

令和における受発注者の コミュニケーション

株式会社ネクスコ東日本エンジニアリング
顧問
水口 和之



私は小学生の頃はプラモデル作りが大好きで、とにかく何かを作る仕事をしたくて大学に入った。大学で土木を学び、当時最盛期だった本四架橋を見て大きな構造物を設計・施工するエンジニアにあこがれて、1985年に日本道路公団（JH）に入社後は「高速道路の橋のプロ」となることを目標にした。

大変運のよいことに、上司や支社の人事担当が大変理解のある皆さんだったようで「橋の仕事をしたい」という私の我儘な要望を聞き入れてくれて、「構造技術課」というJHの橋の専門組織に異動させてくれた。

そのおかげで、20代から40代の初めころまでの約20年間は、橋の専門家として設計・施工や技術開発など色々な仕事をさせていただいた。鋼橋塗装の基準についても、1993年頃に本社で担当したが、現場で塗装の事は勉強していたものの、高速道路全体の技術基準を改定するとなると、それまでの知識や経験などでは全然足りないのが、当然のごとく多くの先輩や業界の専門家の皆さんのお知恵をお借りした。

今となって思うと、当時の私（というかJHのエンジニアは皆そうだったが）は図々しくて生意気で、業界の先輩方を捕まえては随分と不躰な質問をしたものだと思う。技術基準を作るとなると、「その分野のことは全部知っています！」くらいの気概を持たねばならないので、とにかく自分の知らないことは知っている人に聞く、疑問に思ったことはどんどん質問をぶつける、といった具合で、多分「何だ、こいつ？」と思われることも多々あったものと思う。それにしても業界の皆さんは、こんな生意気な若造（当時）の質問にも丁寧に応えていただき、色々ご指導していただいた。おかげで、現在の重防食塗装系に繋がる塗装基準の基礎部分はできたと思う。

などと、自分が塗装に関する仕事をしていた頃のことを思い出していたら、はて、最近の若い技術者の皆さんは、自分の知識や経験の足りない部分をどうやって埋めているのだろうと気になった。というのも、私が最近見聞きした現場でのトラブルは、明らかに発注側と業界側のコミュニケーションが足りていないのでは？と思われる事例が多いからである。現場のトラブルの話なので、技術基準というよりは現場管理の問題ではあるが根は同じで、早い話が「発注者が受注者（または業界関係者）とちゃんと話をしようとしな。またはどう

やって話をしたらよいかかわからない」ということと、「受注者（業界関係者）が遠慮して発注者に対して積極的なコミュニケーションを取らない」ということが起きているのである。確かに不幸な事件は過去にあったし、発注者と業界がなれ合うようなことはあってはならない。どこの会社も「コンプライアンス」という看板を掲げて、機密情報の漏洩には大変敏感になっている。

しかし、だからと言って現場を管理する発注者が「ちょっとここ分からないから教えてください」と受注者に質問することがコンプラ違反になるのか？技術基準を作っているエンジニアが、業界の専門家を集めて勉強会を開くことが機密情報の漏洩になるのか？私には全く理解できないが、少なくともここ10数年の間に、「受発注者の適正なコミュニケーション」がどこかに忘れ去られて、代わりに「コンプライアンスという壁で隔たれた受発注者」がずいぶんと増えてしまったように感じる。

土木の仕事の醍醐味は、社会に貢献する重要なインフラを多くの組織・人が関わって作り上げていく、若しくは守っていくことだと思う。発注者も受注者も立場は違うが同じものを一緒に作っているのであり、そこにコミュニケーションなくして良い仕事ができるとは到底思えない。どうも日本人は「昭和の頃のパワハラの指導は悪である」とか、「受発注者のなれ合いこそが不正の温床である」といった感じで過去を全否定するのが好きなのか、昭和の経済成長を支えてきた時代の残すべき良い慣習を忘れてしまっているように感じる。

10年以上も前に「コンクリートから人へ」などというスローガンを掲げて、インフラ整備から福祉へ予算を移そうとした政党があったが、インフラ整備と福祉とどちらかを選択するのではなく、経済成長を支えるインフラを整備しつつ、少子高齢化の中で、きめ細やかな社会福祉を実現していくべきであろう。土木の現場においても、コンプライアンスは十分に意識しつつ、その上で受発注者が適切なコミュニケーションをとりながら「よいものを一緒に作っていく、守っていく」ことで、令和の時代のよい受発注者の関係が築けるのではないかと思うし、是非そういう関係であってほしいと期待する。

最後は全く塗装の話とは関係なくなってしまったが、今の土木の現場を憂う年寄りの戯言として聞いていただければ幸いである。

電磁誘導加熱（IH）塗膜除去に関する現状

中原 智法¹⁾

1 はじめに

鋼橋やプラント構造物、貯蔵タンク、水門等の鋼構造物の塗替えでは、新規の塗装に先立ち、既設塗膜や腐食生成物を除去して清浄な下地を形成することが必要とされている。一般的に、これらは素地調整と呼ばれているが、近年、塗装の長寿命化を目指し、耐久性の高い塗料や塗装系が用いられるようになり、素地調整の重要性が増している^{1), 2)}。

素地調整の方法としては、従来からブラスト（オーブンブラスト）、動力工具（手工具）、塗膜剥離剤等の方法が用いられてきた。電磁誘導加熱塗膜除去（以下、IH 塗膜除去と称す）は、2010 年頃から国内で使用され始めた比較的新しい塗膜除去方法である。

2 IH 塗膜除去の原理

IH 塗膜除去は、IH 装置により塗装が施された鋼材表面の温度を塗膜除去に適した温度まで加熱し、加熱によって付着力の低下した塗膜を鋼材表面から剥離する方法である。既設塗膜の塗料の種類により若干異なるが、塗膜除去に適した鋼材表面の加熱温度は 150 ～ 250℃ 程度である。

IH 装置の原理となる電磁誘導は、1831 年に Faraday により発見され、工業利用としては 1931 年に米国でクランクシャフトの焼入れに利用されたのが最初である。その後、1960 年代までは電動発電機式や真空管式であった発振器が、1970 年代からの半導体の進化によって効率化が進み、焼入れや加熱加工への利用が拡大した。近年では、カーボンニュートラルによる CO₂ 削減効果の高い加熱技術として注目されている。身近なところでは 2000 年頃から IH クッキングヒーターが家庭に普及した。

IH 塗膜除去では、図-1 に示すように塗装が施された鋼材表面に高周波電流を印加した加熱コイルを近接させる。加熱コイル周囲には高周波電流による交番磁束が生じ、鋼材表面にはこの磁場の変化を妨げる方向に渦電流が発生する。渦電流は鋼板の電気抵抗でジュール熱を生じる。鋼材は強磁性体であることから、20 kHz 程度の高周波電流による渦電流の浸透深さは 0.3 mm 程度で浅いため、鋼板表面付近のみが急速加熱

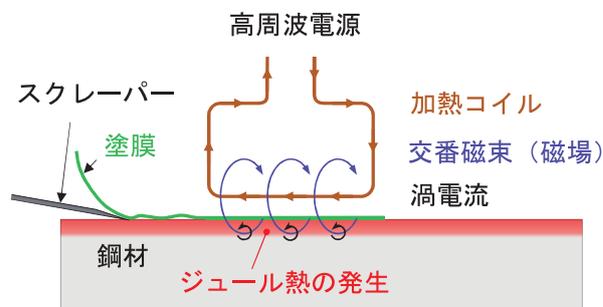


図-1 IH 塗膜除去の原理

される。この加熱によって、付着力が低下、あるいは軟化した塗膜をスクレーパー等の工具により除去する。加熱コイル周囲の磁場の強さは、加熱コイルからの距離に反比例することから、鋼材表面から加熱コイルが離れると得られる加熱温度が低くなるが、加熱コイルに大容量の高周波電流を印加できる高周波出力の大きな IH 装置では、厚さ 6 mm を超えるライニングの除去も可能である。

3 IH 塗膜除去装置の概要

IH 塗膜除去に用いる装置は、メーカーにより機器の構成や高周波出力が異なるが、図-2 に一般的な装置の構成を示す。動力源となる電力は、発電機や商用電源から供給される。IH 塗膜除去装置は、図-3 のように高周波電源（本体）と加熱コイルが中継器や高周波変流器を介してケーブルで連結されている。入力電圧は 3 相 400 V や 3 相 200 V が使用され、高周波出力は 30 ～ 50 kW である。高周波電源（本体）の質量は高周波出力の大小に応じて 80 ～ 250 kg 程度であり、持ち運びによる作業場所の移動は難しいが、ケーブルの延長により 35 ～ 100 m 程度の作業半径を有している。また、高周波電源（本体）や加熱コイルの冷却を行うため、水冷式の冷却装置を必要とする。冷却装置はタンクや送水ポンプから構成され、チラーによる冷却やラジエーターによる放熱機能を有している。

このほか、広い面積の塗膜除去には向いていないが、高周波出力が比較的小さな IH 塗膜除去装置では、高周波電源（本体）の質量が 20 ～ 25 kg 程度で持ち運びが可能な装置や、国内で広く使われている単相 100 V で

1) 日本橋梁株式会社 神戸事業所 事業開発グループ 技術開発チーム

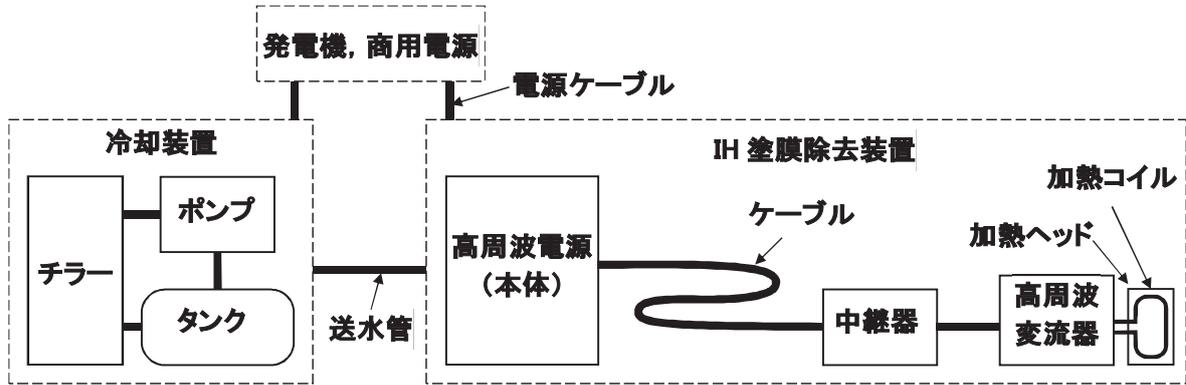


図-2 IH 塗膜除去装置の構成例

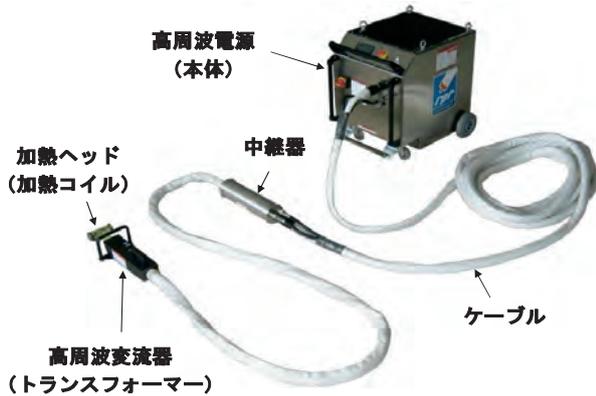


図-3 IH 塗膜除去装置の一例

作動する装置、高周波電源（本体）と加熱コイルに冷却ファンを有した空冷式で別途に冷却装置を必要としない装置もある。

4 IH 塗膜除去の特徴

IH 塗膜除去には、加熱を行うという他の素地調整方法にはない特徴がある。必要とされる加熱温度は150～250℃程度と比較的低い温度であるが、鋼材の温度を上昇させるため熱膨張が生じる。部材の形状や寸法、拘束条件等に因り異なるが、広い範囲を一度に加熱すると、加熱時の熱膨と冷却時の収縮により、構造物に有害なひずみや変形が残留してしまうことが考えられる。また、鋼材が所定の温度を超過して加熱された場合、鋼材の機械的性質が変化するおそれがあるため、加熱範囲や温度管理には十分な注意を払う必要がある。鋼構造物の塗替えを対象とした場合、IH 塗膜除去は

既存塗膜を除去する方法の1つであり、塗膜剥離剤と同様に、鋼材表面に生じたさびの除去や鋼材表面の粗さを調整することはできない。そのため、塗装仕様に応じて要求される除せい度や表面粗度に対して、IH 塗膜除去適用後に、動力工具やブラスト等を用いた素地調整が必要となる。また、IH 塗膜除去では、加熱により塗料に含まれる樹脂成分の結合を破壊、軟化させることで塗膜を剥離している。このため、図-4(a)のように樹脂成分が多い塗料が使用されている場合は、加熱後にスクレーパー等で鋼材表面から塗膜全体を剥離することができるが、図-4(b)のように鋼材に接する層に樹脂成分の少ない塗料が使用されている場合は、この層は鋼材表面から剥離できずに残存することとなる。剥離できない代表的な塗料として、樹脂を含まない無機ジンクリッチペイントや樹脂成分の少ない鉛丹さび止めペイント1種等がある。亜鉛めっきや金属溶射も剥離できない。

作業環境としては、大きな騒音は発生せず、除去する既設塗膜はスクレーパー等で写真-1のようにシート状の塗膜片として剥離されるため、粉じんが飛散しにくく、剥離後の塗膜片の回収も容易である。既設塗膜の下にある鋼材表面を直接加熱することから、過去の塗替え等で塗り重ねられた既設塗膜も一度の加熱で除去することができ、厚い塗膜に対する作業効率が良い。また、気温変化の影響を受けにくく、冷却水の凍結対策を講じることで氷点下での作業も可能であり、年間を通して塗膜除去作業を実施できる。さらに、副資材等を使用しないため、発生する廃棄物は除去した既設塗膜のみである。このように作業員や環境へ与える影

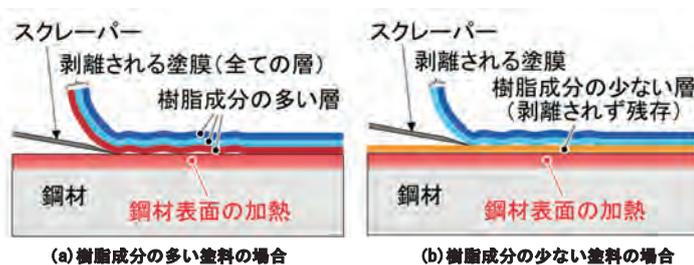


図-4 鋼材に接する層の塗料による剥離される塗膜の違い



写真-1 IH 塗膜除去で剥離した塗膜片

響は少ない。なお、IH 塗膜除去では、前述したように IH 塗膜除去装置のほか、冷却装置や電力を供給する発電機等の設備が必要となる。これらは、大型かつ重量物であり、IH 塗膜除去を実施する現場には、ブラストの場合と同様に機材の設置場所や重機等の搬入設備を必要とする。

5 IH 塗膜除去の施工状況

国内で IH 塗膜除去が最も多く使われているのは、鋼構造物に施された塗装の塗替えである。前述したように、IH 塗膜除去では鋼材表面に生じたさびの除去や鋼材表面に塗料の付着に適した適度な粗さを形成することができないため、既設塗膜の除去後に動力工具やブラスト等で素地調整が行われる。また、鋼構造物の形状によっては、IH 塗膜除去の適用が困難、あるいは非効率となる部位があり、図-5 に示すように IH 塗膜除去以外の方法を組み合わせた施工が行われている。

国内で IH 塗膜除去を実施している施工者は多いが、現在のところ統一された施工手順や管理基準は決めら

れておらず、同じ装置を使用している施工者が施工団体を設立して施工要領を定めているか、個社で施工要領を定めている。ここでは、塗膜除去を行う部材の形状ごとに現状の施工状況を述べる。

5.1 平面部の IH 塗膜除去

鋼橋の腹板のような平坦で比較的広い面積を有する平面部の IH 塗膜除去では、ひずみや変形に対する知見が多くあり、温度管理を含めて施工方法が概ね確立されている。平面部では、図-6(a)のように比較的出力の大きな IH 塗膜除去装置を用いて加熱担当者が加熱コイル（加熱ヘッド）を移動させながら加熱し、剥離担当者が加熱された部分を追いかけるようにスクレーパー等で塗膜を剥離する施工方法が多く採用されている。時間あたりの施工面積が広く作業効率は良いが、連続して加熱を行うと部材全体の温度が高くなり変形やひずみが大きくなる。このため、例えば図-6(b)のように、順番に隙間なく加熱するのではなく、間隔をあけて先に丸囲み 1～5 を加熱して塗膜を除去しておき、加熱した部材の温度が低下した後に残りの四角囲み 6～10 を加熱する等の方法が採られる。

5.2 狭隘部の IH 塗膜除去

鋼橋の支点付近のように、部材や補剛材が密集した狭隘部は、寸法的な制約から平面部で使用されている加熱コイル（加熱ヘッド）を鋼材塗装面に当てることのできない箇所や移動させることのできない箇所が多い。このため、より小型の加熱コイル（加熱ヘッド）を使用する必要があるが、平面部と比較して作業効率が低下する。このような部位では、IH 塗膜除去に替え、塗膜剥離剤や動力工具等を用いて既設塗膜を除去する方法が採られることも多い。

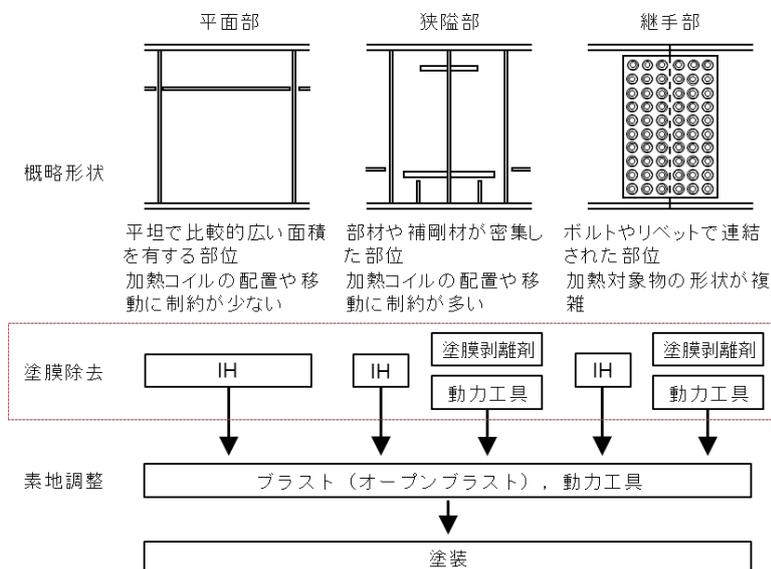


図-5 塗替えにおける IH 塗膜除去と素地調整の組合せ例

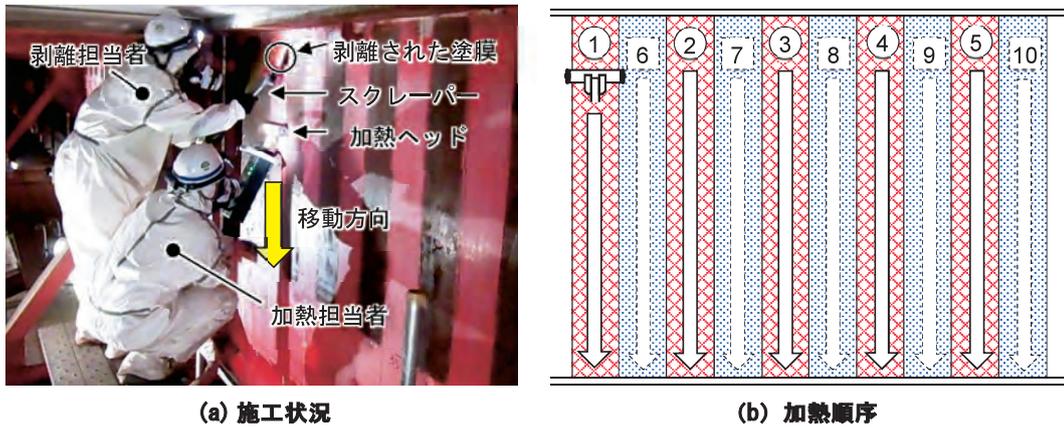


図-6 平面部の施工例

5.3 継手部の IH 塗膜除去

鋼構造物で用いられているリベット継手や高力ボルト継手は、継手表面に多数のリベットや高力ボルトが鋼材表面から凸部として突出しており、平面部のように効率的な IH 塗膜除去を実施することが難しい部位である。

リベット継手では、写真-2のようにリベット頭の形状に合わせた加熱コイル（加熱ヘッド）を用いて1本ごとに加熱し、その都度、鋏かきケレン棒等の手工具や専用動力工具で既存塗膜をかき落とす手順となる。また、リベット頭が円弧状で滑らかで凸部の高低差が少ないことから、平面部で用いる加熱コイル（加熱ヘッド）を用いて IH 塗膜除去を実施した例もある。なお、リベット継手は 900～1100℃程度に熱したリベットを継手の孔に挿入し、リベットハンマー等でかきめて施工されていることから、IH 塗膜除去の 150～250℃程度の加熱による構造への影響は極めて軽微であると考えられる。

高力ボルト継手についても、写真-3に示すように形状が複雑な高力ボルトに合わせた加熱コイル（加熱ヘッド）が開発されており³⁾、技術的には IH 塗膜除去を高力ボルト継手に適用することは可能であり、試験施工等で実施されている。しかし、IH 塗膜除去による高力ボルトの加熱に対して、ボルト軸力や摩擦接合面のすべり耐力に及ぼす影響が十分に把握されていない

ことから、積極的な利用はされていないのが現状である。

これらの理由から、現状では継手部に IH 塗膜除去が適用されることは少なく、塗膜剥離剤や動力工具等を用いて既設塗膜を除去するのが一般的である。

5.4 鋼板片面のみの IH 塗膜除去

鋼箱桁橋のような鋼構造物では、外面と内面の塗装仕様が異なり、外面塗装のみを塗替えるのが一般的である。このため、外面の既設塗膜を IH 塗膜除去で除去した時に、加熱面の裏側となる内面の塗膜に悪影響を及ぼさない必要がある。

IH 装置は急速加熱が得意であるため、比較的高周波出力の大きな IH 塗膜除去装置を使用して短時間で加熱することにより、この課題を解決することが可能である。IH 塗膜除去では、渦電流によって内部加熱されるのは鋼材表面のごく浅い部分であり、板厚により多少異なるが瞬間的に鋼材表面の温度が塗膜を剥離するのに適した 200℃程度まで上昇しても、熱伝導による鋼材裏面の到達温度は高くても 80～100℃程度であり、加熱面裏側の塗膜に与える影響は小さい。

鋼材の板厚や既設塗膜に使用されている塗料の種類により影響度は異なると考えられるが、神奈川県の城ヶ島大橋（鋼3径間連続鋼床版箱桁橋）の塗替えに適用され⁴⁾、内面塗装に悪影響が生じていないことが



(a) リベット頭の加熱



(b) 塗膜の剥離

写真-2 リベット継手の施工例



(a) ボルト頭側の加熱⁹⁾



(b) ナット側の剥離

写真-3 高力ボルト継手の施工例

確認されている。

5.5 鋼材表面の防食下地を残す IH 塗膜除去

鋼材表面に接する層に樹脂成分の少ない塗料が塗布されていた場合、IH 塗膜除去ではこの層を除去することができない。この特徴を利用して、関門自動車道の関門橋（鋼吊橋）では、鋼材表面に亜鉛溶射を施した補剛桁の塗替えに際して、亜鉛溶射層を残す既設塗膜除去方法として適用されている⁵⁾。素地調整には、亜鉛溶射面の損傷を抑えながら溶射面表面に塗布されているプライマーを除去する方法として、重曹ブラストが用いられている⁶⁾。また、主ケーブルの既設塗膜の除去にも素線の亜鉛めっきを傷めないように IH 塗膜除去が適用されている。

6 IH 塗膜除去の課題と今後の展望

IH 塗膜除去を鋼構造物の塗替えに適用するに際しては、前述したように狭隘部や継手部への対応が十分でない課題がある。また、IH 塗膜除去では、鋼材表面の防食下地を残す塗膜除去が可能であり、その特長を活かした塗替え方法の確立が期待されている。

IH 塗膜除去は比較的新しい塗膜除去方法であることから、統一した施工要領等は定められておらず、また、作業者の健康被害防止に対する対策も十分には確立されていない。そのため、実施する対策が不足することや、逆に求められる対策が過大であることが考えられる。IH 塗膜除去を普及させるためには、科学的知見に立った対策を実施することが求められる。

6.1 継手部の IH 塗膜除去の展望

IH 塗膜除去の加熱が高力ボルト継手に及ぼす影響に関しては、現状で下記のような段階まで研究が進んでいる。

一般的に使われている M22 高力ボルト (F10T) を対象として、ナット側面から数秒の加熱を実施した研究では、200～250℃程度の加熱に対して、平均 12 kN 程度の軸力低下がみられ、これは加熱前軸力 216 kN の 5.5%程度であり、加熱による軸力への影響は少ない

としている⁷⁾。同様の研究として、平均 5.0 kN 程度の軸力低下であり、加熱前軸力 202 kN の 2.5%程度であった報告もある⁸⁾。また、加熱時間に着目し、15～60 秒での加熱に対して 9.1～4.5 kN 程度の軸力低下があり、加熱前軸力 222 kN の 4.1～2.0%程度という研究もある⁹⁾。この研究では、加熱時間の違いにより軸力の低下量は異なるとされている。

IH 塗膜除去の加熱が高力ボルト継手のすべり耐力に及ぼす影響に関しては、加熱した継手供試体の引張試験を実施した研究があり、加熱時間 2～30 秒に対して 619～651 kN のすべり耐力が得られ、加熱なしの場合の 672 kN と比較して 7.8～3.0%の低下を確認している¹⁰⁾。この研究では、すべり耐力の低下率はボルト軸力の低下率とほぼ同じで、加熱によるすべり耐力の低下はボルト軸力の低下に起因するものであり、加熱が摩擦接合面の状態に及ぼす影響は小さいとしている。

これらから、高力ボルトの軸力低下を抑制する作業手順や温度管理方法は近年中に確立されると予想され、IH 塗膜除去の高力ボルト継手への普及が進むことが期待される。

6.2 鋼材表面の防食下地を残す IH 塗膜除去の展望

IH 塗膜除去を用いて、鋼材面に施された亜鉛溶射層や亜鉛めっき層を残す塗替え方法については前述したが、防食下地として塗装された無機ジンクリッチペイントを残す塗替え方法も考えられる。

IH 塗膜除去後に、無機ジンクリッチペイントを残した塗替えに関する研究として、鋼道路橋防食便覧の C-5 系塗膜に IH 塗膜除去を適用し、無機ジンクリッチペイントを残した状態の素地調整を行った後に Rc-II 系で有機ジンクリッチペイントからの塗替え実施した研究がある¹¹⁾。この研究によると、Rc-II 系を施した鋼板は Rc-I 系で塗替えを施した鋼板と同程度の耐久性を有しており、加熱が無機ジンクリッチペイントの防食性に与える影響は小さいとしている。また、無機ジンクリッチペイントが防食下地として塗装された既設橋梁の撤去材に IH 塗膜除去を施した研究では、他の塗膜除去方法と比較して作業効率に優れていることと、プ

ルオフ試験により 13 MPa 程度の付着力が測定されて無機ジンクリッチペイントの付着力は低下しないことが確認されている¹²⁾。

これらの研究により、IH 塗膜除去による加熱が無機ジンクリッチペイント上に塗布されたミストコート層に及ぼす長期的な影響は未解明であるものの、無機ジンクリッチペイントを残した塗替えへの適用が期待される。

6.3 IH 塗膜除去に関する法令

鋼構造物の塗膜除去においては、既設塗膜が有害物質を含有している場合があり、図-7 に示す関係法令を遵守して施工を行う必要がある¹³⁾。

また、厚生労働省がとりまとめた「剥離剤等を用いずに乾式による剥離作業を行う場合において注意していただきたい事項」¹⁴⁾ が、令和 6 年 4 月 30 日に一部改訂され、電磁誘導加熱を用いた工法を用いる場合のばく露防止措置に関する事項が追加された。IH 塗膜除去に特化した内容としては初めての記述であり、この記述に則したばく露防止措置を講じていく必要がある。

7 おわりに

IH 塗膜除去に関し、主に施工的な観点から現在の適用状況や課題、および将来の展望について記載した。

文中には触れていないが、2020 年 4 月に土木学会鋼構造委員会の「防食塗膜剥離における高周波誘導加熱の利用に関する調査研究小委員会」が設立され、小委

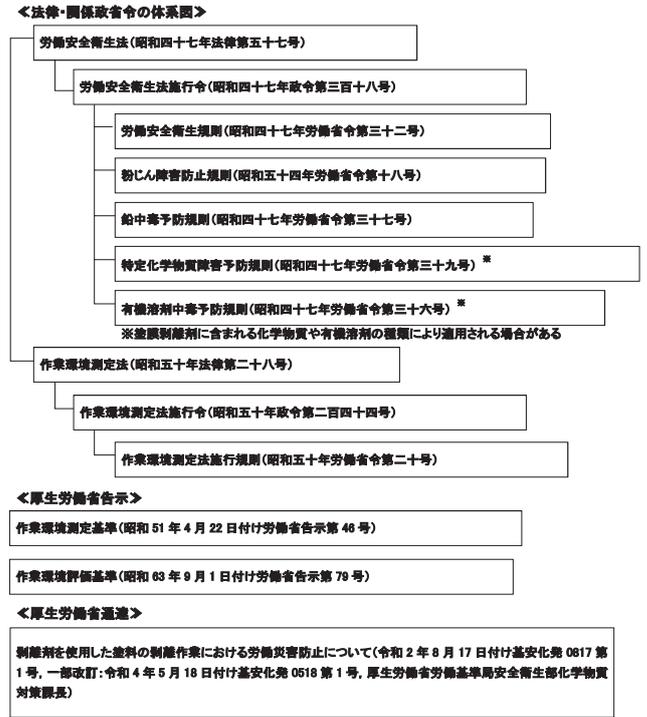


図-7 有害物質塗膜除去の関係法令

員会活動は 2024 年 3 に終了している。IH 塗膜除去に関しては、多方面で活動する委員で構成された初めての組織であり、活動成果の報告が待たれるところである。

最後に、IH 塗膜除去の更なる発展と普及を期待して結びとする。

【参考文献】

- 1) 日本鋼構造協会：重防食塗装－防食原理から設計・施工・維持管理まで－、2012
- 2) 日本道路協会：塗装・防食便覧資料集、2010
- 3) いよ技研株式会社ホームページ、http://iyogiken.com/contents/heat_red.html
- 4) 神奈川県ホームページ、<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/pj3/2022/02.html>
- 5) 笹嶋純司、河内幸男、諸木良二：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、Structure Painting、Vol.46、pp.2-8、2018
- 6) 飯田浩貴、山下恭敬：補剛桁塗装塗替えにおける塗膜除去方法に関する検討、土木学会第 70 回年次学術講演会概要集、VI-295、2015
- 7) 笹嶋純司、白水晃生：誘導加熱が高力ボルト軸力に与える影響について、YBDH グループ技報、No. 46、pp. 80-83、2017
- 8) 岡部次美、吉川博、小野秀一、中村順一：IH（電磁誘導加熱）による鋼橋の塗膜除去工法、Structure painting、Vol. 42、pp. 2-10、2014
- 9) 中原智法、小西日出幸、川岡靖司、廣畑幹人：IH 塗膜剥離を想定した加熱による高力ボルト軸力変化の測定実験、土木学会第 78 回年次学術講演会概要集、I-376、2023
- 10) 廣畑幹人、中原智法：IH 塗膜剥離を想定した加熱が高力ボルト継手のすべり耐力に及ぼす影響、高速道路と自動車、Vol.66、No.10、2023
- 11) 笹嶋純司、山浦明洋、安聡一郎、白水晃生、北根安雄：誘導加熱式塗膜剥離工法を適用した C 系塗替え塗装の腐食劣化特性に関する基礎的研究、防錆管理、Vol. 66、No. 6、pp. 211-216、2022
- 12) 佐野優里奈、島崎祥登、松原拓朗、政門哲夫、稲葉 圭亮、久保真由：IH 塗膜除去工法にて残存させた無機ジンクリッチペイントに関する検討、土木学会第 78 回年次学術講演会講演概要集、V-636、2023
- 13) 後藤俊吾：鋼橋の有害物質含有塗膜除去工法の作業環境測定結果と更なる安全確保、土木学会第 78 回年次学術講演会講演概要集、I-104、2023
- 14) 厚生労働省ホームページ、<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000149924.html>

橋梁の維持管理・塗装のデジタルトランスフォーメーション (DX)

阿部 雅人¹⁾

1 はじめに

土木分野でもデジタルトランスフォーメーション (DX) という言葉を聞く機会が多くなってきている。官民とも活発な取り組みが進められており、国土交通省においても「インフラ分野のDXアクションプラン」¹⁾が提示されている。その背景には、社会の成熟化に伴うインフラの老朽化や人口構成の高齢化、また、環境変動の深刻化などがある。一方、技術面では、近年の情報技術、とりわけAI技術の急速な発展がDXの推進力となっている。

本稿では、まずAIの発展について、橋梁や塗装に関係する事例を取り上げながら解説する。また、関連したデジタルツインやオープンデータの動向も踏まえながら、維持管理や塗装におけるDXについて考える。

2 AIの発展

現在は、1956年に開催されたダートマス会議で「人工知能 (AI)」という言葉が登場²⁾して以来3回目のAIブームと言われている。第1次ブームでは、コンピュータによって数学の定理の証明や簡単なゲームのような特定の問題が解けることが示されたが、複雑な現実の問題を解くまでには至らなかった。

第2次ブームでは、知識をルールの形で表してコンピュータに推論させる「エキスパートシステム」が登場し、より現実的な問題が解けるようになった。しかし、知識を表現したルール自体は人間が作る必要があ

るため、一般的な問題を解こうとすると膨大なルールが必要になることから、専門性の高い比較的限られた問題への適用が進められた。

AIの別の流れとして、脳内の神経細胞をコンピュータ上で模擬した人工ニューロンを組み合わせ、人間のような思考を実現しようとする「ニューラルネットワーク」の考え方がある。ニューラルネットワークのもととなるパーセプトロンの考え方も1950年代に提案されたものである³⁾。近年、コンピュータの進歩や、インターネット等によって大量のデータが得やすくなってきたことを背景に、図-1のような多層化したニューラルネットワークが登場し、画像や言語など幅広い問題で飛躍的に優れた性能が発揮されるようになってきた。ニューラルネットワークが多層で深くなっていることから「深層学習」と呼ばれている。

第3次ブームは、2012年の国際画像認識コンペで、Hintonのグループが深層学習を用いて画期的な精度の向上を実現⁴⁾したことを契機に急速に拡大した。同年に、大規模なニューラルネットワークに多数の画像を読み込ませることで、教師データなしでも「猫」を認識する人工ニューロンが現れたことが発表されたこともあり⁵⁾、社会的な関心も高まった。

一方、このころ言語へのAI適用にあたっては、重要な進歩があった。AIに言語を学習させるためには、言葉を数字の羅列であるベクトル形式に変換する必要がある。このベクトル形式は「分散表現」と呼ばれるが、それをニューラルネットワークによって求める革

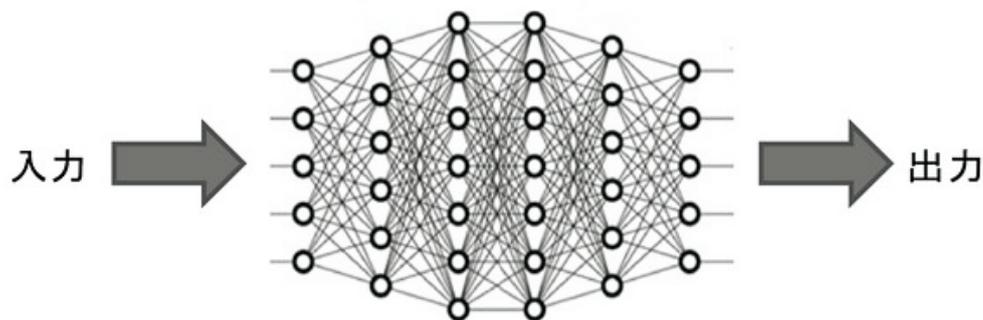


図-1 深層学習に使われる多層化したニューラルネットワーク

1) 株式会社 ベイシスコンサルティング チーフリサーチャー

新的な方法が2013年に登場した「word2vec」である⁶⁾。「単語をベクトルに (word to vector)」を縮めた名前になっている。なお、分散表現を求めることを、ベクトル空間への「エンベディング (埋め込み: embedding)」とも言う。

言語学では、「単語の意味はその周辺に分布している単語によって形成される」という「分布仮説」が1950年代に提案されている。実際、私達も、知らない言葉があった時に、その前後の関係や文脈からその言葉の意味を推察することがある。この仮説はAIの言語モデルにも取り入れられており、word2vecも単語の意味を周辺に現れる単語の頻度で表現するように学習している。それによって、意味が類似した単語の分散表現は近い位置に配置され、分散表現相互でベクトル演算を行うと、例えば「King-Man + Woman = Queen」などの意味を反映した興味深い関係が成り立つことが知られている。

点検や補修補強などのテキストに word2vec を適用して、「応力」に関連性が高い単語を可視化した結果を図-2に示す⁷⁾。「局部」「集中」などの言葉が近くに見られる。

2016年にはAIがトッププロの囲碁棋士を破ったことが話題になった。囲碁のようなゲームなどの場合には明確な勝ち負けがあることから、人間が教えなくても、AIが自分自身と膨大な対局をすることで勝ちにつながる手筋を学習していくことができる。このようにAIが自ら結果を評価して学習していく方法は「強化学習」と呼ばれる。

さらに、2022年には、画像や対話を生成するAIが登場し、今なお大きな話題となっている。その仕組みは、2017年に登場したトランスフォーマー (Transformer)⁸⁾

と呼ばれるAIに、予め膨大な文章を読み込ませた「大規模言語モデル (LLM: Large Language Model)」である。大規模言語モデルは、規模を大きくすればするほど精度が向上していくことが知られており、ますます規模を拡大して発展している。

このように、第3次AIブームでは、新しい技術が次々と生まれ、実社会での応用が進んでいる。もはやブームとは言えないほどAIが日常的なものとなっていると言えよう。橋梁における応用も広がっている。

3 橋梁へのAIの応用例

3.1 画像認識

橋梁へのAI応用として目覚ましい発展を見せているのが画像認識である。図-3に、よくみられる画像認識の適用方法を整理した。左端の「分類」は、茶色で示した損傷の有無かを判定して健全画像と損傷画像を分類するものである。中央は、画像内の損傷部分を「物体検出」により検出している。この損傷部分を検出している枠は「バウンディングボックス」と呼ばれる。また、右端は、赤色の領域で損傷領域を塗り分けたもので、画素レベルで損傷を判定する「セマンティックセグメンテーション」である。セマンティックセグメンテーションを用いれば、損傷の領域を詳細に把握することができ、例えば、補修や塗替面積の検討にも有効である。しかし、AIを学習させる際に、損傷領域を塗り分けた教師データを作成するため、学習のコストが高くなる。一方、左端の分類であれば、画像に損傷の有無をラベル付するだけでよく、比較的教師データが作りやすい。中央の物体検知はその中間的なものとなる。このようにAIで実現したい機能によって、その作成方法やコストが異なることか

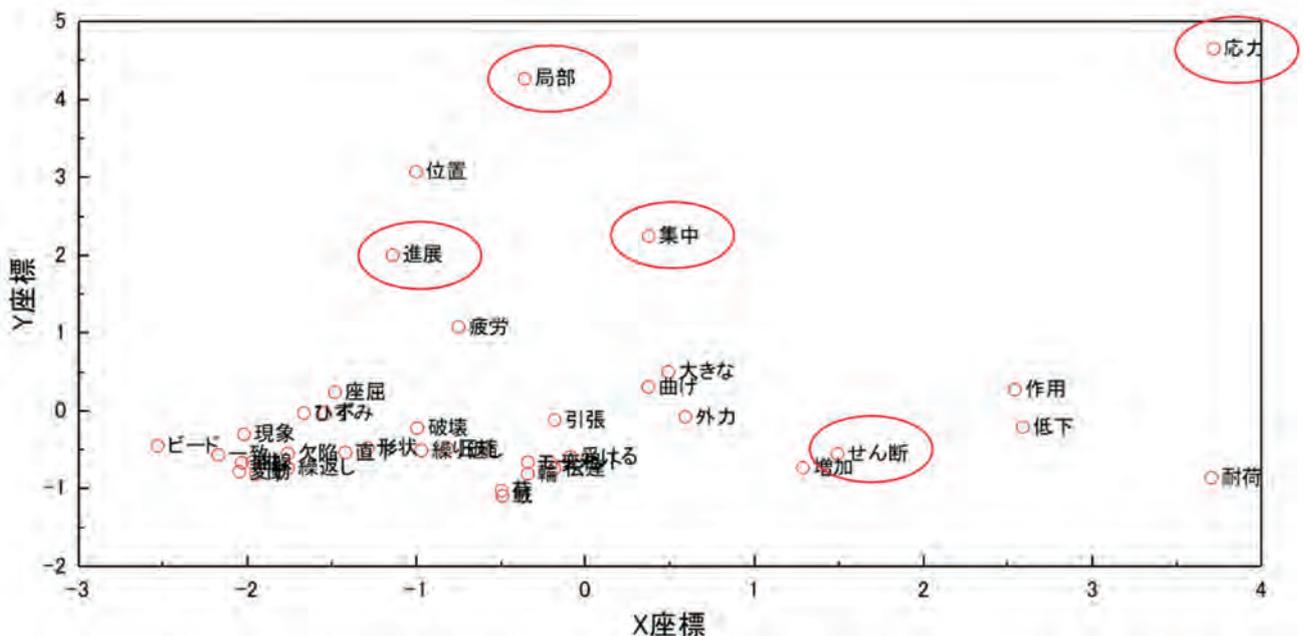


図-2 維持管理関係のテキストに word2vec を適用した結果⁷⁾

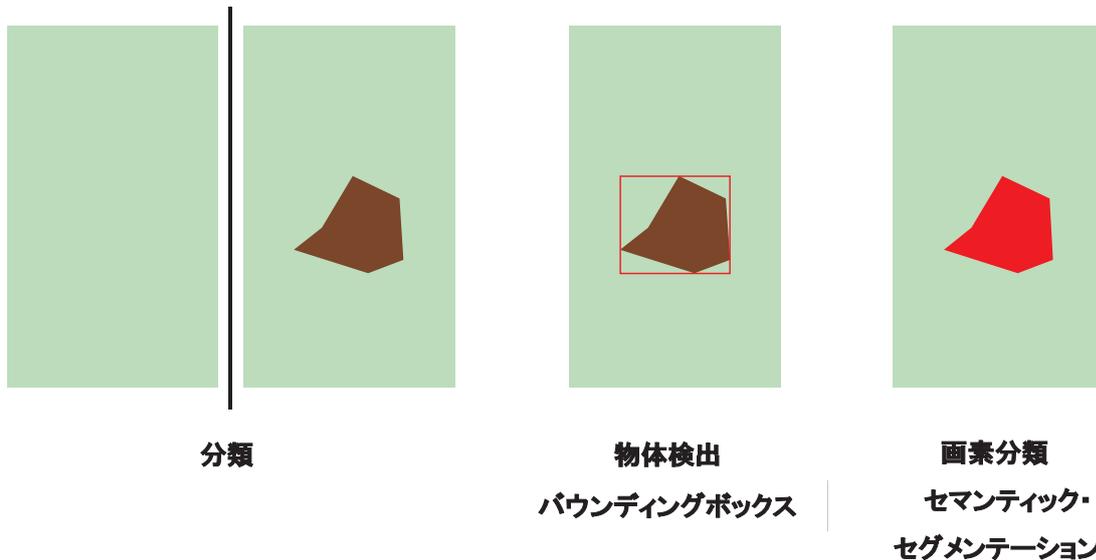


図-3 画像認識の方法

ら、目的に応じた AI の選定が重要である。

図-4 は、鋼橋の表面の画像を、腐食、塗膜変状、健全に分類した例である。コンクリート部分については判定対象外として判定されている⁹⁾。また、腐食環境が異なる鋼材の腐食画像の分類を試みている事例もある¹⁰⁾。

物体検出の適用例として、鋼水路トンネルの点検においてチョークで腐食などが記入されている画像からチョーキングを検出しているのが文献¹¹⁾である。それによって、現場写真から調査を作成する際の手間を減らそうという試みである。孔食部分が白、ふくれ部分

が白でチョーキングされている画像を用いて、チョーキングを検出した結果が図-5 である。白のバウンディングボックスで白いチョーキング、赤のバウンディングボックスで赤のチョーキングを検出している。ボックスに表示されている数字は判定の信頼度である。

セマンティックセグメンテーションの例として、図-6 に、腐食領域を AI で検出した例を示した¹²⁾。茶色く錆びている部分を緑色で塗り分けている。

3.2 劣化予測

点検記録を利用した判定の予測についても研究が進



図-4 鋼橋の表面画像の分類：左から、腐食、塗膜変状、健全、判定対象外⁹⁾

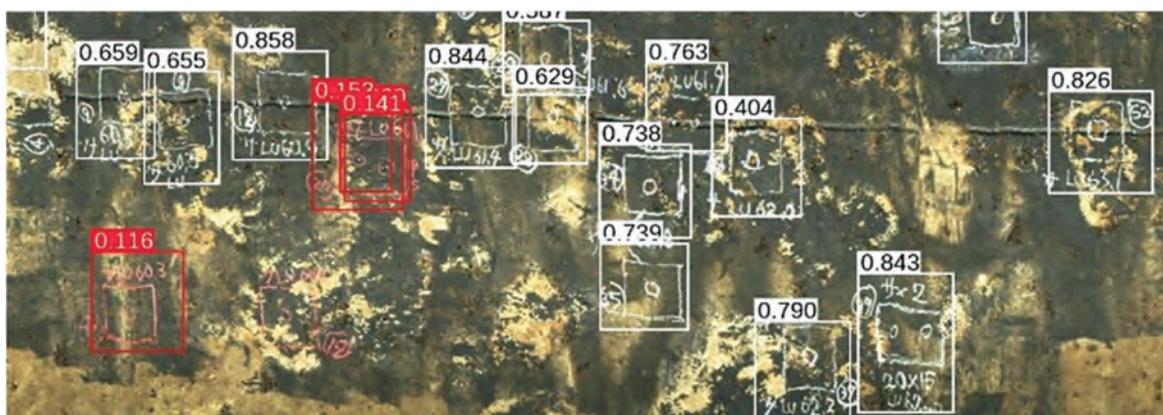


図-5 チョーキング箇所検出結果



図-6 腐食画像のセマンティックセグメンテーション¹²⁾

められている。

図-7は、定期点検結果と橋梁緒元や環境条件の情報等を利用して、前回点検から損傷が進展しているか同化を予測した結果である¹³⁾。左が実際の点検結果であり、右が機械学習による予測結果である。

また、環境条件から橋の健全度を推定する試みも報告¹⁴⁾されている。

3.3 言語情報

言語情報の活用にも目覚ましいものがある。文献¹⁵⁾では、表-1のような橋梁設計に関するQ&Aを作成して、各種大規模言語モデル・生成AIの土木分野での適用性を評価している。また、一般的な言語モデルに対して、専門領域の知識を導入する方法についても検討が進んでいる¹⁶⁾。

テキストで与えられている情報の利活用も盛んに研

究されている。例えば、紙媒体である点検調書から文字を抽出して電子化し、データ活用につなげようという研究¹⁷⁾や、調書のデータの不一致箇所を抽出して業務改善につなげようとする研究などがある¹⁸⁾。

また、点検時の変状画像から所見を生成する試みも行われている^{19)、20)}。現在のところ、技術者の知見を完全に再現するには至っていないが、部分的には高い精度での生成が可能であることが示されている。

言語モデルは、データの変換にも有効であることが知られている。例えば、図-8のように左にある展開図からデータを抽出して右のような表にまとめるなどの活用も可能である²¹⁾。

このように、最近の大規模言語モデルや生成AIの発展によって、実際の業務に近い作業をAIで代替していくDXの可能性が広がっている。

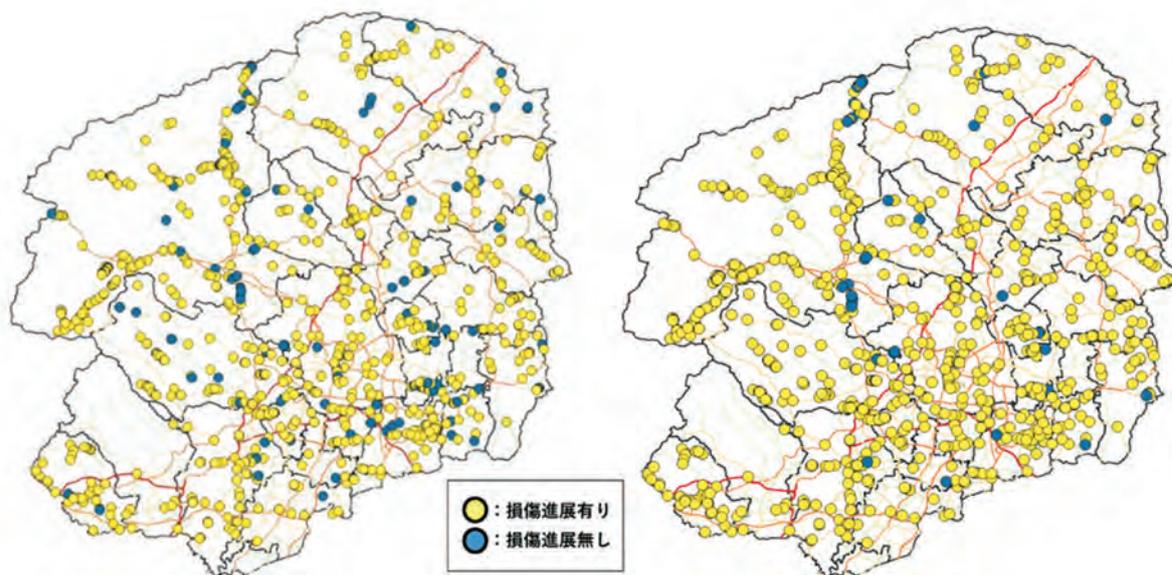
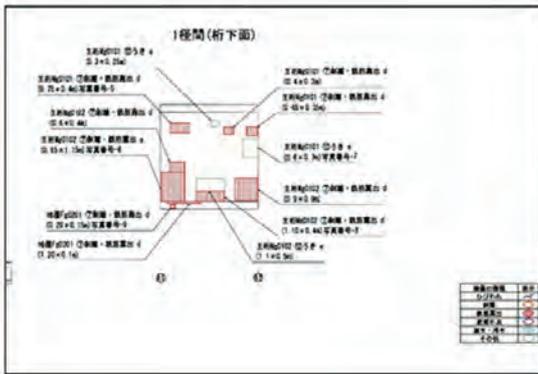


図-7 劣化進展の推定結果 左：点検結果、右：予測値¹³⁾

表-1 設計に関する Q & A のデータセット例

Question	Answer
鋼橋の種類を教えてください	鋼橋には、桁橋、トラス橋、アーチ橋、ラーメン橋、斜張橋、および吊橋等がある
鋼桁橋の構造上の特徴を教えてください	<ul style="list-style-type: none"> ・鋼桁橋の主桁は、充腹の I 形断面、π 形断面及び箱形断面を基本とする。 ・床版は、鋼床版、コンクリート系床版がある。
鋼橋でかつコンクリート系床版を有する桁橋の構造上の特徴を教えてください	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート系床版を有する桁橋は、鋼の主桁と、床版を接合して桁とした構造。 ・鋼主桁は、充腹の I 形断面、π 形断面及び箱形断面を基本とする。 ・コンクリート系床版には、RC床版、鋼コンクリート合成床版、PC床版などがある



工種	材料	名称	記号	実数番号	標準寸法の呼称	定量的に把握した値	単位	標準パターン	標準の種類	分類
S	C	主桁	腹	0101	d	700×400×400×400	mm		鉄骨・鉄筋露出	
S	C	主桁	腹	0101	e	600×200×200×200	mm		うき	
S	C	主桁	腹	0102	e	950×1150	mm		鉄骨・鉄筋露出	
S	C	主桁	腹	0102	e	1100×500	mm		うき	
R	C	床版	上	0101	a					
R	C	床版	下	0101	d	1300×100,200×150	mm		鉄骨・鉄筋露出	

図-8 調書作成の省力化²¹⁾

4 鋼構造物・塗装の DX とデジタルツイン

DX の概念は、エリック・ストルターマンが 2004 年に提唱したものである²²⁾。情報技術に関する研究課題としては、従来、「方法論」と「対象」が取り上げられてきた。それに対して、急速なデジタル化による社会の変化を踏まえて「サービス」を研究課題に加えることで、より良い生き方 (good life) を目指すという立場である。目指すべきサービスを主眼に据えて研究することで、情報技術の発展に伴う思わぬ弊害を防ぎ、より良い方向に技術を導くことができるという考えである。

それでは、鋼構造物や塗装の目指すべきサービスとは何であろうか。それは、鋼構造物の長寿命化が基本となるだろう。さらに、それは費用や時間の観点からも効率的なものである必要があるし、安全や環境の条件も満たす必要がある。前章で述べたような新しい技術を用いて、サービスの質を向上し、より高い価値を実現することが望まれる。

鋼構造物の劣化の大きな要因は腐食であるから、その長寿命化は、塗膜の維持管理が効率的かつ効果的にできれば、おおむね実現されると考えられる。初期の高耐久な塗装と予防的な塗替の実現がその根幹となる。

塗替塗装のフローを考えると、大まかに調査／点検→優先度評価→塗替計画・現場調整→足場設置→素地調整→塗装→検査・点検→……というようなサイクル

が想定される。

長寿命化の実現には、以下の技術開発が個別に考えられる。

調査／点検：精度・信頼性の向上

優先度評価：費用対効果の高い計画立案

計画／調整：効率的で手戻りの無い作業計画

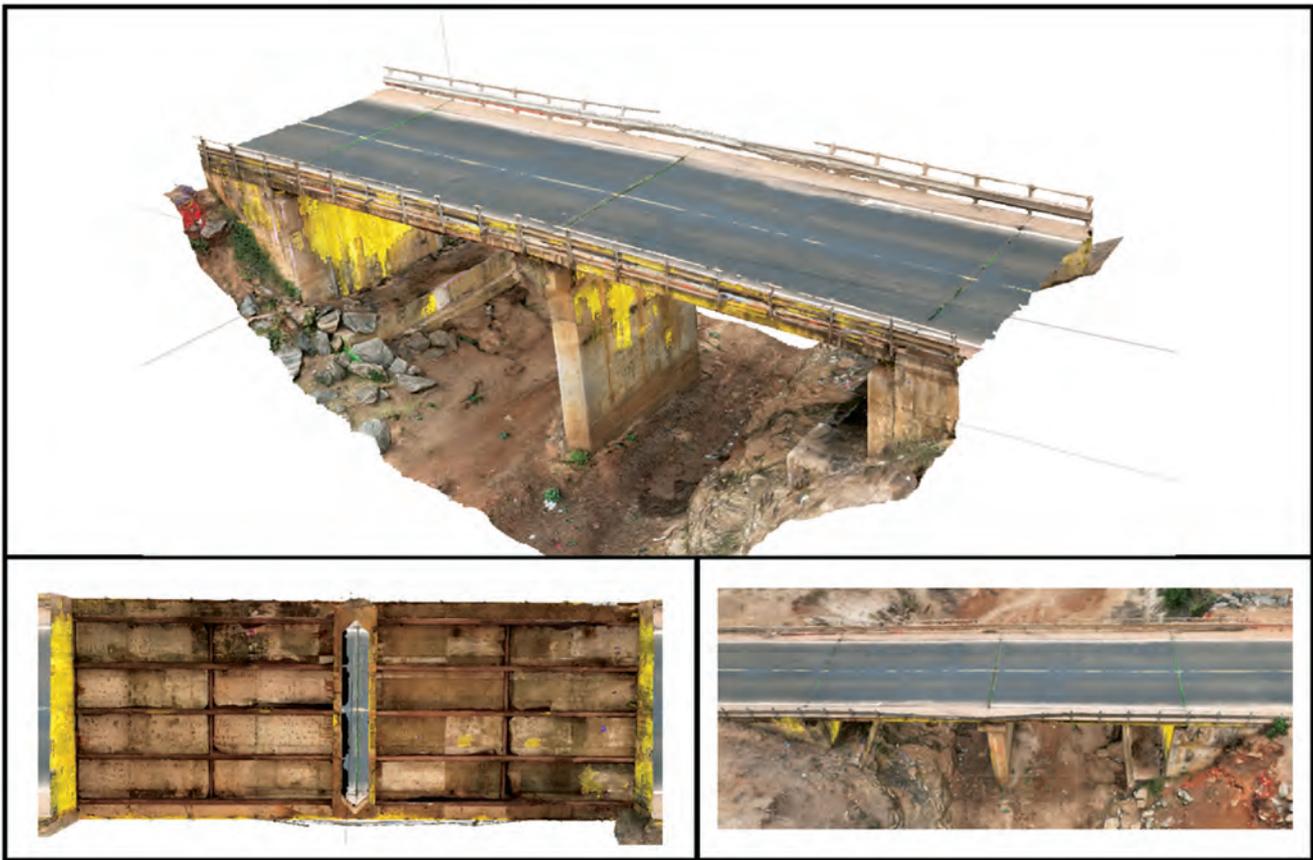
素地調整／塗装：ばらつきの無い品質確保・向上

そのそれぞれに対して、前章で述べたような AI を導入した改善は DX に向けて有効である。さらに、優先度評価を意識した調査／点検方法の開発や、軽微な補修を塗装の工程に含めるなど、複数の業務にまたがって維持管理のサイクル全体を俯瞰した改善につなげることができれば、より大きな効果が見込める。鋼構造物の長寿命化というサービスを目標として設定することで、業務のプロセスを再構成する見通しがつけやすくなる場所に、DX の本質がある。

その実現にあたり、三次元モデル上に現実の構造物を再現する「デジタルツイン」技術が有効である²³⁾。

図-9 では、ドローン撮影によって作成した三次元モデル上に、AI による損傷のセマンティックセグメンテーションを重ねて表示している²⁴⁾。このようなデジタルツイン上に AI の結果を重ねることで、損傷の寸法や塗装面積・数量等も把握することができる。それにより、計画や調整、足場等の検討を容易にし、作業効率を大幅に高めることが期待される。

また、今後一層の努力が求められるカーボンニュートラルに向けた対応²⁵⁾においても、排出量のモニタリ



腐食	ひび割れ	剥離	漏水	遊離石灰

図-9 デジタルツインでの損傷表示 上：3D 損傷モデル、下：損傷のセマンティックセグメンテーション²⁴⁾

ングやトレーサビリティを確保し、カーボンフットプリントを明示していくための基盤としてもデジタルツインが有用となっていくと考えられる。

5 おわりに

このような DX を推進するには、関係者でデータを共有することが重要である。国土交通省では、国土交通データプラットフォームを構築して、データの一般公開・オープンデータ化を推進している²⁶⁾。また、点検データについてもオープンデータ化が進められてお

り、AI 等の技術開発への貢献が期待される²⁷⁾。

塗装の分野においても、塗膜の劣化や腐食のデータ、塗替後の性能のデータ等を共有することで技術開発を活発化することができよう。このような基礎的なデータ基盤の整備を各社それぞれが独自に実施することには限界がある。そこで、協力して取り組むべき「協調領域」と、競争的に取り組むべき「競争領域」を設定して、戦略的に取り組むことで、より一層の DX につなげることが可能となると思われる。

【参考文献】

- 1) 技術調査：インフラ分野のDX- 国土交通省、https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000073.html
- 2) J. McCarthy, M. L. Minsky, N. Rochester, C.E. Shannon : A PROPOSAL FOR THE DARTMOUTH SUMMER RESEARCH PROJECT ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 1955. <https://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>
- 3) Rosenblatt, Frank : The Perceptron : A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain. *Psychological Review* 65 (6) : 386-408, 1958.
- 4) Olga Russakovsky, Jia Deng, Hao Su, Jonathan Krause, Sanjeev Satheesh, Sean Ma, Zhiheng Huang, Andrej Karpathy, Aditya Khosla, Michael Bernstein, Alexander C. Berg, Li Fei-Fei : ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge, <https://arxiv.org/abs/1409.0575>
- 5) Jeff Dean, Andrew Ng : Using large-scale brain simulations for machine learning and A.I.、<https://blog.google/technology/ai/using-large-scale-brain-simulations-for/>
- 6) Tomas Mikolov, Kai Chen, Greg Corrado, Jeffrey Dean : Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space, <https://arxiv.org/abs/1301.3781>
- 7) 阿部雅人、杉崎光一：土木工学における AI 応用チュートリアル (6) 事例で AI のできることを知ろう その3 自然言語処理学習例、<https://committees.jsce.or.jp/struct10/node/19>
- 8) Ashish Vaswani, Noam Shazeer, Niki Parmar, Jakob Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N. Gomez, Lukasz Kaiser, Illia Polosukhin : Attention Is All You Need, <https://arxiv.org/abs/1706.03762>
- 9) 小林 弘明、中村 和樹、和泉 勇治、子田 康弘：畳み込みニューラルネットワークを用いた鋼橋の腐食検出におけるコントラスト調整によるトレーニングデータの拡充と精度向上、2022年3巻J2号 p. 764-773、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.3.J2_764
- 10) 蓮池 里菜、木下 幸治：畳み込みニューラルネットワークを用いた 腐食環境が異なる鋼材腐食部劣化度判定の試み、2020年1巻J1号 p. 365-372、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.1.J1_365
- 11) 久保 栞、全 邦釘、伊藤 克雄：YOLOv5を用いた導水路トンネルにおけるチョーキング箇所の検出、2021年2巻J2号 p. 87-96、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.2.J2_87
- 12) 藤嶋 斗南、党 紀、全 邦釘：橋梁損傷セグメンテーションの背景増強訓練とその効果の検証、2022年3巻J2号 p. 994-1002、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.3.J2_994
- 13) 龍田 斉、原田 豊、貫井 敬章、榮 洗希、清水 亮平、長井 宏平：勾配プースティング決定木と畳み込みニューラルネットワークを組み合わせた橋梁の劣化進展推定、2022年3巻J2号 p. 1017-1023、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.3.J2_1017
- 14) 長谷 俊彦、岩生 知樹、岩立 次郎、須藤 明人：機械学習を用いた環境条件による構造物の健全度推定、2020年1巻J1号 p. 57-62、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.1.J1_57
- 15) 緒方 陸、大久保 順一、藤井 純一郎、天方 匡純：土木分野における言語モデル評価指標の検討、2024年5巻1号 p. 66-76、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.5.1_66
- 16) 杉崎 光一、阿部 雅人、全 邦釘：大規模言語モデルの専門領域への適用に関する検討、2023年4巻3号 p. 474-481、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.4.3_474
- 17) 山根 達郎、全 邦釘、本田 利器：Deep Learning を用いた橋梁点検調査書からの文字情報抽出、2020年1巻J1号 p. 71-77、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.1.J1_71
- 18) 高橋 悠太：ChatGPT を用いた xROAD 道路橋データの不一致箇所検知可能性の検証、2024年5巻1号 p. 222-229、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.5.1_222
- 19) 設楽 広太、全 邦釘：画像キャプション技術を活用した橋梁点検用 Web システムの開発、2022年3巻J2号 p. 65-75、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.3.J2_65
- 20) 渡邊 優宇人、小川 直輝、前田 圭介、小川 貴弘、長谷山 美紀：Visual language model を用いた変状画像に対する所見の自動生成—類似画像検索による Few-shot learning の導入—、2023年4巻3号 p. 223-232、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.4.3_223
- 21) 青島 亘佐、宮内 芳維：大規模言語モデルの活用による橋梁点検調査書作成の省力化に関する検討、2023年4巻3号 p. 274-284、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.4.3_274
- 22) Stolterman, E., Fors, A.C. (2004). Information Technology and the Good Life. In: Kaplan, B., Truex, D.P., Wastell, D., Wood-Harper, A.T., DeGross, J.I. (eds) Information Systems Research. IFIP International Federation for Information Processing, vol 143. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/1-4020-8095-6_45
- 23) 杉崎 光一、全 邦釘、阿部 雅人：デジタルツインの概念と土木工学への応用、2023年4巻2号 p. 13-20、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.4.2_13
- 24) 藤嶋 斗南、党 紀、全 邦釘：背景増強訓練による橋梁複数損傷セグメンテーションの検証と3D 損傷モデル、2023年4巻3号 p. 705-714、DOI https://doi.org/10.11532/jsceiii.4.3_705
- 25) 国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究センター：インフラ分野における建設時のGHG 排出量算定マニュアル (原案)、2024.
- 26) 国土交通省：国土交通データプラットフォーム、<https://www.mlit-data.jp/>
- 27) 全国道路施設点検データベース <https://road-structures-db.mlit.go.jp/>

鋼橋塗替え時の下塗り塗料を対象とした赤外線カメラによる膜厚計測手法

坂本 達朗¹⁾ 鈴木 隼人²⁾

1 はじめに

塗装によって防食されている鋼橋（以下、塗装鋼橋と称する）は、経年での塗膜劣化が生じるため、定期的な塗替え工事が実施されるのが一般的である。このとき、塗膜の膜厚は防食性に大きく影響する要素であり、目標の膜厚に達していない箇所では所期の防食性が得られないことから、目標の膜厚を過度に下回らないように施工管理が求められる。

塗装時の施工管理における主な膜厚計測手法としては、ウェットフィルムゲージを用いた乾燥前の膜厚測定が挙げられる¹⁾。ただし、この器具は図-1のようにピンポイントで膜厚を計測するものであり、広範囲で多点数の測定を実施することが困難である²⁾。このため、実際の施工管理では、塗替え対象面積および塗料別に定められている単位面積あたりの使用量から計算される塗料の使用量が実使用量と相違ないかを確認するのが一般的である。しかしながら、塗替え工事では刷毛やローラなどを用いた手作業で実施されるため、その膜厚分布が塗装作業者の技能に依存しやすく、薄膜箇所が部分的に発生する可能性がある。

こうした状況に鑑み、塗装後の膜厚を広範囲かつ定量的に計測する手法の構築を目標として、筆者らは下塗り塗料を対象とした赤外線カメラによる膜厚計測手法の適用の可能性を検討している。

本稿では、その計測手法の概要を解説するとともに、

実施工条件における適用の可能性を把握するため、実際の塗替え状況を模擬して塗装した塗膜の膜厚を赤外線カメラで計測した結果³⁾について報告する。

2 赤外線カメラを用いた膜厚計測手法の概要

本手法は、塗膜表面から放射される赤外線強度が膜厚によって異なることを利用して、赤外線カメラの撮影画像から膜厚を推定する手法である。過去には鋼構造物用塗装系の上塗り塗料を対象とした近赤外線の波長域（約 700 ~ 2500 nm）での測定事例が報告されている⁴⁾⁵⁾。この手法を塗装鋼橋の塗膜に適用することにより、塗装された部材の膜厚分布を広範囲に把握することが可能となり、薄膜箇所を見落とさずに済むことが期待できる。

塗装鋼橋の塗替え工事では複数の塗料を塗り重ねた塗装仕様を適用し、その一連の塗装作業を同一作業者が実施するのが一般的である。このことを考慮すると、必ずしも全工程での膜厚計測を実施する必要はなく、第1層目として塗布された下塗り塗料の乾燥後の膜厚分布を把握することで、その後の塗装方法の改善などによって、膜厚に関する塗装の品質管理が達成できると考えられる（図-2）。

本手法の適用可能性を把握するため、鋼鉄道橋の一般的な塗替え塗装仕様の第1層目に使用されるエポキシ樹脂塗料を対象とした基礎試験を実施した⁶⁾。当該の塗装仕様におけるエポキシ樹脂塗料の目標膜厚は

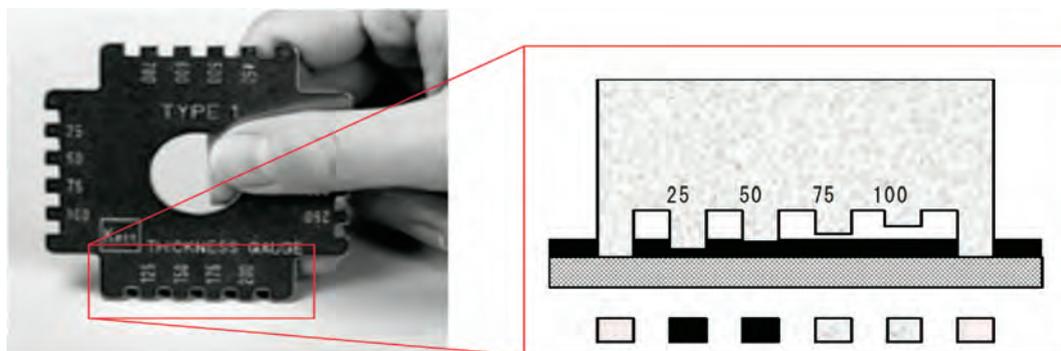


図-1 ウェットフィルムゲージによる計測例²⁾

1) 公益財団法人鉄道総合技術研究所 材料技術研究部 防振材料研究室

2) 建設塗装工業株式会社 品質管理部

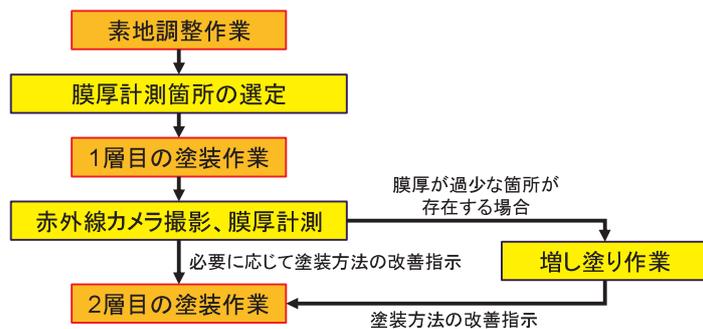


図-2 赤外線カメラによる膜厚計測を活用した塗装の品質管理イメージ

60 μm である。そこで分光光度計を用いて、エポキシ樹脂塗料を 20～80 μm の膜厚になるようにプラスト鋼板へ塗装した場合と、プラスチック板に塗装・剥離してフィルム状とした場合の光の反射率を測定した。なお、エポキシ樹脂塗料には「鋼構造物塗装設計施工指針²⁾」に規定されるエポキシ樹脂塗料を用いた。

測定の結果、赤外領域における各試験体の反射率は膜厚の増加とともに大きくなるといった類似の傾向を示した(図-3)。この要因の一つに、塗膜中には透明な樹脂中に各種の顔料が分散しており、膜厚の増加に伴って光が塗膜を透過しにくくなるとともに顔料で反射しやすくなることが挙げられる。また、塗膜を透過した光は鋼材表面で散乱することで、測定結果に大きく影響しなかったことが推定される(図-4)。

続いて、上述した塗装プラスト鋼板を赤外線カメラで撮影した。使用した赤外線カメラ(浜松ホトニクス

(株)製、C12741-03)は光電素子にインジウム、ガリウム、ヒ素を用いた InGaAs カメラであり、計測可能な波長域は約 950～1700 nm である。撮影にあたっては赤外線カメラを PC に接続し、専用の解析ソフトによって画像を解析した。各塗装鋼板の撮影画像を約 50mm 角で切り出したものを図-5(a)に示す。また、当該画像の各画素の輝度の平均値と膜厚の関係を図-5(b)に示す。なお、輝度は 256 階調であり、数字が大きいほど明るくなる。これより、撮影画像中の塗装鋼板の輝度は膜厚によって明瞭に異なり、輝度と膜厚が線形の関係にあることが分かった。

以上の結果から、本試験条件で赤外線カメラにより塗装箇所を撮影し、その画像の輝度情報を収集することにより、塗装箇所の膜厚を広範囲かつ定量的に計測できることが分かった。

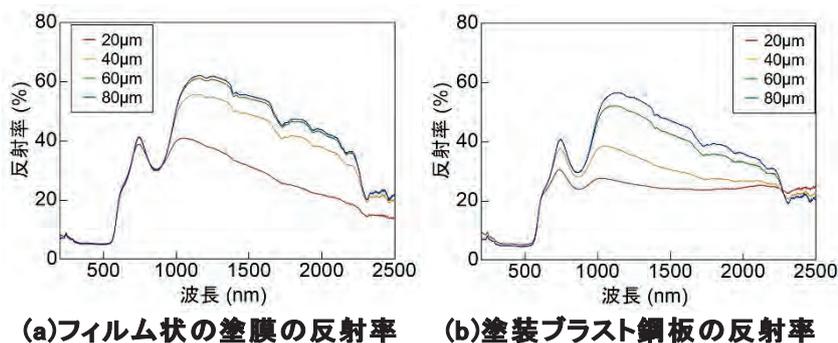


図-3 各試験体の膜厚と反射率の関係⁶⁾

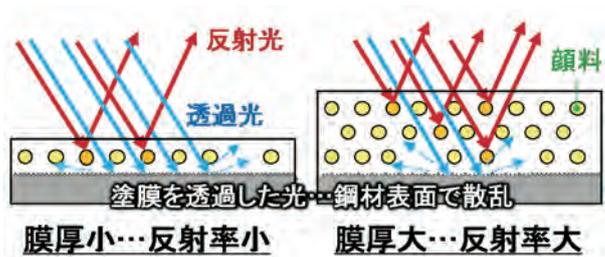


図-4 膜厚と反射率の関係(イメージ)

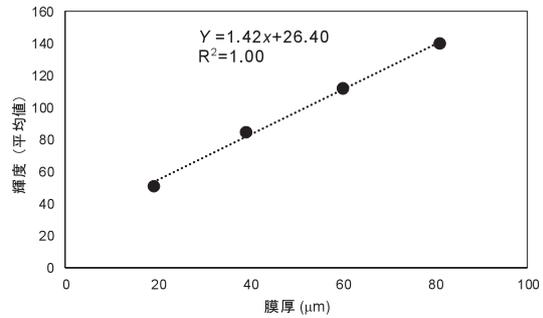
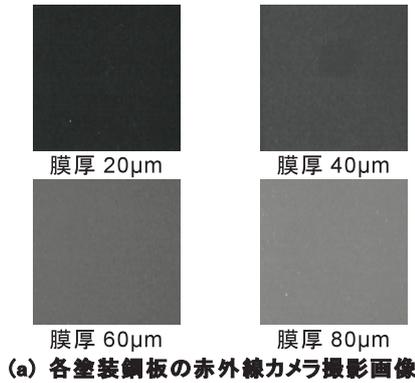


図-5 塗装したプラスト鋼板に対する赤外線カメラ撮影結果⁶⁾

3 実際の塗替え状況を模擬して塗装した塗膜に対する赤外線カメラ計測

3.1 試験方法

本試験の塗装対象は、鉄道総合技術研究所の所内に設置されている廃桁の切出し部材とした(写真-1)。使用する塗料は市販のエポキシ樹脂塗料とした。切出し部材に対する塗装方法は、塗装器具による塗りむらの影響を把握するため、スプレー、刷毛、ローラとし、高さ方向で3つに区分して膜厚が上から順に60～90μm、40～60μm、20～30μmとなるように塗装した。計測手法の評価では、各々に対してカット式膜厚計による塗膜の断面観察および赤外線カメラによる撮影を行い、双方の膜厚計測結果を比較した。カット式膜厚計では、上段、中段、下段の各段において高さ、横方向とも約50mm間隔でn=3で計測を実施した。赤外線カメラでは、一度の撮影で各々の段の塗装範囲が網羅できるように部材から約3m離れて撮影した(写真-2)。撮影画像からカット式膜厚計での計測箇所近傍の約20×20mmの範囲を抽出し、各画素の輝度の平均値を算出した。

なお、塗装前の素地調整作業にはディスクサンダー

を使用し、現場での標準的な仕上がりとして、全体的に腐食の生じた黒皮が残存し、部分的に金属光沢が存在する状態とした(写真-3)。

このような鋼材の表面状態の違いによる膜厚計測結果への影響を把握するため、切出し部材に加えて、寸法70×75×3.2mmである黒皮鋼板、磨き鋼板、腐食鋼板の小型鋼板(以下、比較鋼板とする)を準備した。黒皮鋼板はJIS G 3101に規定される熱間圧延鋼板を用い、磨き鋼板はJIS G 3141に規定されるブライト鋼板を用いた。腐食鋼板は、黒皮鋼板をJIS K 5600-7-9のサイクルA条件で1週間腐食させ、ダブルアクションサンダーで研磨し、腐食箇所と金属光沢箇所が混在したものとした。

各種の比較鋼板の塗装については自動塗装機を用いた。1回あたりの目標膜厚を25μmとして塗装作業を1～4回繰り返すことにより、膜厚25～100μmの塗装鋼板を作製した。このとき、全ての塗装鋼板を一度に塗装することで鋼板種による膜厚差は無いと仮定し、磨き鋼板の塗装鋼板を代表として電磁式膜厚計を用いた膜厚計測を行った。続いて赤外線カメラ撮影を行い、各小型鋼板の中心から約40×40mmの範囲の各画素の



上段の膜厚: 60～90μm
中段の膜厚: 40～60μm
下段の膜厚: 20～30μm

写真-1 切出し部材の外観と施工箇所



写真-2 切出し部材の外観と施工箇所



写真-3 切り出し部材の素地調整後の外観

輝度の平均値を算出して、電磁式膜厚計での膜厚計測結果と比較した。

3.2 試験結果と考察

塗装後の外観例と、各塗装箇所の上外線カメラ画像を図-6に示す。目視上では各段の膜厚の違いを確認し難いのに対して、上外線カメラでは膜厚が小さい下段ほど輝度が低下して全体的に暗い画像となっており、大まかな膜厚分布を広範囲で計測できる可能性を得た。また、ローラと刷毛は縦方向、スプレーは横方向に塗装しており、輝度の明暗が塗装方向に筋状に伸びている様子が上段の画像から確認できた。これにより、塗装器具の塗りむらを上外線カメラ画像から評価できることが示唆された。

また、図-6の下段の上外線カメラ画像では大きな輝度の箇所が局所的に点在していた。この原因について、各種の塗装鋼板の膜厚と上外線カメラ画像の輝度との関係(図-7)から考察する。図-7に示すように、塗装

前の鋼板の表面状態によって膜厚と輝度の関係は異なっており、磨き鋼板の場合には総じて輝度が大きくなる傾向にあるなど、鋼板の表面状態が膜厚の計測結果に影響することが分かった。これより、図-6の下段で確認された大きな輝度の箇所は、素地調整作業によって金属光沢が生じた箇所と考えられる。

なお、図-6から分かるように、鋼材の表面状態に起因する輝度のばらつきと塗りむらに起因する輝度のばらつきは大きさ・形状が異なっているため、鋼材の表面状態による影響と、塗りむらによる膜厚のばらつきを区別することは可能と考えられる。

続いて、ローラまたはスプレーの塗装箇所において、カット式膜厚計を用いて計測した膜厚と、計測箇所近傍の上外線カメラ画像の輝度の関係を図-8に示す。2次関数による回帰を行った結果、ローラの場合の決定係数は0.80、スプレーの場合は0.93となり、ばらつきはあるものの膜厚は輝度と相関しており、上外線カメラの輝度から膜厚を推定できることが分かった。

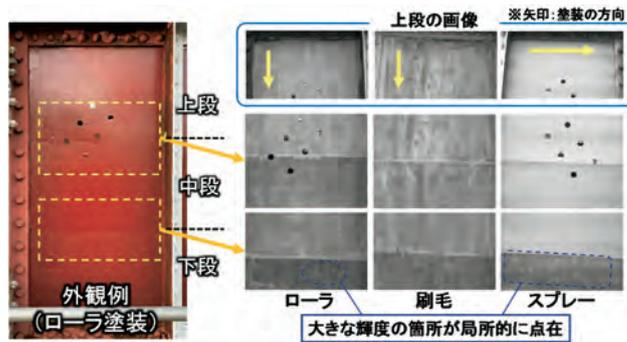


図-6 塗装後の外観例と各塗装箇所の赤外線カメラ画像

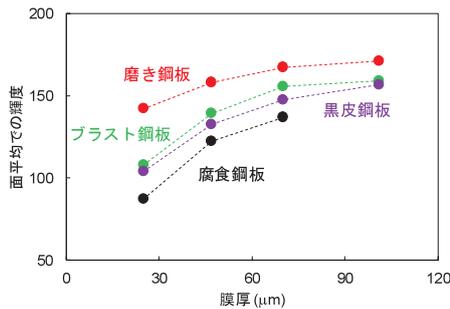


図-7 各塗装小型鋼板の膜厚と輝度の関係

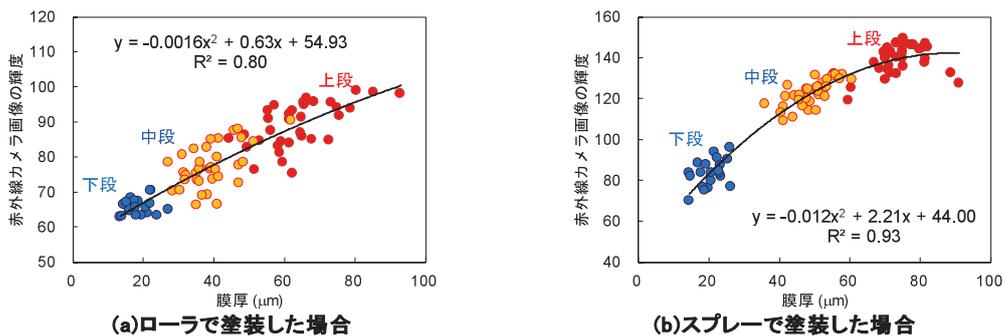


図-8 各塗装箇所の膜厚と輝度の関係

なお、ばらつきが生じた要因の一つに、塗装時の塗りむらの影響が挙げられる。図-8の輝度はカット式膜厚計による計測箇所の近傍を平均化したものであるのに対して、カット式膜厚計の計測結果は塗膜断面から計測した局所的なものである。このため、塗りむらが大きいとカット式膜厚計の計測結果のばらつきが大きくなるのが推定される。

また、塗膜の表面形状は塗装方法によって大きく異なる。切り出し部材の上段の中で約25×20 cmの範囲を撮影した赤外線カメラ画像の輝度を抽出し、図-8に示す回帰曲線式に基づいて膜厚を算出した際の膜厚分布を図-9に示す。スプレーの場合の標準偏差は7.3μmであるのに対してローラの場合には12.9μmであり、分布が広いことが分かる。目視上でも、ローラで塗装した場合には全面に小さなうねりが生じているのに対して、スプレーで塗装した場合には全体的に平滑であった。このような表面形状の違いが、塗りむらと同様の考え方により、カット式膜厚計の計測結果のばらつきを大きくした可能性がある。

図-10に、スプレーの塗装箇所の結果(図-8(b))に対して図-7における黒皮鋼板、腐食鋼板を用いた小型塗装鋼板の結果を重ねたものを示す。これより、腐食鋼板を用いた小型塗装鋼板と図-8(b)の計測結果が概ね一致する傾向にあった。これは前章で述べたように、切り出し部材の素地調整作業後の鋼材表面の大部分が腐食の生じた黒皮であったことが影響していると考えら

れる。

したがって、塗装前の鋼材の表面状態を模した小型塗装鋼板を作製し、その膜厚と輝度の関係をあらかじめ把握しておくことで、カット式膜厚計を使用せずに塗装箇所の膜厚を定量的に把握できる可能性が示唆された。

4 おわりに

本稿では、塗装鋼橋を塗替える際の下塗りとして用いられるエポキシ樹脂塗料を対象として、赤外線カメラを用いた膜厚計測手法の概要を解説した。また、本手法の現場での適用可能性を把握するために実施した実際の塗替え状況を模擬した塗装作業時の塗膜計測試験について述べた。本試験において得られた知見を以下に示す。

- (1) 実際の塗替えを模擬した場合においても、エポキシ樹脂塗料の膜厚を赤外線カメラ画像から広範囲に計測できる可能性を得た。また、塗装時の塗りむらをも大まかに把握できることを見出した。
- (2) 塗装前の鋼材の表面状態を模した小型塗装鋼板を見本板として用いることで、膜厚を定量的に把握できる可能性を得た。ただし、塗装時の塗りむらが顕著である場合や、塗膜表面が平滑でない場合には、計測結果にばらつきを生じる可能性がある。

以上、赤外線カメラを用いた膜厚計測手法により、塗装後の膜厚を広範囲かつ定量的に計測できる可能性

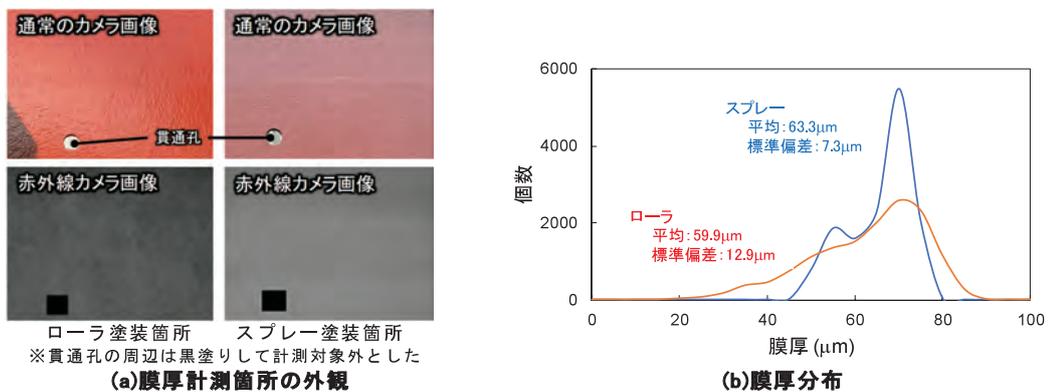


図-9 膜厚計測箇所の外観と図-8の回帰曲線式に基づく膜厚分布

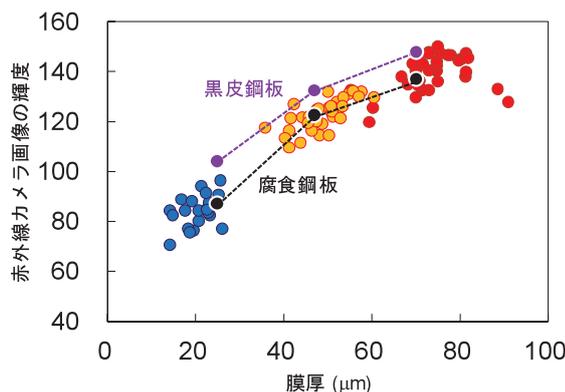


図-10 図-8(b)と図-7の重ね合わせ

が見出せた。ただし、鋼橋は形状の異なる複数の部材で構成されており、日照条件によっては陰影が発生する。陰影は赤外線カメラで撮影した場合にも生じ、膜

厚計測を阻害することになる。今後は、陰影の影響を補正する方法を検討する予定である。

【参考文献】

- 1) 中嶋泰治：現地における防食塗装に関して (3)、クレーン、Vol.58、No.4、pp.8-12、2020
- 2) (公財) 鉄道総合技術研究所：鋼構造物塗装設計施工指針、2013
- 3) 坂本達朗、鈴木隼人：塗装鋼橋の下塗り塗料を対象とした赤外線による膜厚計測手法の検討、防錆防食技術発表大会講演予稿集、Vol.44、pp.159-162、2024
- 4) 溝上善昭、林昌弘、奥村淳弘、阪上隆英、塩澤大輝、松本悠希：赤外線カメラを用いた塗膜劣化評価による実橋調査、土木学会大 73 回年次学術講演会、I-027、pp.53-54、2018
- 5) 松本悠希、阪上隆英、塩澤大輝、溝上善昭、林昌弘、奥村淳弘：近赤外線カメラを用いた重防食塗装最表層の損耗度定量評価、土木学会大 73 回年次学術講演会、I-028、pp.55-56、2018
- 6) 坂本達朗：鋼構造物用下塗り塗料を対象とした赤外線による膜厚測定手法に関する一考察、structure painting、Vol.51、pp.31-36、2023

橋梁の色彩

吉田 慎悟¹⁾

1 隅田川に架かる橋梁の色彩

隅田川に架かる白鬚橋、蔵前橋、厩橋、駒形橋、吾妻橋の5橋は5年ほど前に改修を終えている。改修前は高彩度の原色を使った橋梁が多かったが、改修を終えた橋梁は、やや彩度を抑えた色調に替わっている。

橋梁の改修の計画があった際に、JUDI（都市環境デザイン会議）、TDA（景観デザイン支援機構）等の共催、そして墨田区と台東区が後援して「隅田川の景観・歴史的橋梁の文化的価値を考える」と題したフォーラムが開催されている。このフォーラムでは海外の歴史的価値を持つ橋梁の色彩調査の報告もあり、隅田川の5橋も架橋当時の色彩に戻すべきだという意見も多くあった。その後、東京都も墨田川中流部著名橋色彩検討委員会¹⁾を開催し、学識経験者も交えて改修の具体

的な色彩が検討されている。その結果、例えば吾妻橋は、最高彩度の赤で塗装されていたが、人が接する橋梁の高欄は原色ではなく、近くの浅草寺が雷門等で使っていた弁柄色に近い、落ち着いた赤で改修されている。

写真-1、2に防護柵や照明灯を含むすべての部位が原色の赤で塗装されていた改修前の吾妻橋を示す。

蔵前橋も以前は原色の黄色が使われており、「隅田川の景観・歴史的橋梁の文化的価値を考える」と題したフォーラムでも、目立ち過ぎて景観的に問題があるとされていた。そのような指摘も踏まえて、改修後は原色の黄色を大きな面積で使用することは避けて、強過ぎる色彩の主張を和らげた塗装となっている。

写真-3、4に原色の黄色で塗装されていた改修前の蔵前橋を示し、写真-5に青で塗装されていた改修前の駒



写真-1 改修前の吾妻橋（全景）



写真-3 改修前の蔵前橋（全景）



写真-2 改修前の吾妻橋（高欄、照明柱）



写真-4 改修前の蔵前橋（高欄、照明柱）

1) 色彩計画家



写真-5 改修前の駒形橋



写真-7 浅草寺の弁柄色

形橋を示す。

この隅田川の橋梁に限らず、これまで日本の橋梁は、色彩が持つイメージによって決められることが多かった。例えば蔵前橋の原色の黄色は、昔、この橋の近くには蔵が多くあり、蔵から黄金色がイメージされるということで黄色が選択されたという話を聞いたことがある。川に架かる橋梁は水のイメージで青く塗装するというのも一般的な考え方であった。しかし環境色彩計画ではこのようなカラーイメージを検討するだけではなく、近年は景観の一部として、周辺との関係が重視されるようになった。隅田川に架かる橋梁も単体の色彩イメージにこだわるのではなく、橋梁群としての見え方や周辺景観との関係も検討されなければならない。

改修が終わった5橋は、以前使われていた色彩よりもいずれも彩度が抑えられた色彩に変更されたが、彩度を多少でも下げたことによって、例えば同様に景観に配慮して検討され、改修が進む首都高速道路とも色差が少なくなって、墨田川周辺の景観が落ち着いて来たように感じる。

写真-6に隅田川の著名橋5橋の改修以前に、低彩度色で改修が終了していた両国橋を示す。

写真-7を見ると、浅草寺の赤は原色ではなく、彩度



写真-8 改修後と未改修の高欄の色（吾妻橋）



写真-9 高欄と防護柵の色（吾妻橋）



写真-6 低彩度色で改修された両国橋



写真-10 彩度を落とした改修後の蔵前橋

が少し抑えられた弁柄色が使われているが、吾妻橋の高欄色にはこの弁柄色に近い彩度を少し抑えた赤が改修後の色彩として選択されている。

写真-8 は改修された吾妻橋の高欄の色彩と今回は改修せずに残っている原色の赤である。

写真-9 は改修後の吾妻橋であり、高欄の色彩は弁柄色、防護柵はオフグレーを採用したことにより、落ち着いた雰囲気の高欄空間となった。

写真-10 は、同様に原色の黄色から彩度を落とした黄色に替わった改修後の蔵前橋である。

2 パリの橋梁の色彩

景観法の施行以降、単体の橋梁の色彩の善し悪しを議論するのではなく、地域の景観の一部としての色彩の在り方が検討されることが多くなった。橋梁は地域のランドマークとしての役割を担っていることもあるので、周辺の景観とは対比的に目立つ方がよいという特別な橋梁もある。しかし、目立ち方の程度を抑える、あるいは目立たなくして、地域の景観を支える地となる色彩を採用することで、地域全体の景観の質を上げることが出来る。

橋梁の色彩が地域の景観とどのように関係しているかを知るため、世界的に美しい都市と評価されているパリの橋梁の色彩を視察したことがある。セーヌ川沿いを歩き、そこに架かっている橋梁の色彩を測り、周辺の景観との関係を見学した。

例えば写真-11 に示すセーヌ川に架かるロワイヤル橋である。この橋は歴史的建造物に指定されている石造の橋であるため塗色は施されておらず、すべて無彩色に近い石の色で覆われている。

このロワイヤル橋の橋上の空間を見ても、高欄も石で目立つ色彩はない。このように目立つ色彩がない橋上空間は、隣のカルーゼル橋も同様である。

カルーゼル橋はルーブル宮殿へと繋がるコンクリート製のアーチ橋だが、ここも写真-12 に示すように素材を活かした広々として穏やかな歩行者のための橋上空間をつくっている。

パリはランドマークとなる歴史的な建築が多く残されている。橋梁の色彩は基本的には低彩度色で背景となって主張を抑え、歴史的な建築物の見え方を引き立てている。

カルーゼル橋からさらに上流に歩行者専用の鋼鉄製のポン・デ・ザール (Pont des arts) が架かっている(写真-13)。この橋は鋼鉄製なので塗装が施されているが、一見黒く見える橋の色を測ると5GY3/1という色値で、明度は低く、多少黄緑が入っている色彩であることが分かった(写真-14)。この暗い黄緑色は木製の床材とも相性が良く、落ち着いていて細く軽快な鋼鉄製の橋梁の造形を引き立てているように感じた。

さらに2006年に新しく架けられた歩行者・自転車専用のシモーヌ・ド・ボーヴォワール橋も見学した



写真-11 ロワイヤル橋



写真-12 カルーゼル橋



写真-13 ポン・デ・ザール橋



写真-14 ポン・デ・ザール橋の塗装色



写真-15 シモーヌ・ド・ボーヴォワール橋



写真-16 セーヌ川に架かるパリの橋梁群



写真-17 アレクサンドル3世橋



写真-18 ケ・ブランリー美術館近くのドゥビリ橋

(写真-15)。この橋もセーヌ川に架かっており、斬新な形態で話題になった国立図書館の建築と共に、新しいパリの名物となっている。この橋は床面がうねった独特の形をしているが、色彩は金属色でほとんど無彩色に近いメタリックグレーでまとめられていた。

パリの橋梁は基本的に新しい時代が獲得した構造と、その構造を成立させる素材を大切にしている、橋梁の美しいシルエットが活かされ、華やかな色彩表現はない。装飾的な色使いを抑えることによって、構造美を引き立て、永い時間を生き抜く力を表現している。

パリの橋梁を注意深く見ていくと、色彩を使った橋梁もいくつか見つかる。このような橋の周辺は建築物等の色彩が整っており、橋が多少主張する景観となっている。パリは景観を構成する要素の色彩関係が調整され整理されているから都市全体の美しさが保たれているのだろう。

セーヌ川に架かるパリの橋梁群を写真-16に示す。また、豪華な装飾が施されたアレクサンドル3世橋とケ・ブランリー美術館へと繋がる歩行者専用の低彩度の青を使ったドゥビリ橋を写真-17、18に示す。

③ すべての色は数値化できる

色彩を定量化し数値化する方法はいくつかあるが、我が国の建築や土木の分野ではマンセルカラーシステムが採用されている。マンセル表色系における色の表し方は、色相・明度・彩度の3属性によって一つの色を表示する形をとっている。色相 (Hue) は色味を示し、赤 (R)・黄 (Y)・緑 (G)・青 (B)・紫 (P) の5色相を基本として色相環を形成する。明度 (Value) は明るさを示し、光を完全吸収する理想の黒を0、完全反射の理想の白を10とし、その間を知覚的に等歩度となるように10段階に配列している。彩度 (Chroma) は鮮やかさを示し、中心にある無彩色軸から遠ざかるにしたがって彩度値が高くなり鮮やかな色彩となっている。

パリのポン・デ・ザール橋の色彩は5GY3/1と書い

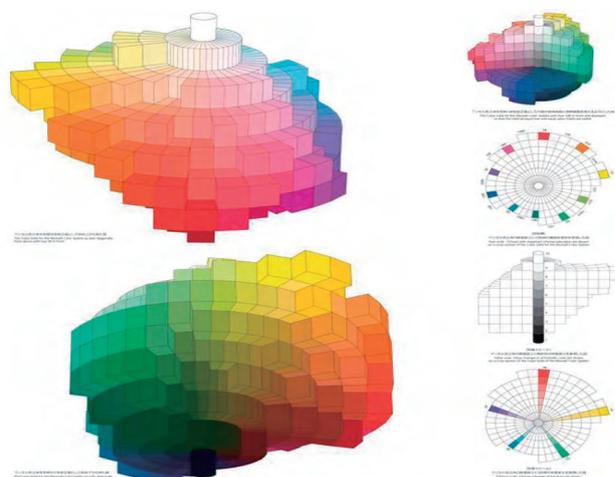


図-1 色相・明度・彩度で構成されたマンセル色立体

だが、これはマンセル表色系の色彩の表し方で、黄色(Y)と緑(G)の中間の色相で、明るさが10の中の3、そして鮮やかさは1ということを表している。5GYの最高彩度色の彩度は12程度あるので、彩度は白も黒も入っていない純色の1/12ということになる。

図-1に、色相・明度・彩度の3属性で構成されたマンセル色立体を示す。

4 四季折々に変化する自然の色

色彩はマンセル表色系等で正確な表記が出来る。しかし色彩は実際の環境では単色で見えることはなく、必ず、その色彩の背後にある背景色との関係で見られることになる。そしてこの背景色が変わると、同じ色でも変化して見える。

以前、弘前市で環境色彩調査を行った際に、弁柄色で塗った木橋の色彩が夏には赤く感じ、その年の秋の調査の時には同じ木橋の色の彩度が低く、鈍い色に見えた経験がある。

写真-19に弘前の木橋の色彩と鮮やかに紅葉した周辺の樹木の葉を示す。これは、周辺に植栽された樹木が、夏は生き活きとした緑色であり、その緑を背景とした木橋の弁柄色は対比的に赤が強まって見え、秋には背景の樹木の葉が鮮やかに紅葉したために、弁柄色の木橋は彩度が下がって見えたのだと思う。これは色彩学では有名な同時対比という効果である。

図-2は、緑と鮮やかな赤のモザイクカラーの上に載せた弁柄色の見え方を図式化したものだ。どちらも同じ弁柄色の長方形が載っているが、左右の弁柄色の長方形の色彩は異なって見える。

この同時対比の例が示すように色彩計画を行う際には、モノ自体の色彩を検討することも大切だが、計画対象となっているモノがどのような状況に置かれるのかを詳しく知る必要がある。自然界の色彩はどれも美しく見えるが、これらは雑然と現れるのではなく、色彩どうしとの関係がうまく調整されて表れるので、多様な美しさが生まれるのだと思う。

そこではそれぞれの色彩が節度を持って分相応に働

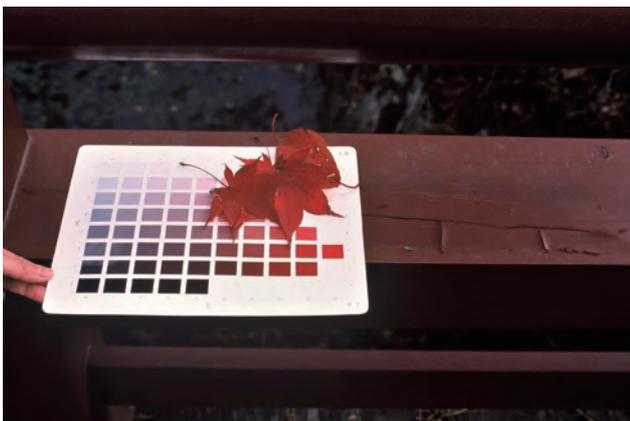


写真-19 弘前の木橋の色彩

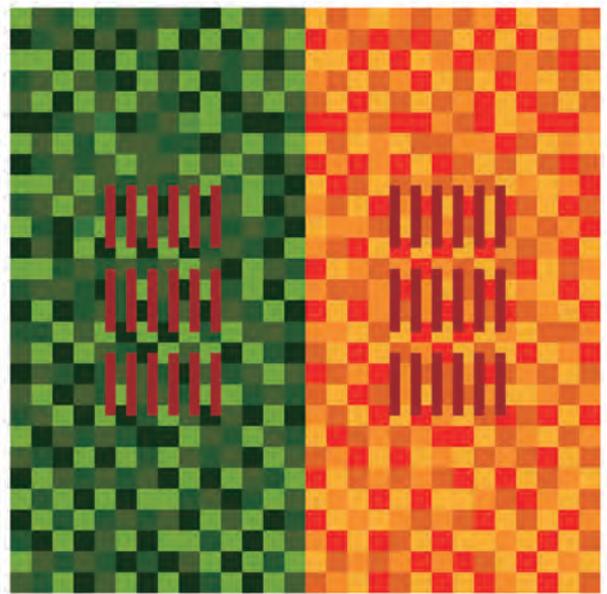


図-2 色の対比

いている。きれいな花や、生き活きとした緑の葉が美しく見えるために、通常はあまり目を引くことがない大地の土の色の存在も重要である。土は大地で遊ぶ子供の服を汚す汚い色だと感じられる時もあるが、この大地の背景色がなければ、四季折々の自然の変化はこれほど美しく感じられないだろう。

一般に自然界で私達が美しいと感じる色彩は、花や蝶などが持つ鮮やかな高彩度色である。そして自然の緑や空の青等、自然界の色彩は常に移り変わる。きれいな花も季節が変わると、枯れて大地に落ちて土に同化する。自然界の美しい高彩度色は生きていて変化の度合いが大きく、それらを支える、土や石、あるいは樹木の樹皮の部分は一般に低彩度色で大きくは変わらない。

このように低彩度色を背景とした時、彩度が高い色彩は図としての効果が高く、より印象的に見える。橋梁の色彩を考える時にもこの自然界の色彩の在り方は重要な意味を持つ。単色の色彩の善し悪しではなく、周辺の背景色との関係が適当な時に色彩は美しく見える。桜の花が美しいからといって、橋梁をピンクに塗ると、何年経っても朽ちない奇異な色に感じるだろう。

5 都市空間における背景色の整備

日本の橋梁等の色彩を見渡すと、隅田川橋梁群のように、結構鮮やかな色彩が多く使われていたことが分かる。一般に彩度が高い色彩は自然界の花のように周辺の景観と対比して目立つ。架橋に関わった人はどうしてもその橋梁を主役として目立たせたがる。そのためイメージがしっかりとした有彩色を使う。都市環境ではこのような有彩色が地域のランドマークとして必要とされることもあるが、有彩色は周辺にある色彩と

の関係に十分に配慮して使うべきであろう。自然界では動かない大きなモノのほとんどは低彩度色である。都市内でもあまり強く目立たせる必要がないモノには、大地のような低彩度色を使わないと、都市景観は混乱する。人工的な都市環境においても、基本的には大きな変化しないモノには低彩度色を使い、公共のサインとして目立たせるべきモノや、都市内を動き回る自動車や人が身に纏う衣服に有彩色を使うことで心地よい賑わいが生まれる。さらには、都市内で共存する生きた自然の緑や、花壇の花、そしてそこに集まる蝶や鳥の色が生き生きと見えることが景観形成の基本である。

図-3 に、私達が「誘目性のヒエラルキー」と呼ぶ彩度との関係が強い誘目性を軸に景観構成要素を分類したものを示す。

景観形成の基本となるのは、背景として景観を支える低彩度色に着目して国土交通省は「景観に配慮した道路附属物等ガイドライン」²⁾を定めている。これらは日本の景観の基調となる色彩で、自然界の大地のように都市内に賑わいをもたらすためにも必要な地の色である。

現在景観に配慮した道路附属物の色彩としてガイドラインに収録された色彩は4色となっている。それらはグレーベージュ(10YR6/1)、ダークブラウン(10YR2/1)、ダークグレイ(10YR3/0.2)、オフグレイ(5Y7/0.5)と呼ばれる色彩だが、都市内の構造物にもよく使われるコンクリートのグレーに合わせたオフグレイ以外はすべて10YRの色相にある低彩度色が指定されている。これらは道路の背景として現れる機会が多い日本の大規模な建築物の外装色を調べ、その出現頻度が多い色相を基調としている。4つの色彩は建築・土木の業界でもよく利用されている日本塗料工業会の塗料用標準色³⁾にも収録されており、見本帳の中で4色には㊟マークがつけられている。

写真-20 は、日本塗料工業会の色番号がP19-60Bで、マンセル値10YR6/1のグレーベージュと呼ばれている色であるが、この表記には㊟マークが記されている。

最近ではメーカーもこのような活動に参加し、ダー



写真-20 ㊟マークの表示例



写真-21 ガードレール色彩事例



写真-22 色彩事例



図-3 誘目性を軸に景観構成要素を分類

クブラウンやグレーベージュが防護柵やフェンスの色彩の定番になってきている。写真-21 に集合住宅の外壁改修に合わせて、ガードレールをグレーベージュで塗装した事例を示す。

また、写真-22 では、10YR6/1 は小さな塗料用標準色見本で見た時は少し暗めに感じる時もあるが、実際に塗装して大きな面で見ると適度な明るさに見える事例を示す。

このような㊟マークの色彩で同色に揃えることによって、景観が整理される。最近ではグレーベージュで塗装された歩道橋等も見ることができ、同じ色彩



写真-23 上越市のガスタンクの事例

に揃えることによって、何度も反復して接しているうちに慣例色として、より目立たない色彩になる。以前は樹木のイメージカラーの緑色の防護柵に舗装面は赤味の強いレンガ色を使った歩道もよく見掛けたが、強い緑色と赤味の強い舗装色に目が引かれて自然の生きた樹木の緑がよく見えないということがよくあった。グレーベージュやダークブラウンのような自然界にある落ち着いた地の色彩で揃えることによって生きて変化する緑や花の色彩がより美しく見えるようになる。

写真-23 は、上越市のガスタンクの事例であるが、



写真-24 河津七樽ループ橋



写真-25 現場での色彩検討

以前は写真に右にあるような明めの緑色で塗装していたが、改修の度に左のようなグレーベージュに変えている。

最近では国道の整備だけではなく、この景観に配慮した色彩を積極的に活用している自治体もある。例えば静岡県では防護柵の色彩を、県内を景観類型ごとにゾーニングしてグレーベージュやダークブラウンを使い分けている。さらに橋梁も規模があまり大きくないものは、この景観色で塗装することをあらかじめ決めており、規模が大きく、周辺の景観に与える影響が大きな橋梁は、塗装の際に景観アドバイザーの協力を得て周辺との関係を確認して、その地域に最適な色彩を選択するシステムを取っている。

静岡県における橋梁の色彩検討においては、検討で制作した色彩見本は県がストックしていて、必要な時は市に貸し出すことが出来るように準備している。

写真-24,25 は、色彩のアドバイザーも参加して色彩検討を行った改修予定の河津七樽ループ橋を示す。ちなみに七樽ループ橋ではグレーベージュ、ダークブラウン、オフグレーの他に既存のグリーン系の色相の明度・彩度を調整したダークグリーンも検討に加えている。

6 色彩計画はお化粧ではない

色彩を地域の景観の一部として捉える環境色彩計画が広まった1990年代頃、橋梁等を塗装する色彩を「色彩計画はお化粧であり、古くなって退色した橋梁等の表面に塗料でお化粧してまた美しく見せる術だ」という意見もあった。

お化粧のことを悪く言うつもりは全くないが、私は環境色彩計画が目指していることは、橋梁を表面の塗装色で、最近流行の新しさを感じる橋梁に変身させることではなく、色彩は皮膚そのものだと考えている。

人の皮膚は簡単には変えることが出来ない個性を持っている。そしてわずかな色の違いで、その人の健康状態が分かる。多分、人のお化粧も個人の健康な皮膚の重要性を認識して、多様な方法が提案されているのだと思うが、橋梁等のモノの色彩も、それぞれの機



写真-26 エッフェル塔の部材



写真-27 エッフェル塔の色彩



写真-29 シャンゼリーゼ大通りの花壇



写真-28 ルイ・ヴィトン財団美術館

能性と構造美を引き立てる個性と深く関係して表現されるものだと思う。橋梁も健康な人の皮膚が見せるような色彩を身に纏うことによって、個性的でより永続的な地域の景観の一部となって行くのだろう。

最後にパリの写真を幾つか載せる。写真-26 はエッフェル等だが、永い時間経過の中でさまざまな検討を

を経て選ばれてきた色で、目立たないが魅力的な色彩である。特にパリにはなくてはならないランドマークとなったエッフェル塔は、低彩度の上品な色彩で塗装されている。

ちなみに2013年に測色したエッフェル塔の色彩は7.5YR5/3だった(写真-27)。

写真-28 はブローニュの森の中に建てられたルイ・ヴィトン財団美術館だが、2016年には一時的にこのような原色で飾られていた。このカラーデザインはアーティストの作品でもあるが、健康な人が身に纏うファッションのようでもあり、色使いの面白さを教えてくれる。

写真-29 はシャンゼリーゼ大通りの花壇だが、石造の建築物が並ぶまち並みの中で、自然の花の色を美しく見せていた。

日本でも、単体のモノの色の善し悪しでなく、今後モノとモノの関係性をうまくデザインして、体感できる魅力的な色彩環境を整備しなければならないだろう。

【参考文献】

- 1) 東京都第六建設局：隅田川中流部著名橋色彩検討委員会、2014～2015年
- 2) 国土交通省道路局：景観に配慮した道路附属物等ガイドライン、2017年
- 3) (一社)日本塗料工業会：塗料用標準色、<https://www.toryo.or.jp/jp/color/standard/2024P.html>

塗装塗替えにおける残存塩分の処理について

藤川 祥汰¹⁾ 小寺 健史²⁾ 坂本 達朗³⁾ 和田 直樹⁴⁾

1 はじめに

近年、腐食環境における塗替え塗装後の橋梁において、早期にさびが再発する事例が多く報告¹⁾されており、その主な原因の一つとして、塗装前の素地調整後に残存する塩分が挙げられる。従来より素地調整前後に水洗が必要に応じて実施されているが、さび中の塩化物イオンの多くはさびと鋼材素地の界面に濃縮しているため、単純な水洗だけでは完全に塩分を除去することは困難である²⁾。そのため、既存の塩分処理方法としてはブラストを複数回繰り返し実施するか、水洗工を取り入れることが一般的である。

しかし、ブラストによる塩分処理では使用する研削材量が膨大となり、産廃量の増加やコストの上昇、工期の延長が避けられない。さらに、水洗においては高圧水洗やスチーム洗浄などが検討されているが、多量に発生する処理水の回収が困難であり、橋梁の架設状況や環境によっては実施が制限されることがある。また、海浜地区に架設された鋼道路橋の現場塗装時に、防護工を軽微なものにすると短いスパンで多量の飛来塩分が付着することが報告³⁾されており、水洗から次工程までの塩分の再付着も懸念される。

このような背景から、筆者らは鋼橋の塗装における塩分処理の新たな解決手段として、塗布型の可剥材料（以下、塩分低減剤とする）を開発した⁴⁾。

本報では、屋外の鋼橋を対象に塩分低減剤の塩分除去性能や作業性を評価した結果について述べる。

2 塩分低減剤の概要

塩分低減剤は、水を溶媒とする塗料状の材料であり、水が蒸発するにつれて皮膜が形成される仕組みとなっている。ブラスト処理を施した鋼材にこの塩分低減剤を塗布すると、対象物の表面に残る塩分が塩分低減剤に溶解し、乾燥と共に塩分が皮膜内に取り込まれる。この作用により、対象物表面の塩分を減少させることができる。

塩分低減剤には増粘剤が含まれており、室内環境においては垂直面にも 1000g/m²程度まで塗布が可能である。また、乾燥後に形成された後の皮膜は再度のブラストによって除去することが基本だが、手作業での剥離も可能であり、ブラスト作業の時間を短縮することができるという利点も持っている（図-1）。

3 鋼鉄道橋における性能評価

本章では、営業線の鋼鉄道橋を対象として各部材に塩分低減剤を塗布し、塩分低減剤の塗布前後での表面塩分量から塩分除去性を評価した。また、各部材に対する塩分低減剤の作業性についても評価した⁵⁾。

3.1 鋼橋および試験箇所の概要

対象とした橋梁は、日本海沿岸に架設された鋼鉄道橋である。全体的に腐食が発生しており、飛来塩分の影響を大きく受けていると考えられる。

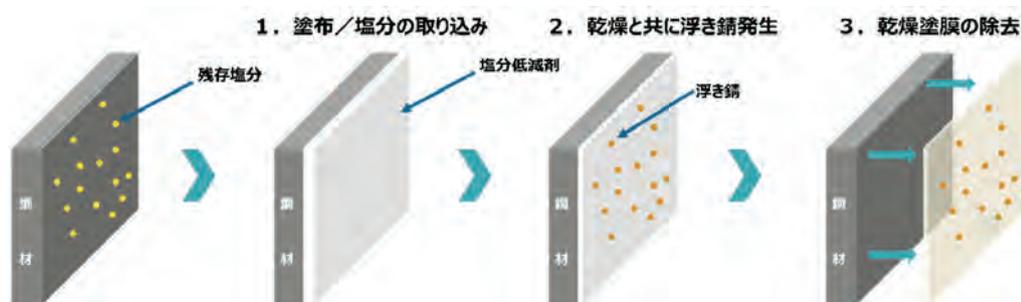


図-1 塩分低減剤のメカニズムイメージ

- 1) 大伸化学株式会社 技術部 開発課
- 2) 極東メタリコン工業株式会社 代表取締役専務
- 3) 公益財団法人鉄道総合技術研究所 材料技術研究部 防振材料研究室
- 4) 西日本旅客鉄道株式会社 近畿統括本部 大阪土木技術センター

3.2 試験方法

試験箇所は垂直面である腹板部分と水平面である下フランジ下面とし、素地調整方法としては乾式ブラストを採用した。また、動力工具で素地調整した場合の塩分低減剤の作業性を把握するため、腹板の一部をディスクグラインダにより素地調整を行った(図-2)。

動力工具を適用した箇所では、白色部分は腐食による減肉が認められず既存塗膜がわずかに残存し、褐色部分は減肉による凹凸と部分的なさびが残存していた。乾式ブラストにはフェロニッケルスラグ系研削材を使用し、吐出圧は0.7MPaとした。また、目標除錆度はISO 8501-1 規定のSa 2 1/2とした。

塩分低減剤の塗布には専用ガンを使用し、塗布量の目標値は1000g/m²とした(写真-1)。塗布後約20時間後に手作業による剥離作業を実施した。塩分低減剤の作業性は、塗布時の塗料の塗着状態(塗工性)と剥離作業時の皮膜の剥がれやすさ(剥離性)で評価した。

3.3 表面塩分の測定方法

表面塩分の測定作業は、塩分低減剤の塗布作業の後に実施した。このとき、部材の表面は腐食に伴う減

肉によって凹凸が生じており、汎用の測定機器であるポータブルの表面塩分計では使用するイオン交換水を機器内に留めておくことが困難であった。そこで、ブレスル法を用いて表面塩分を測定した。なお、溶液中の塩分量の測定にあたっては、イオンクロマトグラフィーによって溶液中の塩化物イオン(Cl⁻)濃度を測定し、単位面積あたりの塩化ナトリウム量(mgNaCl/m²、以下mg/m²とする)に換算した。

3.4 試験結果と考察

(1) 表面塩分

各試験箇所における表面塩分の測定結果を図-3に示す。ブラスト処理箇所では、塩分低減剤塗布前の表面塩分量が腹板で267~444mg/m²、下フランジ下面で11~70mg/m²であったのに対し、塗布後の表面塩分量は一桁以上減少していることが確認された。動力工具による素地調整箇所でも、塗布後の表面塩分量はブラスト処理箇所よりやや多い傾向にあったが、大幅な表面塩分量の減少がみられた。

これらの結果から、屋外の鋼橋でも塩分低減効果が得られること、さらに動力工具による素地調整でもブ



図-2 試験箇所の外観



写真-1 塩分低減剤の塗布状況

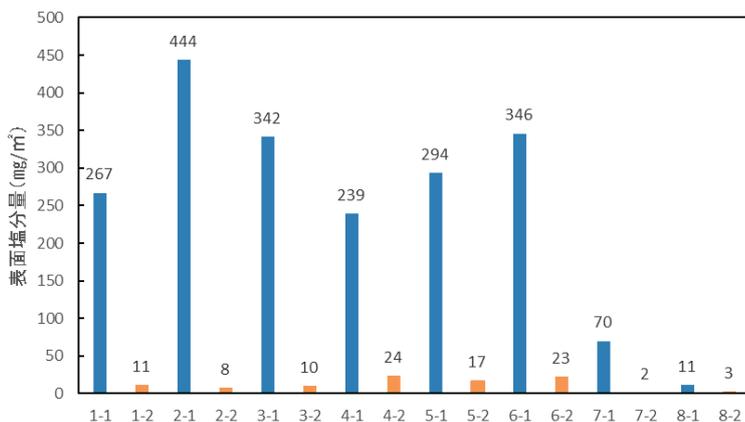


図-3 表面塩分測定結果

No.	測定箇所	素地調整方法	測定のタイミング
1-1	腹板	ブラスト	塗布前
1-2			塗布後
2-1			塗布前
2-2			塗布後
3-1			塗布前
3-2			塗布後
4-1	動力工具	動力工具	塗布前
4-2			塗布後
5-1			塗布前
5-2			塗布後
6-1			塗布前
6-2			塗布後
7-1	下フランジ下面	ブラスト	塗布前
7-2			塗布後
8-1			塗布前
8-2			塗布後

ラスト処理と同様の効果が得られることが確認された。ただし、動力工具を用いた箇所での塗布後の表面塩分量が比較的大きかったのは、部分的にさびが残存し、さび中の塩分が塩分低減剤に溶出しなかった可能性があるものと考えられる（図-2）。

(2) 作業性

塩分低減剤の施工状況を図-4に示す。下フランジ下面では塗工性に問題はなかったが、腹板では塩分低減剤の流れ（たれ）が一部で確認された（図-4(a)）。これは、垂直面での手作業塗布により過度に塗布された塩分低減剤が流れ落ちたためと考えられる。たれが発生した箇所の下フランジ上面では塩分低減剤が溜まり、造膜に時間がかかる懸念がある。したがって、たれ抑制のための塗料配合の改善が必要とされる。

剥離性については、ブラスト処理箇所では皮膜が手作業で容易に剥離できたが、動力工具処理箇所ではさびと密着し、手作業での剥離が困難だった（図-4(b)）。腹板の端部近傍のボルト添接部でも皮膜が破れ、手作業での剥離が困難だった。これは、塩分低減剤がボルト角部に十分に塗着せず薄膜になっている

ためである。手作業での剥離性向上には、皮膜強度を向上させる塗料配合の検討が必要と考えられる。

4 鋼道路橋における性能評価

本章では、鋼道路橋を対象として塩分低減剤を塗布し、塩分低減剤の塗布前後での表面塩分量から塩分除去性を評価した。また、対象とする試験箇所における塩分低減剤の作業性についても評価した。

4.1 鋼橋および試験箇所の概要

対象とした橋梁は、日本海側の地域で海から3 kmほどに架設された道路橋である。既存塗膜が部分的にひび割れを起こし、ボルト部、下フランジ下面などで軽微な腐食が発生していた。対象とした橋梁の路面上には、冬期に凍結防止剤を散布しており、海からの飛来塩分だけでなく、車両により巻き上げられた路面上の凍結防止剤の一部が対象とした橋梁に付着していることが考えられる。

4.2 試験方法

試験箇所は、垂直面である腹板部分（写真-2）とし



(a) 塩分低減剤のたれや溜まりが発生した箇所



(b) 塩分低減剤が部分的に剥離しない箇所

図-4 塩分低減剤の施工状況



写真-2 試験箇所の外観

た。素地調整方法にはハンディのプラスト面形成動力工具を用いた。また、試験箇所は水系塗膜剥離剤で既存塗膜を除去した後の鋼材面であり、そもそもの塩分量が高くないと予想された。

以上から、本来の目的とは異なるが付着塩分量が高いと想定される既存塗膜面においても塩分低減剤で処理することとした。プラスト面形成動力工具を用いた素地調整は、鋼材表面を目粗しする程度に留めた。既存塗膜面は、ウエスを用いて軽く乾拭きしてから処理を行った。塩分低減剤の塗布には刷毛を使用し、塗布量の目標値は800g/m²とした。(写真-3)

4.3 表面塩分の測定方法

表面塩分の測定作業は、塩分低減剤の塗布作業の前後に実施した。鋼材面および既存塗膜面には目立った凹凸は確認されなかったため、ポータブルの表面塩分計を使用した。表面塩分計の測定においては、イオン交換水10mlを注入し、1分間の攪拌をした後の数値を記録した。また、表面塩分計にて測定した溶液は、シリンジにて回収し、イオンクロマトグラフィーによって溶液中のCl⁻濃度を測定し、単位面積あたりの塩化ナトリウム量に換算した。

4.4 試験結果と考察

(1) 表面塩分

表面塩分計による測定結果を図-5、イオンクロマトグラフィーによって、Cl⁻濃度を測定し、単位面積あたりに換算した結果を図-6に示す。鋼材面においては、いずれの塩分測定手法であっても、塗布前後の表面塩分量に大きな変化を確認することが出来なかった。

また、塗膜面においては、いずれの塩分測定手法においても大幅な塩分量の減少は確認することができたが、測定手法によって塩分量に乖離がみられた。これは、表面塩分計が電気伝導度に作用する全てのイオン性物質に影響するためであると推測される。

(2) 作業性

塩分低減剤の施工状況を写真-4、写真-5に示す。刷毛での塗布を行ったが、塩分低減剤の流れ(たれ)などは確認されなかった(写真-4)。これは、塗布量を800g/m²に設定したことにより、過剰量の塗布を抑制できたためと考えられる。

剥離性については、全ての箇所で皮膜が手作業で容易に剥離できた。これは、試験箇所にさびが残存しない状況であり、剥離性を妨げる要因がなかったためと



写真-3 塗布状況

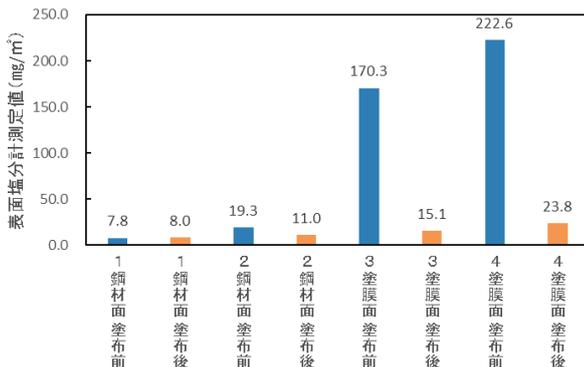


図-5 表面塩分計による測定結果

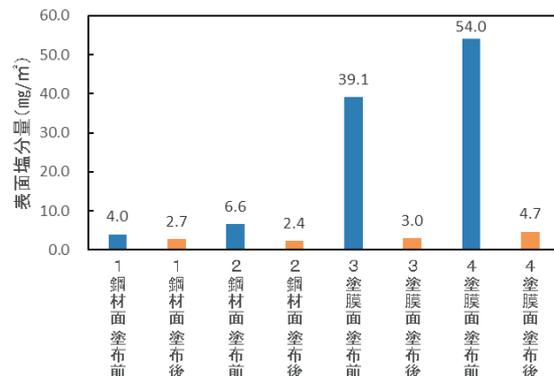


図-6 イオンクロマトグラフィーによる測定結果



写真-4 塩分低減剤の定着状況



写真-5 塩分低減剤を剥離した後の状況

考えられる（写真-5）。

5 まとめ

ブラスト後の鋼材表面に残留する塩分の低減を目的として開発した塩分低減剤について、屋外の鋼橋を対象に、塩分低減剤の塩分除去性能および塩分低減剤を塗布する際の作業性を評価した。

得られた知見を以下に列挙する。

- (1) 屋外の実橋においても塩分低減効果が得られること。動力工具を用いて素地調整した場合でもブラストした場合と同様に塩分低減効果が得られること。
- (2) 鋼材面だけでなく、塗膜面においても塩分低減効果が得られること。また剥離性も良好であること。
- (3) 動力工具を適用した箇所では、さびが残留する箇

所において部分的に皮膜がさびと密着してしまい手作業で剥離することが困難であったこと。

- (4) たれが発生し、溜まりが発生した箇所においては、乾燥不良となること。
- (5) 塗布方法や、塗布量を制御することで、たれや乾燥不良を改善できること。
- (6) 塩分測定手法によって、表面塩分量に差が生じること。

5 謝辞

塩分低減剤の性能評価のため、ご協力頂きました（公財）鉄道総合技術研究所様、西日本旅客鉄道株式会社様、極東メタリコン工業株式会社様および関係者の方々へ厚く御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 中島和俊、落合盛人、五島孝行、安波博道：ブラスト素地調整における残存塩分除去対策の事例紹介、日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会、技術発表大会予稿集、Vol.19、pp.15-22、2019
- 2) 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概要集、Vol.70、I-419、2015
- 3) 富山禎仁、西崎到：現場塗装時の塩分が鋼道路橋の塗膜性能に及ぼす影響に関する検討、土木学会構造工学論文集 A、Vol.61A、pp.552-561、2015.3
- 4) 藤川祥汰、水谷健人、鈴鹿健志、小寺健史：ブラスト処理後における塩分低減剤の性能評価、日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会、技術発表大会予稿集、Vol.23、pp.21-29、2023
- 5) 坂本達朗、藤川祥汰、水谷健人、鈴鹿健志、小寺健史、和田直樹、松本奎哉：ブラストした腐食鋼材に残留する塩分を低減可能な塗布型可剥材料の性能評価、日本鋼構造協会、鉄構塗装技術討論会予稿集、pp.79-88、2023.10

心の中の 先人の方々

片脇 清士

1. はじめに

よもやま話の原稿を作成するように依頼された。誠に有り難いことである。今回は貴重な紙面をお分けいただいたので、大変動きの大きかった橋梁塗装の50年を振り返り、いくつかのこぼれ話をご披露したい。

著者が初めて塗装界に加えて頂いた1970年代は今2024年の塗装とはまるっきり違っていた。塗料だけでなく塗装の方法もこの50年間で大きく変わった。今当たり前のことが、たった50年前には何もなかったというのは少々驚きでもある。

この8月にパリオリンピックが終わったばかりなので、パリのシンボルであるエッフェル塔についてその塗り替えをまずご紹介する。エッフェル塔を作ったエッフェルさんは、橋梁塗装の先達者の一人であることはあまり伝えられていない。ちょっと残念なことでもあるので、この話を併せてさせていただきます。

次にわが国の50年ほど前の橋梁塗装として、鉄橋の塗装の発祥の地と先覚者の方々を紹介する。鋼橋塗装は日本に限らず欧米においても鉄道橋が古い歴史を持っている。これは、鉄道交通網が自動車道の発達より先行していたためである。鉄橋の建設が日本全国に広がるに伴い各地に有力な塗装会社が生まれた。そしてそういう方々が集まって日本鋼橋塗装専門会を設立され、それが現在の協会の前身となった。鋼橋塗装専門会設立目的の一つが塗装技術の発展と国道などにおける普及であ

り、そのために諸外国でも例を見ない塗装便覧の作成が国・建設省の指導のもとで継続的に進められてきた。

これによって日本の塗装技術はベストプラクティスに近い形で全国的に標準化され、塗装品質の向上、維持費の軽減と業界人の計画的な育成につながり、塗装界の成長に貢献したことなどを紹介する。

2. 橋梁塗装の歴史の始まりはあのエッフェルさん

2024年7月26日～8月11日の日程でパリオリンピックが開催され、開会式のセーヌ川で約6kmの区間を各国の選手が船で入場行進を行った。

雨降る中を船でセーヌ川を移動し、エッフェル塔、ルーブル美術館、ノートルダム大聖堂、など世界的に有名な場所を通過していく。このシーンを感動しながらご覧になった方も多だろう。

終わったばかりのパリのオリンピック。その表舞台のエッフェル塔を作ったエッフェルさんは橋梁関係者の一人であることはわが国でも知られている。ところが橋梁塗装についても先達者の一人であるというのは、あまり知られてない。意外かもしれないが、エッフェルさんを知れば知るほどそう結論づけなければならぬように思う。

エッフェルさんはそもそも鉄橋の設計者であり橋梁製作会社も持っていた。フランスだけでなくポルトガルでもまたアジアのベトナムでも鉄橋を作った。もともと化学の学校を出たこともあり有機材料に対して造詣が深かったという。

エッフェル塔ができたのは1889年。135年前の建設である。エッフェルさんはそれ以前の1875年にはポルトガルのドウロ川にかかるマリア・ピア橋の工事、1880年にはフランス・ガラビーの鉄道高架橋をつくっている。いずれもとても大きな鉄の橋であり、現在も残っており観光名所でもある。日本からわざわざ見学に行く方もいる。

フランスやポルトガルにはたくさんの雨が降るところがあり、気温も高いさびやすい条件下にある地域もある。

橋の中には川の河口で吹きさらしの風に晒されるところもあった。鉄橋を作れば錆びないようにすることが当然求められる。彼は設計するだけでなく実際に現場で橋を架けるという作業もしていた。現場をよく知る技術者の一人であるから錆を防ぐ工夫を重ねられた。そこで当時は新技術であった塗装を橋に導入し大切にしたいと言えよう。この結果としてエッフェル塔をはじめ彼が手掛けた橋も現在もほぼ長持ちしている。

かなり前になるが、フランスの国立土木研究所LCPCと共同研究をしたことがある。その時パリに泊まった時、エッフェル塔を眺めながらフランス人の研究部長さんにエッフェルさんはあの塔にどんな塗料を塗ったかご存知ですかと尋ねたことがある。著者もそれからフランスだけでなく、英国やヨーロッパなどの古い橋梁塗装の例をいろいろ調べることにした。

3. エッフェル塔の塗装

エッフェル塔は1889年のパリ万国博覧会のために建設され、設計および建設者であるギュスターヴ・エッフェルに由来する名前を持っている。だが当初エッフェル塔はパリ市民や芸術家たちには大不評だったが、時間が経過するとともに評価が変わり、逆にパリのシンボルとなったという逸話がある。

エッフェル塔は当初から「La Damedefer (鉄の貴婦人)」という愛称でも親しまれている。これは「塔」が女性名詞であるのはもちろん、塔を支える4つの支柱が「足」と呼ばれ、その周りにレースのような美しい装飾が施されていることからその名が付いたものだ。

エッフェル塔のお土産品を現地で購入された方は、お土産品に塗られているエッフェル塔の色が購入された時期によって異なるということお気づきだろうか。逆に言えばそのお土産品の色を見ればいつ現地に行かれたかが分かる。

現在、エッフェル塔がオリンピックのために塗装されている「イエローブ

ラウン」は、1907年から1947年までと同じ色合いだ。エッフェル塔の色は絶えず変わってきた。

建設時の塔部品を組み立てる前の工房での「ベネチアンレッド」

1889年の万国博覧会の「レッドブラウン」

1892年の「黄土色」

1899年の5種類の黄色（基部が黄褐色、上部が淡黄色）

1907年、ギユスターヴ・エッフェル本人の要請による「イエローブラウン」。

1954年の「茶色かった赤」

1968年の「茶色のエッフェル塔」。この色は、パリの街並みと調和していることから選ばれ、商標登録された。

2019年より「イエローブラウン」。この新色は「エッフェル塔ブラウン」と同じく、下部が最暗部、上部が最薄の3色で統一感のある印象に仕上げられている。

エッフェル塔は、その錬鉄でできた構造を風雨や日光、汚染から守り、美観を保つためにおよそ7年ごとに新しく塗装されている。今回は6,000万ユーロの費用をかけて再塗装されており、タワーの塗り直しは20回目となる。この巨大な塔を塗装するためには60トンもの塗料が必要で、7年ごとに色を変えて3色のブラウン系色（茶色）で塗り直されている。

今回はパリオリンピックを記念してエッフェルさんが好きだった黄金系の茶色で塗り上げられたという噂である。今までは「エッフェル塔ブラウン」と呼ばれる茶色が使用されてきたものが、今回はエッフェル氏が好んだ「黄褐色」が選ばれており、パリ五輪ではゴールドに輝くエッフェル塔がお披露目されたことになった。

高所における塗装職人の数は約30人。これは一人ひとりが昔ながらに手作業で古いペンキを工具ではぎ取り新しい塗料で塗り進めるという危険を伴う作業でもあった。

ところでエッフェルさんが活躍していた1800年代後半の時代にどのようにして錆を防いでいたのか大変興味があった。彼の業績を調べていくうち

に橋の塗装においても少なくない経験を積み、その成果をエッフェル塔に生かされたということが分かった。調べてみると橋の錆止めとして鉛製の塗料を使っていたことがわかった。エッフェル塔にも鉛製の塗料は建設時から使われており、やはり塗り替えにもこれを用いる鉛塗装で一貫させている。それも防錆効果の高い塗料を選んで使っているようだ。

この塗料は米国の初めての鋼鉄の橋イーズ橋（1874年建設）にも使われているなどしっかりしたものであった。米国ミシシッピ川河畔にあるセントルイスで完成したイーズ橋は、世界初の鋼鉄製アーチ橋である。

今から11年前にイーズ橋が大規模改修を行ない全面的に塗り替えるというので著者は見に行った。現地調べてみると塗装はやはり鉛塗装であり、塗り替えでは古い塗装をブラストで剥いで新しい塗装に変える作業中であった。それも最新型のブラスト機材を用いて。その時間いたことは、イーズ橋を建設した頃米国とフランスは国同士も友好的な間柄で技術的な交流があった、例えばニューヨークにある自由の女神像はエッフェルさんの会社で制作された。鉄の骨組みの上に銅をかぶせたもので、パリで製作しアメリカへ贈られた。フランスの塗料や塗装技術がアメリカに伝えられた可能性も高いのではないかと話を聞いた。エッフェルさんの用いていた塗料もその施工も今から思うととても現実的であった。

このような経緯から鉄橋の防錆に関する知識や情報、塗料や塗装方法などがフランスからアメリカへ伝わったとも考えられる。その後、鉛とクロムの防錆顔料が塗料に添加されバリア保護を補っていた。ほぼ100年にわたり、鉛とクロムで着色した塗装は、橋の新設だけでなくメンテナンスにも塗られ橋梁塗装の標準だった。

今は鉛が嫌われる使いたくない時代になってはいるが昔はそうではなかった。それは使い勝手がよくてしかも防錆力が高かったからである。19世紀終わりのヨーロッパの鉄を中心とする産業革命時代はすべてが鉛塗装の時代

でもあった。鉛塗装を広く使いこなした先達者のひとはエッフェルさんだったと考えてもよいのではないかと思う。

4. 橋守（はしもり）とエッフェルさんの遺言

エッフェルさん自身の遺言として知られているのは、「塗料（鉛を含む塗料）をそのまま使い続けること、塗装は7年ごとに塗り替えること、塗料は塗り重ねること、ペインターは熟練したものを雇用し変えないこと、作業人は落下事故を起こさないように安全に留意すること」。エッフェル塔の管理においては、この遺言がよく守られその結果としてエッフェル塔は長持ちし、今もパリの名所として尊ばれている。

日本においても、エッフェルさんの遺言は知られていて守られたようだ。1900年代のはじめ日本の鉄の橋はほとんどが輸入品であった。輸入された鉄材と一緒にエッフェルさんの遺言も伝えられたようだ。ちなみにこの頃の橋の鉄材は米国からの輸入品であった。

国内では、かつては鉄道橋においては橋守（はしもり）と呼ばれる塗装工が配置されることが行われていた。その有名な橋の一つは兵庫県日本海側にある餘部橋（あまるべし1914年建設）だった。

橋守は旧国鉄鉄道院に昭和38年まで存在した（通称で職名は線路工手）。橋の近くに住み、点検・清掃・塗装等の面倒を見て、鉄橋を錆からどう守れば良いかを知っている人達でもある橋梁塗装のプロフェッショナルである。

餘部橋梁は、日本海に面する厳しい環境でありながら、専属の「橋守」が塗装の劣化を手作業で修復したり、部材を交換したりすることで、その機能を保ってきた。実はここにも後述する蒲原出身のペインターが橋守として配置され厳しい日本海岸の風雪から橋を守ってこられた。

エッフェル塔に始まった塗装はわが国でも引き継がれ、同じように鉛入り塗料を使って、しかも熟練の塗装工によって定期的に塗り替えられて来た。

これに加えてわが国の橋梁塗装に用いた塗料には工夫と改良が施された

1881年にボイル油と調合鉛丹の製造がわが国で開始され、鉄構造物の防錆に使用された。1930年代ごろまで鋼橋の防錆は、弁柄や鉛系さび止め顔料を主体とした調合ペイントが主流であった。戦後鋼橋の防錆塗装は鉛丹および鉛系さび止め塗料に長油性アルキド樹脂塗料を上塗りとする塗装系が主流であった。

1960年代ごろまでは、ミルスケールのまま鋼材に塗装していたが、1960年代以降、製鋼工場で鋼材をショットプラストしてショッププライマーを塗付した原板を橋梁工場で加工して中塗りまで塗装した後、現場に運搬、架設し、コンクリート床版打設後に上塗り塗装を行う工法が確立された。以上が1970年代の鉄橋の塗装であった。

5. 鋼橋塗装発祥の地 蒲原

蒲原町（かんばらちょう）は、かつて静岡県庵原郡にあった町。2006年に静岡市に編入合併され、清水区の一部となった。古くから東西交通の要地とされ、江戸時代には東海道15番目の宿場町である蒲原宿が置かれた。

この町は「鋼橋塗装発祥の地」として知られる。なぜそう呼ばれるのかは町内の貞心寺境内にある塗装工事殉職者追悼碑に記してある。

鉄道塗装工事殉職者追悼碑（1919年建立）

（追悼碑の文面）

東海道線蒲原～由比間の由比川に鉄橋が建設された明治20年頃に、蒲原の5名の作業員が高所での厳しい仕事に果敢に挑み、その仕事ぶりが大いに評価されたことが鉄道橋梁塗装、そして蒲原塗装職人のはじまり、ルーツとされている。

その後、静岡県庵原郡出身の塗装職人の中には、鉄道院に採用され、鉄橋保守要員「橋守」として活躍した者もあり、国土の発展を支えた鉄道橋梁の維持に蒲原・由比を中心とした同地区の多くの職人達が全国各地で活躍した。

鉄道が開通して30年以上が経過し

た頃から、鉄道橋梁塗替工事が本格化し、当時、施工品質の観点から日本ペイント株式会社に塗工部が設けられ、大正8年まで国からの特命工事として塗替工事が行われ、多くの蒲原塗装職人が主にケレン作業に従事した。

（追悼碑の文面の引用はここまで）

橋梁塗装は高所での危険な作業を伴うことから、作業中に事故で亡くなる方も多かった。鉄道橋梁塗装に従事された方々への敬意と感謝の思いから、殉職者の霊を慰めるため、多くの優秀な塗装技能者を輩出した鉄道橋梁塗装発祥の地である蒲原町の貞心寺に大正8年に慰霊碑が建てられた。

追悼碑には、日本ペイント株式会社社長田坂友吉氏の題額と追悼文が刻記され、建立者の亀井慎平氏、世話役総代の奈良間萬吉、福島慶治、磯部助次郎、望月新作、三好文吉、磯部定右衛門の諸氏の氏名が併記されている。

蒲原の職人はケレン、塗装が上手得意で、これらの技術の蓄積が後に同様の技術を必要とする旧国鉄の橋の改修塗装などにつながるようになり、全国の塗装を請け、知名度があがったことで「鋼橋塗装発祥の地」とまわりが言うようになった。

塗装を専業・定職にする者も少なからずおられ、彼らは地方にも仕事をしに行った。その際は鋼橋塗装発祥の地の優秀な職人が来たということで、地域の方々からは好意的に迎え入れられたり、その地で有力な塗装会社になる方々も多かった。

著者も貞心寺で催された慰霊行事に数回参加させていただいたことがあるが、先人の方々のご苦勞に思いを馳せることができたのは貴重な思い出である。

6. 日本鋼橋塗装専門会の発足と鋼道路橋塗装便覧

著者がこの世界に入った50年前は、塗装関係者は鋼橋とは言わず、皆鉄橋と言った。と言うのも塗装を担った方々が鉄道橋塗装ご出身の方が多数だったからである。そしてこういう方々が日本全国で塗装会社を営まれており、1972年に主だった経営者

の方々が「日本鋼橋塗装専門会」を立ち上げられた。

そして昭和47年（1972年）11月11日建設大臣の許可を得て「社団法人日本鋼橋塗装専門会」を設立された。初代会長は江田福次氏である。設立総会にはそうそうたる方々が出席され、著者も上司に連れられて参加させていただいた。

建設大臣の許可を得るためにご尽力されたのは塗装会社経営の方々はもちろん、政官界では地元ご出身の遠藤三郎代議士と大学卒業後遠藤三郎代議士の秘書をされていた二階俊博氏（衆議院議員、後年協会の顧問に就任された、現自由民主党国土強靱化推進本部長）であった。当時建設省でこの認可手続きを担当されていたのは本山蒔氏（建設省中部地建局長、後年協会の会長になられた）。

設立総会に出席されていた方々は（敬称略）、建設大臣金丸信、建設事務次官坂野重信、建設省道路局長菊池三男、日本道路公団総裁前田光嘉、首都高速道路公団理事長鈴木俊一、阪神高速道路公団理事長天坊裕彦、日本道路協会会長富樫凱一の各氏などであり、いわば当時の道路族の主要なメンバーがそろってお祝いを述べられた。

全国に急速に事業が展開し始めた道路橋塗装への重要な役割と塗装技術への期待をお話しされ、その場に参加した皆が認識を新たにしたことになった。

日本道路協会会長からは技術示方書（技術基準類）を整備しては如何かの話になり、専門会が協力する形で、日本道路協会が刊行される鋼道路橋塗装便覧（1979年より）改訂が本格化した。その時から技術面では建設省土木研究所が全面的に支援することになった。

後年になって2000年に会の名称を「社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会」に変更することになった時は、本山蒔氏が協会の会長になっておられ、協会の方向性や位置づけについて適切な手綱を取られた。当時建設省内でも協会の位置づけなどに関していろいろな議論があり、会長にご尽力されたと聞いている。歴代の会長はどな

たも塗装技術の重要性、便覧の重要性を認識されており、技術団体としての高い矜持を持っておられ、鋼道路橋塗装便覧の作成を支援されてこられた。

日本の道路においては根幹となる法律として道路法があり、同法およびその関係政令である道路構造令は、橋および高架の道路の構造について以下のように定めている。

道路橋示方書（どうろきょうしほうしょ）は、日本における橋や高架の道路等に関する技術基準である。国土交通省が定め、共通編・鋼橋編・コンクリート橋編・下部構造編および耐震設計編の5編で構成され、略して道示（どうし・どうじ）とも呼ばれる。

また、社団法人日本道路協会が、基準に解説を加えて「道路橋示方書・同解説」として発行している。道路法はその適用範囲を高速自動車国道、一般国道、都道府県道および市町村道としており、道路法上の道路に該当しない林道や農道は含まれていないが、実用上の観点から本書が適用されている。

このような経緯から、日本道路協会が刊行される鋼道路橋塗装便覧は、本協会にとっても本質的に重要でありその位置づけは高く認識されてきた。

7. 鋼道路橋塗装便覧のユニークさ

著者は初の鋼道路橋塗装便覧（昭和46年1971年）作成には土木研究所に配属される前だったので参加できなかったが、第1回改定（昭和54年1979年）では作成見習い、第2回改訂（平成2年1990年）の時は委員として原稿を作成した。鋼道路橋塗装・防食便覧（平成17年2005年）では、その上部委員会（鋼橋小委員会）委員として改訂に携わった。

便覧の良い点は、ほぼ10年ごとに改定するという点である。次回改訂に盛り込みたい技術を計画的に熟成させ、タイムテーブルに合わせて提出できることになる。これは塗装や防錆技術のように長寿命化や評価に時間がかかるものにとってはありがたい。ほぼ10年ごとに塗装技術は大きく進展してきたが、これは開発や試験が計画的

に進められてきた証ともいえよう。

鋼道路橋塗装・防食便覧では塗装、耐候性鋼材、溶融亜鉛めっき、金属溶射について、防食原理から設計、施工、維持管理まで幅広い内容を記述している。重防食塗装系（C塗装系）の重視、鉛・クロムフリーさび止めペイント、弱溶剤形塗料の適用、VOC対策など、建設省総合技術開発プロジェクトの成果が盛り込まれている。また、塗替え時にプラストやスプレーを用いること、塗装の長寿命化のためにもRc-I塗装系が望ましいことが記述された。そして、この考えは最新の鋼道路橋防食便覧（平成26年2014年刊行）にも継承された。

このように塗装便覧が鋼道路橋防食の手引きとなったことから、塗装は橋梁防錆の主役となり、1970年代以降の橋梁数の急速な増加に伴い、塗装面積は膨大なものとなった。

専門会創立時に当時の道路族の主要なメンバーがそろって述べられたように、全国に道路ネットワークが急速に展開する、同時に必要となった道路橋塗装工事のためにも、塗装技術への期待にこたえて便覧が良き手引きの役割を果たしていることは喜ばしい。

8. 日本鋼橋塗装専門会創立30周年と記念誌

日本鋼橋塗装専門会が創立30周年を迎えた頃1990年代後半は道路橋の工事数も急激に増え、これに伴う塗装工事も全国的に盛んとなり会員数は400社を超えた。

これは塗装という専門工事への発注者の認識が高まり橋梁塗装という専門性が注目されたこと、専門会会員会社がその期待に応えて良質工事を行ってきたこと、専門会の技術職員と会員有志が現場での安全パトロールや技術指導によって発注者監督員の好感を得たことも効果が大きかった。

このような時代背景の時に日本鋼橋塗装専門会は歓迎される形で創立30周年を迎えた。そこで橋梁塗装の専門性や特徴をアピールするためにそれまでになかった書籍を作成してはどうかという発案が専門会役員からなされた。

日本鋼橋塗装専門会創立30周年を記念して「橋と塗装－橋を美しくまもる」が刊行され、会員ほか関係者に配布された（1996年）。刊行にあたって社団法人日本鋼橋塗装専門会会長松崎彬磨氏は次のように述べられている。（文面の引用）

鋼橋塗装業に携わるものの集まりである当会は、創立30周年を迎えることができました。これも偏に鋼橋塗装にご理解ある皆様のご指導、ご鞭撻の賜と深く感謝いたします。当会では、昭和47年社団法人になってから、事業の一環として機関誌「鋼橋塗装」を発行しております。

この編集企画にあたっては関係官公庁の鋼道路橋塗装に関して実務知識の豊富な方々に編集委員・顧問等をお願いし、そのご指導を仰ぎながら編集にあっております。

本書「橋と塗装」は、編集顧問の片脇清士氏（建設省土木研究所）が「鋼橋塗装」誌に連載し、好評を得ました講座「塗装設計と維持管理のポイント」に最新の鋼橋塗装の関連項目を加筆し、塗装設計と維持管理の要点をわかりやすく解説したものです。当会の創立30周年を記念して、日頃、ご指導、ご支援を賜っている皆様に本書を贈呈させていただくことにいたしました。ご高覧いただき、鋼橋塗装に関してさらなるご理解をいただければ幸甚に存じます。（中略）社団法人日本鋼橋塗装専門会会長松崎彬磨（文面の引用おわり）

当時の橋梁塗装界の高揚した雰囲気と鋼道路橋を取り巻く新しい時代への期待、若々しさを「橋と塗装－橋を美しくまもる」のまえがきを引用してご紹介したい。

（文面の引用）

まえがき

日本の橋はとりわけ彩りが美しい。日本人の感性の鋭さと日本の自然が織りなす四季と景観の豊かさから生まれた橋の色彩は、薄くわずか一ミリにもみたくない塗膜のはたらきによっている。しかも、この塗膜は、降りしきる雨雪や潮風からしっかりと構造部材をまもるつややかな皮膚でもある。

今、豊かな社会にふさわしい高い品質の社会資本が求められている。それは、同時に、人にも地球環境にも優しいものでなければならないことはいうまでもない。塗装は、その色の美しさによって人に安らぎをもたらし、その保護能力によって構造物のライフをのばす省資源型の技術として注目されている。

わが国の橋が世界のフロントランナーとなるとともに、橋の塗装も世界に誇れる技術となった。色彩のあざやかさ、寿命の長さ、環境への優しさ。このような塗装技術の進歩は、多くの研究者、技術者と技能者のたゆまぬ努力に支えられてきた。

橋の塗装は、今なお「知られざる」

先端技術である。塗装技術の豊饒さと魅力は、まだ多くの人に知られてはいない。

本書は、これまでの歴史を振り返り塗装の多様な役割を分析するとともに、現在進められている開発の動向とその背景を紹介することによって、橋の塗装の「いまとこれから」をお伝えしようとするものである。

(文面の引用おわり)

同書のあとがきには、鋼橋塗装分野にひとときわ造詣の深い下記の方々（敬称略）のご教示とご協力を得たことを記して、謝意を表わしている。

坂本裕行、守屋進（建設省土木研究所）、宮下力、江藤隆雄、帆足博明（本州四国連絡橋公団）、望月秀次（日本

道路公団）、根本洋（首都高速道路公団）、桐村勝也（財団法人鉄道総合技術研究所）、津野和男（住友建設株式会社）、飯野忠雄（川田建設株式会社）、前田茂、吉田真一、福島稔（社団法人日本鋼橋塗装専門会）、斎藤良算（日本橋梁建設業協会防食部会）、門田進（日本ペイント株式会社）、長谷川博志（同カラーデザインセンター）、栗山寛、山野克史、平賀憲一（関西ペイント株式会社）、速水久史（同カラーリサーチセンター）、野村繭一（大日本塗料株式会社）、兼田教一（株式会社本州四国連絡橋エンジニアリング）、と当時鋼橋塗装分野でご活躍されていた方々のお名前と感謝の辞が記されている。

第13回定時総会・懇談会を開催

第13回定時総会は5月17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、榎谷会長の挨拶、国土交通省大臣官房技術調査課長 橋本雅道氏の来賓祝辞の後、議事に入り、第1号議案「令和5年度事業報告承認の件」、第2号議案「令和5年度決算承認の件」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。

第3号議案「一般社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会運営規則改定（役員報酬の額等）の件」が上程され、特に異議はなく、原案どおり承認、可決された。

第4号議案「役員を選任の件」が上程され、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「令和6年度事業計画の件」及び第2号「令和6年度収支予算の件」が報告され、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40分に閉会した。

午後5時30分から同所「阿蘇」において「懇談会」を開催した。懇談会は榎谷会長の挨拶、国土交通省技監 吉岡幹夫氏、一般財団法人建設業技術者センター理事長 谷口 博昭氏の来賓祝辞の後、一般社団法人日本塗装工業会会長 加藤 憲利氏の乾杯の発声で開演、午後7時に盛会裏に散会した。



総会：榎谷会長挨拶



総会：国土交通省 橋本技術調査課長（現官房審議官）来賓挨拶



懇談会：国土交通省 吉岡技監（現事務次官）来賓挨拶

令和6年度会長表彰

令和6年度表彰式は第13回定時総会終了後に行われ、運営功労者表彰、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 運営功労者表彰

奈良間 力（東海塗装株式会社）

優秀施工賞

山田 健実（株式会社山田塗料店）

安全施工者表彰

建設塗装工業株式会社 鉄構支店



受賞者の皆様

「高塗着スプレー塗装施工管理技術者」認定講習・試験

令和5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、名古屋で実施し27名（新規12名、更新15名）が認定された。認定者の累計は132名となっている。

「高塗着スプレー塗装技能者」講習会

令和5年度「高塗着スプレー塗装技能者」講習会を名古屋で実施し21名（新規21名）が修了した。修了者の累計は102名となっている。

2級土木施工管理技術検定（鋼構造物塗装）受験準備講習会の開催

令和5年度2級土木施工管理技術検定（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、84名が受講した。

会議等開催状況

【第12回定時総会】

日時 令和5年5月19日（金）15時30分～16時30分
場所 アルカディア市ヶ谷6階「霧島」
議事 第1号議案 令和4年度事業報告承認の件
第2号議案 令和4年度決算承認の件
第3号議案 一般社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会運営規則改定の件
第4号議案 役員選任の件

報告事項

第1号 令和5年度事業計画について
第2号 令和5年度収支予算について

【第23回理事会】

日時 令和5年4月25日（火）15時30分～16時20分
場所 アットビジネスセンター東京駅八重洲通り 6階604会議室
会場およびZoomによるWeb会議
議題 (1) 令和4年度事業報告（案）の承認について
(2) 令和4年度収支決算（案）の承認について
(3) 令和4年度事業監査の報告について
(4) 役員等の選任について
(5) 職員給与規程の改定について

【第24回理事会】

日時 令和6年3月22日（木）15時30分～16時20分
場所 アットビジネスセンター東京駅八重洲通り 6階604会議室
会場およびZoomによるWeb会議
議題 (1) 令和6年度事業計画（案）の承認について
(2) 令和6年度収支予算（案）の承認について
(3) 一般社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会運営規則改定について
(4) 令和6年度会長表彰の承認について

【第95回運営審議会】

日時 令和5年4月25日（火）14時00分～15時10分
場所 アットビジネスセンター東京駅八重洲通り 6階604会議室
会場およびZoomによるWeb会議
議題 (1) 令和4年度事業報告（案）の審議について
(2) 令和4年度収支決算（案）の審議について
(3) 令和4年度事業監査報告について
(4) 役員等の選任について
(5) 職員給与規程の改定について

【第96回運営審議会】

日時 令和5年7月31日（月）15時00分～16時30分
場所 アットビジネスセンター東京駅八重洲通り 6階604会議室
会場およびZoomによるWeb会議

- 議 題 (1) 令和5年度の事業実施概要について
 (2) 正会員の入会審査について

【第97回運営審議会】

日 時 令和5年10月25日(水) 15時00分～16時30分
 場 所 アットビジネスセンター東京駅八重洲通り 6階604会議室
 会場および Zoom による Web 会議

- 議 題 (1) 技術主幹の業務対応について
 (2) 令和5年度の事業について
 (3) 役員報酬について
 (4) 役員選任について

【第98回運営審議会】

日 時 令和6年3月22日(金) 14時00分～14時50分
 場 所 アットビジネスセンター東京駅八重洲通り 6階604会議室
 会場および Zoom による Web 会議

- 議 題 (1) 令和6年度事業計画(案)について
 (2) 令和6年度収支予算(案)について
 (3) 一般社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会運営規則改定について
 (4) 令和6年度会長表彰(案)について

令和6年度役員名簿

会 長	槌谷 幹義	大同塗装工業(株)	代表取締役
副 会 長	小 掠 武志	(株)小掠塗装店	代表取締役
副 会 長	鈴木 喜亮	(株)ナカセン	会長
副 会 長	中村 順一	(株)ナプコ	代表取締役
業務執行理事	八子 秀康	(一社)橋塗協	事務局長
理 事	藍郷 一博	建設塗装工業(株)	監査役
理 事	石原 康弘	(一社)日本橋梁建設協会	副会長兼専務理事
理 事	宇佐美弘文	東亜塗装工業(株)	代表取締役
理 事	桜井 順	首都高メンテナンス西東京(株)	代表取締役社長
理 事	佐々木一夫	鹿島道路(株)東北支店	技師長
理 事	鷺見 泰裕	岐阜塗装(株)	代表取締役
理 事	長崎 邦彦	(株)長崎塗装店	代表取締役
理 事	奈良間 剛	東海塗装(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	吉村 秀治	(株)トウペ	営業本部第一営業部部长
理 事	若宮 昇平	(株)若宮塗装工業所	代表取締役
理 事	渡辺 博志	(一財)土木研究センター	専務理事
監 事	加藤 敏行	昌英塗装工業(株)	代表取締役
監 事	竹内 義人	(株)駒井ハルテック	顧問

理事(五十音順)

第 24 回技術発表大会

恒例の技術発表大会は、5月17日千代田区九段北のアルカディア市ヶ谷で開催されました。榎谷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。今回は約120名の方が聴講されるとともに活発な質疑応答も行われ、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。

講演テーマは以下のとおりです（詳しくは予稿集および当協会HPをご参照ください）。

「連続波レーザー照射による素地調整の可能性」

（レーザー施工研究会による安全と人材育成の取組も含めて）

光産業創生大学院大学 光エネルギー分野 藤田 和久

「コンクリート構造物簡易剥落防止応急処置剤の開発」

日本ペイント（株）技術統括本部 鉄構塗料技術部 設計グループ 宮田 敦士

「吊足場を考える（安全そしてこれから）」

全国仮設安全事業協同組合 吉川 博之

「鋼橋の腐食弱点部と沖縄環境下で適用可能な防食技術の実装」

琉球大学工学部工学科 社会基盤デザインコース 下里 哲弘



技術発表大会

第24回技術発表大会アンケート集計結果

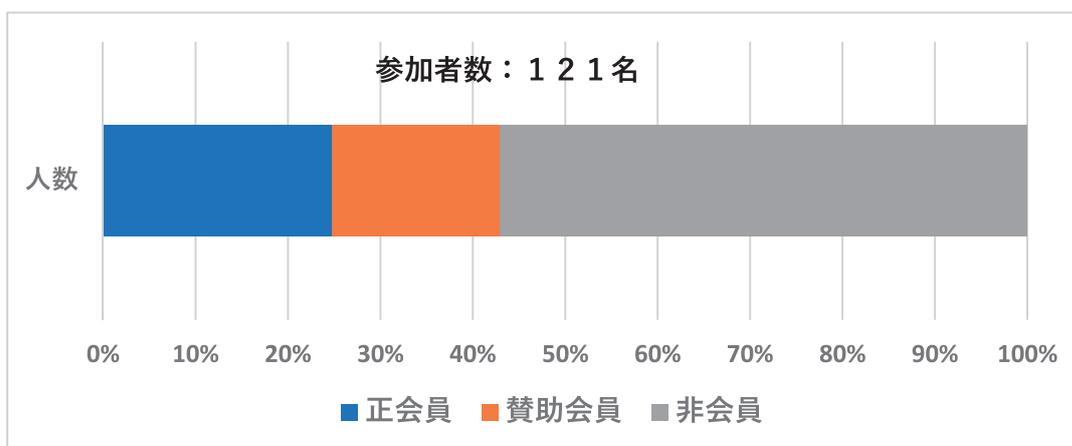
参加者数とアンケート回収率

参加者 121 名

技術発表大会参加者数（名）	121
アンケート回収数（枚）	97
アンケート回収率（%）	83.2

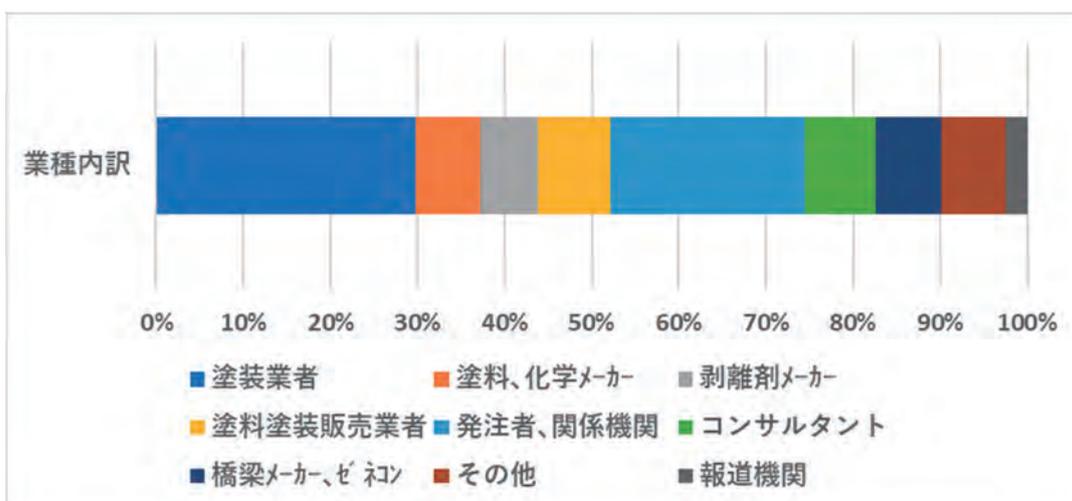
参加者の内訳

正会員と賛助会員を合わせて約 43%で、その他は非会員



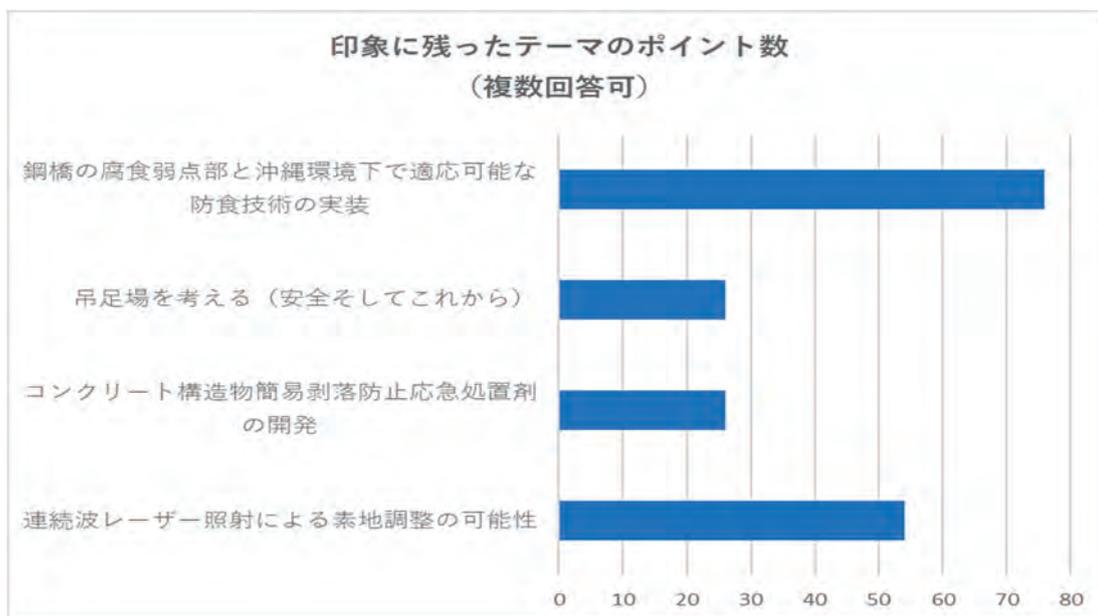
参加者の業種内訳

塗料、塗装に関する業者が約 52%で、塗装工事を設計施工する発注側の業種が約 38%

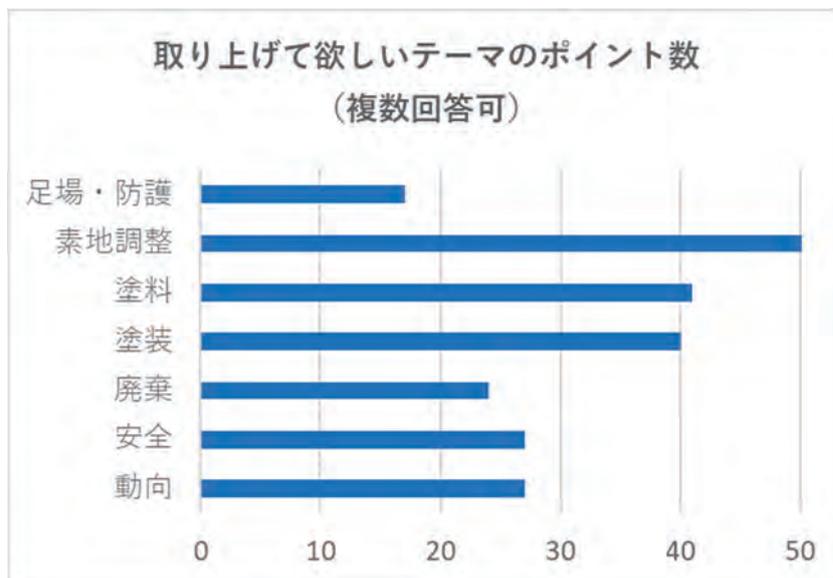


本発表大会で印象に残ったテーマ

下図から、鋼橋の腐食弱点部と沖縄環境下で適応可能な防食技術の実装に関する発表と連続波レーザー照射による素地調整の可能性に関する発表が関心を集めた。



今後、取り上げて欲しいテーマ



協会に対する要望や意見等

- ・勉強になった
- ・大変興味深く聞くことが出来た
- ・様々な情報提供をありがとう
- ・技術研鑽のため定期的な開催を望む
- ・コンサルや発注者の発表が欲しい
- ・席が狭い、室内が寒かった
- ・防食便覧（基準）の改定、足場の積算基準の改定などの発表がききたい。

会社名	〒	住所	TEL	FAX
北海道地区(1社)				
●北海道(1社)				
池田工業(株)	049-0156	北海道北斗市中野通 218-3	0138-73-7666	0138-73-7682
東北地区(17社)				
●青森県(3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
大管工業(株)	030-0933	青森県青森市大字諏訪沢字岩田 50-4	017-726-2100	017-726-2120
(有)千葉塗装	035-0096	青森県むつ市大字大湊字宇曾利川村 45-1	0175-24-1445	0175-24-3885
●岩手県(1社)				
松草塗装工業(株)	026-0034	岩手県釜石市中妻町 2-17-15	0193-23-5621	0193-23-5633
●秋田県(10社)				
(有)大館工藤塗装	017-0823	秋田県大館市宇八幡沢岱 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
(株)澤木塗装工業	010-0511	秋田県男鹿市船川港船川字海岸通り 1-10-9	0185-24-4002	0185-24-6266
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	014-0207	秋田県大仙市長野字柳田 73-3	0187-56-2262	0187-56-2199
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	013-0061	秋田県横手市横手町字三ノ口 16	0182-32-0829	0182-32-6170
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(35社)				
●茨城県(1社)				
(株)マスタ塗装店	310-0836	茨城県水戸市元吉田町 1974-54	029-350-8081	029-272-3191
●埼玉県(1社)				
(株)y's	343-0022	埼玉県越谷市東大沢 2-25-1 y'sビル2階	048-973-1724	048-973-1725
●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	043-305-8555	043-305-8556
●東京都(20社)				
(株)カメヤ堀越	111-0056	東京都台東区小島 2-3-5	03-3863-8441	03-3863-8448
久保田建装(株)	158-0095	東京都世田谷区瀬田 5-3-6	03-3707-2585	03-3707-2039
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	03-3433-2929	03-3433-4158
江東塗装工業(株)	132-0025	東京都江戸川区松江 1-4-7	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
(株)光和	124-0022	東京都葛飾区奥戸 1-17-9	03-5875-7955	03-5875-7956
(株)ジェイテック	152-0004	東京都目黒区鷹番 3-14-4	03-5722-4400	03-5722-4404
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
(有)大栄塗装	132-0033	東京都江戸川区東小松川 4-21-5	03-5879-5277	03-5879-5277
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・ニッター	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

会社名	〒	住所	TEL	FAX
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 2-21-5	03-3642-0002	03-3643-7019
服部塗装商事(株)	157-0066	東京都世田谷区成城 2-33-13	03-3416-1059	03-3416-0808
丸喜興業(株)	154-0004	東京都世田谷区太子堂 4-22-5 ホームズ三軒茶屋駅前 201 号室	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
●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)サカクラ	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
(株)NITTO	216-0044	神奈川県川崎市宮前区西野川 2-37-35	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
横浜コーティング Pro.(株)	236-0002	神奈川県横浜市金沢区鳥浜町 16-4	045-370-9651	045-370-9661
●長野県(2社)				
安保塗装(株)	399-8101	長野県安曇野市三郷明盛 3964-1	0263-77-8899	0263-77-8822
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
●山梨県(1社)				
(有)山縣塗装店	400-0812	山梨県甲府市和戸町 147-3	055-232-2284	055-233-1954
北陸地区(10社)				
●新潟県(1社)				
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
ヤマダインプラテクノス(株)	476-0002	愛知県東海市名和町二番割中 5-1	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)TATSUMI	501-2566	岐阜県岐阜市福富天神前 308-1	058-201-6606	058-201-6607
近畿地区(7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)昭和塗工社	558-0011	大阪府大阪市住吉区荻田 3-3-24-410	06-6608-8865	06-6608-8867
(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
●兵庫県(3社)				

会社名	〒	住所	TEL	FAX
(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
(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

中国・四国地区(10社)

●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	733-0036	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

●香川県(1社)

中橋産業(株)	762-0061	香川県坂出市坂出町北谷 314 番地	0877-46-1201	0877-44-4424
---------	----------	--------------------	--------------	--------------

九州地区(3社)

●宮崎県(3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
森塗装(株)	880-0835	宮崎県宮崎市阿波岐原町前浜 4276-282	0985-23-6662	0985-24-4363
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 89 社)

賛助会員

会社名	〒	住所	TEL
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
菊水化学工業(株)	460-0008	愛知県名古屋市中区栄 1-3-3 AMMNAT ビル	052-300-2222
三協化学(株)	461-0011	愛知県名古屋市中区白壁 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
JFE エンジニアリング(株)	100-0011	東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 日比谷国際ビル 22 階	03-3539-7225
スズカファイン(株)	510-0101	三重県四日市市楠町小倉 1058-4	059-397-6111
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)	542-0081	大阪府大阪市中央区南船場 1-18-11 SR ビル長堀	06-6266-3100
(株)トウペ	592-8331	大阪府堺市西区築港新町 1-5-11	072-243-6411
日環商材(株)	150-0032	東京都渋谷区鶯谷町 3-1 SU ビル 604	03-5422-3510
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
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	06-6543-4526

(以上 17 社)

乾式粉じん回収機

PAINTING TOMORROW®

サイバブキャッチャー

CBC15M

特許登録済 特許第 7159114号

◆サイクロン&バブリングで
微細粉じんを飛散せずにしっかり回収

◆粉じん回収距離、最大40mを実現
(標準仕様は17.5mになります)

◆ULPAグレードフィルター装着、
クリーンな空気を排出



△製品カタログ

石綿・鉛等
各種有害粉じんに対応

Ⓜ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>

Revive system 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:KT-230012-A
ブリストルブラスター
登録番号:TH-090014VE
(掲載終了製品)
ユニテクト30SF

Rc-Ⅲ塗装系をRc-I級の耐久性に向上

.....ハンディ工具によるブラスト処理面形成

.....高耐候 中塗・上塗り兼用塗料
(JIS K 5659:2018 A種上塗 1級)

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事ができます。(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)

**KANSAI
PAINT**

【お問い合わせ】

関西ペイント株式会社 建設塗料統括部
〒144-0045 東京都大田区南六郷3丁目12番1号
TEL. 03-5711-8904

関西ペイントホームページ

www.kansai.co.jp

DNT重防食塗料

NETIS登録

商品シリーズ

(国土交通省 新技術情報提供システム)

NETIS登録番号 SK-210003-A

鋼材に貼りつけるだけでOK

貼る重防食シート

メタモルシート#1

腐食箇所などの
部分補修に

従来の塗装作業とは異なり、
作業も取り扱いも簡単!

NETIS登録番号 CG-210013-A



鉄・非鉄金属用
塩害環境向け高遮断塗装システム

鉄・非鉄金属用
高遮断システム

鋼 構造物

NETIS登録番号 KT-060143-VE*	NETIS登録番号 KK-130038-A*	NETIS登録番号 SK-160001-A*
サビシャット <small>※サビシャットはNETIS掲載期間が終了しています。</small>	DNT水性重防食システム <small>※DNT水性重防食システムはNETIS掲載期間が終了しています。</small>	Vグランシリーズ <small>※VグランシリーズはNETIS掲載期間が終了しています。</small>
NETIS登録番号 CG-230013-A	NETIS登録番号 CG-150007-VR	NETIS登録番号 SK-190005-A
サビシャットスプレー	VフロンHBシリーズ	ケルビンα2.5

コンクリート構造物

NETIS登録番号 CG-120004-VE*	NETIS登録番号 KT-120079-VR*
レジソーク Type1 <small>※レジソークType1はNETIS掲載期間が終了しています。</small>	レジガードSD工法 <small>※レジガードSD工法はNETIS掲載期間が終了しています。</small>

DNT
DAI NIPPON TOKYO

- 大 阪 ☎06-6266-3119
- 東 京 ☎03-5710-4502
- 名古屋 ☎052-332-1701

大日本塗料株式会社 塗料相談室フリーコール
いない
<https://www.dnt.co.jp/> 0120-98-1716

塗料会社が
未来のインフラのために、
できること。

日本ペイントは環境負荷低減のために、
社会インフラを経年劣化から守る防食塗装システムの
「水性化による非危険物化」を塗料業界で初めて実現しました。
総合塗料メーカーとして、
地球環境保全という社会的責任を果たすために。
日本ペイントはチャレンジを続けています。

こちらからカタログが
ダウンロードできます



ニッペ 非危険物水性重防食塗料
水性防食システム



NIPPON PAINT CO., LTD.

PAINTW NDER

この地球をオドロキで彩ろう

VE登録! 活用効果評価済み ケレン塗膜粉じん飛散防止液

モイストツップK

NETIS 国土交通省 新技術情報提供システム
<登録番号> KT-160144-VE
活用促進技術
新技術活用評価会議(中国地方整備局)

特許第6462739号

1 ケレン塗膜粉じんの飛散抑制

塗付することで湿式によるケレン作業が実施でき、塗膜粉じんが浮遊せずに落下しやすくなるため、塗膜粉じんの飛散を効率よく抑制することができます。

2 湿潤効果持続性

天上面や垂直面に簡単に塗付できてタレることなく、長時間に渡り湿潤状態を保ちます。
※湿潤効果の持続時間:約8時間(23℃)

3 残剤除去性

乾燥が遅く、水溶性であるため、ケレン作業後に拭き取ることで残剤を簡単に除去することができます。

4 飛散物の回収性

ケレン作業により使い捨て養生シート等に付着した飛散物は、時間の経過とともに被膜化が進行するため、粉じんとして浮遊せずに回収が容易です。

5 安全性

水系タイプであるため、引火性がなく安全で、臭気の問題もなく、作業員に対する危険有害性が低いです。



スズカファイン株式会社

【お問い合わせ】 スズカファイン(株) 市場開発部
〒510-0851 三重県四日市市塩浜町1番地技術センター
TEL: 059-346-1116 FAX: 059-346-4585

水性塗膜剥離剤 アクアインプラス

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

EPP工法[®]

(エコ・ペイント・ピーリング工法)

Eco Paint Peeling Method

★国土交通省 新技術情報提供システム
NETIS登録番号:KT-150081-VE

★国土交通省「土木鋼構造物用塗膜剥離剤技術」評価対象技術



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 改築事業部 営業部 〒100-0011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
TEL: 03-3539-7225 FAX: 03-3539-7231

環境配慮と長寿命化によるライフサイクル及びメンテナンスコスト低減を実現した
弱溶剤高耐候性防食塗装システム

ニューフツソシリーズ

省工程対応

【ニューフツソ21DC上塗システム】

弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗
ニューフツソ21DC上塗

弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗
ニューフツソ21中塗E

弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗
ニューエポ21プライマー

弱溶剤形有機ジンクリッチペイント
ニュージンクHB

【ニューフツソHB上塗システム】

弱溶剤厚膜形ふっ素樹脂塗料上塗
ニューフツソHB上塗

弱溶剤厚膜形変性エポキシ樹脂塗料下塗
ニューエポ21HBプライマー

— 関連商品 —

さび面素地調整軽減エポキシ樹脂プライマー
トアラストバリア

水性塗膜剥離剤
アクアインプラス202N

多様な社会ニーズに応える、持続可能かつ進化する
防食塗装システムを提案し続けます。

 株式会社トウペ

ホームページ <https://www.tohpe.co.jp/>

本社塗料相談室 〒592-8331 大阪府堺市西区築港新町一丁目5番地11 Tel. (072) 243-6452

橋梁・鋼構造物用塗膜剥離剤

NEOREVER

泥/ツク工法

湿潤化剥離に対応

環境にやさしい湿潤化で挑む

 三彩化工株式会社



高塗着スプレー塗装工法

((一社)日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会) 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

取締役会長 島元 文隆

○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
shimamoto-shoukai@arion.ocn.ne.jp

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



国土交通省新技術提供システム

NETIS

KK-230044-A

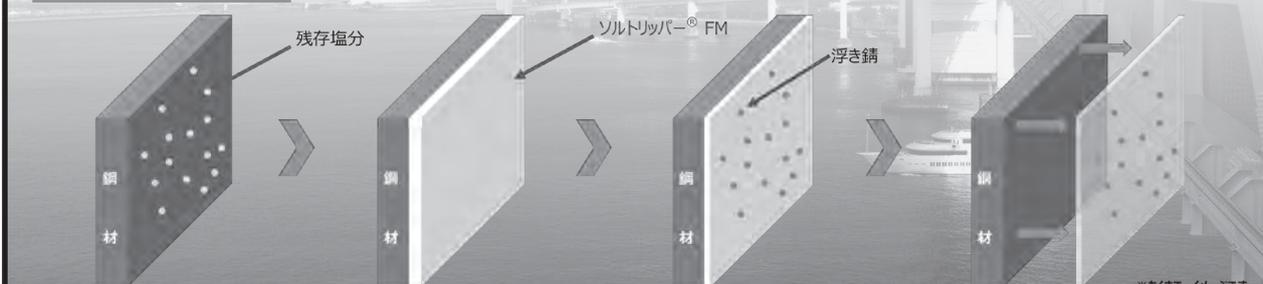
水洗できない現場でも、 膜を剥がして、塩分処理可能！

塩分低減のメカニズム

1. 塗布/塩分の取り込み

2. 乾燥と共に浮き錆発生

3. 乾燥塗膜の除去



- 鋼材面に残存する塩分の影響で、塗替え塗装後、早期に錆が発生する事例が報告されています。
- ソルトリッパー-FMは、プラストによる素地調整後の鋼材に残存する塩分を低減させる効果があります。

お問い合わせの際は、
弊社ホームページのお問い合わせフォームから ⇨
<http://www.daishin-chemical.co.jp/>



大伸化学株式会社
DAISHIN CHEMICAL CO.,LTD.

サンドブラストは1.5Mpa(約15kg/圧)の時代へ!

鋼構造物の素地調整・塗膜剥離に於ける高圧ブラスト

リユースブラスト®

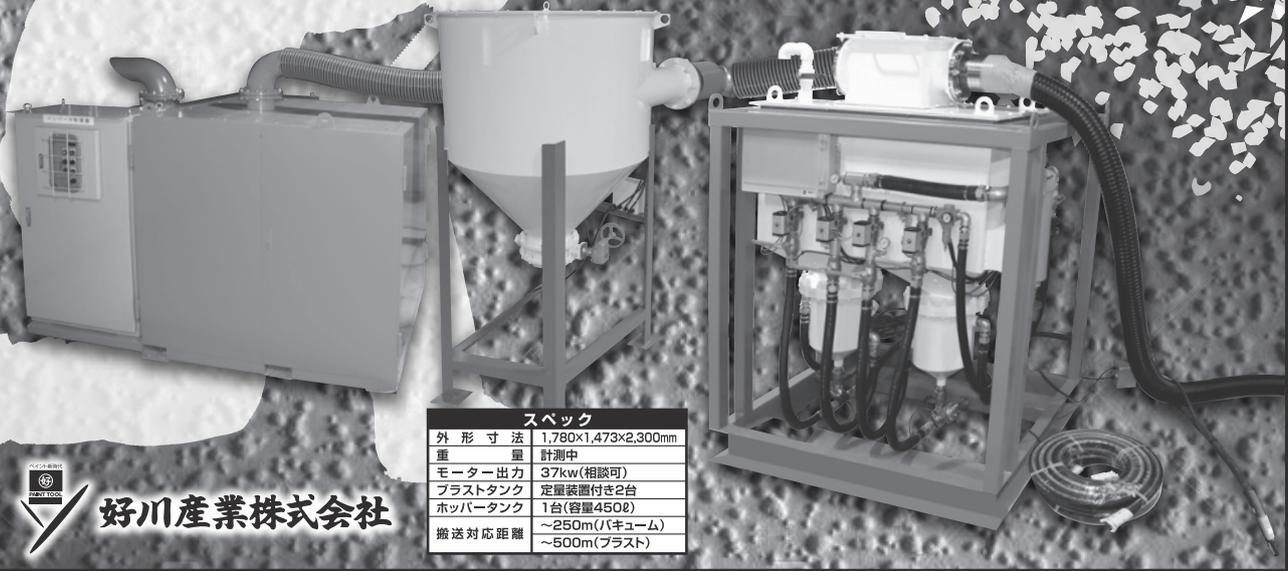
コンパクト化

シンプルな制御

新技術

研削材の
自動供給システム

ノンストップの
バキューム作業



スペック	
外形寸法	1,780×1,473×2,300mm
重量	計測中
モーター出力	37kw(相談可)
プラスタタンク	定量装置付き2台
ホッパータンク	1台(容量450ℓ)
搬送対応距離	~250m(バキューム) ~500m(プラスト)



好川産業株式会社

鋼構造物用 水系塗膜はく離剤

バイオハクリ

BAIOHAKURI

X-WB

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

◎ 平成31年3月27日 国土交通省「土木鋼構造物用塗膜剥離剤技術」試験評価品



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

C-WRA

水系塗膜剥離剤工法等研究会

水系塗膜剥離剤工法で有害物含有塗膜の除去を♪

正
会
員

山一化学工業株式会社 好川産業株式会社 三彩化工株式会社
JFEエンジニアリング株式会社 株式会社ソーラー 大伸化学株式会社
三協化学株式会社 株式会社ネオス 菊水化学工業株式会社

フラストやフラスト面形成動力工具等の施工能率も向上し産廃物量も低減♪

水系塗膜剥離剤の主成分「ベンジルアルコール」は、
厚生労働省 労働安全衛生法による、化学物質のリスクアセスメントの対象物質に追加されました。
「ベンジルアルコール」は、どのように扱えば安全であるか明らかになっている物質ですので、適正に
管理して使用するようにならしてください。(政令及び省令の施行期日:令和3年1月1日)

〒651-0097 兵庫県神戸市中央区布引町2-2-7

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きます。



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 https://www.jasp.or.jp

編集後記

建設業界における作業員不足は、年々深刻化しており今年4月からの働き方改革による、時間外労働規制等の2024年問題の影響でさらにこの問題が顕著になる事が予想されます。

橋梁塗装現場においても同様で、人手不足を補填すべく外国人技能実習生を数多く現場で見かけます。

本来、日本で学んだ技術・技能を本国で生かす制度ですが、実状は人材不足を補う重要な戦力となっています。

しかし、昨今は極端な円安により日本へ来る魅力も薄れており、同様に少子化で人手不足に悩み、技能実習生を受け入れている韓国、台湾に人材を取られている状況もあります。従来であれば外国人技能実習生の求人を出せば、多くの希望者の中から現地で面接し、採用することができたのが、最近は現地での応募者集めも厳しくなっている様です。

そこで、外国人労働者の技能実習制度に代わる外国人材の新制度「育成就労」の新設等を柱とする改正を出入国管理法などが先の国会で可決・成立し施行されます。

また、特定技能制度では、就労者の意向で転職や一定条件を満たせば、家族の呼び寄せや永住権の申請も可能です。

しかし、そもそも進路として日本の若者が直接橋梁塗装工になるケースは稀有で、他の職種からの転職がほとんどです。

はたしてその様な現状で賃金、在留条件等で優る韓国、台湾ではなく日本が選ばれる国となるかは疑問です。

まずは、この働き方改革を機に日本の若者が将来の職業選択の一つとして、橋梁塗装工を考える様な魅力ある職場にすべく、業界として盛り上げていくことが急務と考えます。

(J. N)

一般社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会

会長

植谷 幹義

副会長

小掠 武志

鈴木 喜亮

中村 順一

顧問

足立 敏之

佐藤 信秋

奈良間 力

Structure Painting 編集委員会

編集委員長

並川 賢治 (首都高メンテナンス
東東京株式会社)

編集幹事

加藤 敏行 (橋塗協 監事)

編集委員 (五十音順)

宇佐美弘文 (橋塗協 理事)

北村 岳伸 (本州四国連絡高速道路株式会社)

久保田益弘 (橋塗協 運営審議委員)

小林 寛 (阪神高速道路株式会社)

富山 禎仁 (国立研究開発法人土木研究所)

中村 順一 (橋塗協 理事)

西羅 瑛太 (首都高速道路株式会社)

藤本 貴正 (株式会社高速道路総合
技術研究所)

山中 翔 (公益財団法人鉄道総合
技術研究所)

Structure Painting - 橋梁・鋼構造物塗装 -

(通巻第150号)

令和6年9月20日 印刷

令和6年9月30日 発行

年1回発行/無断転載厳禁

発行責任者 植谷 幹義

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

非売品