

上福元清隆¹⁾

1. はじめに

近年、鋼橋塗替え工事を実施するにあたり、塗膜の延命化・LCC（ライフサイクルコスト）の観点から重防食塗装系が基本であると聞く。それら重防食塗装は道路・鉄道関係の技術団体、高速道路会社より発行されている便覧、指針、要領などに塗替え工事の詳細が記述されている。その中に示されている主な事項は塗装技術に関する内容がほとんどであり、労働衛生対策についての情報が僅かで、例えば具体的な保護具の選定などについては記述されていない。唯一、(一社)日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会発行の「土木塗装工事安全施工技術指針 平成14年12月」に換気ならびに保護具の記述があるので以下に記載する。

〔土木塗装工事安全施工技術指針（抜粋）〕（以下、橋塗協技術指針と記す）

第5章、第6節

第4項 箱桁、鋼橋脚等の内部の換気

箱桁、鋼橋脚等の内部で、溶接、塗装等の作業を行うときは、十分な換気を行い、且つ作業員はエアラインマスク等の呼吸用保護具を使用する。

第5項 呼吸用保護具

- (1) 粉じん作業に従事するすべての作業員に防じんマスク、電動ファン付き呼吸用保護具等の有効な呼吸用保護具を使用させる。
- (2) 呼吸用保護具の選択、使用、保守管理に関する方法、及び呼吸用保護具のフィルターの交換の基準を定める。
- (3) 呼吸用保護具を使用する際には、作業員に顔面への密着性について確認させる。
- (4) 呼吸用保護具については、同時に就業する作業員の人数と同数以上を備へ、常に有効かつ清潔に保持する。

今回は、鋼橋塗替え工事においてどのような有害物発散作業があるかを調べ、橋塗協技術指針に記載されている上記記述の作業環境管理及び作業管理に関する労働衛生対策について解説を述べたい。

2. 鋼橋塗替え工事の作業概要

塗替え工事の一連の工程を大まかに確認すると、「足場仮設養生作業」「素地調整」「塗装」「足場仮設養生撤去解体」があり、要所で安全衛生対策を実施し安全かつ衛生的に作業を進めなければならない。

ここではテーマである労働衛生対策に着眼し観てみると、素地調整ならびに塗装時に有害物にばく露する作業が存在する。

重防食塗装では、素地調整が重要であり、既存の塗膜は完全に除去することが前提となる。塗膜の除去方法については、望ましくはブラストとしているが、旧塗膜に含まれている有害物が粉じんとして発生するため近年では、旧塗膜除去については、湿式ブラストや剥離剤を使用する方法も採用され、とくに有害性の高い鉛及びPCB粉じんを発散させること無く作業を進めることが可能となっている。

また、塗装時には塗料に含まれている有機溶剤と特定化学物質のガス・蒸気が発散する。

粉じんと同様に呼吸器を通して、場合によっては皮ふを通して体内に吸収されるものもあり、それらにばく露することで健康障害を引き起こす。

それら健康障害を防止するために労働安全衛生法では、健康障害を発生させる有害物質は特別規則におい



写真-1 鋼橋塗替え工事（都市高速） 橋塗協提供

1) 興研株式会社 労働衛生コンサルタント事務所

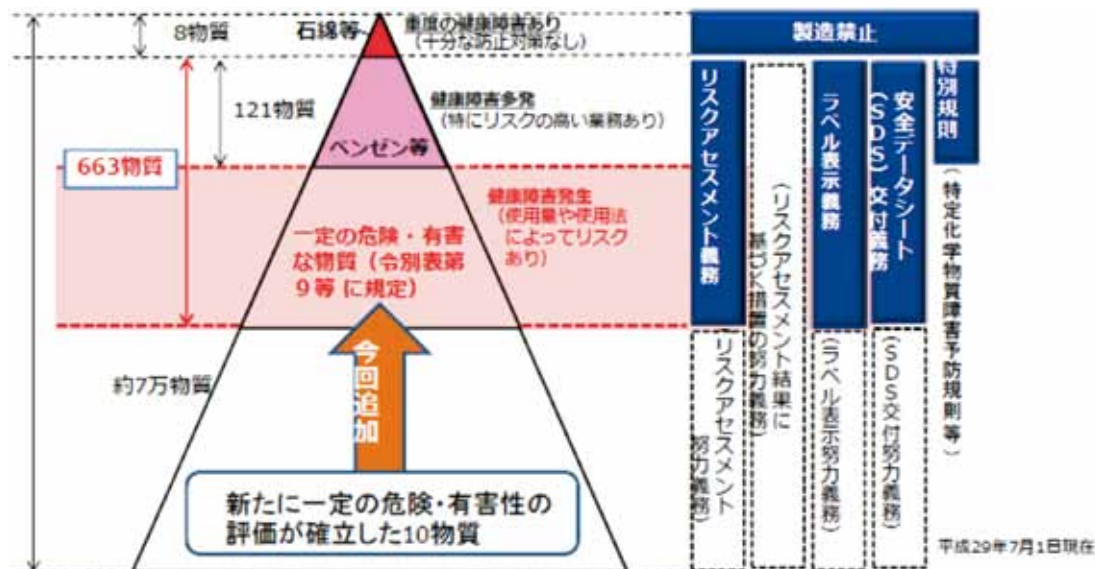


図-1 有害物質の管理体系 出典：厚生労働省

てばく露防止措置が義務付けられており、管理面では一定の知識を持った作業主任者を現場に選任しなければならないとしている。

それ以外の物質であっても一定の有害性があるものに関してはリスクアセスメントの実施が義務付けられているので、使用にあたっては必ず「容器の表示」、「安全データシート（SDS）」を参照する必要がある。

有害物質に関する法令に定められている管理体系を図-1に示す。

〈参考：主な特別規則〉（内対象物質）

- ・有機溶剤中毒予防規則（トルエン、キシレン、メタノールなど）
- ・特定化学物質障害予防規則（PCB、クロム、エチルベンゼンなど）
- ・鉛中毒予防規則（鉛、鉛化合物）
- ・粉じん障害防止規則（鉱物性、金属性粉じん）

3. 労働衛生管理が必要な有害物発散作業

鋼橋塗替え工事における有害物発散作業を表-1にリストアップした。

素地調整方法を決定する際は、旧塗膜に有害性の高い鉛、PCB、クロム等が含まれているかの調査を行う必要がある。これは従来の一般塗装系には必ずといっていいほど錆止めには鉛が用いられ、その他にクロム、



写真-2 足場内（都市高速）橋塗協提供

PCBが含まれているケースも少なくない。

また、剥離作業を行う際は、出来るだけ有害物が発散しないような作業方法を採用し、合わせてばく露防止対策も十分行う。この一連の内容が厚生労働省通達（基安化発 0530 第1号 平成26年5月30日）に示されているので参考に下記する。

〈厚労省通達に示されているばく露防止及び拡散防止措置について（抜粋）〉

- ・剥離等作業は必ず湿潤化して行うこと。湿潤化が著しく困難な場合は、当該作業環境内で湿潤化した場

表-1 有害物発散作業

作業工程	（旧塗膜）	概要	有害物発散
素地調整	鉛、PCB含有塗膜	・剥離工法→ブラスト工法 ・湿式ブラスト工法	剥離工法：有機、特化 ガス、蒸気 ブラスト工法：粉じん
	鉛、PCB非含有塗膜	・ブラスト工法	ブラスト工法：粉じん
塗装		耐久性の高い 重防食塗装系	塗料中に含まれる有機、特化 ガス、蒸気

合と同等程度の粉じん濃度まで低減させる方策を講じた上で作業を実施すること。

- ・隔離区域等内作業場に粉じんを集じんするため適切な除じん機能を有する集じん排気装置を設けること。この際、集じん排気装置の排気口は外部に設けること。また、集じん排気装置は作業場の空間に応じて十分な排気量を有するものとする。
- ・隔離区域等内作業場より粉じんを外部へ持ち出さないよう洗身や作業衣等の洗浄等を徹底すること。
- ・隔離区域等内作業場については、関係者以外の立ち入りを禁じ、区域内で作業や監視を行う労働者については、電動ファン付き呼吸用保護具又はこれと同等以上の性能を有する空気呼吸器、酸素呼吸器若しくは送気マスクを着用させること。なお、電動ファン付き呼吸用保護具については、フィルターを適切な期間ごとに交換するなど適切に管理して使用させること。
- ・呼吸用保護具については、隔離区域等内作業場より離れる都度、付着した粉じんを十分に拭い、隔離区域等内作業場とは離れた汚染されていない場所に保管すること。
- ・隔離区域等内作業場の粉じんを運搬し、又は貯蔵するときは、当該粉じんが発散するおそれがないよう堅固な容器を使用し、又は確実な包装をすること。また、それらの保管については、一定の場所を定めておくこと。

4. 一般的な労働衛生管理、作業環境管理（工学的対策～換気対策）

現場の労働衛生管理を行うに当たっては、まずは作業環境を良好にするための管理を行う。これを作業環境管理という。作業環境を良好にするためには一般的に右に記載する「工学的対策」を用いる。ただ、一つ

工学的対策

- ・無害な、低有害性の化学物質へ代替
- ・有害物質と作業者の隔離
- ・工法、工程の改良による発散防止
- ・発散源の密閉、囲い込みによる発散防止
- ・局所排気、プッシュプルによる拡散防止対策
- ・全体換気による希釈換気

の手法だけでは十分な作業環境とならないこともあり幾つかの手法を複合して実施する必要がある。塗料メーカーにおいては出来るだけ有害性の低い化学物質への代替を行っているが、無害になり得ることは難しいため、その他の換気対策も随時採用して現場における作業環境管理を行う。しかしながら、鋼橋塗替え工事は生産工場のライン作業のように発散源が限定されていないことから局所排気装置、プッシュプル型換気装置を設置することが困難なため全体換気装置を設置し、作業空間の有害物濃度を出来るだけ低くし、更にばく露を防止するために呼吸用保護具を使用する必要がある。

【全体換気装置】

全体換気装置は、局所排気装置及びプッシュプル型換気装置と比較した場合、ばく露を防止する効果については低いが、図-2のように換気の流れを一定方向に形成し、作業位置を常に有害物の発散源から上流側の位置となるよう作業方法（手順）をとる事で、作業者のばく露を低減する効果を得ることが出来る。また、有害物濃度を下げることにより火災爆発の危険性がある有害物に対する安全対策にも繋がる。

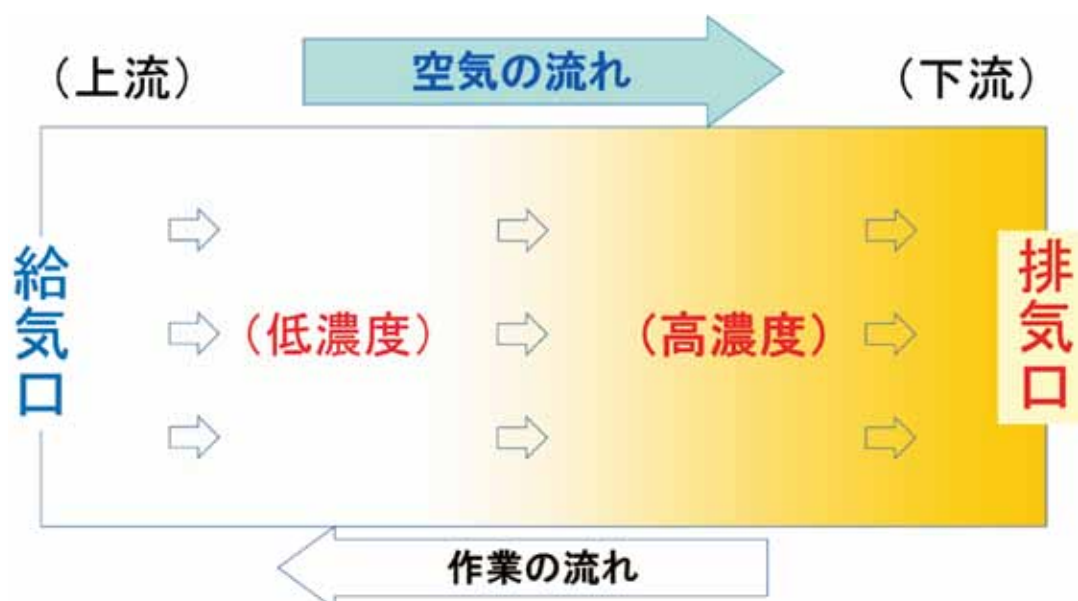


図-2 全体換気の様子

なお、発生したガス蒸気又は粉じんについては、適正な空気清浄装置を設けるなどにより、近隣の民家、地球環境への影響も考慮する必要がある。

5. 有効な呼吸用保護具とその種類

呼吸用保護具の種類を図-3 呼吸用保護具の体系図に示す。呼吸用保護具は、種類によって、使用できる環境条件や対象物質、使用時間等が異なる。また、通常の作業用か事故時の救出用などの用途によっても異なるので使用に際しては用途に適した正しい選択をしなければならない。

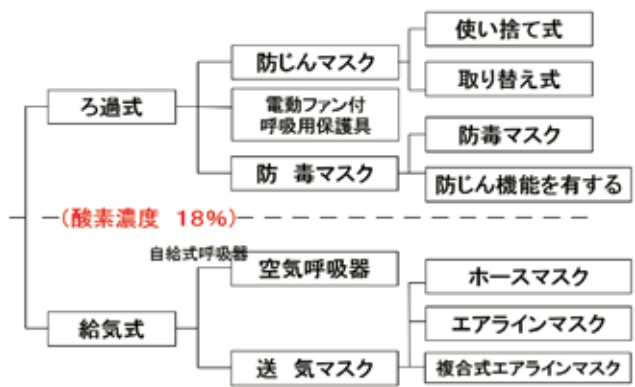


図-3 呼吸用保護具の体系図

(1) 選択 図-4 の選択チャート図参照
選択は、前述の通り先ずは環境条件（使用環境の酸素濃度）が指標となる。酸素濃度 18% 以上の非酸欠環境と 18% 未満の酸欠環境かで選択する保護具が変わる。ろ過式は酸素濃度 18% 未満の酸欠環境下では使用できない。次に有害物質の種類が「粒子状（粉じん）」か「気体（ガス、蒸気）」なのか。その濃度、有害性も鑑み選択する。最終的には、環境条件に合致したものを選択した上で着用者の顔に合ったものを選択することも重要な点である。

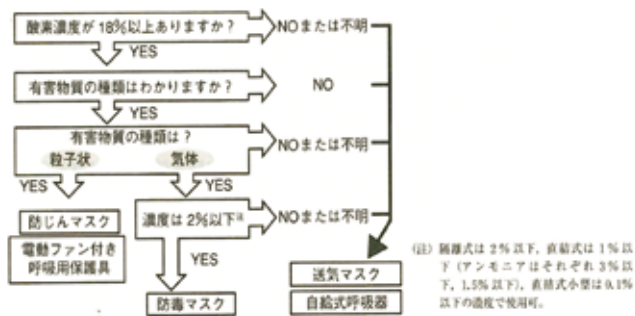


図-4 呼吸用保護具の選択チャート図
※ 有機溶剤作業主任者テキスト引用

ろ過式の防じん及び防毒マスクは、使用に際して面体と顔との間の圧力状態が陰圧（負圧）となる。それに伴い、顔と面体との密着性が得られていない場合、その隙間から粉じん、ガス蒸気が漏れ込んでしまう。
このことから、密着性が得られているかを確認するためのフィットテストを必ず行うことが関連通達に示されている。なお、フィットテストの方法は後述する。

〈防じんマスク〉

防じんマスクは、作業環境中に浮遊する粉じん、ミスト、ヒューム等の粒子状物質をフィルターでろ過し吸入を防止するためのろ過式の呼吸用保護具。種類は、面体を有する取替え式防じんマスクとろ過材が面体と一体化している使い捨て防じんマスクがある。
一般的には粉じんの有害性が高く、濃度の高い場所では取替え式防じんマスクを使用している。また、防じんマスクの区分は表-2 の通り捕集効率により

〈電動ファン付き呼吸用保護具〉

電動ファン付き呼吸用保護具は、電動ファンにより、フィルターで有害粉じんを除去し、清浄な空気を面体に供給する機能をもつろ過式呼吸用保護具である。
種類の中には、面体内に空気を呼吸に合わせて供給しつつ陽圧（正圧）に保つよう送風するタイプのももあり、呼吸する際のフィルターの抵抗感が全く無く、かつ面体内を陽圧にすることで、もし面体と顔面との密着性が悪くても外部の粉じんが漏れ込むことが無い

表-2 防じんマスクの区分（等級別記号）

[マスクの種類] ・取替え式防じんマスク R ・使い捨て式防じんマスク D [試験粉じんの種類] ・塩化ナトリウム S ・フタル酸ジオクチル L	区分（等級別記号）	粒子捕集効率（%）
	RS3、RL3（DS3、DL3）	99.9 以上
	RS2、RL2（DS2、DL2）	95.0 以上
	RS1、RL1（DS1、DL1）	80.0 以上

高い安全性を兼ね備えている。労働安全衛生法においても有害性の高い粉じん或いは粉じん濃度が高濃度となるような作業環境中に着用の義務化が進んでいる。例えばトンネル工事の切羽付近、石綿及びRCF除去作業、発がん性がある金属粉じんが発散する場所等で着用が義務付けられている。鋼橋塗替え工事の素地調整で行うブラスト作業などに適用が望ましい。防じんマスクと同様に平成26年12月に型式検定化されている。

〈防毒マスク〉

防毒マスクは、作業環境中のガス、蒸気の気体状物質の吸入を対象ガス専用の吸収缶によりガスを除去し吸入防止するためのろ過式の呼吸用保護具が必要である。種類は、吸収缶の大きさにより直結式小型、直結式、隔離式の三種類がある。また、粉じんが混在する場合は防じん機能を有する防毒マスクを使用する。防じんマスクと同様にJIS規格以外に労働安全衛生法に規定されている型式検定に合格したものを使用しなければならない。

主に塗装作業時に使用するが、使用する吸収缶は塗料に含まれている有機溶剤の蒸気が対象となるので有機ガス用吸収缶を使用するが、塗料或いは剥離剤の中には極端に使用時間が短くなるメタノールが含まれることもあるので、その場合は以下に示すホースマスク或いはエアラインマスクなどの送気マスクを使用する。

〈送気マスク（ホースマスク、エアラインマスク）〉

送気マスクであるホースマスク及びエアラインマスクは、清浄な空気を有害な環境外からエア配管、ホース等により作業者に供給する給気式呼吸用保護具であ

る。送気マスクには、自然の大気を空気源とするホースマスクと圧縮空気を空気源とするエアラインマスク及び複合式エアラインマスクがある。

箱桁、鋼橋脚等の内部で、溶接、塗装等の作業を行い高濃度の粉じん、ガス蒸気が発散する場所に対応可能である。また、吸収缶の使用時間が極端に短くなるような有機溶剤作業にも有効である。

(2) 正しい使用方法

防じん及び防毒マスクの使用方法については、厚生労働省より平成17年2月7日に「防じんマスクの選択、使用について（基発第0207006号）」「防毒マスクの選択、使用について（基発第0207007号）」（以下、選択使用の通達と記す）の通達が出されているので遵守する必要がある。また、通達に準拠した保護具製造メーカーの取扱説明書の記載事項も同時に確認することが必要と考える。

先の「選択」の項目で記載したが、型式検定に合格した防じん及び防毒マスクの性能を最大限に得るためには、作業者の顔と面体の密着性が重要となる。

具体的には、現場に入る前の段階で必ずフィットテストを行うこと。フィットテストは使用前点検の実施項目の中に明確に記載し、作業主任者が立ち会うことも同時に規定して、作業主任者の職務である「保護具の使用状況を監視する」の職務の一環として行って頂きたい。

〔防じんマスクのフィルター交換について〕

選択使用の通達では、「防じんマスクの使用中に息苦しさを感じた場合には、ろ過材を交換すること。」と



送気マスク エアラインマスク(全面形)
12号HV-Z



送気マスク ホースマスク(全面形)
SHV105



電動ファン付き呼吸用保護具(全面形)
BL-711HG



電動ファン付き呼吸用保護具(半面形)
BL-351HGX



防毒マスク直結式
小型(全面形)
1521HG(RDG-5)黄



防毒マスク直結式
小型(半面形)
7191DKG-02(RDG-5)



防じんマスク
(全面形)
1521HU



防じんマスク
(半面形)
7121R-03(RD-6)

写真-3 呼吸用保護具の種類 興研製

なっているが、フィルターの種類によっては吸気抵抗を低く抑えるタイプのフィルターもあるので、個別に交換基準を確認設定する必要がある。また、有害性が高い粉じんについては1回使用の検討を行う必要がある。

[防毒マスクの吸収缶交換について] ※ 選択使用の通達抜粋

防毒マスクの使用時間について、当該防毒マスクの取扱説明書等及び破過曲線図、製造者等への照会結果等に基づいて、作業場所における空气中に存在する有害物質の濃度並びに作業場所における温度及び湿度に対して余裕のある使用限度時間をあらかじめ設定し、その設定時間を限度に防毒マスクを使用すること。また、防毒マスク及び防毒マスク用吸収缶に添付されている使用時間記録カードには、使用した時間を必ず記録させ、使用限度時間を超えて使用させないこと。

なお、取扱説明書に掲載している破過曲線図は試験ガスであるシクロヘキサンを使用したときのデータなので、現場で使用する有機溶剤に相当した破過データを製造者等へ確認した上で使用限度時間を見込む必要がある。

その他、従来から行われているところの、防毒マスクの使用中に臭気等を感知した場合を使用限度時間の到来として吸収缶の交換時期とする方法は、有害物質の臭気等を感知できる濃度がばく露限界濃度より著しく小さい物質に限り行っても差し支えないこととなっている。

以下にその例を掲げる。

- ・アセトン（果実臭）
- ・クレゾール（クレゾール臭）
- ・酢酸イソブチル（エステル臭）
- ・酢酸イソプロピル（果実臭）
- ・酢酸エチル（マニキュア臭）
- ・酢酸ブチル（バナナ臭）
- ・酢酸プロピル（エステル臭）
- ・スチレン（甘い刺激臭）
- ・1-ブタノール（アルコール臭）
- ・2-ブタノール（アルコール臭）
- ・メチルイソブチルケトン（甘い刺激臭）
- ・メチルエチルケトン（甘い刺激臭）

(3) 保守管理

橋塗協技術指針にも記載されているように「同時に就業する作業員の人数と同数以上を備へ、常に有効かつ清潔に保持する。」ため、選択使用の通達ならびに製造者等の取扱説明書を参照して有効な状態に保ち使用継続できる管理を実施する必要がある。

6. フィットテストの方法

フィットテストを実施する目的は、先にも述べたよ

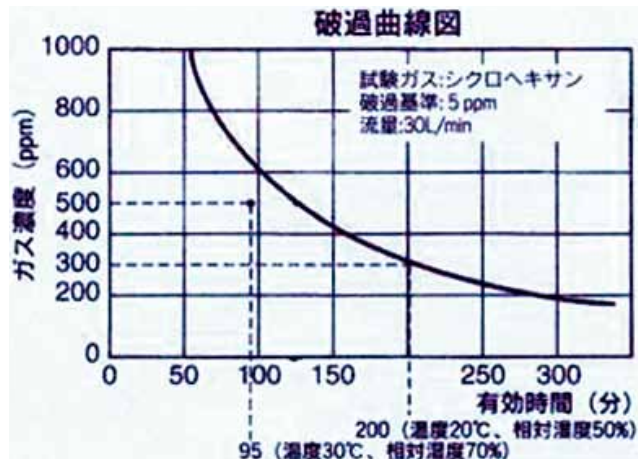


図-5 有機ガス用吸収缶（直結式小型）の破過曲線図の例
興研製

うに型式検定に合格した防じん及び防毒マスクなどの性能を如何なく発揮するため漏れなく使用することである。その漏れる原因は「顔とマスクが密着しておらず隙間が生じて漏れ込む」「場合によっては排気弁（給気式の場合は呼気弁という）が痛むなどして漏れ込む」二点となる。

その漏れ込みが無いことを確認する方法がフィットテストとなる。

フィットテストの方法は表-3の通りとなるが、定性的な方法は総合的な漏れを確認することが出来る観点から陽圧法よりも陰圧法が望ましい。

また、漏れの状態を数値で定量化するフィッティングテスターを使用する方法もある。

7. おわりに

銅橋塗替え工事における労働衛生対策と題して作業環境管理及び作業管理（呼吸用保護具の使用）について述べたが、先ず第1に考えるべきこととして作業環境管理を行うことを強調して終わりたい。

具体的には、工学的対策の内、採用することが可能な対策を複合的に行い、その中でも換気技術を駆使して作業環境を出来るだけ良好とする。その後に保護具を着けなければならないのか不要なのかを検討。着用する必要がある場合は、現場の「酸素濃度」「有害物の形態」「その濃度と種類」などの環境条件を確認し、最後には「作業者に合った保護具」を選択し正しく使用する。

正しく使用中で、呼吸用保護具を使用する際には、必ずフィットテストを行い、必要に応じて作業主任者が立ち会って確認する。

その他、有効な呼吸用保護具は製造者等の技術開発により有効なものが発売されている。

中でも、電動ファン付き呼吸用保護具は、面体内を陽圧に保ちつつ空気をファンで送り込むことが可能。また、呼吸に追従して送風するタイプもあり、安全かつ負荷がほとんど無い呼吸用保護具である。

以上、記した内容が鋼橋塗替え工事現場における作業
業者の健康障害防止対策に微力ながら繋がることを祈

表-3 フィットテストの方法

フィットテストの方法	分類	実施の方法	特徴
定性的な方法	陽圧法	吸気口及び排気弁を閉じて面体内を陽圧(正圧)状態とし、面体と顔面との間から漏れ出しがないかを確認する。 ※陽圧にするために排気弁を故意に閉じてテストをしなければならない。	・一定の治具があれば、簡単に実施することが出来る。 ・排気弁を故意に閉じることにより排気弁の不具合による漏れ込みが確認できない。
	陰圧法	吸気口を閉じて面体内を陰圧(負圧)状態とし、面体と顔面との間から漏れ込みがないかを確認する。	・一定の治具があれば、簡単に実施することが出来る。 ・陽圧法のように排気弁を故意に閉じることは無いので排気弁からの漏れ込みが合わせて確認できる。
定量的な方法		フィッティングテスター(測定装置)を使用してマスク外の大気じん濃度とマスク内の大気じん濃度を比較して漏れ率を測定し確認する。	・定量的に漏れ率を測定することが出来るので、装着の教育などに適している。 ・装置自体が高価である。 ・装置が無いと実施出来ない。



←フィットチェッカー(治具)を使用して**陰圧法**フィットテストを行う方法。
吸気口にフィットチェッカーを取り付けてチューブの部分を摘んで流れを塞ぎ息を吸い行う。



←フィットチェッカーをマスクの中に組み込んだもので**陰圧法**フィットテストを行う方法。
フィットチェッカー内蔵マスクのレバーを操作し息を吸い行う。興研製

写真-4 フィットテスト(定性的な方法)



←フィッティングテスターを使用して定量的なフィットテストを行う方法。

マスクの中の粉じん濃度※、マスクの外の大気じん濃度※を測定し、漏れ率を算出し表示する装置。

※：粉じんは大気じん

実際の漏れを漏れ率という形で確認することが出来る方法なので、マスクの装着及びマスク自体の状態が定量的に確認でき、その後の装着指導にもつなげることが可能。

柴田科学製

写真-5 フィットテスト(定量的な方法)

塗装鋼橋の腐食弱点部である 高力ボルトの防食技術

下里 哲弘¹⁾ 田井 政行²⁾

1. はじめに

まず、本稿で扱う沖縄地域の鋼材腐食環境に関して述べる。図-1は1970年から2000年の30年間の気象データ¹⁾を示す。同図には沖縄地域、日本本土6地点及び周辺の東南アジア諸国3地点の月別平均気温、平均湿度及び平均風速を示す。同図より、沖縄地域と東南アジア諸国の気温は冬季でも15℃以下にならず常に鋼材が腐食反応する温度を保持し、また腐食反応に必

要な水分供給環境の物差しである相対湿度は、年間を通して70～80%程度の強い濡れ環境になっており、沖縄地域の腐食環境の厳しさの一要因を示している。また風速は沖縄と銚子が年間を通して平均約5m/s超である。この強風環境は、沖縄地域沿岸部の浅瀬のサンゴ礁リーフで碎波された海塩粒子を大量に飛来させるため、鋼材の腐食速度を上げる主要因となっている。図-2に琉球大学で観測した沖縄地域の13橋梁と4暴露場の計17地点における飛来塩分量とJIS-SMA鋼材

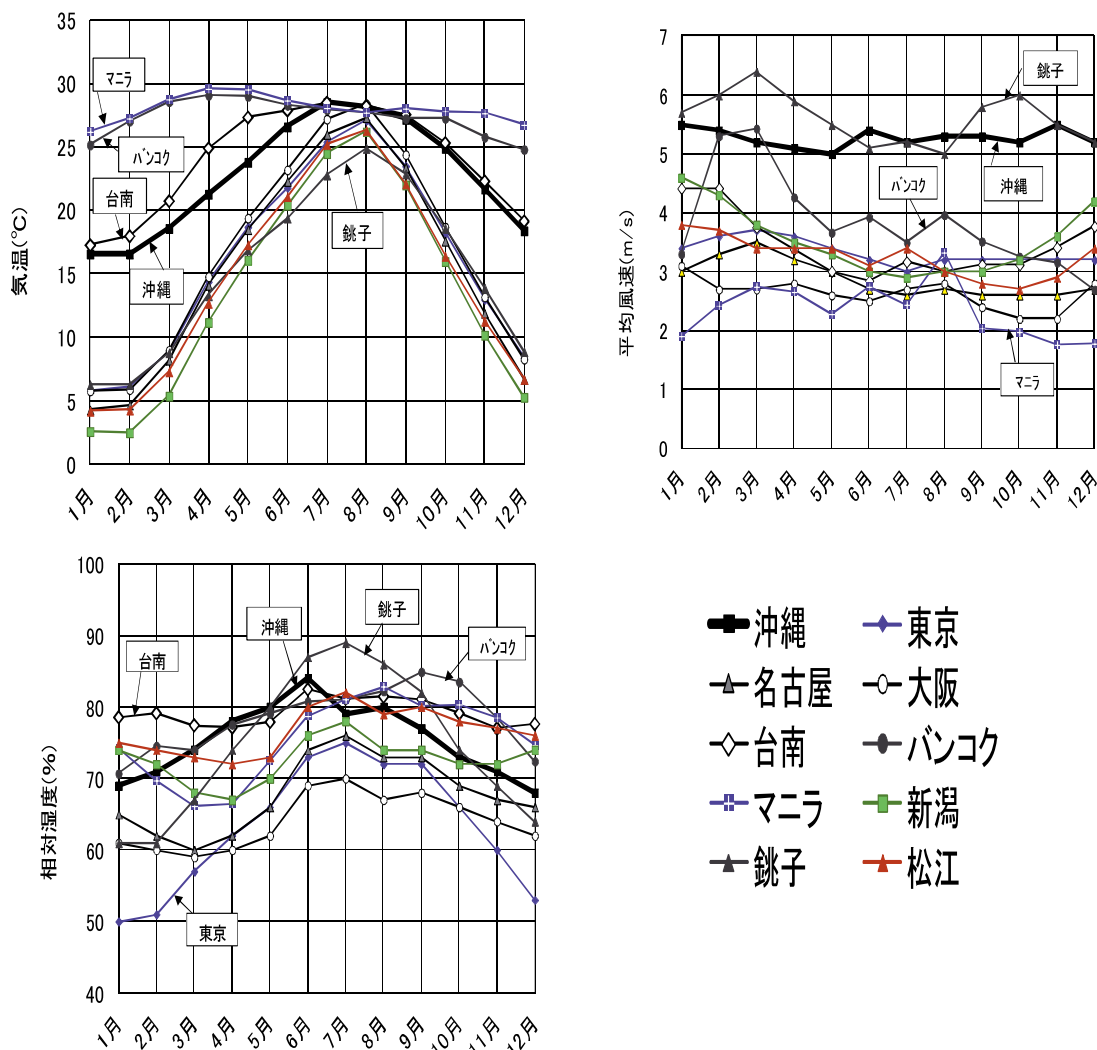


図-1 沖縄地域と周辺諸国の腐食環境の比較

1) 琉球大学 工学部工学科社会基盤デザインコース

2) 琉球大学 工学部工学科社会基盤デザインコース

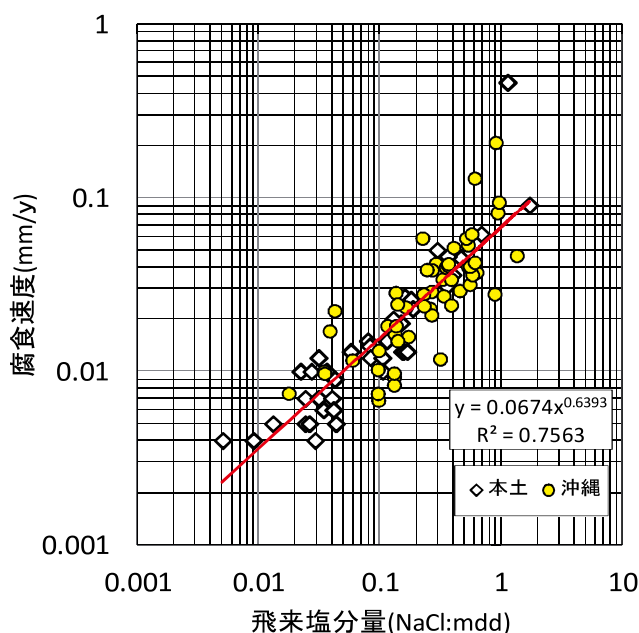


図-2 飛来塩分と腐食速度の関係



写真-1 高力ボルト継手部の腐食



写真-2 桁端部の腐食

試験片の腐食速度を示す。なお、同図には土木研究所が行った全国41地点の調査結果²⁾も併せて示す。同図に示すとおり、飛来塩分量が多いと鋼材の腐食速度も大きくなることがわかり、また沖縄地域のデータが高めにプロットされている。写真-1と写真-2には沖縄地域で発生している著しい減肉を伴う腐食損傷事例を示す。鋼橋の最大の腐食弱点部は周知のとおり、高力ボルト継手部と桁端部である。その腐食は防食皮膜厚の確保が困難な角部を起点とするものであり、また飛来塩分の滞留や伸縮装置及び排水管からの漏水などの影響を強力に受ける部位で起きる。つまり、高力ボルト継手部と桁端部の腐食は鋼橋の競争力を低下させる要因であり、抜本的な防食技術開発が求められる。本稿では、高力ボルト継手部の防食技術の研究について紹介する。



写真-3 モノレール鋼軌道桁の高力ボルト部の腐食

2. 高力ボルト継手部の腐食実態と要因

塗装鋼橋における維持管理コスト高の主要因となっている高力ボルト継手部の腐食実態とその要因を以下に示す。高力ボルト継手部は他の構造部位に比べて、早期に腐食劣化している場合が多いが、その腐食劣化した高力ボルトは、単に美観を損なうだけでなく、減肉に伴う軸力低下が生じる^{3,4)}。よって、腐食減肉が生じた高力ボルトの本数によっては部材接合部の耐力が低下し、構造不安定になる危険性があるため、高力ボルトの防食技術の開発は重要となる。

写真-3に、モノレール鋼軌道桁における高力ボルトのナット部の腐食実態を示す。高力ボルトは高い軸力導入を行うため、構造的にナット角部があり、当然、締め付け時にナット角部のキズが存在し、沖縄のような過酷な腐食環境下ではそれを起点に早期に発錆している事例がある。これに対する既存の防食技術として、防食便覧⁵⁾では架設後から現場塗装までの期間の発錆防止を期待されている防錆処理ボルトが推奨されている。しかしながら、沖縄地域の鋼軌道桁では、その防食効果が十分に発揮されなかった。また、同写真の右下に同じ鋼軌道桁で見られるトルシアボルトの頭部での腐食状況を示す。トルシアボルトの頭部は、丸く、締め付けも行わない側になるが、早期に錆が生じている。この現象の理解として、高力ボルト継手のボルト部は塗装鋼橋において唯一現場塗装を行う部位であること、無機ジンクリッジペイントを防食下地とする重防食塗装仕様を適用できない構造部位であることの2点が挙げられる。以上のことより、高力ボルト部の防食技術の研究開発として、一つは高力ボルトの締め付

け後に無機ジンクリッチペイントと同等の犠牲防食性能を有する防食下地処理技術の開発である。もう一つは角の多いボルトナット部及びボルト頭部の防食皮膜や塗膜厚の検査技術の開発である。なお、現在、建設中の沖縄都市モノレール鋼軌道桁では、細幅の軌道桁のため応力的に余裕があったこともあり、亜鉛めっき仕様の高力ボルト（F8T）を採用して、その亜鉛仕様の防食下地上に塗膜との密着性を考慮したプライマー処理を施した後、下塗りエポキシ樹脂と中上塗りのフッ素樹脂塗装を適用し、耐候性と美観を確保する対策を実施している。

3. 高力ボルト角部に対する無機ジンクリッチペイントと同等の防食皮膜の成膜技術

前述した通り、防食下地に犠牲防食効果のある無機ジンクリッチペイントと同等の重防食仕様を現場で施工できる抜本的な防食技術の開発が必要である。また、ボルト部の膜厚検査の現状はナット平面部でしか行えないため、腐食の弱点部であるボルト角部における防食下地厚や塗装厚が確認できていない。そこで本研究では、現場での高力ボルト締付け後に、高力ボルト角部に犠牲防食効果を有する無機ジンクリッチペイントと同等の重防食仕様を有する防食皮膜を適用し、その成膜検査もできる技術開発を行った。

近年、局所的な防食皮膜の形成技術として、低温低圧型溶射の Cold Spray 工法⁶⁾（以下、CS 工法）が注目されている。CS 工法は、図-3 に示すように金属粉体の融点あるいは軟化温度よりも低い温度のガスを専用のノズルにより超音速域まで加速させ、その流体の中に金属粉体を投入し、処理対象面に衝突させた際の衝撃エネルギーで防食皮膜を形成する技術である。また、CS 工法に使用する防食材料に亜鉛粉体とアルミナ粉体を用いる。この狙いはボルト角部の締め付けキズ部に発生した錆をブラスト処理すると同時に、防食性の高い緻密な亜鉛皮膜の成膜である。なお、CS 工法のさび鋼板上での防食性能は報告されている^{7,8)}。本稿では、CS 工法による高力ボルト角部への成膜特性と 3D スキャナを用いた成膜状態の検証実験を紹介する。

3.1 CS 工法の施工パラメータ

まず、CS 工法による成膜後の高力ボルト角部に対して断面観察を行い、成膜状況を確認した。対象は F10TM22 の高力ボルトナット部とした。本実験では、ナット平面部における目標膜厚を基準に、CS 成膜厚を 30、70、100、150、及び 300 μm の 5 ケースとして、3D スキャナ自体の精度検証とその時の角部の成膜状態を検証した。次に、ボルト平面部の目標膜厚 100 μm に対して、ボルト角部に 1 回もしくは 2 回の重ね施工を 2 ケース行った。CS 工法の施工パラメータを表-1 に示す。なお、CS 工法は既往研究⁸⁾を参考に、最も効率よく皮膜形成が可能であると報告されているノズル

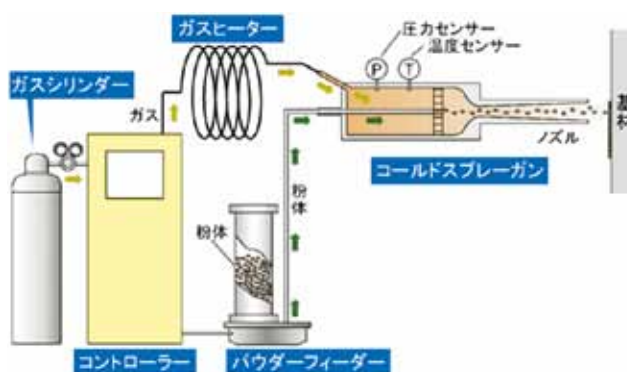


図-3 Cold Spray 工法

表-1 CS 工法の施工パラメータ

名称	平面部 目標膜厚	ボルト角部 重ね施工
膜厚 30 μm	30 μm	無し
膜厚 70 μm	70 μm	無し
膜厚 100 μm	100 μm	無し
膜厚 150 μm	150 μm	無し
膜厚 300 μm	300 μm	無し
膜厚 100 μm +重ね施工 1 回	100 μm	1 回
膜厚 100 μm +重ね施工 2 回	100 μm	2 回



(a)CS工法施工前

(b)CS工法施工後

写真-4 CS 工法施工前後の高力ボルト例

角度 90 度、ノズル距離 15mm、施工速度 5 mm/s で行った。重ね施工については、角部に対して垂直となるように施工した。CS 工法施工前後の試験体例を写真-4 に示す。

3.2 CS 工法による高力ボルトに対する成膜特性

CS 工法による成膜状況を確認するために、図-4 に示すように CS 施工後にナットを輪切り状に切断し、デジタルマイクロスコープにより断面観察を行った。断面観察位置は座金から 7 mm 及び 15mm である。写真-5 にデジタルマイクロスコープによる断面観察結果例を示し、図-5 にボルトナットの平面部及び角部での平均膜厚値を示す。図より、平面部では目標膜厚が確保されているが、角部ではほとんどのケースにおいて目標膜厚が確保されていない。平面部の目標膜厚を

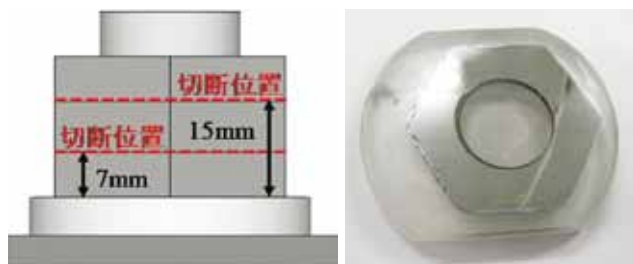


図-4 ナット部の断面観察位置と切断後の試験片



(a)CS工法施工前

(b)CS工法施工後

写真-5 デジタルマイクロスコープによる断面観察結果例



写真-6 3D スキャナによる防食皮膜厚さの測定状況

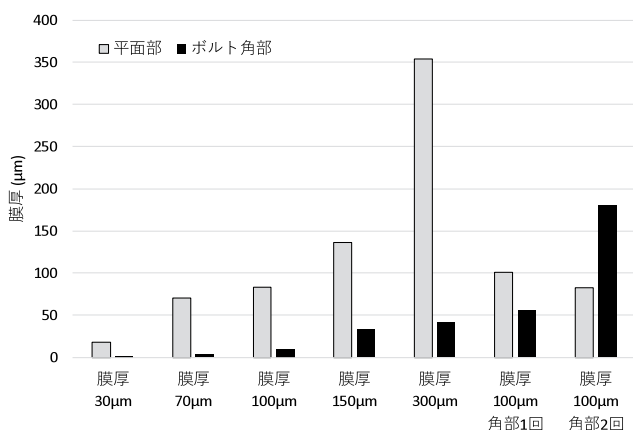


図-5 平面部と角部の平均膜厚

300μmとした場合でも、ボルト角部の膜厚は40μm程度となった。よって、平面部と同じように角部をCS施工した場合、角部での防食皮膜の形成はできていないことがわかる。

次に、ボルト角部を重ね施工した場合では、重ね施工の回数を増やすにつれて角部の膜厚が増加しており、既往研究⁹⁾において設定している目標膜厚100μm以上の膜厚を確保する場合、2回の重ね施工で満足する結果が得られた。

3.3 高力ボルト角部の膜厚検査技術の開発

一般的に、防食皮膜や塗装の膜厚の検査には、電磁膜厚計を用いて行われる。しかしながら、計測は平面部であり、ボルト角部のような膜厚が確保しづらく、腐食劣化の起点となり得る角部での計測は困難である。近年、技術開発が進み、現場適用可能で高精度且つポータブルな3D スキャナを用いた形状計測技術が注目されている^{9, 10)}。今回適用した3D スキャナは、対象

物の凹凸を感知して3D データとして形状データを取得する装置であり、取得した点群データよりポリゴンデータに変換し立体を生成でき、一度に広範囲の面的情報を取得することが可能である。今回紹介する検証実験では、高力ボルト角部の防食皮膜の膜厚検査技術の確立を目的に、前述のデジタルマイクロスコープにより断面比較観察結果と比較し、3D スキャナの適用性について検証した。

(1) 3D スキャナを用いた膜厚検査手法の概要

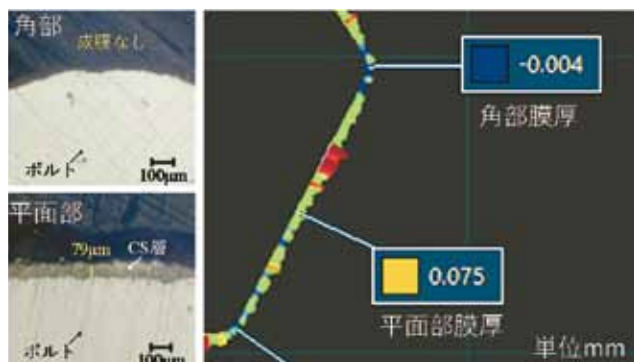
3D スキャナは測定対象物周辺にターゲットマーカを貼り付け、このターゲットマーカを基準として物体の表面形状を高精度に計測する技術である。この特長を利用して、CSの施工前後に3D スキャナによる形状計測を実施し、両者の形状計測結果の差を成膜厚とした。本検証実験では、写真-6に示すCreaform製のHANDYSCAN 700TMを3D スキャナとして用い、3D スキャナによる膜厚の計測精度を検証のために、前章で実施したデジタルマイクロスコープによる断面観察結果と同位置での膜厚値の比較を行った。写真-6に3D スキャナによる測定状況を示す。

(2) 3D スキャナを用いた膜厚精度の検証

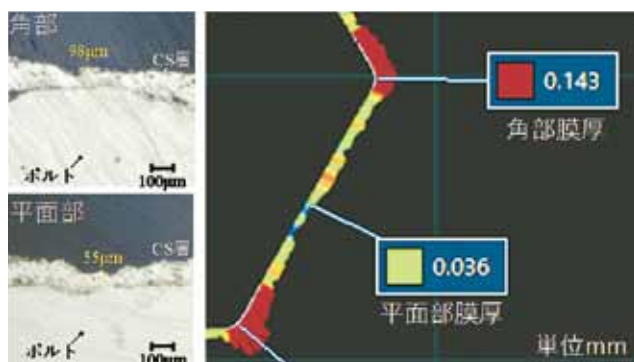
3D スキャナとデジタルマイクロスコープによる断面観察結果の比較例を図-6に示す。同図(a)は、角部膜厚が形成されなかったケースであるが、3D スキャナによる計測結果においてもほとんどゼロの値を示した。一方、同図(b)は、角部に重ね施工を行い、角部膜厚が形成されたケースであるが、断面観察結果と3D スキャナによる計測結果は良好に一致している。

図-7に3D スキャナとデジタルマイクロスコープによる断面観察測定結果の比較を示す。図より、±50μm範囲にプロットされている。

図-8に3D スキャナによる防食皮膜の膜厚コンター



(a) 角部膜厚が形成されていないケース



(b) 角部膜厚形成ケース(重ね施工2回)

図-6 3D スキャナの断面観察結果

を示す。図-8 (a) に示す平面部の目標膜厚を $300\mu\text{m}$ としたケースでは、ボルト角部においてほとんど防食皮膜が形成されていないといえる。一方、ボルト角部に重ね施工を2回行った膜厚 $100\mu\text{m}$ のケースでは、ボルト角部へ防食皮膜が成膜されていることが確認できる。このように、3D スキャナによる防食皮膜厚の測定は、膜厚の面的情報が取得できるため、一度に複数個所の膜厚が測定できるだけでなく、局所的に膜厚が不足している箇所を瞬時に把握可能であり、現場塗装後の膜厚品質検査に適用可能な技術として期待できる。

4. まとめ

本稿では、塗装鋼橋の腐食の弱点部である高力ボルトを対象に、防食皮膜成膜手法と膜厚測定技術の研究開発について紹介した。防食皮膜の成膜手法には亜鉛

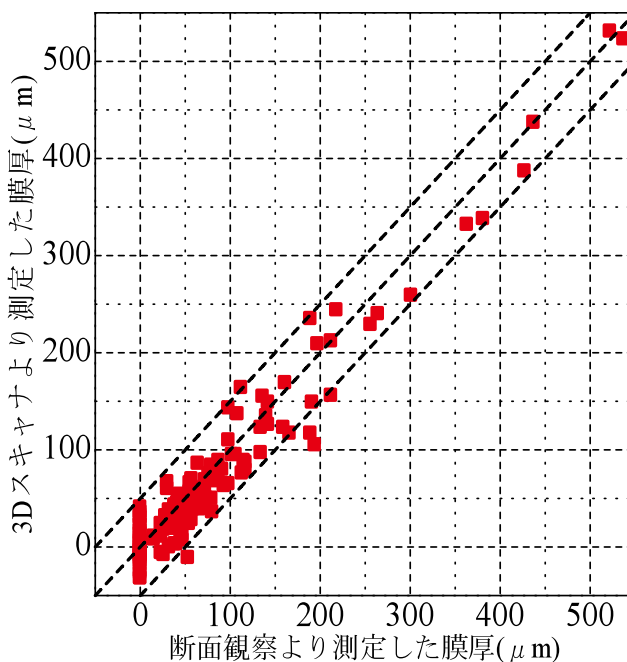


図-7 3D スキャナとデジタルマイクロスコープとの比較

粉体とアルミナ粉体を用いた Cold Spray 工法の適用例を示し、ボルト角部への成膜特性を紹介した。また、防食皮膜の膜厚測定に3D スキャナを適用して、測定精度の検証結果を述べた。以下に要点を列挙する。

- 1) 高力ボルト角部に対してCS工法の重ね施工を行うことで防食皮膜を成膜可能である。
- 2) 3D スキャナによる防食皮膜厚測定の適用性に関する基礎的データを示した。また、3D スキャナによる膜厚測定は、一度に複数個所の膜厚を測定可能であり、局所の膜厚不足箇所を瞬時に把握可能である。今後は、3D スキャナによる膜厚測定の精度向上と現場実証を行い、実用的かつ信頼性の高い高力ボルトの防食技術の確立を目指す所存である。

謝辞

本研究開発は(一社)沖縄しまて協会の技術研究開発助成により行ったものである。ここに記して深謝いたします。

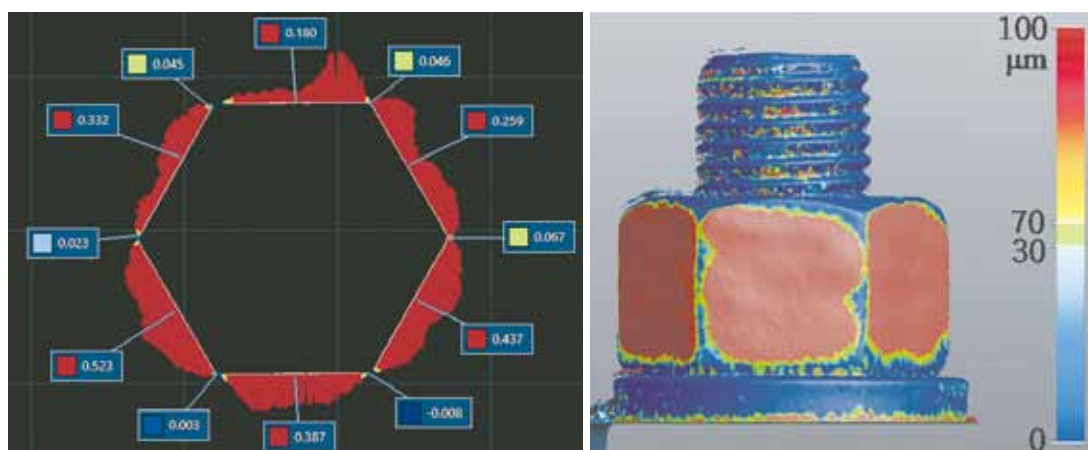
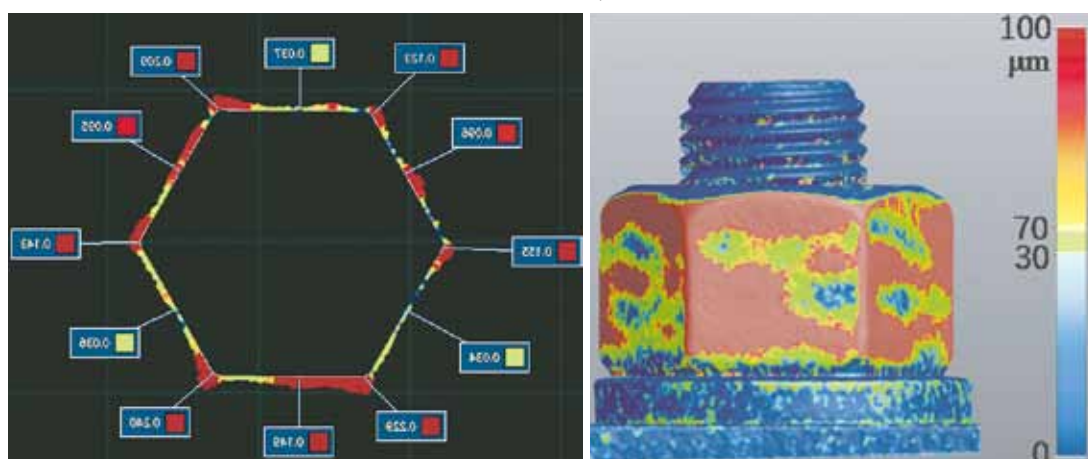
(a) 膜厚 $300\mu\text{m}$ (b) 膜厚 $100\mu\text{m}$ +重ね施工2回

図-8 3D スキャナによる膜厚コンター

【参考文献】

- 1) 気象庁 <http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>, NCDC : National Climatic Data Center HP :
- 2) 建設省土木研究所ら：耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書 (XII), 1993.3.
- 3) Masayuki Tai, Tetsuhiro Shimozato, Yoshitomo Nagamine, Yasunori Arizumi, and Tetsuya Yabuki : Dependence of Residual Axial Force on Thickness and Shape in Corroded High-Strength Bolts, Journal of Structural Engineering Volume 144 Issue 7-July 2018, ASCE.
- 4) 下里哲弘, 田井政行, 長嶺由智, 有住康則, 矢吹哲哉：実腐食減肉形状を有する摩擦接合用高力六角ボルトの残存軸力特性, 構造工学論文集, Vol.62A, pp.503-513, 2016.
- 5) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧, pp.II-60, 2015.
- 6) 榊和彦：コールドスプレーの概要と最新動向, 溶射, Vol.47, No.3, pp.113-119, 2010.
- 7) 清川昇悟, 井口進, 木村雅昭, 下里哲弘：コールドスプレー技術で生成する金属皮膜を適用した高力ボルトの防食性能と機械的性質, 鋼構造論文集, Vol.22, No.85, pp.133-141, 2015.
- 8) 下里哲弘, 日和裕介, 有住康則, 山城慶：さび鋼板面に対するコールドスプレー法の防食皮膜形成に関する実験的研究, 鋼構造論文集, Vol.24, No.93, pp.65-72, 2017.
- 9) 古殿太郎, 大野敦生：3D レーザスキャナと水中 3D スキャナによる維持管理点検技術, 日本ロボット学会誌, Vol.34, No.8, pp.509-510, 2016.
- 10) 宇野昌利, 竹内啓五, 藤内隆：ダムコンクリート締固め管理システムの開発, 土木学会論文集 F3, Vol.72, No.2, II-7-II-12, 2016.

歴史のお金事情

岩田 恭子¹⁾

1. 歴史のお金事情について考えてみましょう

今でも自分がもらっている給料って、高いのか？ 低いのか？ よその業界はどれくらいもらっているのかな？ と正直気になりますよね。まさか、ここで企業ごとの年収を報告することもできませんから、やっぱりここは歴史から見てみましょう。また、よくテレビの特集で「世界のお金持ち」なんていうのがあると、ないものねだりでついついどんな生活なのかしらとやっかみながら、見てしまいますね。実は歴史にもそういった豪傑な人々がいましたから少し紹介してみます。

2. 古代の貴族の収入

さあ、古代の貴族とくれば、十二単のきれいな着物やきらびやかな装飾品、源氏物語にでてくる光源氏のようなイケメン貴族。こんなイメージがありませんか？ 実際はお風呂にもほとんど入りませんから、かなり厳しい体臭が…。あー、光源氏様…。とにかくお香でごまかすしかないので。蒸風呂のようなものはあるのですが、庶民と違って貴族は陰陽思想に翻弄されているので、縁起のいい日しか風呂に入らないのです。縁起が悪い日に入ると、毛穴から邪鬼が入って寿命が縮むとか、体を流すのは「みそぎ」のような神聖な時にやるとか、まあ生きにくい時代だったのです。

ではお給料はいかほど？ 金銀財宝？ いえ、違います。そもそも、古代は貨幣経済がほとんど浸透しておら

ず、基本は物々交換の時代ですから、貴族の給料も現物支給です。例えば、米とか布とか特産品などです。ですから、単純に現在のお金に換算すると、と言われましてもなかなか計算しにくいですが、推定してみましょう。

「この世をば我が世とぞ思ふ望月の欠けたることもなしと思へば」とこの世の権勢を握ったぞ！ と豪語した藤原道長クラスだとどれくらいの給料だと思いますか？ ちなみにこの「望月の歌」は1018年に歌ったとされるので、今年はまさに1000年の記念yearでございます。

まず、道長は、摂政を辞して従一位に昇叙しました。従一位だと、まず田地が74町（律令の規定で書きます）もらえます。1町が約1万1900m²なので、880,600m²。当然、ちんぷんかんぷんですから、お決まりの東京ドームに換算しましょう！ 東京ドーム18.3個分です。まあ、これでも微妙ですが、とにかく大きな土地がまず、位の手当として出ます。この後、道長は太政大臣（今でいうと首相みたいなポストです）に就任しまして、太政大臣としての手当が、40町。さらに、あと東京ドーム10個分くらいが追加されるんです。それに封戸（ふこ）といって、家がもらえるんですが空き家をもらうのではなく、その戸から徴収できる税を一部もらえます。ちなみに道長だと、従一位で300戸、太政大臣で3000戸。そして、季節ごとのボーナスが布や鉄製農具、さらに資人といって従者（家臣みたいなものです）が合わせて400人。もはや、すごすぎて何をどこにどれだけ持てるか把握できない収入です。今の金額でいうと、年収4～5億円くらいではないかと試算している先生もいらっしゃいます。家臣だけで400人ですから、まさに企業の社長さんですね。

3. 鎌倉時代の武士の収入

「いざ、鎌倉！」と言われれば、命がけで戦にむかう男たち、まさにそれが鎌倉時代の武士、そして幕府に仕えた御家人なのです。しかし…。またまたここにも残念な事情が。まずは、「お

国のため、幕府のため、將軍様のため」に戦っているわけではありません。恩賞のために（褒美ですね）戦っているのです。だって、幕府の家臣になったからと言って給料が出るわけではありません。頼朝が活着している頃は、頼朝のサイン（花押といいます）付きの下文が渡される武士もいて、何かあればそのサイン付きの下文が自分の領地を守ってくれる保証書みたいなお守りになり、それこそが給料なのです。これが「御恩」の一種で、このために奉公していますし、もっと頑張って功績をあげれば新恩給与として、さらに御恩が受けられるかもしれません。だからこそ、戦うのです。また、鎌倉幕府に仕えし御家人はさぞかし多いのかと思いきや、国によっては十数人という国もあり、多いと言われた武蔵国（今でいう東京、埼玉、横浜市くらいまで）で90人未満だったという有様です。なんだか、意外ですね。

この時代は、武士だけをやっているわけではなく、むしろ農民が本業なのです。農民が武士をやる時代なので、武士だけで食べていくわけではありません。細々と自給自足を行い、武芸訓練をする生活で十分でした。だって、室町時代のように幕府が京都のような都会にできてしまったら、武士の生活はきっと公家化してしまい、いらぬ出費をしてしまいます。3代將軍足利義満の金閣のように今でいう約450億円ともいわれる金額を費やす武士にはなって欲しくないですよ。なぜか、武士は少し貧乏で、ハングリー精神があったほうがちょっとカッコいい気がしますね。

4. 江戸時代の武士の給料

さあ、江戸時代というまたまた生きにくい時代がやってきました。戦国時代のように「天下は回り持ち」ならば、頑張れば努力すれば身分が低かろうが、大きな収入や城、女性、なんでも手に入るかもしれません。織田信長だって、家柄はそこまで高いわけではなかったですから（守護代といって、守護大名の家来ですね）。近世は秀吉の太閤検地で、石高（米の収穫高）でその人物

の力を測る時代ですから、今の金額になかなか直しにくいですが、本能寺の変の直前に支配していた地域が、約700万石といわれ、金額にすると信長の年収は1500～1800億円位になると試算している先生もいらっしゃいます。もちろん、全部が信長のものではないにしろ、はるかに想像を絶する支配力ですね。

しかし、徳川家康やその息子たちによって、徐々に天下泰平の世が形成されてしまうのです。一般人にとってみれば、平和な世の中は嬉しいですが、武士にとっては地獄ですよ。忠義をみせる術も、昇進できるチャンスも奪われてしまうのですから。おかげで、殉死（主君のあとを追いかけて死んでいくことです）が一時流行してしまいます。かっこよく言えば、軍功に代わる忠義として、死んでいくのですが、実際は殉死して忠義をみせたことで石高が増加されるケースもあり、死んで家の収入を上げるなんて場合もあったようです（商腹なんて言われました）。結局、江戸時代は家柄が物を言うので、頑張っただけでどうなるの？ とテンションが落ちる武士たちは、屋間っから酒をあびる輩もいました。

しかし、平和な世だからこそ今までにない能力が武士に必要になります。そう、事務能力です。町奉行だって、実際に犯人を追いかけるわけではなく（追いかけるのは与力、同心、岡っ引き）、犯人を裁く裁判や、その記録をまとめたりする力が段々求められるようになります。一生懸命武芸を磨く時代から、一生懸命読み書きそろばん、教養を身につけることが必要になってきます。なんだか、変な時代になってきましたね。8代将軍徳川吉宗（暴れん坊将軍で一躍有名になりましたね。うちの息子もテレビ見て、「暴れん坊将軍になりたい」と叫んでいた時期がありました（泣））が、「足高（たしだか）の制」という画期的なシステムを構築しました。身分が低くても能力があつて重職に就いたら、その期間だけ石高を足してくれるというのです。頑張ったら給料があがる！ しかし、身分が低いのに昇進して給料が上がると、古

株がうるさいですからあくまでも就任しているときだけにして、辞任したらもとに戻すことで、古株の不満も抑えることができますから、このシステムは大きな反発もなく機能しました。

ただ、江戸時代の武士はもらった給料が全て自分のものになるわけではなく、軍役という義務を果たさなければならず、人や馬、場合によっては武器の準備もしなければなりません。自分の石高から人を雇って、そこに給料をだすので、手取りはだいぶ厳しかったかと思います。将軍の直参である旗本も、年収でいうと350～700万円位かなと。もちろん、悪くない数字ですが、旗本クラスがこれなら、もっと下の御家人は、苦しい生活だったでしょうね。「武士は喰わねど高楊枝」なんて言われ、楊枝削りや傘はりの内職をしていた武士もいたようです。かわいそうに想像したくないですね…。

5. 豪商の生活は？

なんか、テンションが下がってしまいましたね。ではここで豪商たちのすごすぎるエピソード出してみましょう。まずは、家康に仕えた呉服商の「茶屋四郎次郎」。本能寺の変をいち早く家康に伝えたのは彼だと言われています。信長と同盟関係にあった家康は当然、同じように命が狙われかねません。家康を無事送り届けるために、道を阻もうとする輩たちに金をばら蒔いたと言われています。おかげで、家康の保護下におかれますね。土農工商の時代ですから、商人なんて生きにくい世の中。天下泰平で腐った武士もいましたが、商人は生き抜く術を知っていますから。

「紀伊国屋文左衛門」とくれば、紀州のミカンが豊作で値段が暴落しそうなき、江戸ではミカンを祭りに使うので需要があるからと、わざわざ江戸に運んで財を築き、帰りには塩鮭を積んで大坂で、「流行病には塩鮭がいい！」なんて宣伝してちゃっかり儲ける。さらに「火事と喧嘩は江戸の華」ですから、火事の多い江戸を見込んで材木商でも儲けました。やっぱり、時代の先が見える人は成功するんですね。

大坂の「淀屋辰五郎」は米の先物取引で財を築きました。辰五郎は、暑い日に大工を集め、家の天井をはがさせてビードロを張らせて、金魚を泳がしたなんてエピソードもあります。1年間で遊興費に使った金額は1000億円とも言われる豪傑ぶりです。浮世草子で有名な井原西鶴の「好色一代男」のモデルが淀屋辰五郎では？ と噂されたこともあります。

明治時代に「地租改正」というのがあって、税を現金で取る！ と政府が宣言しました。しかし、これからは日本が近代化していくので必ず米の需要が高まり、米価が上がるとふんだ地主は、土地を小作に貸して小作料という家賃をとるのですが、あえて現物（米）で徴収するのです。明治政府は現金の方が安定すると思いましたが、地主は米が必ず上がると予想して、実際に巨利を得たのです。文左衛門もミカンから材木、淀屋の先物取引、さすが、先を読める人間は巨利を得るんですね。今の株取引もそうですよね、だって安い株を買って、高くなったら売る。ということは、買うときは上がることを見込まなければならないのですから。では、金遣いの荒い豪商とは異なり、知恵で財をなした越後屋さんのケースを見てみましょう。今度は、アイデアをもらってみましょうかね。

6. 三井の越後屋の商法とは？

伊勢松坂出身の三井家は、江戸で呉服商や両替商で財をなしました。江戸時代は「江戸の金遣い、大坂の銀遣い」と言われてきて、東日本は金貨を西日本は銀貨を主な通貨としていました。しかも、江戸初期は金貨と銀貨は数え方が違ったのです。金貨は計数貨幣といって数えられますが、銀貨は秤量貨幣といって秤で測ってから金額を出します。地域によって使っている貨幣が異なり、数え方も違うわけですから両替商の需要が高まるわけですね。また、越後屋は、呉服も扱っていますがその販売方法も画期的です。従来は、「注文を受けてから届ける」とか、「屋敷に商品を持っていく」といった訪問販売のような形式が一般的でしたし、支払いも今でいうボーナス払いのような

年2回とか、12月の年末に一気に払うのが一般的でした。しかし、越後屋は店先で販売したのです。しかも、正札（今でいう値札）を付けて販売したのです。「現金掛値なし」というキャッチコピーで、現金で払ってくれたら掛値なしで定価で販売してくれたので（今なら普通でしょうが、昔は現金ですぐに払わないので掛値されているのが普通ですから）、割安感があるんですよ、本当は定価なのに。今でもテレビでやってますよね、「2万円の所、今なら1万5千円！！」って、言われると「安くなってる！」って思うけど、2万円は掛値された金額ですよ。上手い商法ですけど、私は騙されないぞ！とここまでは買わないのですが、つい「今ならおまけがついてきます！」の一言で、注文している自分が愚かで、怖い（泣）。他にも、雨の日に店先に傘をおき、道行く人に無料で配りました。もちろん狙いは、その傘を持って帰ってもらって「越後屋」の文字が入った傘をそのまま使ってくれたら、いい宣伝効果になりますから。高い広告料を払うより、ただで宣伝してもらえるのですからむしろ笑いが止まりませんね。予備校業界も、消しゴムやクリアファイルやら、受験生が欲しがるところがありますもの。生徒は、なんでこんないいものくれるんだって、

喜んで広告塔になっています。上手いな…。

そうそう、三井の広告と言えばそれだけではありません。三井の越後屋とくれば、日本最初の百貨店「三越」を経営しております。日本最初の地下鉄が1927年に上野から浅草に通る、さらに伸ばそうと思っていましたが資金繰りはなかなか大変でした。そこで、三井はその資金を出資する代わりに「三越」に通じる駅を作らせました。まさに銀座線「三越前駅」です。どこを見たって、店の名前が駅名になるってあり得ない話ですよ。今、もしその権利をかうってことになったらどんな金額がつくのでしょうか（買えないか）。できあがった当初の「三越前駅」には、ホームの柱上部に三越を象徴する三本の銀線が巻かれ、やがて壁のタイルにも赤い三筋のラインが入りました。今は柱の銀線はなくなりましたが、銀座線の壁に引かれた線が、三越前駅だけ三本線になっているのは面白いので、ぜひそうしてみてください。最近は銀座線もリニューアルで「着物」の似合う駅にしようと今頑張っています。だって、三井は「薄利多売」で、決してハイリスクハイリターンを望まず、着実に頑張ったのです。客のために着物のイージーオーダーをやったり、反物売りではなく、必要な分だけ切り

売りしたり、客のニーズに合わせてくれたのですから。いつの世も、客のことを考えて商品を作って販売してもらいたいものですね。

7. 生きる術とは

みんないつの時代も、生きやすく楽な生活などないのです。年収が1000億円あったから織田信長は生きてたか？と言われたらそうではないですね。常に自分や他人との戦いの日々。三井財閥も戦前最大の財閥にはなったが、反感を買って三井合名会社理事が暗殺された事件も起こっています。そう、与えられた時代に、自分の精一杯の力で生きていく。周りがどんな生活をしているのかではなく、自分はどう生きたいのか。「こんな時代だから」とあきらめるなんて、悲しい。「こんな時代だから」生き抜く術も、楽しいこともありますよね。息子の身長が1センチ伸びた！コンビニのスピードくじでコーヒーストックが当たった！って、こんな小さな喜びでも絶叫できた自分は十分幸せです。私も、歴史を教えながら生徒がちょとでも「へえー」って納得してくれた時の喜びのため、日々どうやって教えようかな？と悩むこともありますが、それも楽しんです。私は今の時代大好きです。みなさんもそう少しでも思っていたら幸いです。

第7回定時総会・懇談会を開催

第7回定時総会は5月18日（金）、午後3時30分からアルカディア市ヶ谷6階「霧島」において開催された。

総会は、奈良間会長の挨拶、国土交通省大臣官房技術審議官 五道 仁美氏の来賓挨拶の後、議事に入り、第1号議案「平成29年度事業報告承認」、第2号議案「平成29年度決算承認」が上程され、第1号議案及び第2号議案について、特に異議はなく、原案どおり承認、可決された。

報告事項の第1号「平成30年度事業計画について」及び第2号「平成29年度収支予算について」報告され、いずれも、特に異議はなく、報告事項については終了した。

以上ですべての議事を終了し午後4時20分に閉会した。

午後5時から同所6階「阿蘇」において「懇談会」を開催した。懇談会は奈良間会長の挨拶、国土交通省技監 森 昌文氏の祝辞の後、一般社団法人日本塗装工業会 副会長 北原 正氏の乾杯の音頭で開演、午後7時過ぎに盛会裏に終了した。



総会：奈良間会長 挨拶



総会：国土交通省 五道技術審議官 来賓挨拶



懇談会：森技監 祝辞



懇談会：日本塗装工業会 北原副会長 乾杯

平成 30 年度会長表彰

平成 30 年度表彰式は第 7 回定時総会終了後に行われ、優秀施工賞及び安全施工者表彰の受賞者に対し表彰状を授与し、併せて、副賞として記念品を贈呈した。

受賞者 優秀施工賞

安保塗装株式会社

一島 弘樹（日東塗装株式会社）

松橋 悠也（大同塗装工業株式会社）

小田 大登（大同塗装工業株式会社）

安全施工者表彰

首藤 将志（東海塗装株式会社）

「高塗着スプレー塗装施工管理技術者」認定講習・試験を実施

平成 29 年度「高塗着スプレー塗装施工管理技術者」の認定試験及び更新講習会を東京及び名古屋で実施し、34 名（新規 7 名、更新 27 名）が認定された。これで平成 16 年度からの認定者の累計は 195 名となった。

「高塗着スプレー塗装技能者」講習会を開催

平成 29 年度「高塗着スプレー塗装技能者」講習会を東京及び名古屋で実施し、23 名（新規 6 名、更新 17 名）が修了した。これで、平成 16 年度からの修了者の累計は 118 名となった。

2 級土木施工管理技術検定試験（鋼構造物塗装）受験準備講習会の開催

平成 29 年度 2 級土木施工管理技術検定試験（鋼構造物塗装）の受験者を対象に講習会を開催した。東京、大阪及び福岡で実施し、156 名が受講した。

会議等開催状況

【第6回定時総会】

日 時 平成 29 年 5 月 16 日（火） 15 時 00 分～ 16 時 10 分

場 所 アルカディア市ヶ谷 3 階「富士東」

議 事 第 1 号議案 平成 28 年度事業報告承認の件

第 2 号議案 平成 28 年度決算及び公益目的支出計画実施報告書承認の件

第 3 号議案 役員選任の件

報告事項

第 1 号 平成 29 年度事業計画について

第 2 号 平成 29 年度収支予算について

【第 11 回理事会】

日 時 平成 29 年 4 月 21 日（金） 15 時 15 分～ 16 時 10 分

場 所 アットビジネスセンター東京駅 4 階 405 会議室

議 題 (1) 平成 28 年度事業報告（案）の承認について

(2) 平成 28 年度収支決算（案）の承認について

(3) 平成 28 年度事業監査の報告について

(4) 役員の改選について

【第 12 回理事会】

日 時 平成 30 年 3 月 22 日（木） 15 時 55 分～ 16 時 35 分

場 所 アットビジネスセンター東京駅 406 会議室

議 題 (1) 平成 30 年度事業計画（案）の承認について

(2) 平成 30 年度収支予算（案）の承認について

(3) 顧問の選任及び解任の承認について

(4) 平成 30 年度会長表彰の承認について

【第 71 回運営審議会】

日 時 平成 29 年 4 月 21 日（金） 13 時 30 分～ 15 時 10 分

場 所 アットビジネスセンター東京駅 4 階 405 会議室

議 題 (1) 平成 28 年度事業報告（案）の審議について

(2) 平成 28 年度収支決算（案）の審議について

(3) 平成 28 年度事業監査報告について

(4) 役員の改選について

【第 72 回運営審議会】

日 時 平成 29 年 7 月 26 日（火） 15 時 00 分～ 17 時 10 分

場 所 アットビジネスセンター東京駅 4 階 406 会議室

議 題 (1) 当協会の運営について

【第 73 回運営審議会】

日 時 平成 29 年 10 月 24 日 (火) 15 時 00 分～ 17 時 00 分
場 所 アットビジネスセンター東京駅 4 階 406 会議室
議 題 (1) 当協会の運営について
(2) 賛助会員の入会について

【第 74 回運営審議会】

日 時 平成 30 年 3 月 22 日 (木) 14 時 00 分～ 15 時 55 分
場 所 アットビジネスセンター東京駅 406 会議室
議 題 (1) 平成 30 年度事業計画 (案) について
(2) 平成 30 年度収支予算 (案) について
(3) 顧問の選任及び解任の承認について
(4) 平成 30 年度会長表彰について

平成 30 年度役員名簿

会 長	奈良間 力	東海塗装(株)	代表取締役会長
副 会 長	加藤 敏行	昌英塗装工業(株)	代表取締役
副 会 長	鈴木 喜亮	(株)ナカセン	代表取締役
業務執行理事	河上 貞	(一社)橋塗協	(兼)事務局長
理 事	小掠 武志	(株)小掠塗装店	代表取締役
理 事	鷺見 泰裕	岐阜塗装(株)	代表取締役社長
理 事	住澤 壮吉	住澤塗装工業(株)	代表取締役社長
理 事	槌谷 幹義	大同塗装工業(株)	代表取締役社長
理 事	中野 邦昭	日本ペイント(株)	顧客推進部専任部長
理 事	中野 正則	前(一財)土木研究センター	専務理事
理 事	長崎 和孝	(株)長崎塗装店	取締役会長
理 事	半野 久光	前首都高メンテナンス東東京(株)	代表取締役社長
理 事	檜垣 匠	建装工業(株)	専務取締役 営業本部長
理 事	吉崎 収	(一社)日本橋梁建設協会	副会長兼専務理事
理 事	吉田 幸一	建設塗装工業(株)	相談役
監 事	坂倉 徹	(株)サカクラ	代表取締役社長
監 事	竹内 義人	(株)駒井ハルテック	副社長
			理事 (五十音順)

第21回技術発表大会報告

恒例の技術発表大会は5月18日、千代田区市ヶ谷のアルカディア市ヶ谷において開催されました。奈良間会長による開会あいさつに続いて4件が発表されました。今年度も例年と同様に112名が参加し、熱心に聴講して頂きました（写真参照）。今年度も昨年と同様にテーマ数4件としたため、各発表とも十分な発表時間や質疑応答が取れ、発表者、聴講者ともに好評のうちに終わることができ、当協会関係者も大変感謝しております。

以下に各講演について簡単に報告いたします（詳細は予稿集及び当協会HPをご参照ください）。

「関東地方整備局における老朽化対策の取組み」

国土交通省 関東地方整備局 道路部 道路保全企画官

講師 設楽 隆久

関東地方整備局管内に保有している橋梁、トンネルの現状について説明され、それら構造物の点検や診断の取組み、及び点検診断結果を踏まえた修繕計画や予防保全の取組みについて分かりやすく講演された。

「若戸大橋関連構造物の先駆的な塗装」

鈴木産業株式会社 技術顧問 講師 福本英一郎

我が国最初の海峡部吊橋である若戸大橋及びその

関連構造物の塗装について、新設塗装から数回の行われた塗替え塗装の変遷や現状を説明された。また、本橋の維持管理に長年携わった講師が100年維持を目指した無機質系塗装による塗替え塗装状況及びその耐久性について発表された。

「反応性塗料を適用した発錆炭素鋼の乾湿促進腐食試験による腐食挙動」

長瀬産業株式会社 講師 高橋 正充

さびが少々残存している鋼材面に本発表の反応性塗料を塗装することによって、マグネタイトの安定さびになること、及びその理由を試験板による促進腐食試験結果について発表された。

「鋼橋塗替え工事における労働衛生対策」

興研株式会社 講師 上福元清隆

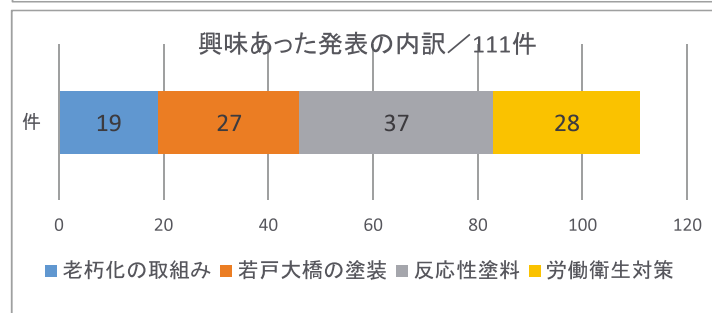
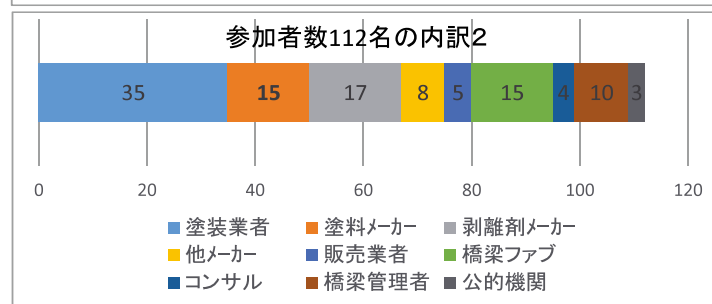
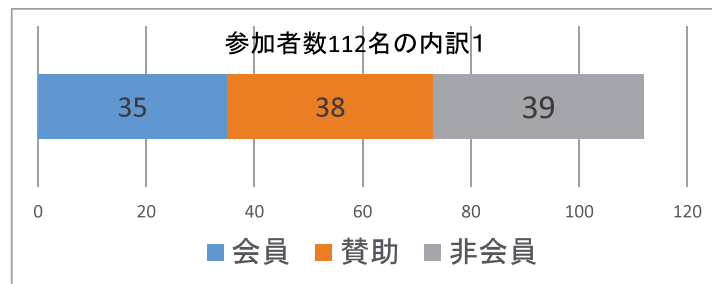
化学物質の有害物の管理体系を踏まえ、鋼橋塗替え工事において労働衛生管理上に留意すべき事項として、素地調整作業や塗装作業における有害物発散作業、作業環境管理、呼吸用保護具及びその保守管理について分かりやすく発表された。



(写真)

一般社団法人 日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会

第21回技術発表大会



備考)

関東地方整備局

鈴木産業(株)

長瀬産業(株)

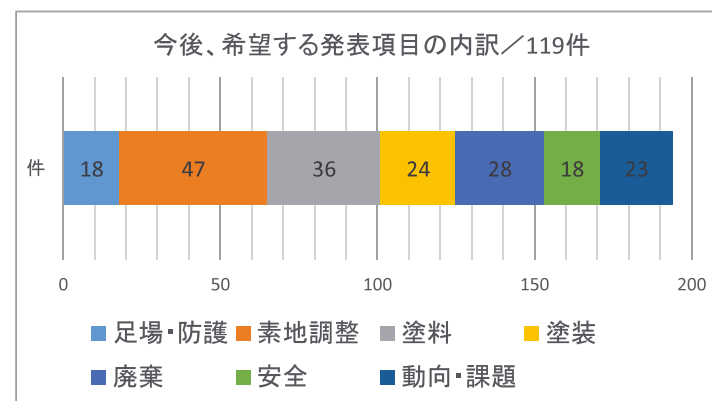
興研(株)

関東地方整備局における老朽化対策の取組み

若戸大橋関連構造物の先駆的な塗装

反応性塗料を適用した発錆炭素鋼の乾湿促進腐食試験の腐食挙動

鋼橋塗替え工事における労働衛生対策



会社名	〒	住所	TEL	FAX
北海道地区(2 社)				
●北海道(2 社)				
池田工業(株)	049-0156	北海道北斗市中野通 218-3	013-78-7666	0138-73-7682
(株)大島塗装店	063-0823	北海道札幌市西区発寒 3 条 2-4-18	011-663-1351	011-664-8827
東北地区(14 社)				
●青森県(2 社)				
(有)柿崎塗装	031-0801	青森県八戸市江陽 5-6-20	0178-43-2979	0178-43-8825
(株)富田塗装所	031-0804	青森県八戸市青葉 2-12-17	0178-46-1511	0178-46-1513
●秋田県(9 社)				
(有)大館工藤塗装	017-0823	秋田県大館市字八幡沢岱 69-7	0186-49-0029	0186-42-8592
(株)加賀昭塗装	011-0942	秋田県秋田市土崎港東 2-9-12	018-845-1247	018-846-8822
(株)黒澤塗装工業	010-0001	秋田県秋田市中通 3-3-21	018-835-1084	018-836-5898
三建塗装(株)	010-0802	秋田県秋田市外旭川字田中 6	018-862-5484	018-862-5564
(株)ナカセン	010-1424	秋田県秋田市御野場 8-1-5	018-839-6110	018-839-6116
平野塗装工業(株)	010-0971	秋田県秋田市八橋三和町 17-24	018-863-8555	018-877-4774
(株)フジベン	010-0802	秋田県秋田市外旭川字田中 6-3	018-866-2235	018-866-2238
丸谷塗装工業(株)	010-0934	秋田県秋田市川元むつみ町 7-17	018-823-8581	018-823-8583
(株)山田塗料店	015-0852	秋田県由利本荘市一番堰 180-1	0184-22-8253	0184-22-0618
●山形県(3 社)				
(株)トウショー	999-3511	山形県西村山郡河北町谷地字月山堂 870	0237-72-4315	0237-72-4145
(株)ナカムラ	997-0802	山形県鶴岡市伊勢原町 26-10	0235-22-1626	0235-22-1623
山田塗装(株)	998-0851	山形県酒田市東大町 3-7-10	0234-24-2345	0234-24-2347
関東地区(29 社)				
●茨城県(1 社)				
(株)マスタ塗装店	310-0031	茨城県水戸市大工町 3-2-8	029-224-8807	029-272-3191
●千葉県(4 社)				
朝日塗装(株)	273-0003	千葉県船橋市宮本 3-2-2	047-433-1511	047-431-3255
呉光塗装(株)	271-0054	千葉県松戸市中根長津町 25	047-365-1531	047-365-4221
平世美装(株)	292-0834	千葉県木更津市潮見 4-14-8	0438-37-1035	0438-37-1039
ヨシハタ工業(株)	260-0813	千葉県千葉市中央区生実町 1827-7	043-266-5105	043-266-5194
●東京都(16 社)				
(株)朝原塗装店	140-0011	東京都品川区東大井 1-13-12 クレールメゾン品川 109 号室	03-3450-5148	03-3450-5190
磯部塗装(株)	136-0071	東京都江東区亀戸 7-24-5	03-5858-1358	03-5858-1359
久保田塗装(株)	112-0013	東京都文京区音羽 1-27-13	03-6912-0406	03-6912-0407
建設塗装工業(株)	101-0044	東京都千代田区鍛冶町 2-6-1 堀内ビルディング 7 階	03-3252-2511	03-3252-2514
建装工業(株)	105-0003	東京都港区西新橋 3-11-1	03-3433-0757	03-3433-4158
江東塗装工業(株)	132-0025	東京都江戸川区松江 7-3-10	03-3653-8141	03-3653-7227
(株)河野塗装店	111-0034	東京都台東区雷門 1-11-3	03-3841-5525	03-3844-0952
昌英塗装工業(株)	167-0021	東京都杉並区井草 1-33-12	03-3395-2511	03-3390-3435
大同塗装工業(株)	155-0033	東京都世田谷区代田 1-1-16	03-3413-2021	03-3412-3601
(株)テクノ・ニッソー	144-0051	東京都大田区西蒲田 3-19-13	03-3755-3333	03-3755-3355
東亜塗装工業(株)	112-0002	東京都文京区小石川 5-35-11	03-5804-6211	03-5804-6212
東海塗装(株)	146-0082	東京都大田区池上 5-5-9	03-3753-7141	03-3753-7145
(株)富田鋼装	133-0052	東京都江戸川区東小岩 1-24-12	03-3672-1707	03-3657-1892
(株)ナブコ	135-0042	東京都江東区木場 2-20-3	03-3642-0002	03-3643-7019
丸喜興業(株)	154-0023	東京都世田谷区若林 2-7-9	03-3422-3255	03-3412-4907
(株)ヤオテック	144-0053	東京都大田区蒲田本町 2-15-1	03-3737-1225	03-3737-1279

会社名	〒	住所	TEL	FAX
●神奈川県(6 社)				
(株)コーケン	236-0002	神奈川県横浜市金沢区鳥浜町 12-7	045-778-3771	045-772-8661
(株)サクラ	235-0021	神奈川県横浜市磯子区岡村 7-35-16	045-753-5000	045-753-5836
清水塗工(株)	221-0071	神奈川県横浜市神奈川区白幡仲町 40-35	045-432-7001	045-431-4289
シンヨー(株)	210-0858	神奈川県川崎市川崎区大川町 8-6	044-366-4771	044-366-4810
日東塗装(株)	216-0001	神奈川県川崎市宮前区野川 1002-2	044-788-1944	044-751-9052
(株)ヨコソー	238-0023	神奈川県横須賀市森崎 1-17-18	046-834-5191	046-834-5166
●長野県(2 社)				
安保塗装(株)	390-0805	長野県松本市清水 2-11-51	0263-32-4202	0263-32-4229
桜井塗装工業(株)	380-0928	長野県長野市若里 1-4-26	026-228-3723	026-228-3703
北陸地区(11 社)				
●新潟県(2 社)				
(株)小島塗装店	943-0828	新潟県上越市北本町 2-6-8	025-523-5679	025-523-5195
平川塗装(株)	950-0950	新潟県新潟市中央区鳥屋野南 3-1-15	025-281-9258	025-281-9260
●富山県(1 社)				
住澤塗装工業(株)	939-8261	富山県富山市萩原 72-1	076-429-6111	076-429-7178
●石川県(4 社)				
(有)沖田塗装	921-8066	石川県金沢市矢木 3-263	076-240-0677	076-240-3267
(株)川口リファイン	921-8135	石川県金沢市四十万 5-3-2	076-287-5280	076-259-0124
萩野塗装(株)	920-0364	石川県金沢市松島町 3-26	076-272-7778	076-249-1103
(株)若宮塗装工業所	920-0968	石川県金沢市幸町 9-17	076-231-0283	076-231-5648
●福井県(4 社)				
(株)岡本ペンキ店	914-0811	福井県敦賀市中央町 2-11-30	0770-22-1214	0770-22-1227
(株)塚田商事	910-0016	福井県福井市大宮 6-15-24	0776-22-2991	0776-22-4898
(株)野村塗装店	910-0028	福井県福井市学園 2-6-10	0776-22-1788	0776-22-1659
(株)山崎塗装店	910-0017	福井県福井市文京 2-2-1	0776-24-2088	0776-24-5191
中部地区(5 社)				
●愛知県(2 社)				
(株)佐野塗工店	457-0067	愛知県名古屋市南区上浜町 215-2	052-613-2997	052-612-3891
ヤマダインフラテクノス(株)	476-0002	愛知県東海市名和町石塚 12-5	052-604-1017	052-604-6732
●岐阜県(3 社)				
(株)内田商会	502-0906	岐阜県岐阜市池ノ上町 4-6	058-233-8500	058-233-8975
岐阜塗装(株)	500-8262	岐阜県岐阜市茜部本郷 3-87-1	058-273-7333	058-273-7334
(株)森塗装	500-8285	岐阜県岐阜市南鶉 7-76-1	058-274-0066	058-274-0472
近畿地区(8 社)				
●大阪府(4 社)				
(株)小掠塗装店	551-0031	大阪府大阪市大正区泉尾 3-18-9	06-6551-3588	06-6551-4319
(株)ソトムラ	577-0841	大阪府東大阪市足代 3-5-1	06-6721-1644	06-6722-1328
鉄電塗装(株)	534-0022	大阪府大阪市都島区都島中通 2-1-15	06-6922-5771	06-6922-1925
(株)ハーテック	550-0022	大阪府大阪市西区本田 1-3-23	06-6581-2771	06-6581-3063
●兵庫県(4 社)				
(株)伊藤テック	661-0043	兵庫県尼崎市武庫元町 1-29-3	06-6431-1104	06-6431-3529
(株)ウェイズ	657-0846	兵庫県神戸市灘区岩屋北町 4-3-16	078-871-3826	078-871-3946
千代田塗装工業(株)	672-8088	兵庫県姫路市飾磨区英賀西町 1-29	079-236-0481	079-236-8990
(株)日誠社	673-0011	兵庫県明石市西明石町 2-1-13	078-923-3674	078-923-3621

会社名	〒	住所	TEL	FAX
-----	---	----	-----	-----

中国・四国地区(10 社)

●島根県(1 社)

蔵本工業(株)	697-0027	島根県浜田市殿町 83-8	0855-22-0808	0855-22-7853
---------	----------	---------------	--------------	--------------

●岡山県(2 社)

(株)西工務店	700-0827	岡山県岡山市北区平和町 4-7	086-225-3826	086-223-6719
(株)富士テック	700-0971	岡山県岡山市北区野田 5-2-13	086-241-0063	086-241-3968

●広島県(5 社)

(株)カネキ	733-0841	広島県広島市西区井口明神 2-7-5	082-277-2371	082-277-6344
第一美研興業(株)	731-5116	広島県広島市佐伯区八幡 3-16-13	082-928-2088	082-928-2268
司産業(株)	734-0013	広島県広島市南区出島 2-13-49	082-255-2110	082-255-2142
(株)長崎塗装店	730-0036	広島県広島市西区観音新町 1-7-24	082-233-5600	082-233-5622
日塗(株)	721-0952	広島県福山市曙町 1-10-10	084-954-7890	084-954-7896

●徳島県(2 社)

(株)シンコウ	772-0003	徳島県鳴門市撫養町南浜字東浜 34-13	088-686-9225	088-686-0363
(株)平井塗装	770-0804	徳島県徳島市中吉野町 4-41-1	088-631-9419	088-632-4824

九州地区(2 社)

●宮崎県(2 社)

(株)くちき	880-2101	宮崎県宮崎市大字跡江 386-4	0985-47-3585	0985-47-3586
吉川塗装(株)	883-0021	宮崎県日向市財光寺字沖の原 1055-1	0982-53-1516	0982-53-5752

沖縄地区(1 社)

●沖縄県(1 社)

(株)沖縄神洋ペイント	903-0103	沖縄県中頭郡西原町字小那覇 1293	098-945-5135	098-945-4962
-------------	----------	--------------------	--------------	--------------

(以上 82 社)

賛助会員

会社名	〒	住所	TEL
旭硝子(株)化学品カンパニー	100-8405	東京都千代田区丸の内 1-5-1 新丸の内ビルディング	03-3218-5040
大塚刷毛製造(株)	160-8511	東京都新宿区四谷 4-1	03-3357-4711
関西ペイント販売(株)	144-0045	東京都大田区南六郷 3-12-1	03-5711-8901
三協化学(株)	461-0011	愛知県名古屋市東区白壁 4-68	052-931-3111
三彩化工(株)	531-0076	大阪府大阪市北区大淀中 3-5-30	06-6451-7851
(株)島元商会	457-0075	愛知県名古屋市南区石元町 3-28-1	052-821-3445
神東塗料(株)	661-8511	兵庫県尼崎市南塚口町 6-10-73	06-6426-3355
G-TOOL (株)	461-0001	愛知県名古屋市東区泉 1-13-1 泉第三パーキングビル 3F	052-265-8091
JFE エンジニアリング(株)	230-8611	神奈川県横浜市鶴見区末広町 2-1	03-6212-0035
大伸化学(株)	105-0012	東京都港区芝大門 1-9-9 野村不動産芝大門ビル 11F	03-3432-4786
大日本塗料(株)	554-0012	大阪府大阪市此花区西九条 6-1-124	06-6466-6661
(株)トウベ	592-8331	大阪府堺市西区築港新町 1-5-11	072-243-6411
日本ペイント(株)	140-8677	東京都品川区南品川 4-7-16	03-5479-3602
(株)ネオス	650-0001	兵庫県神戸市中央区加納町 6-2-1 神戸関電ビル 7 階	078-331-9382
みぞぐち事業(株)	041-0824	北海道函館市西梗町 589-44	0138-48-0810
山一化学工業(株)	110-0005	東京都台東区上野 3-24-6 上野フロンティアタワー 15 階	03-3832-8121
山川産業(株)	660-0805	兵庫県尼崎市西長洲町 1-3-27	06-4868-1560
好川産業(株)	550-0015	大阪府大阪市西区南堀江 1-19-5	06-6538-3951

(以上 18 社)

ニューフッソシステム

～新たな時間軸～

有機ジンクリッチペイントの弱溶剤化によりオール弱溶剤システムが完成。
弱溶剤厚膜形ふっ素樹脂塗料上塗ラインナップにより超長期耐候性が実現。
塗替え周期が新たな時間軸にむかう。

ニュージンクHB
(弱溶剤有機ジンクリッチペイント)

ニューエポ21プライマー
(弱溶剤変性エポキシ樹脂塗料下塗)

ニューエポHBプライマー
(弱溶剤厚膜形変性エポキシ樹脂塗料下塗)

ニューフッソ21中塗
(弱溶剤ふっ素樹脂塗料用中塗(ウレタンタイプ))

ニューフッソ21中塗E
(弱溶剤ふっ素樹脂塗料用中塗(エポキシタイプ))

ニューフッソ21DC上塗
(弱溶剤ふっ素樹脂塗料上塗)

ニューフッソHB上塗
(弱溶剤厚膜形ふっ素樹脂塗料上塗)

TOHPE CORPORATION

<http://www.tohpe.co.jp/>

本社 〒592-8331 堺市西区築港新町一丁目5番地11

TEL(072)243-6452 FAX(072)243-6407

東京支店 〒110-0015 東京都台東区東上野六丁目16番10号(KBUビル)

TEL(03)3847-6441 FAX(03)3847-6445

鋼構造物用 塗膜剥離剤

旧塗膜に合わせて3種類をラインナップ!

ネオリバー泥パック工法

パック(湿潤化)の効果で飛散を防ぐ

鋼道路橋塗膜除去新技術

NETIS登録番号:KK-070037-VE



三彩化工株式会社
SANSAIKAKO

地球と共生できる企業を目指して

◆本社 〒531-0076 大阪府大阪市北区大淀中3-5-30

TEL 06-6451-7851(代) FAX 06-6451-1187

◆営業所 大阪・名古屋・東京 ◆駐在所 広島

URL <http://www.sansai.com>

ネオリバー泥パック工法

検索

高塗着スプレー塗装工法

NETIS 登録番号：HR-050017-V



株式会社 島元商会

代表取締役 島元 隆幸

○取扱代理店

旭サナック(株)製高塗着スプレーシステム
高塗着スプレー用アース分岐システム
高塗着スプレー関係 現場 設営 指導

○ほか営業品目

塗装用刷毛各種・ブラシ各種
塗装機器・養生用品・防災用品
仮設資材・その他建築塗装用資材一式

〒457-0075 名古屋市南区石元町 3-28-1
電話 052-821-3445 FAX 052-821-3585

(一社) 日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会賛助会員
愛知県塗装技術研究会賛助会員
アース分岐システム特許取得番号 第 399101 号

鋼構造物用 水系塗膜はく離剤

バイオハクリ

B A I O H A K U R I

X-WB

◎ 国土交通省 新技術情報提供システム NETIS登録No. KT-160043-A

◎ 厚生労働省 平成26年5月30日 基安労発0530 第1号

鉛等有害物を含有する塗料の剥離やかき落とし作業における 労働者の健康障害防止について
「剥離作業:湿潤化」準拠品



YAMAICHI

山一化学工業株式会社 剥離事業部

〒110-0005 東京都台東区上野 3-24-6

上野フロンティアタワー15階

TEL. 03-3835-8660 FAX. 03-3835-1128

E-mail : hpkaisyu@yci.co.jp

ホームページ

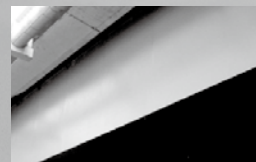
www.yamaichikagaku.com

山一化学工業株式会社

検索

AGC

美しい橋梁、 ルミフロン 30年 の実績。



神田川橋(21年目)

輝きを失わず30年経過した橋梁。

「ルミフロン」は長年に渡る実暴試験に支えられています。

経年変化の詳しいデータはホームページをご覧ください。URL⇒<http://www.agc-chemicals.com>

AGC株式会社 化学品カンパニー

100-8405 東京都千代田区丸の内1-5-1 新丸の内ビルディング Tel 03-3218-5040 Fax 03-3218-7843
<http://www.agc-chemicals.com>



PAINTING TOMORROW®

リベットシェーバー&ケレンマイスター

『リベットシェーバー RS-FT型』

国土交通省新技術情報提供システム『NETIS』登録

丸型リベットの塗膜はく離に威力を発揮し橋梁等鋼構造物の塗装業者様にご好評いただいている「リベットシェーバー RS-FT型」が、この度国土交通省新技術情報提供システム「NETIS」に登録されました。

NETIS 番号: KT-170013-A 新技術名称: リベットシェーバー FT型

無段変速付きのジスクグラインダに取り付けると低速回転で丸型リベットの塗膜はく離ができ、橋梁等の塗り替え工事に役立つ画期的なツールです。



●リベットシェーバー
RS-FT型



リベットの塗膜除去を
スピーディーに!!

●ケレンマイスター

特殊鋼ヘリカルブレードを採用、六角ボルトやナット部の側面・先端面だけでなく、平面部のケレン処理ができます。



ボルト・ナット部を傷つけず
低騒音での塗膜はく離作業が
可能!!

※撮影のためカバーを外しています。
作業の際はカバーをお付け下さい。

世界をリードする刷毛・ローラー・塗装機器の総合メーカー

㊦大塚刷毛製造株式会社 本社 マーケティング二部

〒160-8511 東京都新宿区四谷4-1 TEL:03-3359-8724 FAX:03-3352-2915
URL <http://www.maru-t.co.jp>



鋼製橋梁の長寿命化対策 省工程塗替えシステム

鋼構造物リバイブ工法

NETIS

登録塗料

登録番号: CG-110021-VE

ブリストルブラスター.....ハンディ工具によるブラスト処理面形成

登録番号: TH-090014-VR

ユニテクト30SF.....高耐候 中塗・上塗り兼用塗料

Rc-Ⅲ塗装系をRc-I級の耐久性に向上

長期防食性に影響する下地処理面のグレードをUP!

ブラスト処理面が形成できるハンディタイプの動力工具を使用する事で、通常の動力工具では除錆不可能な残存さびを清浄な鋼材面にすることが出来ます。(清浄な鋼材面となった補修箇所は、Rc-Iと同様に有機ジンクリッチペイントの適用が可能です)

省工程形塗料の組合せにより、工期短縮とコスト低減が実現!

厚膜形変性エポキシ樹脂塗料下塗と、ふっ素塗料同等以上の耐候性を有した、シリコン変性エポキシ樹脂中塗上塗兼用塗料の組合せにより、従来のRc-Ⅲ品質を維持したまま工程を短縮することができます。

(例: Rc-Ⅲ塗装工程の場合、5工程から3工程に短縮が可能です)



関西ペイント

【お問い合わせ】 関西ペイント販売(株) 防食塗料販売本部

〒144-0045 東京都大田区南六郷3丁目12番1号

TEL. 03-5711-8904

DNT重防食塗料

NETIS登録

(国土交通省 新技術情報提供システム)

商品シリーズ



NETIS 登録番号 KT-060143-Ⅳ

※サビシャットはNETIS掲載期間が終了し、現在はNETISプラスに掲載されています。
平成27年度 推奨技術 国土交通省 新技術活用システム検討会議

さびを固めて安定化
塗布形素地調整軽減剤 特許商品

サビシャット

Sabi Shut

NETIS 登録番号 KK-130038-A

防食下地(ジンクリッチペイント)から
上塗りまで、すべて水性

DNT水性重防食システム

NETIS 登録番号 SK-160001-A

低温乾燥性・防食性・作業性に
優れた下塗塗料

Vグランシリーズ

NETIS 登録番号 CG-150007-A

厚膜形ふっ素樹脂塗料



VフロンHBシリーズ

NETIS 登録番号 KK-170008-A

耐候性鋼保護性さび形成促進剤

イーラス

NETIS 登録番号 CG-120004-A

浸透性吸水防止システム
シラン・シロキサン系表面含浸材

レジノーク Type1

NETIS 登録番号 CB-120014-VR

水性無機系コンクリート片はく落防止システム

VFRM-トンネル内装システム

NETIS 登録番号 KT-120079-VR

多機能付与形コンクリート保護

レジコート SD工法

鋼
構
造
物

コン
クリート
構
造
物

DNT 大日本塗料株式会社

●大 阪 ☎06-6466-6626 ●東 京 ☎03-5710-4502 ●名古屋 ☎052-332-1701

http://www.dnt.co.jp/ 塗料相談室フリーダイヤル 0120-98-1716

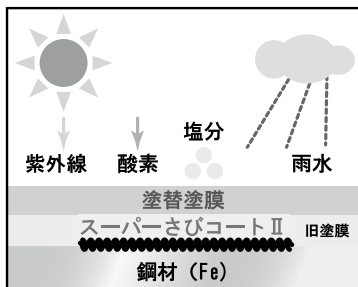
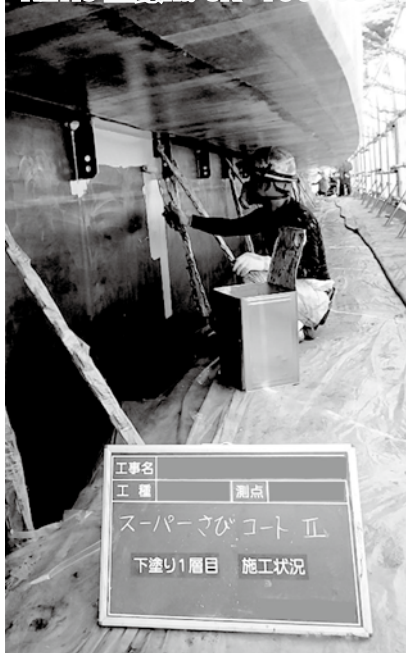
スーパーさびコートⅡシリーズ

スーパーさびコートⅡ(標準形)
スーパーさびコートⅡマイルド(弱酸性形)

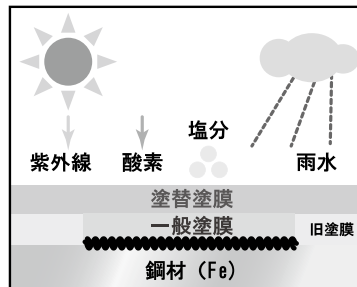
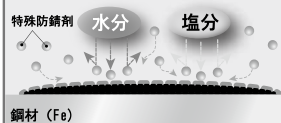
●スーパーさびコートⅡがさびの発生・進行を抑える仕組み

暴露環境下では経時で腐食性イオン（水分（OH⁻）、酸素（O₂）、塩化物イオン（Cl⁻）など）が塗膜を透過して鋼材に接触し、さびを生成します。鋼材にさびが残存しているとこれを加速させます。

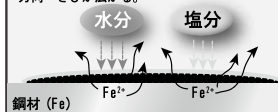
NETIS登録No. SK-150009-A



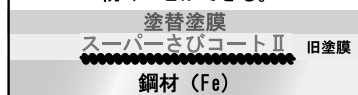
●スーパーさびコートⅡがあるとき!!
スーパーさびコートⅡに配合した特殊防錆剤が腐食性因子（OH⁻、Cl⁻）と鋼材の接触で起こる鉄イオンの溶出反応を抑え（インヒビター効果）さびの生成反応を抑える。



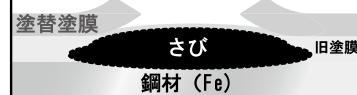
●スーパーさびコートⅡがないとき……
変性エポキシなどの一般塗膜では経時で腐食性イオンが塗膜を透過して鋼材と接触し、鉄イオンとなる溶出反応（溶解活性）が起こり、さびの生成反応につながる。これが進行すると深さ方向、面方向へさびが広がる。



スーパーさびコートⅡシステムは、深さ方向・面方向へのさびの進行を防ぐことができる。



一般の塗装システムでは、経時で深さ方向、面方向にさびが拡大する。



くらし ゆたかに あざやかに 未来を創造するコーティング

神 東 塗 料

東 京 03(3522)1672
大 阪 06(6426)3763

名古屋 052(612)0293
www.shintopaint.co.jp

ニッペ

水性防食システム

日本ペイントのコーティング・テクノロジーが実現する新たな未来

NETIS(国土交通省新技術情報提供システム)
登録番号KK-120064-A

水性ジンキー 8000 HB

水性ハイボン 20

水性ハイボン 30 中塗

水性ハイボン 50 上塗

水性デュフロン 100 中塗

水性デュフロン 100 上塗

Water Born
corrosion-resistant
SYSTEM
時代は
水性へ



日本ペイント株式会社

<https://www.nipponpaint.co.jp/>

ブラスト面形成動力工具【ブリストルブラスター®】 NETIS登録番号：CG-110021-VE



国土交通省 新情報システムNETIS最高位の活用促進技術**VE**に！

MBX-3500X
エアタイプ



ブラスト面を形成できる動力工具『ブリストルブラスター®』は、全国86件の国交省管轄工事で適用され、それらの工事での活用効果評価結果が評価され

2018年4月、国土交通省の新技術情報システムNETISで最高位の“VE”となりました。

ブリストルブラスター®

MRX-2700X
電動タイプ(シングル)



ブリストルブラスター®W

MRX-4000X
電動タイプ(ダブル)



(一社)日本道路協会「鋼道路橋防食便覧」および首都高速道路株「鋼橋塗装設計施工要領」等に記載されている素地調整1種相当の動力工具です

◆発注者・コンサルタントのメリット

物件発注の設計に際して、適用する場合の制約もなくなり今まで以上に橋梁塗替え工事等に容易に適用し易くなります。

◆受注者・施工者のメリット

技術を発注者・コンサルタントに更に提案しやすくなります。この技術を適用することで、受注物件工事の技術ポイントが上がり、その工事の技術評価がアップし、また次の受注工事においても有利になります。

有害塗膜の素地調整工法塗膜剥離剤+ブリストルW工法

●工程-1 塗膜剥離剤

●工程-2 ブリストルブラスター®W



+



鉛、クロム、PCB等有害物含有塗膜を安全に剥離除去し、且つ、塗替え塗装の耐久性を確保する素地調整1種相当を得る工法です。



(一社)日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会賛助会員

G-TOOL株式会社

〒461-0001 名古屋市東区泉1-13-1-3F

TEL: 052-265-8091 FAX: 052-2658-8092

E-mail: info@g-tool.jp URL: www.g-tool.jp/



水性塗膜はく離剤を使用した
環境にやさしい塗膜はく離工法

EPP工法 (エコ・ペイント・ピーリング工法)

Eco Paint Peeling Method

(NETIS 登録番号：KT-150081-A)

※2017年4月より、本工法で使用する剥離剤の名称はアクアインプラスになりました。(旧称：インタープラス)

<http://www.jfe-eng.co.jp>

安全
で
安心

後処理が
容易

使い方が
簡単

JFE エンジニアリング 株式会社
 JFE 橋梁事業部 営業部 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目8番1号
 TEL: 03-6212-0035 FAX: 03-6212-0068

環境とLCCに貢献する常温硬化の無溶剤無機塗料 セラニック・セラトン

平成15年度
文部科学大臣賞

国交省NETIS登録
KT-990163-V

ホルムアルデヒド拡散等級
F☆☆☆☆

日本国特許 第3263331号
日本国特許 第2137192号

橋梁、水門、トンネル、建築、フラント設備等で多数の実績

セラニック・セラトンはオルガノポリシロキサン樹脂を主成分とする特許技術により、
特徴-1 エポキシ塗料やふっ素樹脂塗料に比べ耐久性が優れ、LCCミニマム化が図れます。
特徴-2 従来塗料に比べ作業者の安全と環境負荷低減が図れます。
特徴-3 無機塗膜であるため難燃性であり、且つ柔軟性も兼ね備えています。

鈴木産業株式会社 〒105-0004 東京都港区新橋3-26-4 新弘ビル2F
TEL 03-3572-2571 FAX 03-3572-2570 <http://www.suzukisangyou.com>

PCB含有塗料付着金属くず 無害化处理

鋼構造物(歩道橋、非常階段、送電鉄塔など)の 解体撤去・PCB無害化处理を一度に実現

効果 ① コスト削減

塗料剥離作業に伴う費用を削減
車両積載サイズ(8m×3m)内であれば
そのまま受け入れ可能

効果 ② 工期短縮

塗料剥離作業が不要なため、
解体即搬出により工期を大幅に短縮
処理に伴う事前協議は一切不要

効果 ③ 環境安全対策軽減

解体即搬出するため、
作業者の粉塵などの環境負荷を
大幅に軽減

 JX金属苫小牧ケミカル株式会社

<http://www.tomakomai-chemical.com/>

〒059-1372 北海道苫小牧市字勇払152番地 TEL. 0144-56-2099 (営業部) MAIL. jx.toma-s@tomakomai-chemical.com

作業者に安全で環境にやさしい水系塗膜剥離剤工法で有害物含有塗膜の除去を！！！！

正
会
員

三彩化工株式会社
大塚刷毛製造株式会社
株式会社ソーラー
株式会社ネオス

山一化学工業株式会社 好川産業株式会社
JFEエンジニアリング株式会社
大伸化学株式会社 三協化学株式会社
G-TOOL株式会社

ブラストやブラスト面形成動力工具等の施工能率もアップし産廃物量も低減！！

賛
助
会
員

(一社)日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会
建設塗装工業株式会社
極東メタリコン工業株式会社

乾式ブラスト施工協会
ヤマダイインフラテクノス株式会社
サンワ・リノテック株式会社

事務局 〒461-0001 愛知県名古屋市東区1丁目13-1
www.c-wra.jp info@c-wra.jp

**当協会会員は、「発注者から
信頼される元請企業」として
全国各地で活躍しています。**

「より良い塗装品質」の確保を目指すと共に、「美しい
景観」の実現にも積極的に取り組んでいます。



一般社団法人

日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会

JAPAN ASSOCIATION OF STRUCTURE PAINTING CONTRACTORS

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町2丁目4番5号
茅場町2丁目ビル3階

TEL 03-6231-1910

FAX 03-3662-3317

E-mail info@jasp.or.jp

URL http://www.jasp.or.jp

編集後記

通常国会で働き方関連法案が成立しました。

次世代に継続的で魅力ある建設業であるために、塗装業界を挙げて取り組み、何としても成し遂げなければなりません。

しかしながら週休二日制導入にしても、建設業には不安要素があります。

それは工期設定の問題です。すでに官公庁の工事では週休二日制の試行工事が発注されていますが、工期設定が従来よりもかなり長く設定されています。

このことにより建設業法で専任制を求められている技術者1人で、年間にこなせる工事が、今までは年間2件名完工できたものが、1件名しか完工できないということになりかねません。現に一年以上の工期の工事が発注され始めています。

企業としては技術者の拘束される期間が長い分、新規受注の機会を失うわけですから売り上げの減少は避けられず、受注した工事で今まで以上の利益を上げなければ会社の経営基盤は揺らぎます。技能者を保有している企業でも少子高齢化の人手不足の中、同人数の技能者でこなせる施工量は減少します。

技能者本人も休日が多くなり給料が減少すると思われ、どの立場であっても苦しい状況が想定されます。

建設業で働くすべての人が心に余裕を持って生活できる働き方改革にするためには、国や地方公共団体等の発注者には、さらなる規制緩和や工事書類の簡素化・設計労務費単価・施工単価の見直しを検討して頂きたい。

(M. T)

一般社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会

会 長

奈良間 力

副会長

加藤 敏行

副会長

鈴木 喜亮

顧問

足立 敏之

Structure Painting 編集委員会

編集委員長

並川 賢治（首都高速道路株式会社）

編集幹事

加藤 敏行（副会長）

編集委員（五十音順）

池田 秀継（本州四国連絡高速道路株式会社）

坂本 達朗（公益財団法人鉄道総合技術研究所）

鈴木 徹（阪神高速道路株式会社）

原田 拓也（株式会社高速道路総合技術研究所）

松原 拓朗（首都高速道路株式会社）

守屋 進（元独立行政法人土木研究所）

槌谷 幹義（橋塗協 理事）

Structure Painting - 橋梁・鋼構造物塗装 -

（通巻第144号）

平成30年9月20日 印刷

平成30年9月30日 発行

年1回発行／無断転載厳禁

発行責任者 奈良間 力

発行所 一般社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会

東京都中央区日本橋茅場町2丁目4番5号

（茅場町2丁目ビル3階）

〒103-0025

電話 03（6231）1910

FAX 03（3662）3317