

Structure Painting

Vol.51 橋梁・鋼構造物塗装

2023年9月

CONTENTS	page
●巻頭言	
鋼構造物塗装の現状と将来展望……………里 隆幸………… 1	
●技術資料	
重防食水性塗料の規格（JIS）改定の動向について……………大澤 隆英………… 2	
●技術報告	
首都高速道路における水性塗料の施工実績と施工状況…………… 須田 郁慧………… 11	
阪神高速道路における桁端部改良工の取り組みについて ……………八田 法大・高村 義行・松本 茂・桐間 幸啓………… 17	
重防食塗装の塗膜消耗特性 ……………本郷 誠人・山根 彰・米澤 篤志・後藤 稜平………… 24	
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 ……………坂本 達朗………… 31	
●技術雑感	
たかが足場、されど足場……………大櫛 雅樹………… 37	
●よもやま話	
徳川家康……………岩田 恭子………… 40	
橋塗協だより…………… 42	
会員名簿…………… 49	
広告…………… 52	

「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（<https://www.jasp.or.jp>）で閲覧できます。

鋼構造物塗装の現状と将来展望

大日本塗料株式会社
代表取締役社長
里 隆幸



この1年を振り返ると、2022年2月に起こったロシアによるウクライナへの軍事侵攻が今なお続く状態にあり、世界経済に暗い影を落としています。また、日本国内においても政治や社会に大きな影響を与える事件が発生する等、鬱屈とした雰囲気が漂う1年でした。そのような中、今年3月に開催されたワールドベースボールクラシック2023(WBC)における日本代表(侍ジャパン)の活躍は、多くの人を元気づけたことでしょう。

さて、今般巻頭言の執筆を賜りまして、鋼構造物塗装の現状と将来展望について述べたいと思います。

鋼構造物の防食工法には、表面被覆、電気防食、鋼材の改質、環境処理等があり、塗装による防食は表面被覆法の代表的なものです。2020年1月発行の「わが国における腐食コスト(調査報告書)」によると、生産・製造面から算出した2015年の腐食対策費の総額は4兆3,200億円になり、GNI(国民総所得)の0.78%でした。このうち表面塗装に係る腐食対策費は2兆4,900億円であり、全体の約58%を占めています。このように腐食対策費の中で表面塗装費の割合が大きいことは、塗装による防食技術開発の重要性を示すものと捉えています。

橋梁に代表される大型鋼構造物は、その多くが高度経済成長期に建設され、現在も供用されています。「社会資本の老朽化と将来予測」に関する国土交通省の2020年度算出データによると、高度経済成長期以降に整備された道路橋、トンネル、河川、下水道、港湾等については、今後20年で建設後50年以上経過する施設の割合が加速度的に高くなることが予測されています。例えば、橋長2m以上の道路橋(約73万橋)の場合、建設後50年以上経過する施設の割合は、2020年3月に約30%、2030年3月に約55%、2040年3月には約75%になると推計されています。

こうした背景から鋼構造物の維持管理(メンテナンス)は年々重要度を増しており、国策としての長期的な財源確保や新技術の活用促進が課題となっています。すなわち経済的かつ効率的な維持管理方法の構築が必要な状況にあります。国策としては「事後保全」から「予防保全」へのシフトによる維持管理費・更新費の圧縮等が検討されており、塗料メーカーの取り組みとして

は、ライフサイクルコスト(LCC)の低減を目的に、新規高耐久材料の開発や工程・工期短縮を実現する材料の開発が行われています。さらに、昨今の人手・人材不足の問題を鑑みると、誰でも“お手軽に”、“簡単に”施工できるような補修材料(省力化)の開発やドローンを含むロボット技術を活用した塗装・点検・診断システム(省人化)の構築も進んでいくと考えられます。

次に、別の側面からの話になりますが、鋼構造物塗装における重要な課題の1つに環境対応があります。材料面からの取り組みとしては、有害重金属のフリー化やVOC(揮発性有機化合物)の削減が挙げられます。長期耐久性が要求される鋼構造物塗装においては、溶剤形塗料が多く採用されていますが、近年では、塗料中のVOC量を大幅に削減できる水性重防食塗料がJIS規格化(下塗り、上塗り)され、首都高速道路(株)においては現場塗装に本格採用されています。水性重防食塗料は、今後さらに市場への拡大が期待される材料です。

また、環境対応に関しては、世界規模で取り組む環境目標として「2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現」があります。材料面においては、単純に塗膜性能だけで塗装材の組成を設計するのではなく、塗装される最終製品を含めたライフサイクルでエコデザインを考える必要があります。「原料・製造・塗装・供用・メンテナンス・廃棄・リサイクル」のライフサイクルに配慮した組成設計が重要になります。今後は、塗料メーカーに限らず各材料メーカーにおいて炭素循環、資源循環型社会の実現に向けた技術開発が加速していくことが予測されます。

その他に、鋼構造物塗装に関連する懸念材料として、欧州におけるPFAS(Per- and Polyfluoroalkyl Substances: 有機フッ素化合物)の規制化動向があります。現状は情報収集段階ですが、今後の動向を注視していく必要があります。

鋼構造物塗装における現状の課題は、業界全体で取り組まなければ克服できないと考えています。当社としては単なる塗装材の設計に留まることなく、素地調整～塗装～維持管理～廃棄まで配慮し、環境への負荷を低減できる材料・工法の開発に努めてまいります。

重防食水性塗料の規格（JIS）改定の動向について

大澤 隆英¹⁾

1 はじめに

重防食塗装は、橋梁や石油・化学プラント、送電鉄塔など幅広い鋼構造物の防食性、耐候性を高め、社会の安全と安心を維持するのに必要不可欠である。1960年代から始まった高度成長期の建設ラッシュで造られた道路橋などは、ストック量が膨大であり、年々老朽化が進行している。

図-1 に2022年3月時点の全国の道路管理者別橋梁

数および面積を示す。2m以上の橋梁数は約73万橋、面積は約165百万m²ある。図-2に全国の建設年度別橋梁数を、図-3に建設後50年を経過した橋梁の割合を示す。2022年3月末現在全橋梁の平均建設経過年数は約40年であり、建設後50年を経過した橋梁の割合は約34%である。2032年には約59%の橋梁が50年に達する¹⁾。

社会インフラの多くを成り立たせている鋼構造物は、絶えず雨や風、寒暖差など厳しい自然環境にさらされ

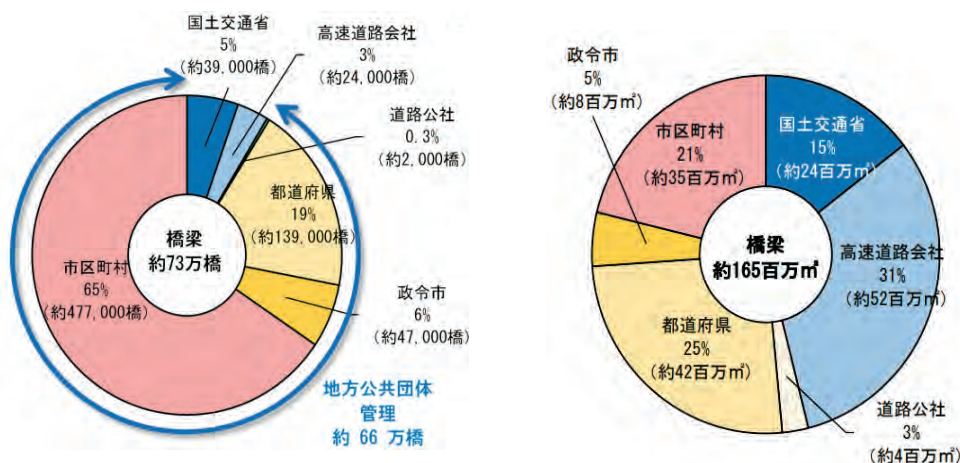
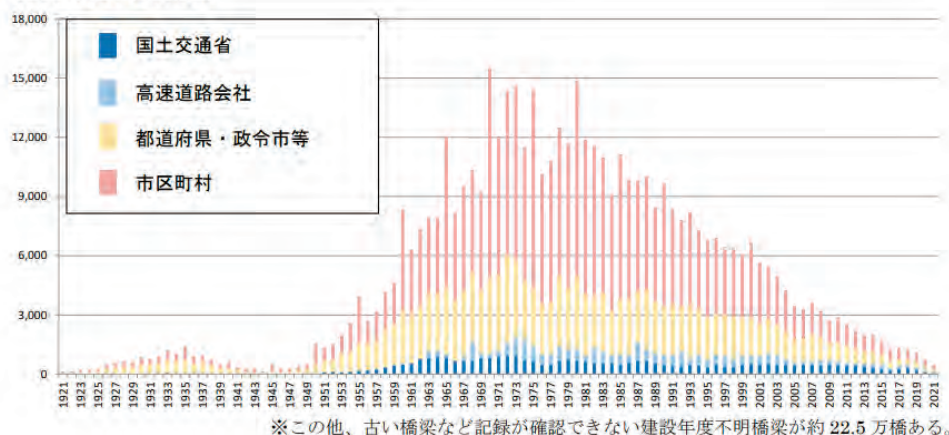


図-1 全国の道路管理者別橋梁数および面積¹⁾

○ 建設年度別橋梁数

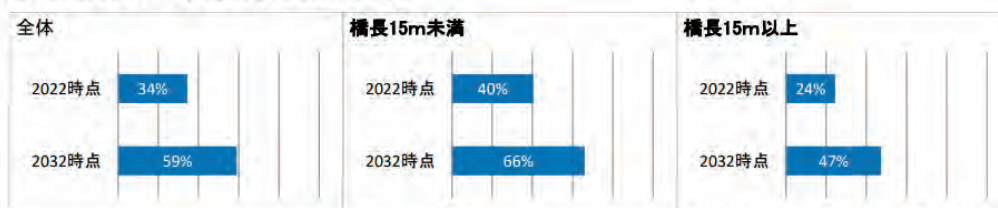


(出典)道路局調べ(2022.3末時点)

図-2 全国の建設年度別橋梁数¹⁾

1) 一般社団法人日本塗料工業会 安全環境部 部長

○ 建設後 50 年を経過した橋梁の割合



※この他、古い橋梁など記録が確認できない建設年度不明橋梁が約 22.5 万橋ある。

(出典)道路局調べ(2022.3 末時点)

図-3 建設後 50 年を経過した橋梁の割合¹⁾

ているためさびという厄介者が常につきまとう。鋼がさびになることを防ぎ、強度と耐久性をできるだけ長く維持し、さらに美粧を付与するのが塗装の役割である。

このところクローズアップされているインフラ老朽化問題に対しては、塗装は特に大きな関わりを持つ技術である。塗り替えた塗膜がどれだけの機能を発揮できるかが、ライフサイクルコスト (LCC) 削減という経済的な要請と、ストック型社会の構築という中長期的なテーマの実現を左右するといってもよいだろう。

しかしながら近年、鋼構造物の防錆・防食対策、特に塗り替え塗装に関しては種々の問題が明らかになってきて、対応できる技術開発が開発途上であるという状況がある。防錆・防食には、さまざまな技術を組み合わせることで最適解を導き出すことが重要である。

この流れを捉えるべく、塗装に関するコスト削減や、環境負荷を低減する商品の開発、明らかになった課題に対応する技術開発がうながされた。

2 重防食塗装の課題 VOC 削減

日本で 2000 年度に大気中に放出された揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds : VOC) は 141 万トンで、そのうちの約 4 割が塗料の塗装過程で排出されたと推定されている。この VOC が環境や人の健康に影響を与えることはかねてより指摘されている。塗料から排出される VOC を削減するために溶剤系塗料から水性、ハイソリッド、無溶剤、粉体などいわゆる環境配慮塗料への転換が進められていて、その中の水性塗料の生産比率は増加の傾向にある。

2004 年に、浮遊粒子状物質 (SPM)、及び光化学オキシダントによる大気汚染の防止を図るため、VOC を規制するための大気汚染防止法の改正が行われた (規制は 2006 年から施行)。加えて VOC の削減目標 (2000 年度基準で 2010 年度に 30% 削減) も具体的に制定されたことから、水性塗料を中心として環境配慮塗料への転換が加速された。

発生源品目ごとの VOC 排出量の推計結果を図-4 に示す²⁾。塗料は、2000 年度を基準として 2010 年度には塗料から排出される VOC の削減率は 45% に達しており、さらに 2021 年度には 60% になっている。ここで

注意しなければならないことは、塗料生産量の減少を差し引いて考える必要があるということである。2000 年度のシンナーを含む塗料の生産量はおよそ 190 万トンであったのに対し 2010 年度は 159 万トンと 2000 年度比約 16% 減少、2021 年度は 133 万トン 2000 年度比約 30% 減少であった。生産量の減少が少なからず VOC 削減率の目標達成に寄与した。技術的 (例えば配合技術の革新などにより) には生産量の減少のおかげで VOC 削減率の目標が達成したと言える。

図-5 に 2021 年度の塗料分野別 VOC 排出比率を示す³⁾。塗料・塗装からの VOC 排出量は 21.3 万トンであり、うち重防食分野 (構造物) は 2.4 万トン (11%) である。建築塗料分野 (建物) の塗料出荷量割合に比較し重防食塗料分野 (構造物) の VOC 排出量割合は多い。

図-6 に、2003 年度および 2015 年度から 2021 年度の業種分野別の塗料タイプ出荷量を示す³⁾。建築塗料 (建物)、自動車用塗料 (自動車・新車) は水系の比率が高い。重防食塗料 (構造物)、船舶塗料はハイソリッドタ

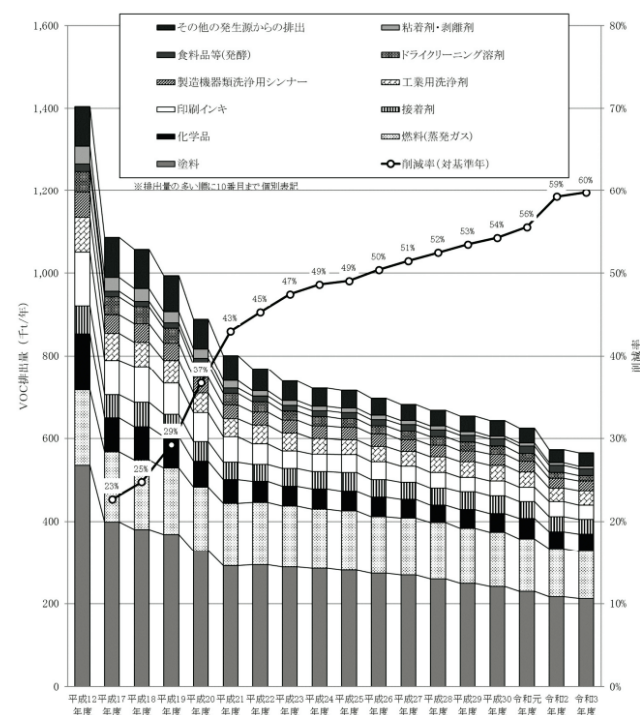


図-4 発生源品目ごとの VOC 排出量の推計結果²⁾

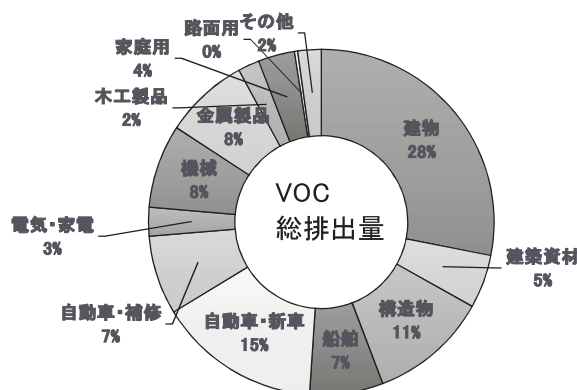


図-5 2021年度の塗料分野別 VOC 排出比率³⁾

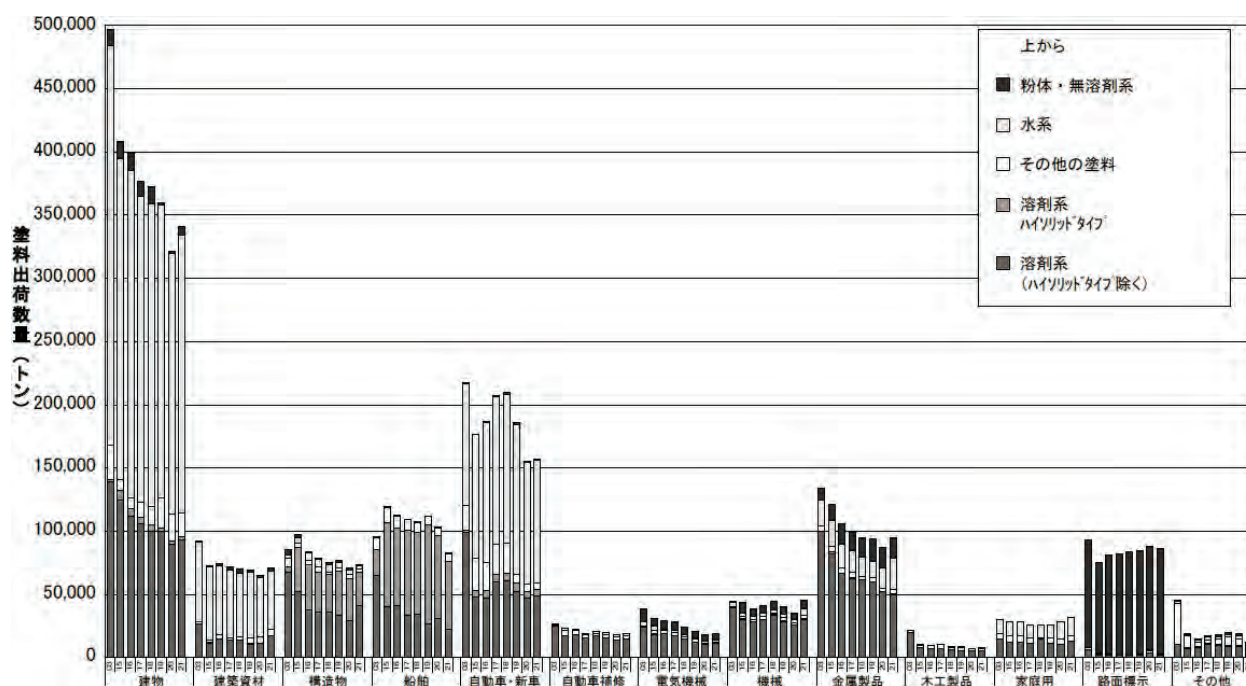


図-6 2003年度および2015年度から2021年度の業種分野別の塗料タイプ出荷量³⁾

イブが多く、水系の比率はごくわずかである。

表-1 に建築、建築資材、構造物用の塗料出荷量中の低 VOC 塗料比率の推移を示す³⁾。特に重防食塗料の水性化は低比率であり、さらに停滞していることがわかる。

3 重防食用水性塗料

JIS K5500 の塗料用語において、水性塗料は、「水で希釈できる塗料の総称。水溶性又は水分散性の塗膜形成要素を用いて作る。粉状水性塗料、合成樹脂エマルジョンペイント、水溶性焼き付け塗料、酸硬化水溶性塗料等がある。」と記述されている。

水性塗料には表-2 に示すように樹脂の形態により①水溶性タイプ②コロイダルディスパージョンタイプ③エマルジョンタイプに大別される⁴⁾。(なお、この分類の方法は塗料業界での分類であって必ずしも言葉の定

義とあっているわけではない。)

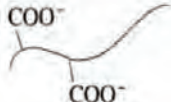
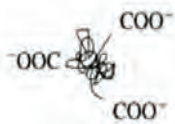
- ① 水溶性タイプは樹脂中に親水性官能基を組み込み、それと対になるイオンを組み合わせ、塩として使用される。親水性官能基としてはカチオン型ではアミノ基 ($-NH_2$)、アニオン型ではカルボキシル基 ($-COOH$)、ノニオン型ではヒドロキシル基 ($-OH$) などが代表例である。親水性官能基が樹脂中に多いほど水溶性は良くなるが、耐水性は低下する。そのため、これらと反応する硬化用樹脂と組み合わせ、硬化反応で架橋させる方式がとられる。
- ② コロイダルディスパージョンタイプは、10 ～ 100nm の樹脂粒子を水に懸濁させたもので、親水性官能基量は水溶性より少なくすることができる。
- ③ エマルジョンタイプは乳化剤を用いて水中に分散させる強制乳化法、親水性官能基を付加して水中

表-1 建築、建築資材、構造物用の塗料出荷量中の低 VOC 塗料比率³⁾

塗料分野	年度	溶剤系 ハイソリッド塗料*	水性塗料	粉体・ 無溶剤塗料	低VOC塗料 合計	適用部材例
建築 (建築塗料)	2000	0.0	63.0	3.0	66.0	建物内外装
	2012	1.9	63.0	4.2	69.1	建具・フェンス
	2014	1.9	61.3	3.7	66.9	立体駐車場
	2016	1.4	65.5	3.3	70.2	
	2018	1.3	64.3	3.7	69.2	
	2020	0.8	64.3	0.4	65.5	
	2021	0.6	64.5	1.9	67.0	
建築資材 (主にライン塗装)	2000	0.0	68.0	1.0	69.0	窯業建材
	2012	0.5	78.9	1.5	80.9	屋根
	2014	0.5	78.0	1.8	80.3	アルミ用電着
	2016	0.1	73.2	2.7	76.0	鉄骨用電着
	2018	0.0	72.3	4.4	76.7	
	2020	1.3	72.1	2.5	75.9	
	2021	0.0	64.9	3.7	68.7	
構造物 (重防食塗料)	2000	5.0	3.0	5.0	13.0	橋梁
	2012	46.0	4.1	2.2	52.3	プラント配管
	2014	43.5	5.0	2.4	50.9	タンク
	2016	42.6	6.7	1.0	50.3	鉄塔
	2018	39.3	7.1	2.8	49.2	
	2020	46.2	4.5	3.1	53.8	
	2021	35.9	2.4	1.7	40.0	

* : ハイソリッド塗料 : 塗料固形分70%以上または塗装時固形分420g/ℓ以下

表-2 水性塗料用樹脂の形態による分類⁴⁾

	水溶性	コロイダル ディスパージョン	エマルジョン	
			乳化重合	強制乳化
外観	透明	半透明	乳白色	白色
粒子径	~10nm	10~100nm	50~500nm	100nm~
分子量	$10^3 \sim 10^4$	$10^4 \sim 10^6$	$10^5 \sim$	$10^3 \sim 10^4$
安定化機構	溶解	ブラウン運動	静電気反発	
固形分	低い	中位	高い	高い
粘度	高粘度分子量に相関	中粘度分子量にやや相関	低粘度分子量にあまり相関しない	
粘性	ニュートン流動	非ニュートン流動	非ニュートン流動	
分散形態				

に分散させる自己乳化法などがあるが、多くは重合段階からエマルジョン化する方法がとられている。粒径はコロイダルディスパージョンタイプより大きい。

エマルジョン塗料は建築用に広く使用されている。

水性塗料は、溶剤系塗料のように蒸発速度の異なる有機溶剤を組み合わせる塗膜化するまでの粘性挙動を制御することが難しく、表面張力が高いために素地の影響を受けやすいなど、溶剤系塗料と比べて技術的に難しい点が多々ある。溶剤系塗料と水性塗料の構成成分の例を図-7に示す。溶剤系塗料と水性塗料の違いはもちろん溶媒が異なり、水性塗料では主となる溶媒が水であることである。この分類分けでは、溶剤以外に

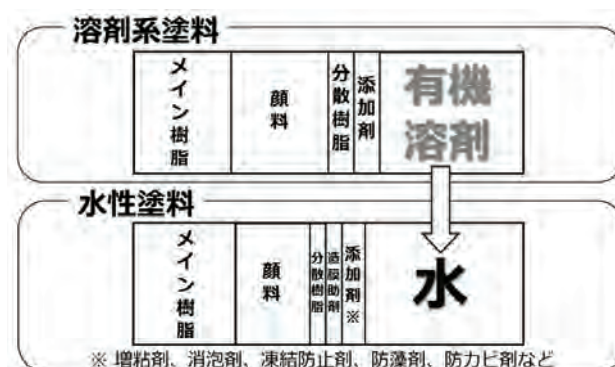


図-7 溶剤系塗料と水性塗料の構成成分の例

大きな変化はないように見えるが、同じ樹脂でも実際は種類が大きく変化している。このように溶剤から水に変えることで、溶剤系塗料で使用してきた物質を変更せざるを得なくなる。

常温乾燥硬化形塗膜では、低温で造膜するけれど粘着（タック）性のない塗膜が求められていて、それを達成するために造膜助剤が水性塗料には添加されている。造膜助剤は水性塗料に少量添加することで樹脂のガラス転移温度（Tg）を下げ、使用温度範囲でポリマーに柔軟性を付与し、低温での造膜性（低 MFT、MFT：最低造膜温度（Minimum Film Forming Temperature））を付与する。造膜助剤は造膜後、塗膜から放散される。造膜助剤には、4-ブトキシ-1-エタノール（ブチルセロソルブ）や2、2、4-トリメチル-1、3-ペンタンジオールモノイソブチレート等が使用されており、水性塗料には少なからず VOC 成分が配合されるのが通常である。

また、水性塗料は耐水性が低いと言われるが、その原因は高い極性の水に低い極性の樹脂を溶解／分散させるために導入した親水性基や界面活性剤（乳化剤）の存在である。この対策として架橋性官能基の導入が行われる。特に親水性を持った官能基を架橋反応に組み込むことで、①親水性官能基の数の減少②分子量の

疑似増加による水への溶解性の低下を同時に引き起こすため効果的である。

耐候性上塗り塗料で使用される架橋系としてはアクリルポリオール+ポリイソシアネート（ウレタン反応）がある。この反応は、溶剤系ポリウレタン樹脂塗料やふっ素樹脂塗料でよく使用されるが、水性塗料においては、ポリイソシアネートとポリオールの反応過程に水が介在することとなる。ポリイソシアネートとの反応速度は、ポリオール<水<ポリアミンの順で速い。そのため、ポリイソシアネートはポリオールと競合するように水との反応が起き、アミンと二酸化炭素が生成し、さらに生成したアミンとイソシアネートとの付加重合が起こり、目的としていない尿素樹脂が生成される（図-8）。

また、ポリイソシアネートは長時間安定して水と共存できないため、ポリイソシアネートを硬化剤とする水性塗料は、その多くが製品として非危険物とすることができなかった。また、造膜過程での副反応で二酸化炭素が発生し、塗膜泡やピンホールなどの外観不良や環境遮断性能の低下などに注意が必要である。

これらの課題解決のために、ポリイソシアネートを用いない耐候性上塗の架橋系が検討された。表-3 にその例を示す⁵⁾。カルボニル+ヒドラジドは水が揮発して

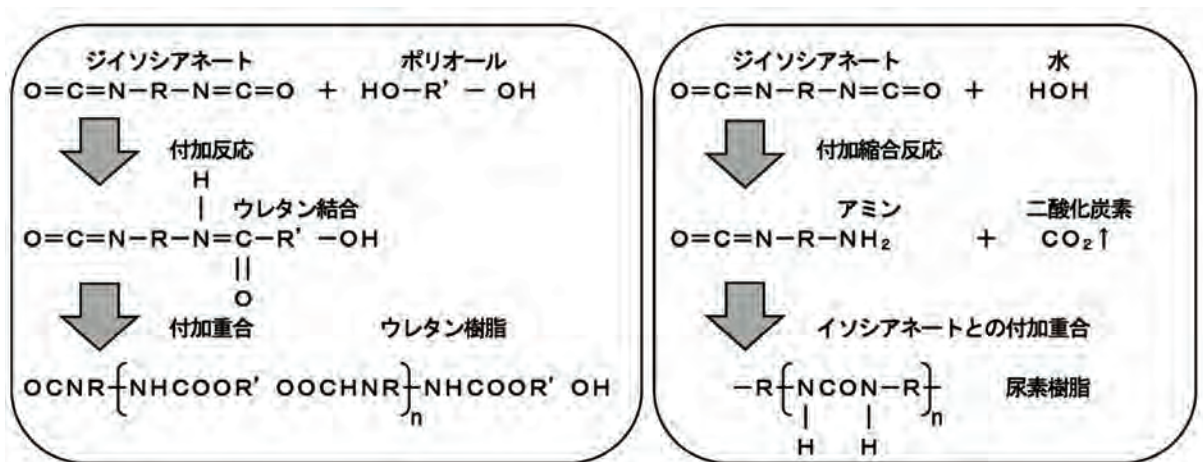


図-8 ジイソシアネートとポリオールおよび水との反応

表-3 水性上塗り塗料で使用する架橋系の例⁵⁾

官能基種	反応式	特徴
カルボニル + ヒドラジド	$\begin{array}{c} \text{R}-\text{C}(=\text{O}) \\ \\ \text{R} \end{array} + \text{H}_2\text{N}-\text{HN}-\text{C}(=\text{O}) \rightarrow \begin{array}{c} \text{R}-\text{C}(=\text{N})-\text{NH}-\text{C}(=\text{O}) \\ \quad \quad \\ \text{R} \quad \quad \text{H} \end{array} + \text{H}_2\text{O}$	水が揮発して初めて反応が始まる。
カルボン酸 + カルボジイミド	$\text{—COOH} + \text{R}-\text{N}=\text{C}=\text{N—} \rightarrow \begin{array}{c} \text{O} \quad \text{R} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{—C—N—C—N—} \end{array}$	代表的な親水性官能基であるカルボン酸を架橋に組み込める。常温で反応可能。

初めて反応が始まるため、1 液化が可能であり建築塗料に幅広く利用される。また、カルボン酸+カルボジイミドの反応も使用される。代表的な親水性官能基であるカルボン酸を架橋に組み込むことと、常温で反応可能という長所がある。

鋼材に直接塗装される水性下塗り塗料、水性ジンクリッチペイントにおいては、水性エポキシ樹脂と水溶性型、またはエマルジョン型ポリアミンが主に使用されるが、塗装直後から塗膜になるまでに発生する初期さび（フラッシュラスト）の抑制や塗膜形成後の防錆性を付与するために、フラッシュラスト抑制剤や防錆顔料が塗料配合中に添加される。防錆顔料はその成分が水に微量溶解することにより防錆効果を発揮するが、水性塗料においては塗料として多量の水が配合されているため、塗料液（または硬化剤）中に防錆顔料の成分が溶解し塗料性状、塗料安定性（貯蔵安定性）に影響を与えることがある。また塗膜となったときには、フラッシュラスト抑制剤や防錆顔料などの水可溶成分は塗膜の耐水性を低下させるため、その選択と配合量には細心の注意を払う必要がある。

このような技術を用いて重防食用水性塗料が開発された。表-4 に強溶剤形システム、弱溶剤形システムおよび水性システムの耐複合サイクル 240 サイクル後の状況を、図-9 には、促進耐候性試験（JIS キセノン）の光沢保持率の変化を示す。正常な塗膜が形成されたときは、水性システムは強溶剤形、弱溶剤形システムと同等な性能が得られていることがわかる。

4 重防食塗装における水性塗料の規格化 環境改善から火災安全対策へ

すでに、建築塗料や自動車用塗料として水性塗料は

多く使用されているが、こと重防食塗料においては、重防食塗料向け塗料出荷量中の水性塗料割合は 2.4%（2021 年度）である³⁾。この理由としては、①施主の発注は、塗料規格・塗装基準により行われており、その規格・基準に水性塗料の掲載がほとんどない。②鉄鋼面に水性塗料を塗装することに技術的な疑問（フラッシュラストや長期耐久性など）が少なからずある。③コストが溶剤系塗料同等に至っていない。④ほとんどが屋外塗装である重防食塗装では、溶剤系塗料の法的な使用規制がない中で水性塗料を使用する理由がないなどが、東京都低 VOC 塗装推進検討ワーキンググループであげられている。

重防食水性塗料を普及させるためには、塗料・塗装標準仕様書（例えば、鋼道路橋防食便覧、道路・鉄道各社標準仕様書、公共建築工事標準仕様書など）に記載されることが必要であるが、JIS 規格のような公的な水性塗料規格がないことが足かせとなっていた。

転換期となったのは、平成 26 年、27 年に発生した 2 件の鋼橋塗替え工事における火災事故であった。それまでの水性塗料は、環境に対して優しいを主として訴求していたが、この事故を契機に、火災安全対策としての対策用塗料として脚光を浴び、火災安全対策としてコスト面において配慮していただける状況となった。

（一社）日本塗料工業会では、重防食水性塗料を広く普及させるため、平成 28 年 7 月に日本塗料工業会規格 JPMS 30 鋼構造物用水性さび止めペイント、JPMS 31 鋼構造物用水性耐候性塗料を制定した。

その後、JIS K5551（構造物用さび止めペイント）、JIS K5659（鋼構造物用耐候性塗料）に水性塗料の品質規格を追加する改正の JIS 原案作成委員会が行われ、日本工業標準調査会（JISC）審議、意見公募（パブリック

表-4 複合サイクル試験 240 サイクル後の状況

	強溶剤形システム	弱溶剤形システム	水性システム
素地調整	ISO Sa2 1/2	ISO Sa2 1/2	ISO Sa2 1/2
下塗り	変性エポキシ樹脂塗料下塗り	弱溶剤変性エポキシ樹脂塗料下塗り	水性エポキシ樹脂塗料下塗り
中塗り	ふっ素樹枝塗料用中塗り	弱溶剤ふっ素樹枝塗料用中塗り	水性ふっ素樹枝塗料用中塗り
上塗り	ふっ素樹枝塗料上塗り	弱溶剤ふっ素樹枝塗料上塗り	水性ふっ素樹枝塗料上塗り
JIS複合サイクル240サイクル後			
一般部	Ri0	Ri0	Ri0
カット部	4mm	3mm	4mm

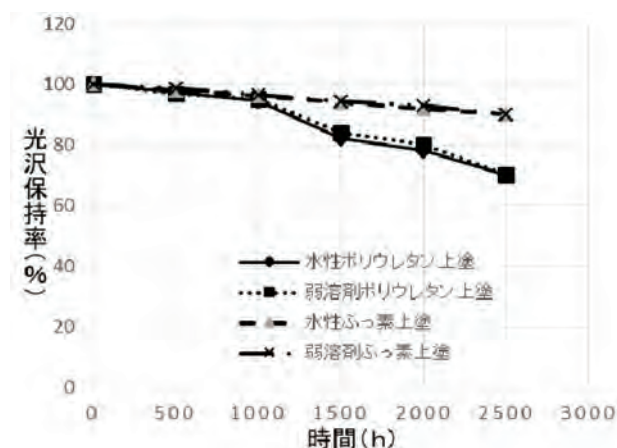


図-9 促進耐候性試験（JIS キセノン）の光沢保持率の変化

クコメント）を経て平成30年9月20日に官報に公示され、即日施行された。

さらには、遅れていた有機ジンクリッチペイントの水性規格として、令和4年7月に日本塗料工業会規格JPMS 32 厚膜形水性有機ジンクリッチペイントを制定した。

表-5 に JIS K5551：2018 構造物用さび止めペイントに規定される品質を、表-6 に JIS K5659：2018 鋼構造

物用耐候性塗料に規定される品質を、表-7 に JIS K5553：2023 厚膜形ジンクリッチペイント2種及びJPMS 32：2022 厚膜形水性ジンクリッチペイントに規定される品質を示す。内容を見てみると、水性塗料の塗膜品質は溶剤系塗料と変わらない性能を要求していることがわかる。なお、安全対策としての品質は議論されたが、すでに消防法での規制があることより、JIS規格の品質には織り込まれなかった。火災安全性につ

表-5 JIS K5551：2018 構造物用さび止めペイントに示される品質

項目	種類					
	溶剤系				水性	
	A種	B種	C種		D種	E種
			1号	2号		
容器の中の状態	かくはん（攪拌）したとき、堅い塊がなくて一様になる					
低温安定性（-5℃）	－				変質しない	
半硬化乾燥性	半硬化乾燥している					
塗装作業性	支障がない					
塗膜の外観	正常である					
ポットライフ	5時間				3時間	
たるみ性	－	たるみがない			－	たるみがない
上塗り適合性	支障がない					
耐おもり落下性	割れ及び剥がれがない					
付着性	分類0	分類1又は分類0			分類0	分類1又は分類0
耐アルカリ性	異常がない				－	
耐揮発油性	異常がない				－	
耐熱性	－		外観が正常である 分類2、分類1又は分類0		－	外観が正常である 分類2、分類1又は分類0
サイクル腐食性	さび、膨れ、割れ及び剥がれがない					
塗膜中の鉛の定量 （質量分率%）	0.06以下					
塗膜中のクロムの定量 （質量分率%）	0.03以下					
屋外暴露耐候性	さび、膨れ、割れ及び剥がれがない					

“－”：試験規定がないことを表している。

表-6 JIS K5659：2018 鋼構造物用耐候性塗料に示される品質

項目	種類								
	溶剤系				水性				
	A種				B種				
	上塗り塗料			中塗り塗料	上塗り塗料			中塗り塗料	
1級	2級	3級	1級		2級	3級			
容器の中の状態	かくはん（攪拌）したとき、堅い塊がなくて一様になる								
低温安定性（-5℃）	－				変質しない				
表面乾燥性	表面乾燥する								
塗膜の外観	正常である								
ポットライフ	5時間				3時間				
隠蔽率 %	白・淡彩色a)				≧90				
	鮮明な赤及び黄色				≧50				
	その他の色				≧80				
鏡面光沢度（60度）	≧70				－	≧70			－
上塗り適合性	－				支障がない				－
耐屈曲性	折曲げに耐える								
耐おもり落下性	塗膜に割れ及び剥がれが生じない								
層間付着性	I	－			異常がない			－	
	II				異常がない			異常がない	
耐アルカリ性	異常がない								
耐酸性	異常がない								
耐湿潤冷熱繰返し性	湿潤冷熱繰返しに耐える								
加熱残分 %	白・淡彩色a)				≧60				≧50
	その他の色				≧40				≧40
促進耐候性	照射時間 b)	2 000 (500)	1 000 (300)	500 (300)	－	2 000 (500)	1 000 (300)	500 (300)	－
	塗膜の外観	塗膜に割れ、剥がれ及び膨れがない				塗膜に割れ、剥がれ及び膨れがない			
	色の変化	大きくない				大きくない			
	白亜化の等級	1又は0				1又は0			
	光沢保持率 %	≧80 (≧90)	≧80 (≧90)	≧70 (≧80)		≧80 (≧90)	≧80 (≧90)	≧70 (≧80)	
	塗膜の外観	塗膜に割れ、剥がれ及び膨れがない				塗膜に割れ、剥がれ及び膨れがない			
屋外暴露耐候性	色の変化	大きくない			－	大きくない			－
	白亜化の等級	1又は0	2,1又は0	3,2,1又は0		1又は0	2,1又は0	3,2,1又は0	
	光沢保持率%	≧60	≧40	≧30		≧60	≧40	≧30	

“－”：試験規定がないことを表している。

注a) 淡彩色とは、白エナメルを主成分として作った塗料の塗膜に現れる、灰色、桃色、クリーム色、うすい緑、水色などのようなうすい色で、JIS Z 8721による明度Vが6以上9未満のものとする。

b) 屋外暴露耐候性の結果が得られた後の照射時間は、括弧内の値とする。

c) 屋外暴露耐候性の結果が得られた後の促進耐候性の光沢保持率は、括弧内の値とする。

表-7 JIS K5553：2023 厚膜形ジンクリッチペイント 2 種及び JPMS32：2022 厚膜形水性ジンクリッチペイントに示される品質

項目	種類	
	溶剤系	水性
	JIS K 5553:2023 厚膜形ジンクリッチペイント 2種	JPMS32:2022 厚膜形水性ジンクリッチペイント
容器の中での状態	粉は微小で様な粉末とする 液及びペーストはかき混ぜたとき堅い塊がなく て一様になるものとする	粉は微小で様な粉末とする 液はかき混ぜたとき堅い塊がなく一様にな るものとする
低温安定性 (-5℃)	—	変質しない
乾燥時間 h	6以下	
塗膜の外観	正常である	
ポットライフ	5以上	3以上
耐おもり落下性	割れ及びはがれがない	
厚塗り性	支障がない	
耐塩水噴霧性	さび、割れ、はがれ及び膨れがない	
耐水性	異常がない	
混合塗料中の加熱残分 %	75以上	70以上
加熱残分中の金属亜鉛 %	70以上	
屋外暴露耐候性	さび、割れ、はがれ及び膨れがない	

“—”：試験規定がないことを表している。

表-8 首都高速道路橋の一般外面の塗替塗装仕様⁶⁾

塗装系	素地調整	工程	塗料規格	塗料名	使用量 (g/m ²)	塗装間隔
NU-WP-1, 11H, 1W, 1D NU-WP-2	1種、 1種相当 (IH, W, D)、 2種	素地調整	1種、1種相当 (IH, W, D)、2種			直ちに
		防食下地	SDK W-512	水性有機ジンクリッチペイント	吹付 600 (ローラー 250×2)	1～10日
		下塗 1	SDK W-513	水性エポキシ樹脂塗料 (N8.5)	吹付 240 (ローラー 200)	1～10日
		下塗 2	SDK W-513	水性エポキシ樹脂塗料 (N7.0)	吹付 240 (ローラー 200)	1～10日
		中塗	SDK W-522	水性エポキシ樹脂塗料中塗	吹付 170 (ローラー 140)	1～10日
		上塗	SDK W-531	水性ポリウレタン樹脂塗料	吹付 140 (ローラー 120)	
NU-WF-1, 11H, 1W, 1D NU-WF-2	1種、 1種相当 (IH, W, D)、 2種	素地調整	1種、1種相当 (IH, W, D)、2種			直ちに
		防食下地	SDK W-512	水性有機ジンクリッチペイント	吹付 600 (ローラー 250×2)	1～10日
		下塗 1	SDK W-513	水性エポキシ樹脂塗料 (N8.5)	吹付 240 (ローラー 200)	1～10日
		下塗 2	SDK W-513	水性エポキシ樹脂塗料 (N7.0)	吹付 240 (ローラー 200)	1～10日
		中塗	SDK W-522	水性エポキシ樹脂塗料中塗	吹付 170 (ローラー 140)	1～10日
		上塗	SDK W-534	水性ふっ素樹脂塗料	吹付 140 (ローラー 120)	
NU-WP-4	4種	素地調整	4種			直ちに
		中塗	SDK W-522	水性エポキシ樹脂塗料中塗	吹付 170 (ローラー 140)	1～10日
		上塗	SDK W-531	水性ポリウレタン樹脂塗料	吹付 140 (ローラー 120)	
NU-WF-4	4種	素地調整	4種			直ちに
		中塗	SDK W-522	水性エポキシ樹脂塗料中塗	吹付 170 (ローラー 140)	1～10日
		上塗	SDK W-534	水性ふっ素樹脂塗料	吹付 140 (ローラー 120)	

いては製品ラベルや安全データシート (SDS) にて確認することができる。

平成 29 年には首都高速道路株式会社の塗装仕様・塗料規格の改訂により、水性塗料を採用した塗装仕様の制定がなされ、急激に水性重防食塗料が使用されはじめ、現時点までに首都高速道路において多くの塗装実

績が積みあがりつつある。表-8 に首都高速道路の水性塗料を使用した塗り替え塗装仕様を示す⁶⁾。

5 終わりに

本稿において、環境負荷低減、VOC 削減、火災安全対策としての水性塗料を取り上げた。

今回の急激な市場への水性塗料の導入は、人命に対する安全面において仕方なしの側面があるが、施工現場においては溶剤系塗料とは異なる施工管理、作業性等苦勞されているとの話を聞く。今後、水性重防食塗料の実績が増えるにつれ、施工性、コスト面の問題に業界として、塗料メーカーとして如何に対処し、解決するかが大切であると考えている。

今後、各種規制がより厳しくなり、塗り替え塗装に対する新たな課題が明らかになるものと予想される。

また、国際的にもサステナビリティ、SDGs やカーボンニュートラルなどが企業の評価指標の一つとなりつつあり、塗料業界において環境配慮製品の創出・普及、化学物質の適正管理などの社会課題の解決を通じて環境対応による価値創造が求められている。これらの課題に対して、塗料だけでなく、塗装周辺技術を組み合わせて、最適解を導き出し、一気通貫で問題を考え解決し、ワンストップで技術、材料などを提供していくことが塗料メーカーとして必要と考える。

【参考文献】

- 1) 道路メンテナンス年報, 国土交通省道路局 (2022)
- 2) 揮発性有機化合物 (VOC) 排出インベトリについて, 環境省揮発性有機化合物 (VOC) 排出インベトリ検討会 (2023)
- 3) 2021 年度塗料からの VOC 排出実態推計のまとめ, 一般社団法人日本塗料工業会 (2023)
- 4) 大畑正敏, J. Jpn. Soc. Colour Mater., 83 (9), p394 (2010)
- 5) 塗料・インキ・接着剤の水性化技術～樹脂設計, 架橋反応, 顔料分散, 添加剤配合, 作業性, 規制動向～, p272, 技術情報協会 (2005)
- 6) 鋼橋塗装設計施工要領, 首都高速道路株式会社 (2021)

首都高速道路における水性塗料の施工実績と施工状況

須田 郁慧¹⁾

■ はじめに

首都高速道路（以下、首都高という。）では、路線延長 327.2km のうち、約 6 割が鋼桁を有する構造物となっており、首都高が独自に定めている鋼橋塗装設計施工要領¹⁾（以下、要領という。）により塗装仕様を決定し、適切な施工を実施している。一方、日々の点検により、鋼橋の塗膜劣化や腐食といった損傷が報告されており、開通から 50 年以上経過した路線が増えてきていることから、構造物の長期耐久性を確保するためには定期的な塗替塗装が必要となる。都市内橋梁である首都高は、美観の観点からも鋼橋及び鋼構造物の塗装は非常に重要な役割を果たしており、塗替塗装の必要性が高まっている。

首都高における鋼橋の塗装塗替え工事では、過去に発生した二度の火災を契機に、密閉足場内の作業環境改善、危険物の削減等のため、原則水性塗料を用いることとしている。首都高における水性塗料とは、主剤および硬化剤の主たる揮発成分が水であり、消防法の危険物に該当せず、VOC が 10% 以下の塗料と定義している。水性塗料は主に建築分野では多く使用されているものの、橋梁分野での施工事例は多くなく、施工性や実環境における耐久性および劣化の過程等が明らかになっていない。首都高ではこれまでに施工性試験²⁾や室内試験による耐久性検討等を実施し、性能に問題ないことを確認した上で、現場塗装に用いる塗料の完全水性化に取り組んでいる。一方で、実環境における耐久性および劣化の過程については、長期的な検証が必要となるため、引き続き屋外暴露試験の経過観察等による検証³⁾を実施している。

首都高の現場塗装で水性塗料を導入し始めた 2015 年以降、現在までに約 100 万 m² ほどの施工実績があり、現場での施工や品質に関する大きな問題は生じていない。本稿では、これまでに首都高の工事にて水性塗料を用いてきた施工実績および近年実施している塗替塗装現場での施工状況を紹介するとともに、新たな水性無機塗料の適用に向けた検討について述べる。

■ 水性塗料の施工実績

首都高では、2015 年より現場塗装において水性塗料

を試験的に導入した。令和 3 年度における環境省の調査⁴⁾では、VOC 発生源の約 37% が塗料由来のものとされている。これまで首都高で使用してきた溶剤系塗料と比較して、新たに採用した水性塗料は VOC 排出量を約 8 割低減可能である。人体への有害性や臭気も少ないことから、作業環境の改善も見込まれる。また、塗料自体が非危険物であることから、現場での保管も容易で、環境面・安全面・健康面に配慮した材料であると言える。

水性塗料の試行的導入から 2 年間は、従来の溶剤系塗料が混在して施工されていたが、要領として水性塗料を本格的に性能規定した 2017 年以降は、新たに実施する全ての塗装工事に適用することとしている。2018 年以降に水性塗料の工事が完了した施工面積の推移を図-1 に示す。東京 2020 オリンピック・パラリンピックの開催に向けて塗替塗装を進めたことから、2019 年・2020 年に完了した施工面積が比較的多くなっているが、水性塗料による塗装塗替え工事を着実に進めている。2023 年以降は今後の実施予定面積も含めた値となっている。水性塗料を導入する際に見られた塗料の粘性に起因する施工性の問題は、塗料の改良と施工者の技量の向上により補うことができ、現場での施工において施工性や品質に問題なく施工できており、大きな不具合等も報告されていない。今後も橋梁の長期耐久性や維持管理性を確保することを目的とした大規模修繕事業等により、多くの塗装塗替え工事を実施して

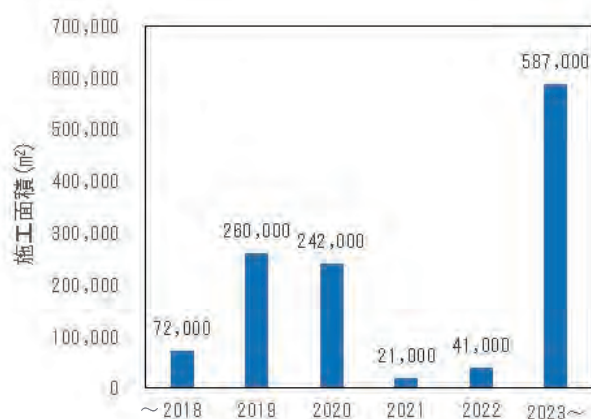


図-1 水性塗料の施工実績

1) 首都高速道路株式会社 技術部技術推進課

いく予定である。

3 水性塗料の施工状況

首都高においては、現場での塗装塗替え時に水性塗料を導入してから、要領に定めた塗装仕様や素地調整方法を使用した塗装工事を多数実施している。ここでは、近年の塗替え塗装工事の施工事例をもとに、現場での塗替え塗装の流れについて紹介する。

3.1 足場設置

少量でも粉塵が生じる素地調整を実施する際には、周辺環境への粉塵等の飛散防止および作業員への健康被害防止、そして災害防止のための設備を確実に設置する必要がある。基本的に足場は板張り、安全ネット、防災シートや不燃の養生テープなどにより密閉する。側部養生板（朝顔）は直立させて主桁より上まで立ち上げ、風により飛散等しないように足場へ固定する。写真-1 に足場設置状況を示す。

足場内には排気量計算を実施した上で、十分な換気



写真-1 塗装塗替えの足場設置状況

設備と集塵機を設置することで粉塵の飛散対策を徹底する。素地調整の種別によっては、横桁や対傾構の間隔を目安として作業空間を小さく区切り、その中だけで作業することで足場内の広範囲に粉塵が飛散することを防ぎ、集塵効率も確保することとしている。足場内の作業員の装備についても、JIS T8153 に適合する送気マスクと、二重防護として電動ファン付き呼吸用保護具、使い捨ての防護服等を着用することとしている。夏場における密閉足場内での作業は非常に過酷なものとなるため、熱中症対策として、圧縮空気を冷気に変換して防護服に送る装置を装着して作業を実施する。

除去する塗膜に有害物質が含まれている場合は、足場の出入り部にセキュリティールーム(図-2)を設置し、粉塵を外部に持ち出さないようにする。セキュリティールームは、ダーティールーム、クリーンルーム、着替えルームという3つに隔離された空間とし、作業で使用した衣服や呼吸用保護具等を外すスペースである。適宜、真空掃除機も使用し、粉塵を清掃しながら部屋を移動することで、確実に粉塵を外に出さない対策を取っている。

3.2 素地調整

古い塗料には、鉛や鉛化合物、PCB などの有害物質が使用されていることが多く、塗装を塗替える際には必ず既存塗膜にこれらの有害物質が含有されていないか調査を実施する。既存塗膜に有害物質が含まれている場合は、関係法令や関係条例に従い、作業領域に入る者に対する健康被害と周辺環境への拡散予防をした上で施工することが必要となる。

既存塗膜の塗装仕様を調査し、把握した上で、素地調整の種別を決定する。図-3 に素地調整の選定フローを示す。錆もしくは塗膜の除去が必要な場合の多くが素地調整1種により鋼材面まで除去した上での塗替えを実施することとなっている。中でも一度で鋼材面を

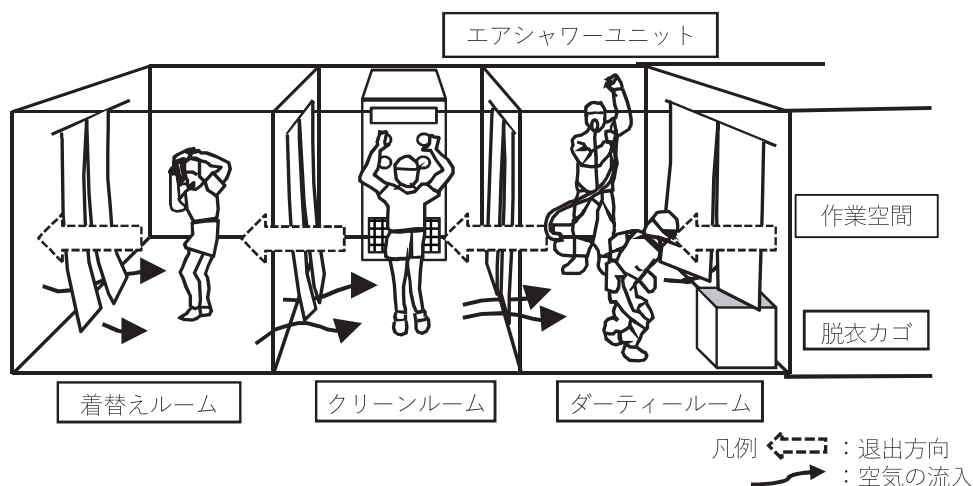


図-2 セキュリティールームの設置例

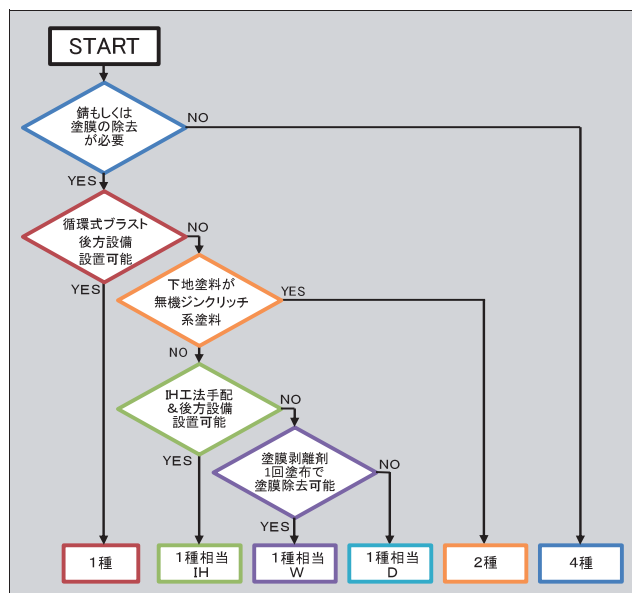


図-3 素地調整の選定フロー

完全に露出し、塗替え塗装の付着を向上させる粗面（アンカーパターン）の形成も可能な循環式ブラスト工法が多く採用されている。首都高における循環式ブラストは、2000 回程度再利用可能なステンレス製研削材と塗膜片を使用後に分別し、塗膜片だけ処分することができるオーブンブラスト工法と定義している。循環式ブラストは、後方設備のコンパクト化と騒音低減について配慮するため、吸音パネルで囲った4t車1台にすべての後方設備を積載（写真-2）することを標準としている。写真-3に循環式ブラストの施工状況、写真-4に循環式ブラスト完了後の鋼材面の状況を示す。循環式ブラストのようなオーブンブラストを使用する場合は法令に準じ、作業空間は完全養生され、作業空間に立ち入る者は外部からの空気を送り込む防護服を着用することとなっている。素地調整完了後には、首都高職員等の立会い検査にて素地調整による表面処理状況を確認し、問題ない場合次の塗装工程へ移行する。

3.3 防食下地

要領における外面塗装（平滑部）の塗装仕様を表-1に示す。鋼材面に初めに塗布する防食下地として、水性有機ジンクリッチペイントを採用している。水性有機ジンクリッチペイントは、亜鉛末、エポキシ樹脂及び硬化剤、顔料、溶剤及び水を主な原料とした2液形あるいは2液と1粉末からなる塗料、または亜鉛末、ウレタン樹脂、顔料、溶剤及び水を主な原料とした1液と1粉末からなる塗料である。

鋼面に直接塗布する塗料に水性塗料を使用すると、塗膜が乾燥する前に斑点状の錆（フラッシュラスト）が発生する場合がある。要領ではフラッシュラストの発生抑制性能と進行抑制性能を推定することを目的とした耐フラッシュラスト試験を定めており、φ 5 mm

以上の錆が出ない水性有機ジンクリッチペイントのみ使用可能⁵⁾としている。

写真-5、6に防食下地の施工状況を示す。塗装方法は、施工能率が高く、1回の塗装で均一かつ厚い塗膜が形成可能な吹付施工を標準としており、吹付けた際



写真-2 循環式ブラスト後方設備設置状況



写真-3 循環式ブラスト施工状況

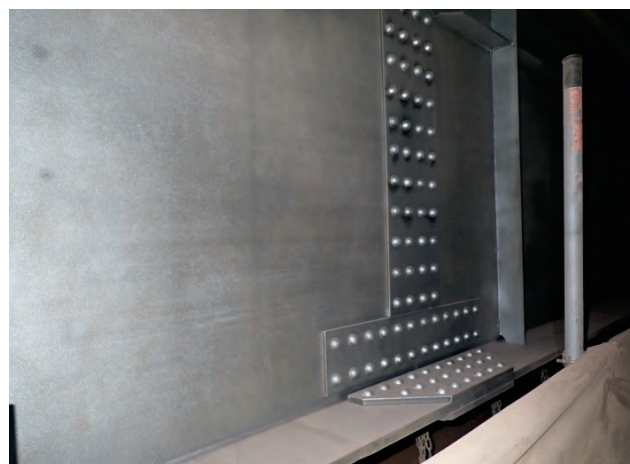


写真-4 循環式ブラスト完了後

表-1 外面塗装（平滑部）の塗装仕様

素地調整	工程	塗 料 名	塗料規格	使用量 (g/㎡以上)	塗装方法	目標膜厚 μm	塗装間隔
1種 1種相当 2種	防食下地	水性有機ジンクリッチペイント	SDK W-512	600* (250×2)	吹付 (ローラー)	75	1日～ 10日
	下塗り1	水性エポキシ樹脂塗料(N8.5)	SDK W-513	240 (200)		60	1日～ 10日
	下塗り2	水性エポキシ樹脂塗料(N7.0)	SDK W-513	240 (200)		60	1日～ 10日
	中塗り	水性エポキシ樹脂塗料中塗り	SDK W-522	170 (140)		30	1日～ 10日
	上塗り	水性ポリウレタン樹脂塗料又は 水性ふっ素樹脂塗料	SDK W-534 SDK W-532	140 (120)		25	1日～ 10日



写真-5 防食下地の施工状況（吹付）



写真-6 防食下地の施工状況（ローラー）



写真-7 上塗りの施工状況（吹付）



写真-8 塗替塗装完了状況（外桁）

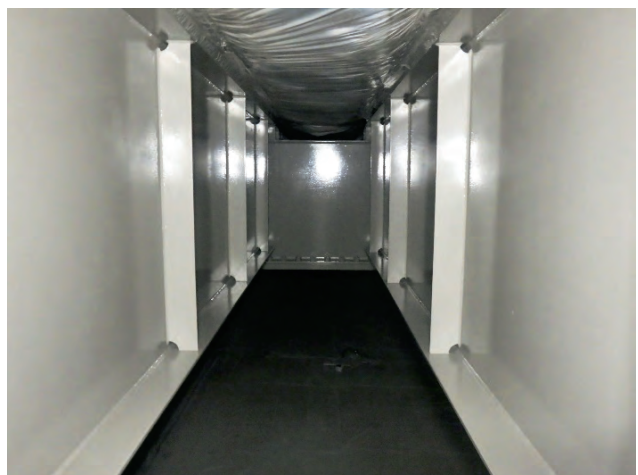


写真-9 塗替塗装完了状況（内桁）

に塗料が作業領域外に飛散する恐れのある部位の塗装など、吹付が困難な箇所についてはローラーやはけ塗りで施工する。

3.4 水性塗料下塗り～上塗り

下塗りから中塗りまでは水性エポキシ樹脂塗料を塗り重ね、上塗りには耐候性に優れた水性ポリウレタン樹脂塗料又は水性ふっ素樹脂塗料を塗装する。塗装方



写真-10 水性塗料保管状況

法は防食下地同様、基本的に吹付にて施工する。写真-7、8、9に水性塗料の施工状況と施工完了状況を示す。平滑部や添接部に関わらず、導入後初期に見られたたれ等もなく品質よく施工完了していることがわかる。

工事ヤード内での水性塗料の保管状況を写真-10に示す水性塗料は非危険物である。材料保管量に制限がなく、工事ヤード内にまとめて置いておけるようになったことから、溶剤系塗料と比較して、塗料搬入時の運搬から現場内の小運搬にかかる手間についても低減されている。

3.5 施工性

水性塗料の現場における施工性について、問題点等がないか塗装施工会社にヒアリングを実施した結果、溶剤系塗料と水性塗料で施工性に違いはなく、水性塗料でも特に問題なく現場で適用可能であると回答があった。他にも、当初懸念のあった、たれ等の塗膜の仕上がり状況について、水性塗料の改良により改善されていることや、溶剤系塗料施工時には臭気を感じるが、水性塗料は特にないことから、作業環境も改善していることが報告されている。一方で、水性塗料は揮発成分が水であることから、湿度が高い環境では塗膜の乾燥に時間を要するため、十分な塗装間隔を設けることに留意する必要がある。

3.6 今後の検討

水性塗料は溶剤系塗料と比べてたれやすいという特徴を持つため、1層での厚膜塗布ができず、所定の膜厚を形成するためには、下塗り～上塗りまで計4層重ね塗りを施さなければならないことが課題となっている。高架下の街路規制や近接構造物の条件による規制時間の制約、それに伴う規制回数増加などの理由から、一部の現場では工程短縮のための工夫が求められ

ている。こういった現場の状況から、水性塗料による省工程塗装の需要が高まっており、新たに水性無機塗料の適用検討を実施している。

4 水性無機塗料の適用検討

前述したように、水性塗料は塗重ね回数が多く、現場工程が多くかかってしまうことが課題であるとともに、有機樹脂を含む塗料であるため、紫外線等による経年劣化を防ぐことが困難である。これらの課題を解決するため、水性無機塗料の鋼橋に対する適用性についても検討を実施している。水性無機塗料の利点としては、省工程かつ薄膜でも耐久性に優れることである。水性無機塗料は一部のメーカーにて実績があるものの、まだ実用件数は少ない。塗装仕様の一例を表-2に示す。水性無機塗料の塗膜は防食下地と上塗りの2層で構成され、アルカルシリケート樹脂、アクリル樹脂を用いた塗料である。ここに示す塗装仕様以外にも、水性有機塗料と水性無機塗料を組み合わせたものや、防食下地上に中塗り及び上塗りが必要な塗料もある。

現在、防食下地から上塗りまでの塗膜の防食性を検証するために、試験体を用いた複合サイクル試験や、キセノンアークランプ試験を用いた耐候性試験を実施し、その性能について使用中の水性有機塗料と比較している。さらに、実橋における試験施工及び屋外暴露試験(写真-11)についても並行して実施している。写真-12に実橋への水性無機塗料施工後の状況を示す。

表-2 水性無機塗料の塗装仕様の一例

種別	塗料名	規格	樹脂
防食下地	水性無機ジンクリッチペイント	N-521	アルカルシリケート樹脂 アクリル樹脂
上塗り	水性無機塗料上塗り	N-523	アルカルシリケート樹脂 アクリル樹脂



写真-11 水性無機塗料の屋外暴露試験



主桁部



添接部

写真-12 水性無機塗料の施工完了状況



ボルト部のわれ



主桁部のたれ

写真-13 水性無機塗料の仕上がり調査状況

試験施工では、普段首都高の塗装工事に従事している施工者でも問題なく施工可能であることを確認した。塗装会社にヒアリングを行い、塗り易さや施工能率を調査し、外観の仕上がりについても調査を実施した。メーカー毎に吹付けやローラーなど塗装方法の差はあるものの、塗り易さや施工能率については、現在使用している水性有機塗料と遜色ないことを確認した。外観の仕上がり調査状況について、写真-13に示す。現場での塗布量管理が難しいエアスプレーで施工した範囲でのたれや、過膜厚になりやすい補剛材やボルト部でのわれが一部に見られた。水性無機塗料は設計膜厚が薄く、これまでの塗料よりも塗膜が固い傾向があるため、現場における品質管理について引き続き検討する必要がある。今後も試験施工箇所の追跡調査を実施し、屋外における耐久性を検証する予定である。

Ⅵ おわりに

本稿では、首都高で現場塗装に導入した水性塗料について、これまでの施工実績と現場の施工状況を紹介した。首都高では、これまでに約 100 万 m² に対して水性塗料を施工し、施工後の仕上がりや品質に着目して施工を行ってきた。これまでに、大きな問題は報告されていない。引き続き水性塗料の屋外暴露試験等を通じて、水性塗料の長期耐久性について検証を続けていく所存である。また、現場のニーズに合わせて、水性無機塗料などの省工程塗装についても引き続き技術開発及び首都高における適用性の検証を続けていく。

水性塗料は橋梁分野での採用は僅かであるものの、安全かつ VOC 低減効果も大きく、塗装現場の作業環境だけでなく大気環境にも配慮された塗料であることから、今後様々な場所で採用されることを期待している。本稿が水性塗料を採用する際の一助になれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 鋼橋塗装設計施工要領，首都高速道路（株），2021.10
- 2) 和田新，都市内橋梁への水性塗料の適用，Structure Painting，Vol.45，pp.2-8，2017.9.
- 3) 山本一貴，水性塗料の施工における特異事例と屋外環境における長期耐久性，Structure Painting，Vol.50，pp.8-13，2022.9.
- 4) 揮発性有機化合物（VOC）排出インベントリ報告書，環境省 HP（令和 4 年度）
- 5) 久保田成是，水性有機ジンクリッチペイントのフラッシュラスト抑制性能評価，Structure Painting，Vol.47，pp.2-7，2019.9.

阪神高速道路における桁端部改良工の取り組みについて

八田 法大¹⁾ 高村 義行²⁾ 松本 茂³⁾ 桐間 幸啓⁴⁾

Ⅰ はじめに

阪神高速道路は1964年に環状線の一部2.3kmを供用して以来、今日では総延長258.1kmのネットワークを形成し、1日平均約70万台の利用台数を数える。構造物比率では、総延長比で約8割が高架区間である。また、都市内で複雑な線形を有することから、総径間数1万弱のうち鋼桁が7割弱を占めている鋼桁主体の構造物になっている。これらの構造物は、図-1に示すように2030年度末に供用後40年を経過する割合が全体の6割を占める等、橋梁の老朽化が進んでいる。また、図-2に示すように、供用後概ね40年頃からkmあたりの損傷数が大きく増加する傾向が見られることから損傷発生数の増加が今後見込まれている。一方で限られた予算の中で構造物全体の安全性を確保する必要があることから、効率的かつ効果的に補修することが求められている。

このような背景を踏まえ、阪神高速道路の維持管理を担っている阪神高速技術（株）では、効率的かつ効果的な補修の実現に向けた中期補修計画【土木】を策定し、維持管理の推進に向けて取り組んでいる。本稿では中期補修計画【土木】に基づく桁端部改良工の取り組みについて2020年度からの3年分について紹介する。

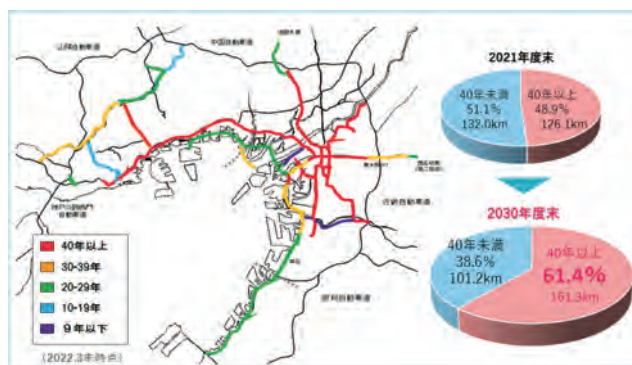


図-1 経年別供用延長

Ⅱ 中期補修計画【土木】に基づく桁端部改良工の取り組み

桁端部改良工の取り組みは、効率的かつ効果的な補修を推進するため、集約補修と損傷発生抑制の観点で取り組んでいる。阪神高速道路の大部分を占める鋼橋の塗装劣化や防錆機能低下は、漏水の影響が大きい桁端部や伸縮継手遊間部などの狭隘な箇所集中している。したがって損傷発生抑制の観点では、漏水損傷を対処する予防保全が重要と位置付けている。

桁端部改良工は、桁端部で発生している複数の腐食をはじめとする損傷補修と耐久性に優れた部分塗装塗り替え（重防食塗装）、および腐食損傷の主要因である漏水対策を集約的に実施することで効率的かつ損傷発生抑制を可能とし、橋梁の健全性を確保して橋全体の長寿命化に寄与することを目的としている。そのため施工箇所の選定については、漏水状況や損傷程度から優先度を考慮して選定することが求められる。

2.1 損傷発生状況の傾向

阪神高速道路では、損傷や構造物資産等の維持管理情報が一元管理されている保全情報管理システムを構築している。そのため、過去の点検データを活用して、

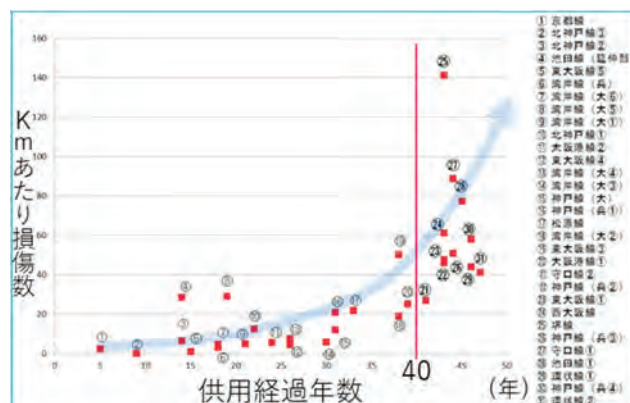


図-2 路線別の供用経過年数に対するkmあたりの損傷数

- 1) 阪神高速技術（株）技術マネジメント部 保全マネジメント課 主任
- 2) 阪神高速技術（株）工務管理部 次長
- 3) 阪神高速道路（株）技術部 デジタル技術担当専任部長
- 4) 阪神高速道路（株）技術部 シニアエキスパート

図-3に示すように損傷部材単位でどのような損傷が多く発生している傾向にあるかを確認できる。図-3で抽出している損傷数は、補修済みを含む直近点検で国の判定レベルⅢ（早期措置段階）相当と判定レベルⅡ（予防保全段階）相当と判定した損傷の累計値である。損傷部材を上位から着目すると鋼桁端部や伸縮継手、支承といった伸縮遊間部にある部材で多く発生している。また、損傷内容では伸縮継手からの漏水や鋼部材のさび腐食が多く発生している。

一方で法令定期点検が2巡目を終える状況になっていることから、前回点検と今回点検で損傷状況の違いを確認できる。図-4は前回点検から今回点検で損傷レベルが進行した損傷を部材別、損傷状況別に整理した図である。これについても伸縮遊間部にある部材が上位にある。

以上の状況より、伸縮遊間部の桁端部を補修することは効率的に多くの損傷を補修することができる。併

せて腐食の主要因となる漏水損傷を補修することは、将来の損傷発生や進展抑制になるといえる。そのため、効率のかつ効果的な補修を推進するうえで桁端部改良工を実施することは集約補修と損傷発生抑制の観点で重要な取り組みである。

2.2 施工箇所の選定

桁端部改良工は、部分的な腐食部の塗装補修ではなく、施工範囲の最小範囲をはり巾とする桁端部全面の改良としている。なお、実際の改良範囲は施工前の現地調査により決定している。図-5に施工範囲のイメージ図と飛散防止養生前の足場架設事例を示す。

桁端部改良工の施工箇所については、2.1で示したように腐食の主要因である伸縮遊間部からの漏水が発生している箇所を必須の条件として、その周囲に発生している鋼部材のさび腐食損傷等も併せて効率的に補修できる箇所を選定している。図-6に桁端部の損傷発生

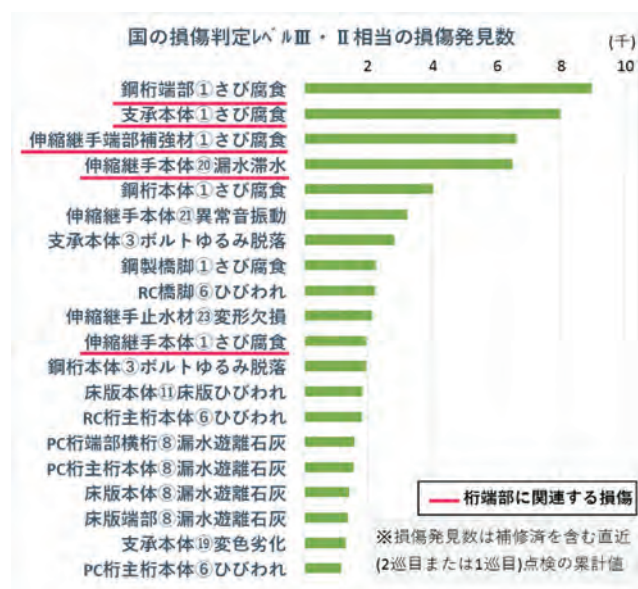


図-3 部材別・損傷状況別の損傷発見数

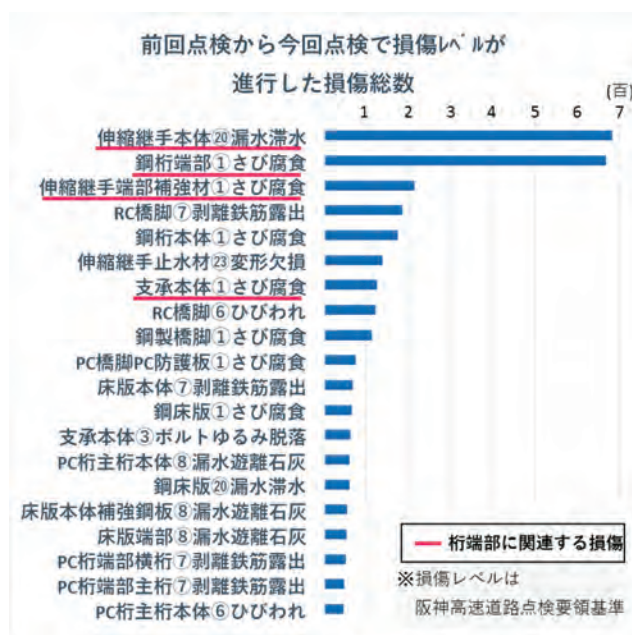


図-4 前回点検から損傷レベルが進行した部材別・損傷状況別の損傷数

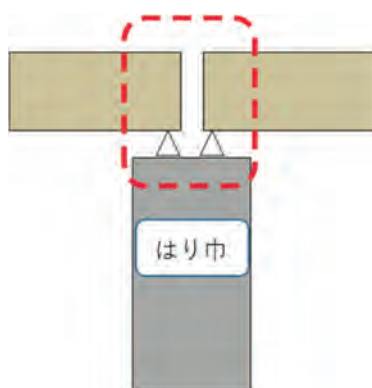


図-5 桁端部改良工の施工範囲イメージ図と足場架設事例

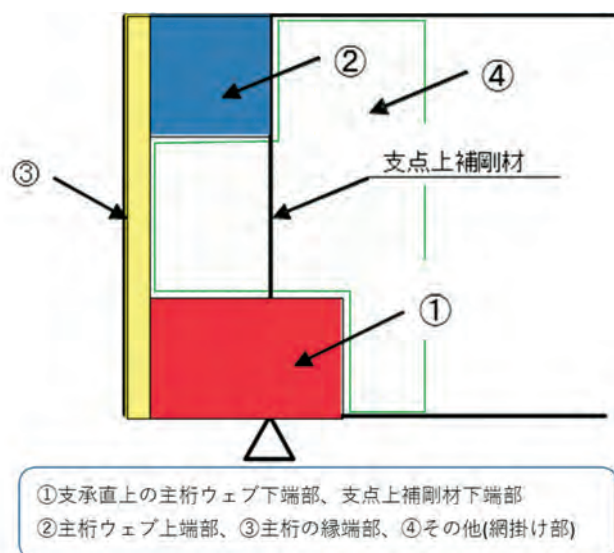


図-6 桁端部の損傷発生部位概略図

部位概略図を示す。桁端部改良工施工時には図-6の①から④で発生している損傷位置と損傷状況に応じて、当て板補強や切断復旧等の補修を行うことにしている。

3 桁端部改良工の施工概要

中期補修計画【土木】の一環として取り組んでいる桁端部改良工について施工概要を紹介する。桁端部は伸縮部からの漏水により他部材の損傷を誘発することが多く、損傷の進行を促進させる傾向にある。そこで本改良工では、漏水対策と重防食塗装は必須の施工内容とし、図-7に示す5種類の補修を1つのパッケージとしたものを「桁端部改良工」としている。

3.1 桁端部改良工の施工パッケージ

(1) 桁塗装工

桁端部改良工で実施する塗装仕様は、阪神高速道路部分塗替え塗装系の長期耐久性部分塗替え塗装仕様に基づき実施している。重防食塗装における塗膜品質の確保のため、防食性能の高い下地を施すことが重要で

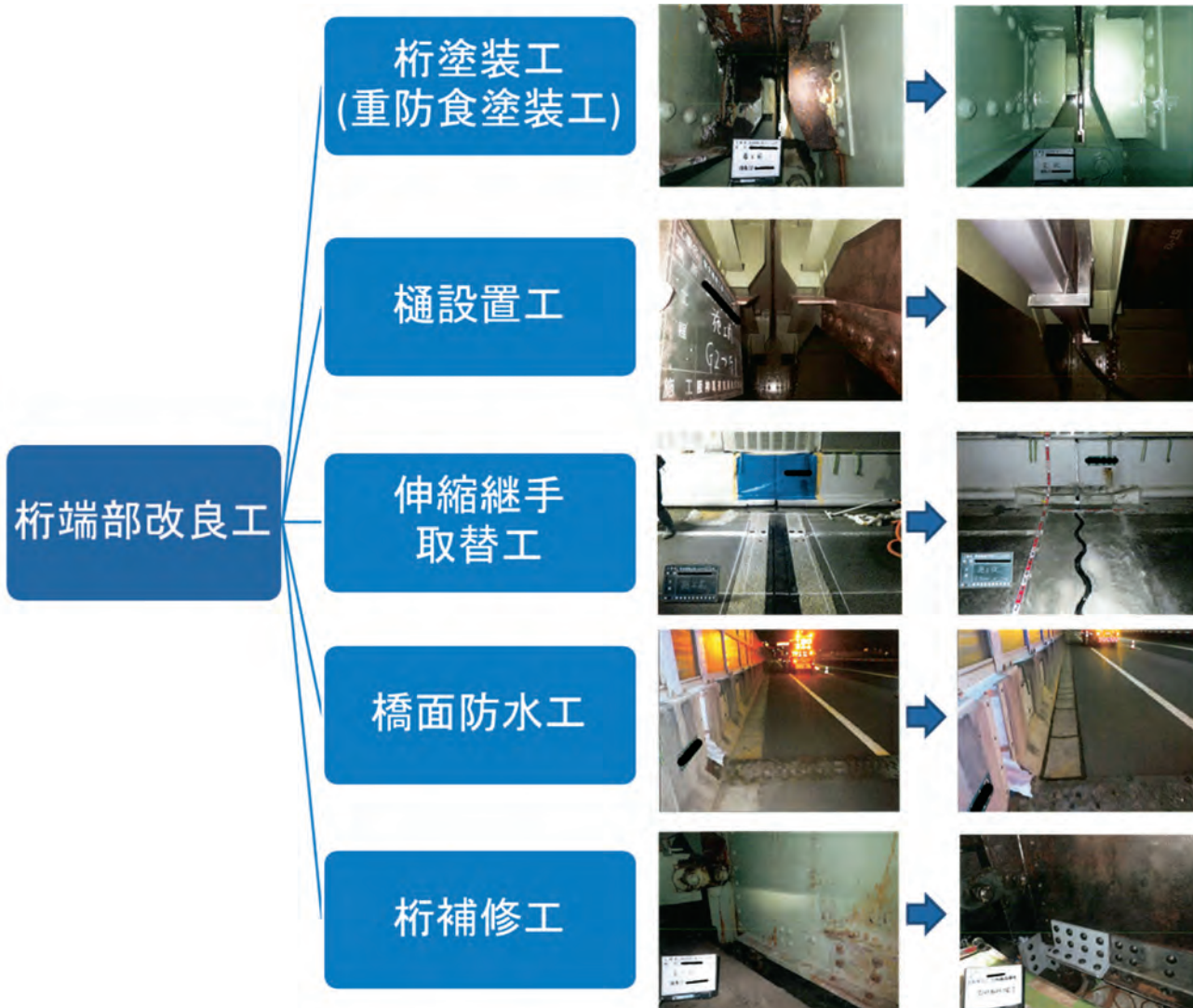


図-7 桁端部改良工の施工パッケージ

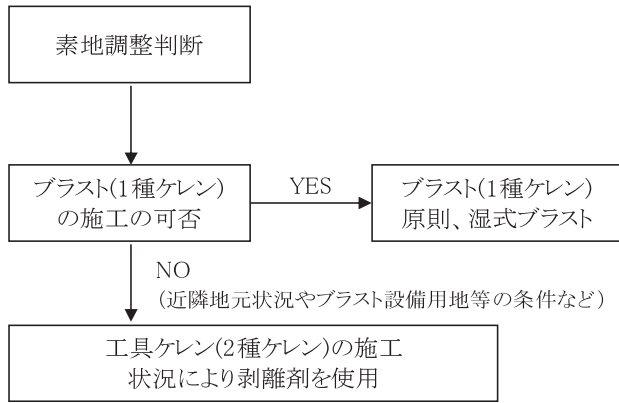


図-8 素地調整選定フロー

あり、その中でも素地調整の影響が極めて大きいことは周知の事実である。そのため、重防食塗装の素地調整には1種ケレンを基本としているが、現場条件などにより2種ケレンを選択する場合がある。素地調整選定フローを図-8に示す。1種ケレンの代表工法としてブラスト工法が挙げられるが、阪神高速道路のような都市内高速道路においては、ブラスト工法に必要な機材ヤードが確保できない場合や、騒音や粉塵にかかる懸念から近隣住民への理解が得られにくいなどの理由により2種ケレンを採用することもある。2種ケレン仕様の素地調整処理方法は、剥離剤を状況により併用したパワーツール法を用いるものである。

塗装仕様は素地調整1種ケレンと2種ケレン共通で塗装方法により異なる。表-1がはけ塗り時の塗装仕様であり、表-2がスプレーによる塗装仕様である。なお、既塗装が重防食でない場合は全幅で重防食塗装を行うものとし、既塗装が重防食で損傷範囲が限定的な場合は、部分的な重防食塗装を行うことにしている。

(2) 漏水対策工

桁端部改良工では、腐食損傷の主要因である漏水対策を必須の取り組みとしている。そのため、伸縮遊間部に導水対策の樋が設置されていない場合もしくは樋が損傷して漏水を生じている場合は原則設置する。既に樋が設置され漏水がなく健全であれば、これを活かすことにしている。

(3) 伸縮継手取替工

止水効果が高く持続性のある伸縮継手に取り替えている。取替計画の際に鋼製ジョイントの場合や低騒音工法を適用して交通渋滞の発生が予測されるなど、路線特性上の協議が整わない場合は工法変更などの検討が必要としている。

(4) 橋面防水工

漏水の要因箇所を特定することは非常に困難である。桁端部改良工では腐食損傷の主要因である漏水対策を重要視していることから、路面上面からの漏水を徹底的に止水することを目的に、中央分離帯部や路肩部を

表-1 塗装方法がはけ塗り時の塗装仕様

工程	塗料	標準 使用量 (g/m ²)	塗装 間隔	標準 膜厚 (μm)
第1層	弱溶剤形有機ゾンクリッチペイント	300	1日 ～ 10日	35
第2層	弱溶剤形有機ゾンクリッチペイント	300		35
第3層	弱溶剤形超厚膜形エポキシ樹脂塗料下塗	500		150
第4層	弱溶剤形超厚膜形エポキシ樹脂塗料下塗	500		150
第5層	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	140		30
第6層	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	120		25

表-2 塗装方法がスプレー時の塗装仕様

工程	塗料	標準 使用量 (g/m ²)	塗装 間隔	標準 膜厚 (μm)
第1層	弱溶剤形有機ゾンクリッチペイント	600	1日 ～ 10日	75
第2層	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240		60
第3層	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240		60
第4層	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240		60
第5層	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240		60
第6層	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	170		30
第7層	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	140		25

対象にシート系や塗装系、クラック防止材を用いて止水対策を行うことにしている。施工範囲は伸縮部から両側5mの範囲としている。

(5) 桁補修工

桁端部の補修内容については、図-6に示したはり上に存在する種々の損傷を対象としている。補修内容は損傷の位置や程度によって当て板補強や切断復旧、表面保護フィルム貼付け、塗装が主な補修方法である。しかし、桁端部は損傷の進展が早いことから、施工前の現地確認をした際に当初の補修方針にそぐわない状況へ損傷が劣化していることがある。この場合は応力照査や補修設計の見直しを行っている。

3.2 素地調整・塗装時の状況

阪神高速道路は都市内高速であり、施工箇所は住居やオフィスビルが近接し、高架下が駐車場として利用されているなど、環境面での配慮が欠かせない。加えて、桁端部という狭隘空間においても施工性を確保するため、粉塵発生量を極力少なくして品質を確保することが求められる。

素地調整状況の紹介として写真-1に素地調整1種ケレンである湿式ブラスト（ミストブラスト）の施工状況を示す。写真-2は素地調整2種ケレンである工具ケレン（パワーツール）の施工状況を示す。パワーツールを用いた素地調整（2種ケレン）時は、品質確保のために面や部材によって最適な工具を使い分けて施工



写真-1 素地調整（1種ケレン）状況

写真-2 素地調整（2種ケレン）状況
狭隙部、ボルト・ナット頭部の仕上げ

写真-3 中塗り状況（はけ塗り）



写真-4 中塗り状況（スプレー）

している。塗装状況は中塗り時の状況について写真-3と写真-4に示す。写真-3がはけ塗り時の状況で写真-4がスプレー使用時の状況である。また、足場養生は写真-5のように周囲への飛散が無いように防護を行い

つつ、作業性の確保を目的に、写真-6に示すように照明設備を適切に用いることで足場内の明るさを確保している。



写真-5 飛散防止養生後の足場架設状況



写真-6 飛散防止養生後の足場内状況

4 桁端部改良工実施による補修効果について

中期補修計画【土木】に基づき2020年度から2022年度末までに45箇所で行端部改良工を実施した。当施工により補修した損傷数と予防保全効果について整理する。

4.1 法令定期点検の損傷補修数について

行端部改良工を3年間で45カ所実施したことによる損傷の補修数について整理する。伸縮装置部の漏水損傷に対する樋の設置工や行端部の塗装塗り替え、損傷の劣化状況に応じた鋼構造部材の補修により、国の損傷判定レベルⅢ相当を46件、判定レベルⅡ相当を941件、判定レベルⅠ相当を1,063件の合計2,050件を補修した。施工年度別に整理した補修数を表-3に示す。また、表-3を積み上げグラフ化したものが図-9である。判定レベルⅡ相当の予防保全段階の損傷や判定レベルⅠ相当の補修割合が非常に高いことが分かる。通常の補修計画では、判定レベルⅢ相当の早期措置段階の損傷を主として補修実施することから、判定レベルⅡとⅠを合わせた2,004件の損傷を併せて補修できる点が行端部改良工の利点といえる。

表-3 行端部改良工施工による損傷補修数

施工年度	施工数 (箇所)	国の判定レベル				計
		Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
2020	15	0	17	320	374	711
2021	15	0	19	281	352	652
2022	15	0	10	340	337	687
合計値	45	0	46	941	1,063	2,050
平均値	15.0	0.0	15.3	313.7	354.3	683.3

4.2 予防保全効果について

45箇所の行端部改良工実施により、合計2,050件の損傷を補修することができた。この2,050件のうち、判定レベルⅢ相当を除く2,004件については、通常の補修計画では優先度が低いため、補修が後回しになることが多い。その中で水かかり部の外部要因が明確で、将来、判定レベルⅢ相当に進展する可能性が高いと考えられる損傷がどの程度あったかについて整理した。この考え方については2.1で先述したように、伸縮遊間部からの漏水は他部材の損傷を誘発することが多く、損傷の進行が他の損傷に比べて早い傾向にあり、法令の定期点検結果より多数の損傷が報告されていることから着目している。写真-7に判定レベルⅡ相当以下の損傷で水かかりの状況下にある損傷事例を示す。

伸縮遊間部からの漏水は、伸縮装置の取り換えや樋設置、橋面防水を施工することにより抑えることが出来る。これにより外部要因の水がかりを防止することができ、判定レベルⅢ相当に進展する可能性が高いと考えられる伸縮装置本体や鋼構造部材の損傷を抑制できる。つまり予防保全が行えるといえる。

続いて、上述した条件に該当する行端部改良工の施工範囲で水かかり部に位置していた損傷を抽出した。

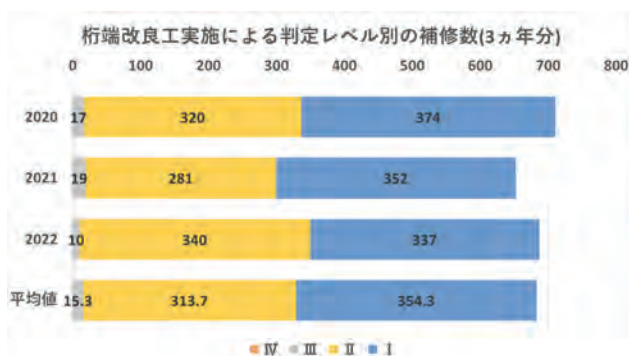


図-9 判定レベル別の積み上げグラフ



写真-7 水かかり部にある損傷の補修事例
(鋼桁端部のさび腐食損傷で判定レベルⅡ相当)

施工年度別に整理した結果を表-4に示す。判定レベルⅡ相当以下の損傷を抽出すると1454件であり、桁端部

表-4 桁端部改良工で補修した損傷のうち
水かかり部にある損傷数

施工 年度	施工数 (箇所)	国の判定レベル		計
		Ⅱ	Ⅰ	
2020	15	219	265	484
2021	15	209	274	483
2022	15	233	254	487
合計値	45	661	793	1,454
平均値	15.0	220.3	264.3	484.7

改良工による総補修数2050件のうち判定レベルⅢ相当を除く2004件に対する割合は72.6%である。この割合が非常に高いことから、桁端部改良工の予防保全効果が非常に高いといえる。

国 おわりに

本稿では、阪神高速道路で取り組んでいる桁端部改良工について2020年度からの3ヵ年分について紹介した。阪神高速道路の大部分を占める鋼橋等の塗装劣化や防錆機能低下は、漏水による水の供給が多い伸縮継手遊間部などの狭隘な箇所に集中し、その部位で腐食損傷が進展した場合には橋全体の安全性の低下を招く危険性がある。腐食損傷の進展したこの小規模な範囲において、品質の高い重防食塗装と漏水対策工を実施することは、橋梁の健全性を確保し、橋全体の長寿命化に大きく寄与する取り組みであると考えている。今後も桁端部改良工をはじめとする効率的かつ効果的な維持管理に取り組んでいきたと考えている。

【参考文献】

- 土木工事共通仕様書，阪神高速道路株式会社，2023.7.
- 道路構造物の補修要領第3部舗装・伸縮継手・塗装，阪神高速道路株式会社，2017.6.
- 既設鋼構造物部分塗替え塗装マニュアル，阪神高速道路株式会社，2012.10.
- 桁端部改良工の補修効果について，阪神高速道路第54回技術研究発表会，2022.

重防食塗装の塗膜消耗特性

本郷 誠人¹⁾ 山根 彰²⁾ 米澤 篤志³⁾ 後藤 稜平⁴⁾

1 はじめに

本州四国連絡道路は、神戸淡路鳴門自動車道、瀬戸中央自動車道（瀬戸大橋）、西瀬戸自動車道で構成されており、吊橋として世界一の規模を誇る明石海峡大橋や世界有数の斜張橋である多々羅大橋など3ルート合わせて17橋の海峡部長大橋がある（図-1）。

本州四国連絡橋では建設時より、確実な防食性能の確保と長期の耐久性に着目して、下地に犠牲防食機能を有する無機ジンクリッチペイント（以下「無機ジンク」という。）を用い、上塗りには耐候性に優れた塗料を用いる新しい塗装仕様（重防食塗装系）を開発、採用してきた（図-2）。

この重防食塗装系の塗替塗装では、無機ジンクの現場施工が難しいことから無機ジンク層の劣化を許容しないこととし、無機ジンク層を保護する役割を持つ下塗り塗膜の露出が顕在化する前に中塗りと上塗りを塗り替えることとしているが¹⁾、海峡部長大橋の外塗装

装の面積は約400万 m^2 と膨大で、塗替塗装に長期間を要することから塗膜の寿命予測を行って塗替塗装作業に着手することとしている。

塗膜寿命の予測は、重防食塗装を構成している各塗膜の残存膜厚と塗膜消耗特性を使って算定しているが、塗膜消耗特性については長大橋に設けた定点での計測結果から設定している。

ここでは重防食塗装を構成する下塗り・中塗り・上塗り（ふっ素樹脂塗料）を約13年間暴露した結果から得られた塗膜消耗特性について報告する。

2 塗膜寿命予測

海峡部長大橋では、重防食塗装が塗膜消耗により消失する時期を式-(1)により予測し、それまでに全面塗替が完了するように塗替着手時期を設定している。

図-3は式-(1)による塗膜劣化曲線のイメージで、橋毎に寿命予測を行って塗替塗装作業に着手している。

予測計算は、塗膜層毎の残存膜厚及び塗膜消耗速度



図-1 本州四国連絡道路の概要

上塗: 珪素(ポリウレタン)樹脂塗料(25 μm)	優れた耐候性(劣化しにくい)	塗替
中塗: エポキシ樹脂塗料(30 μm)	上塗りと下塗りの接着剤の役割	
下塗: エポキシ樹脂塗料(120 μm)	耐水性等により犠牲防食層を保護	
犠牲防食層 無機ジンクリッチペイント(75 μm)	電気的な防食作用による優れた防食性	
鋼 材		

図-2 重防食塗装仕様

$$T = \frac{t}{v} \quad (1)$$

T : 塗膜消失期間[年]

t : 残存膜厚[μm] v : 消耗速度[$\mu\text{m}/\text{年}$]

式-(1)

1) 本州四国連絡高速道路株式会社 保全部 橋梁保全グループ

2) 本四高速道路ブリッジエンジニアリング株式会社 技術事業本部 技術開発部 技術1課長

3) 同 技術1課

4) 同 技術4課

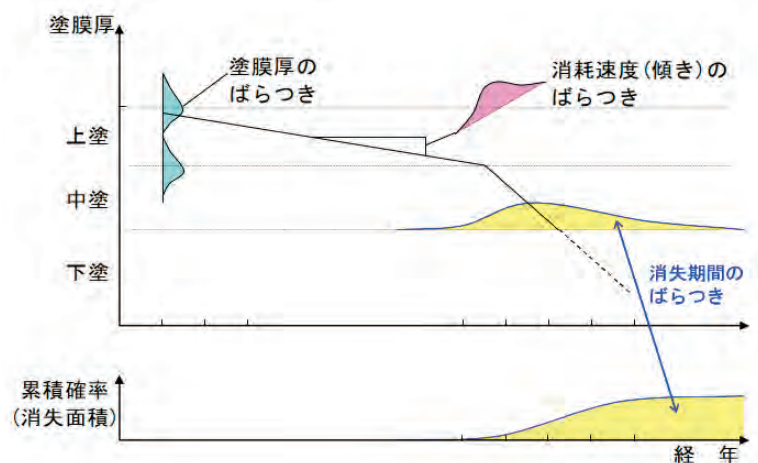


図-3 塗膜劣化曲線のイメージ

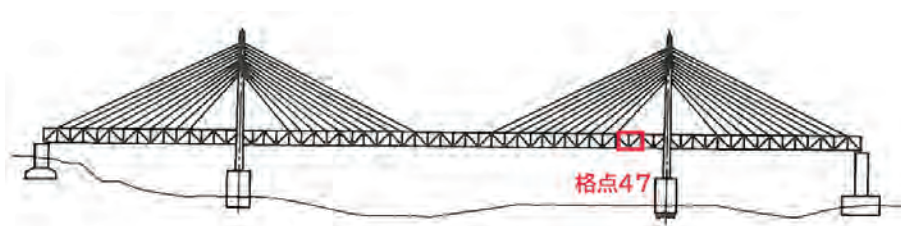


図-4 櫃石島橋 定点位置

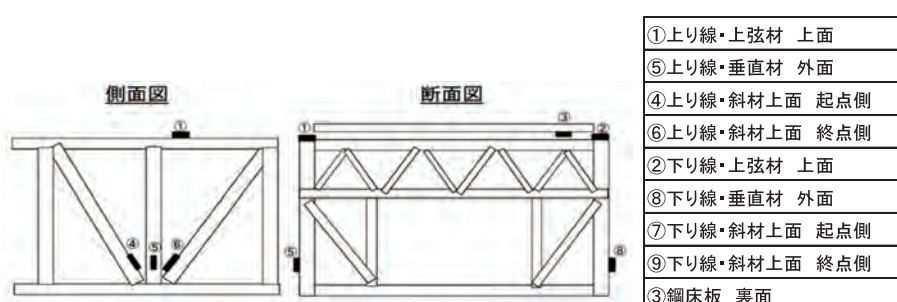


図-5 補剛桁定点配置

の分布を確率密度関数で近似し、それぞれの確率分布に従う乱数を発生させるモンテカルロシミュレーションを行い、下塗りが消失して無機ジンクが露出する割合が一定の値を越える時期を塗膜寿命としている²⁾。

塗膜消耗速度の確率密度関数は、定点で測定された消耗速度の平均値と標準偏差から正規分布として近似している。

3 塗膜消耗量測定用定点

測定用定点は、大鳴門橋、櫃石島橋、因島大橋の中央径間の補剛桁に設置した。櫃石島橋での定点設置位置を図-4に示す。三橋ともに補剛桁はトラス形式であり、図-5のように9箇所の部材に定点を配置した。

測定のための定点は、写真-1、表-1のように既設塗膜の上に下塗り・中塗り・上塗りを塗布し、それぞれ

の塗膜に保護被膜を付けた。定点の大きさは、30～50cm角とし、幅は部材の幅に応じて調整した。

4 塗膜消耗量の測定

塗膜消耗量の測定は、現地で採取した塗膜片を持ち帰って室内計測する方法又は本四高速グループで開発したペイントカッター（写真-2）を用いて現地計測する方法によって行った。

塗膜片を採取して消耗量を計測する方法は、塗膜片を樹脂で包埋した後、研磨を行ってデジタルマイクロスコップで観察・計測を行う方法である。（図-6）。

ペイントカッターによる測定は、現地で塗膜を写真-3のように斜め切削し、消耗量を保護被膜と露出した塗膜との境界のシフト量から求める方法である（図-7）。

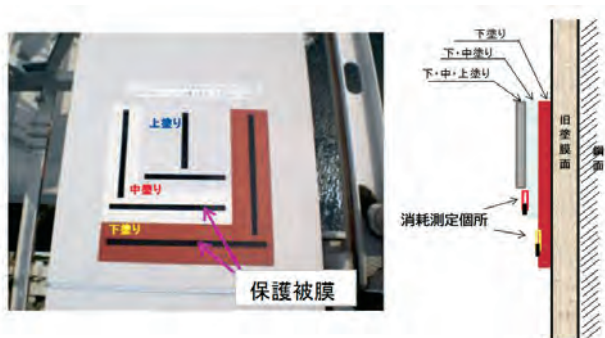
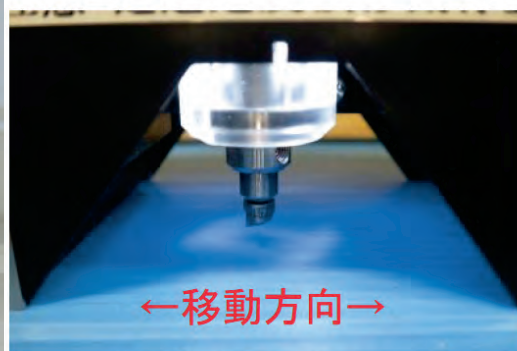


写真-1 塗膜消耗測定用定点

表-1 定点塗装仕様

素地	第1層 下塗塗料	第2層 中塗塗料	第3層 上塗塗料
既設塗膜	変成エポキシ樹脂塗料 下塗	エポキシ樹脂塗料中塗	ふっ素樹脂塗料上塗



(内蔵するドリル)

写真-2 ペイントカッター

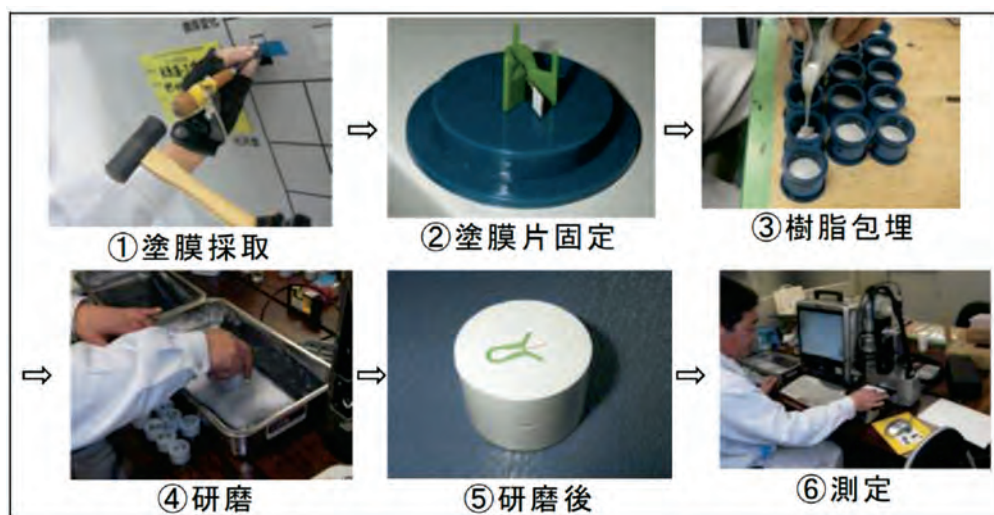


図-6 消耗量測定（塗膜片採取）

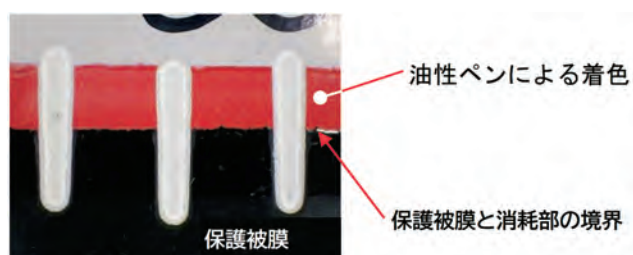


写真-3 塗膜切削状況

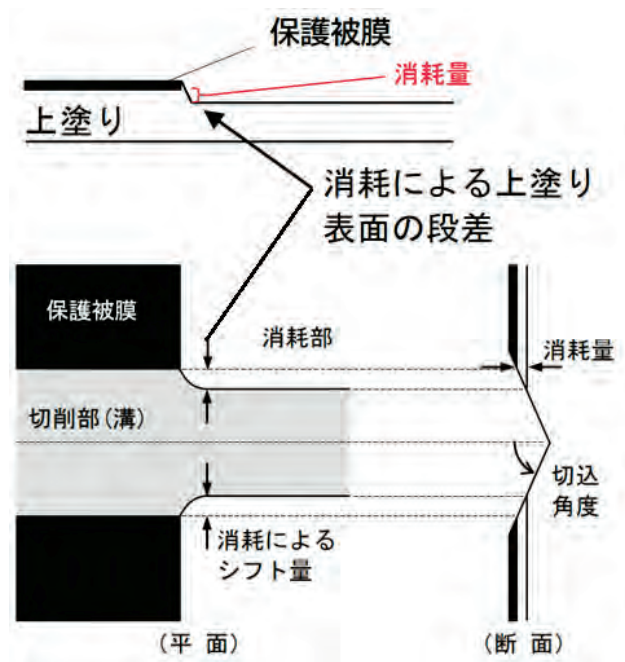


図-7 塗膜消耗量の測定（ペイントカッター）

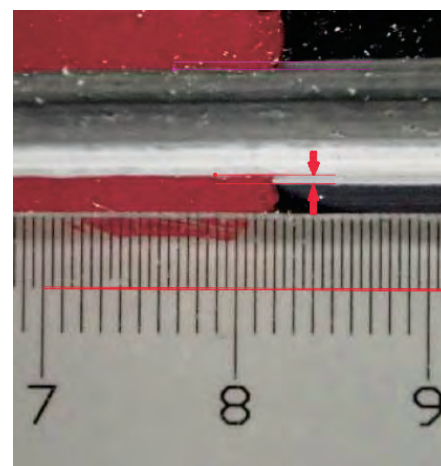
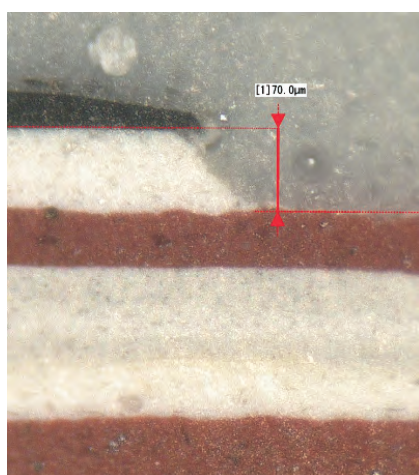


写真-4 塗膜消耗量測定例（デジタルマイクロスコップ、ペイントカッター）

切削に用いるドリル刃は、一定の切込角度で塗膜を切削する必要があるため、カット式膜厚計で使用するドリル刃を流用し、このドリル刃を回転させながら水平移動させて塗膜を斜めに切削している。

デジタルマイクロスコップ及びペイントカッターによる塗膜消耗量測定のを写真-4に示す。

ペイントカッターを用いた塗膜消耗量測定は、塗膜片採取する測定方法に比べて作業量が少なく済むが、現地塗膜面に凹凸などの乱れが大きい場合など、ペイントカッターによる測定が困難な場合に塗膜片採取による方法を併用している。

5 塗膜消耗速度

塗膜消耗速度は、測定した塗膜消耗量を定点設置か

ら測定までの経過年数で割り戻して求めた。調査結果を表-2、3に示す。

測定用定点のうち、上弦材上面など日射を直接受ける定点では約10年で下塗り・中塗り層が消失し、その下層塗膜の露出が顕著となった（写真-5）。

下塗で最も消耗速度が早い箇所は、上弦材上面で7～10μm/年程度、中塗はそれより若干小さな値となった。

上弦材上面に次いで消耗速度が速いのは、斜材上面・垂直材外面となったが、これは上弦材上面が最も日射の影響を受け、次いで斜材上面・垂直材外面が影響を受けていることによるものと考えられる。そして鋼床版裏面の塗膜消耗速度は非常に小さな値となったが、これは鋼床版裏面に届く日射は、主として海面からの

表-2 下塗・中塗・上塗 塗膜消耗速度（橋別、部材別）

下塗り塗膜 変成エポキシ樹脂塗料下塗	大鳴門橋			樫石島橋			因島大橋		
	消耗量 μm	経過年数	消耗速度 $\mu\text{m}/\text{年}$	消耗量 μm	経過年数	消耗速度 $\mu\text{m}/\text{年}$	消耗量 μm	経過年数	消耗速度 $\mu\text{m}/\text{年}$
上り線・上弦材 上面	85	10.6	8.0	84	10.6	7.9	74	10.6	7.0
上り線・垂直材 外面	58	10.6	5.5	57	10.6	5.4	50	10.6	4.7
上り線・斜材上面 起点側	56	10.6	5.3	49	10.6	4.6	61	10.6	5.8
上り線・斜材上面 終点側	59	10.6	5.6	38	10.6	3.6	56	10.6	5.3
下り線・上弦材 上面	106	10.6	10.0	75	10.6	7.1	93	10.6	8.8
下り線・垂直材 外面	87	10.6	8.2	54	10.6	5.1	58	10.6	5.5
下り線・斜材上面 起点側	71	10.6	6.7	53	10.6	5.0	78	10.6	7.4
下り線・斜材上面 終点側	71	10.6	6.7	48	10.6	4.5	70	10.6	6.6
鋼床板 裏面	<0.5 ※	10.6	0.0	<0.5 ※	10.6	0.0	<0.5 ※	10.6	0.0

※：消耗量が小さく、測定が不可 消耗速度は 0.0 と表示

中塗り塗膜 エポキシ樹脂塗料中塗	大鳴門橋			樫石島橋			因島大橋		
	消耗量 μm	経過年数	消耗速度 $\mu\text{m}/\text{年}$	消耗量 μm	経過年数	消耗速度 $\mu\text{m}/\text{年}$	消耗量 μm	経過年数	消耗速度 $\mu\text{m}/\text{年}$
上り線・上弦材 上面	74	10.6	7.0	73	10.6	6.9	68	10.6	6.4
上り線・垂直材 外面	68	10.6	6.4	56	10.6	5.3	44	10.6	4.2
上り線・斜材上面 起点側	66	10.6	6.2	55	10.6	5.2	54	10.6	5.1
上り線・斜材上面 終点側	60	10.6	5.7	47	10.6	4.4	51	10.6	4.8
下り線・上弦材 上面	89	10.6	8.4	60	10.6	5.7	71	10.6	6.7
下り線・垂直材 外面	74	10.6	7.0	56	10.6	5.3	46	10.6	4.3
下り線・斜材上面 起点側	70	10.6	6.6	54	10.6	5.1	64	10.6	6.0
下り線・斜材上面 終点側	70	10.6	6.6	50	10.6	4.7	54	10.6	5.1
鋼床板 裏面	<0.5 ※	10.6	0.0	<0.5 ※	10.6	0.0	<0.5 ※	10.6	0.0

上塗り塗膜 ふっ素樹脂塗料上塗	大鳴門橋			樫石島橋			因島大橋		
	消耗量 μm	経過年数	消耗速度 $\mu\text{m}/\text{年}$	消耗量 μm	経過年数	消耗速度 $\mu\text{m}/\text{年}$	消耗量 μm	経過年数	消耗速度 $\mu\text{m}/\text{年}$
上り線・上弦材 上面	2	13.3	0.2	2	13.1	0.2	4	13.1	0.3
上り線・垂直材 外面	5	13.3	0.4	3	13.1	0.2	4	13.1	0.3
上り線・斜材上面 起点側	2	13.3	0.2	3	13.1	0.2	3	13.1	0.2
上り線・斜材上面 終点側	3	13.3	0.2	3	13.1	0.2	3	13.1	0.2
下り線・上弦材 上面	2	13.3	0.2	2	13.1	0.2	2	13.1	0.2
下り線・垂直材 外面	3	13.3	0.2	4	13.1	0.3	3	13.1	0.2
下り線・斜材上面 起点側	2	13.3	0.2	3	13.1	0.2	3	13.1	0.2
下り線・斜材上面 終点側	3	13.3	0.2	3	13.1	0.2	3	13.1	0.2
鋼床板 裏面	<0.5 ※	13.3	0.0	<0.5 ※	13.1	0.0	<0.5 ※	13.1	0.0

参考：大鳴門1A暴露試験場 10.2 14.5 0.7 左記は、暴露試験用塗装鋼板（ふっ素樹脂塗料上塗）を用いた試験結果

表-3 下塗・中塗・上塗 塗膜消耗速度（橋別平均値・標準偏差）

	下塗り			中塗り			上塗り（ふっ素樹脂塗料）		
	大鳴門橋	樫石島橋	因島大橋	大鳴門橋	樫石島橋	因島大橋	大鳴門橋	樫石島橋	因島大橋
消耗速度 平均値	6.2	4.8	5.7	6.0	4.7	4.7	0.2	0.2	0.2
消耗速度 標準偏差	2.8	2.2	2.5	2.4	1.9	2.0	0.1	0.1	0.1
消耗速度 最大値	10.0	7.9	8.8	8.4	6.9	6.7	0.4	0.3	0.3

反射光で、その反射光もトラス部材や管理路等で遮られるため鋼床版裏面に届く光量が少なくなっているものと考えられる。

また測定用定点は設けていないが、主横トラス部材及び主構トラス内面側の塗膜消耗速度は、垂直材外面等と鋼床版裏面の消耗速度の間の値となるものと推測される。

橋別の塗膜消耗速度では、大鳴門橋が他の2橋に比べて大きくなった。これは大鳴門橋の架橋位置が太平

洋に面しており、台風などで強風を受けることや強風時には周囲の海岸から砂が舞い上がり橋体に吹き付けるために塗膜消耗が速くなっていることが考えられる。

一方、上塗（ふっ素樹脂塗料）では、約13年経過しているものの全ての部材で塗膜消耗量が $5\mu\text{m}$ 以下とまだ小さく、部材別・橋別の消耗速度に違いを確認するまでには至らなかったが、他橋の調査から得られているふっ素樹脂塗料の消耗速度（平均値；約 $0.5\mu\text{m}/\text{年}$ ³⁾）よりも今回の測定結果は小さな値となった。



写真-5 上弦材上面 測定用定点
(下塗・中塗の経年による消失)

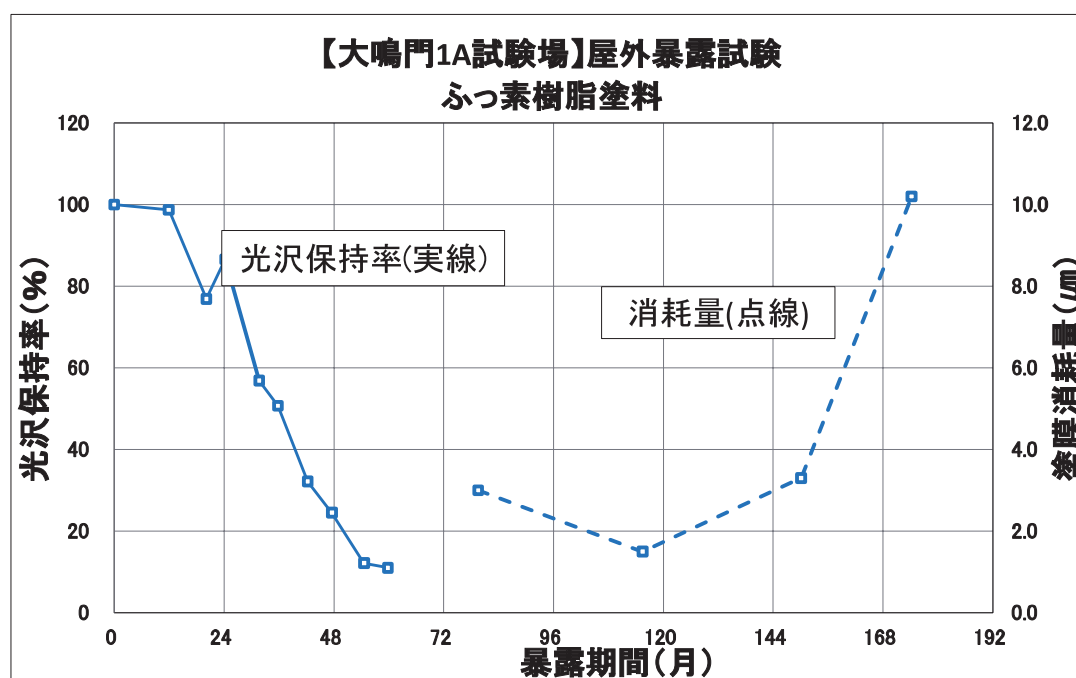


図-8 大鳴門橋 1A 暴露試験体 (ふっ素樹脂塗料)

比較として大鳴門橋 1A の暴露試験場においてふっ素樹脂塗料を塗布した試験板を約 15 年間暴露して得られた光沢保持率・塗膜消耗量を図-8 に示す。

この試験板は日射を最も受けるよう南方向に向けて暴露したものだが、その塗膜消耗速度は、 $0.7 \mu\text{m}/\text{年}$ であった。

このことから実橋の上弦材上面でのふっ素樹脂塗膜の消耗速度は、試験体での $0.7 \mu\text{m}/\text{年}$ よりも若干小さな値で、垂直材外面・斜材上面、主横トラス・主構トラス内面、鋼床版裏面と順番に小さくなるものと推測される。

今回、塗膜消耗速度は暴露開始時点からの経過年数

を使って算出しているが、ふっ素樹脂塗料は図-8 に示す様に光沢度が数年間かけて低下した後に塗膜消耗が始まるため、その影響を少なくするためには長期間暴露し、消耗量が大きくなってから消耗速度を求める必要がある。前述で、既往のふっ素樹脂塗料の塗膜消耗速度に比べて今回の測定結果が小さくなっているが、その原因として光沢度減少期間の影響が考えられる。

一方、下塗りと中塗りについては暴露開始直後から塗膜消耗が始まり直線的に増加する⁴⁾ことから、比較的短い期間で消耗特性を得ることが出来ると考えられる。

6 まとめ

重防食塗装の塗膜消耗特性は以下であった。

- ・下塗りの塗膜消耗速度は、上弦材上面が最も早く、次いで斜材上面及び垂直材外側、鋼床版裏面の順になった。これは、塗装面が受ける日射の多少による影響と考えられる。
- ・中塗りの塗膜消耗速度は、下塗りよりも若干小さな値で、部材別の傾向は下塗りと同じであった。
- ・主構トラス内面及び主横トラス部材の消耗速度は、主構トラス外面と鋼床版裏面の間の値であるものと考えられる。
- ・上塗り（ふっ素樹脂塗料）の塗膜消耗速度は、約 13 年間経過した後でも塗膜消耗量自体が小さいために部材別の消耗速度を求めるまでには至らなかったが、試験体から求められた塗膜消耗速度 $0.7 \mu\text{m}/\text{年}$ から考えると、主構トラス外面はそれよりも若干小さな値となると考えられる。

- ・上塗り塗膜の消耗特性は、光沢度低下期間の影響や消耗速度が小さいことから長期間暴露を行って消耗が進展してから求める必要がある。

7 おわりに

塗膜の寿命予測を行うため、実橋に測定用定点を設け約 13 年間暴露した結果から下塗り、中塗りの塗膜消耗特性が得られた。一方、ふっ素樹脂塗料については耐候性が高く、精度良く消耗特性を得るまでには至らなかった。

重防食塗装の塗替塗装は、その防食性能・環境遮断性能・耐候性の高さからこれまで採用されてきた全面塗替えではなく、部分塗替えの実施が望ましいとされているが、その実施例が少なく知見に乏しいのが現状となっている⁵⁾。

そして塗膜消耗は重防食塗装の代表的な塗膜変状の一つとされている⁶⁾が、この塗膜消耗に対する部分塗替えを検討するためにも塗膜消耗特性の把握は重要であると考えられる。そのため今後も継続して調査することとしている。

【参考文献】

- 1) 竹口昌弘：本州四国連絡橋の塗替塗装に係る技術開発，Structure Painting, Vol.47, pp.8-12, 2019.9
- 2) 大塚雅裕，楠原栄樹：重防食塗装の劣化予測手法の開発，土木学会 構造工学論文集 Vol.62A, 2016.3
- 3) 大塚雅裕，楠原栄樹：重防食塗装の劣化予測の高度化，本四技報 vol.39, No.124, pp.2-9, 2015.3
- 4) 竹口昌弘，山根彰：重防食塗装（中塗・下塗）の塗膜消耗特性調査，令和 2 年度土木学会全国大会年次学術講演会，V-321, 2020.9
- 5) 鋼構造シリーズ 30 大気環境における鋼構造物の防食性能回復の課題と対策，土木学会，P263 2019.7
- 6) 鋼道路橋防食便覧，日本道路協会，P II-99, 2014.3

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

坂本 達朗¹⁾

■ はじめに

塗装鋼橋の塗替え工事にあたり、素地調整作業によって鋼材が露出した箇所における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（以下、薄膜箇所とする）では所期の防食性が得られずに早期に腐食する可能性がある。このため、膜厚には薄膜箇所が生じないような均一性のある施工管理が求められる。その一方で、塗装作業では所定の面積に対する塗料の使用量が決められている中で、刷毛やローラなどを用いた手作業によるものが一般的であり、その膜厚分布は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。

塗装時の施工管理において膜厚を測定する方法としては、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に示す使用方法から分かるようにピンポイントで膜厚を測定するものであり、広範囲で多点数の測定を実施することが困難である。このため、実際の施工管理においてウェットフィルムゲージの使用は限定的であり、薄膜箇所の存在を見落としてしまうことが懸念される。

こうした状況に鑑み、筆者らは鋼材に塗装された塗膜の膜厚を広域かつ定量的に把握する手法を構築するため、赤外線による乾燥後の塗膜の膜厚測定手法に着目した。これは、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方法である。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700～2500nm）での測定事例が報告されている^{3,4)}。当該の手法を適用することにより、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ようになることが期待できる。

なお、上述の文献3)、4)では上塗り塗膜以外の膜厚については触れられておらず、赤外線によって測定可能な膜厚の上限が存在する可能性がある。また、鋼橋の塗替え工事において同一作業者が塗装作業を実施することを考慮すると、必ずしも全工程での膜厚管理を実施する必要はないと考える。そのため、第1層目として塗布された塗膜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を通じて、膜厚に関する品質管理が達成できると考えられる。

以上より、本稿では赤外線による膜厚測定手法の構築に資するデータ収集を目的として、鉄道鋼橋の塗替え工事で第1層目の塗装に用いられる鋼構造物用下塗り塗料を対象に、塗膜をフィルム状にした場合やプラスト鋼板に塗装した場合の光学特性を評価した結果について述べる。

■ 試験方法

2.1 塗料

本稿で用いた塗料は、塗装鋼橋などの塗装鋼構造物の防食設計についてまとめられた技術マニュアルであ

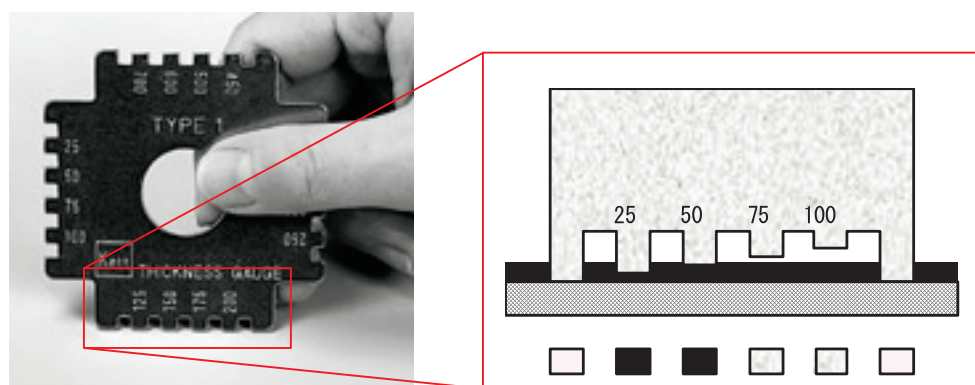


図-1 ウェットフィルムゲージによる測定例²⁾

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

表-1 基準塗料の配合²⁾

材 料			重 量 部
主 剤	樹脂	エポキシ樹脂	30.0
		変性樹脂	5.0
	顔料	防錆顔料	5.0
		体質顔料	30.0
		着色顔料	10.0
	添加剤	分散剤	1.0
		消泡剤	0.1
		シランカップリング剤	1.0
	溶剤	キシレン	9.9
		メチルイソブチルケトン	9.0
硬化剤		溶剤型ポリアミドアミン	32.0

る鋼構造物塗装設計施工指針²⁾（以下、塗装指針とする）に規定されている鋼構造物用厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料下塗（以下、基準塗料とする）と、鋼構造物用下塗り塗料として大手の塗料製造会社3社から販売されている塗料（以下、汎用塗料A～汎用塗料Cとする）とした。基準塗料とは、塗膜の防食性評価に当たり基準となる見本品として設計されたもので、色相はさび色である。塗装指針に記載されている基準塗料の配合を表-1に示す。また、汎用塗料はいずれもJIS K 5551「構造物用さび止めペイント」に規定されるC種1号に該当するものである。塗料の色相は、基準塗料に合わせてさび色とした。なお、塗装指針における目標膜厚はいずれの塗料とも60 μ mである。

2.2 試験体

前節で述べた各塗料を用いて、単膜状の試験体（以下、フィルム状試験体とする）と鋼板に塗装した試験体（以下、塗装試験体とする）の2種類の試験体を作製した。以下に、各試験体の作製方法を述べる。

(1) フィルム状試験体

寸法70×70×2mmのポリエチレン板に各塗料をエアスプレーで塗装し、乾燥後に塗膜を剥離することでフィルム状試験体を作製した。エアスプレー塗装にあたり、塗装可能な粘度になるように溶剤で希釈した結果、基準塗料の希釈率は30%、各汎用塗料の希釈率は

15%とした。目標とする膜厚は、いずれの塗料についても20～100 μ mとした。

(2) 塗装試験体

寸法70×75×3.2mmのブラスト処理鋼板（以下、ブラスト鋼板とする）に対して、(1)と同じ塗装条件で目標膜厚を20～100 μ mとして塗装したものを塗装試験体とした。このとき使用した鋼板はJIS G 3101「一般構造物用圧延鋼板」に規定された熱間圧延鋼板（SS400）であり、表面粗さはJISに規定される10点平均粗さ（RzJIS）で約25 μ mとなるようにアルミナ研削材でブラスト処理したものをを用いた。

2.3 各試験体の光学特性評価

本稿では、分散型の分光光度計（日本分光（株）製、V770）を用いて、各試験体への照射光の透過率および反射率から光学特性を評価した。ここで、透過率は物質に照射した光の強度に対する透過光の強度の割合であり、反射率は物質に照射した光の強度に対する反射光の強度の割合である。測定する波長域は200～2500nmとした。なお、本測定では測定精度の向上を目的に積分球ユニット（日本分光（株）製 ISN-723）を設置して測定した。積分球ユニットは内壁に反射材が塗布された球体と検出器とが一体となった装置である。試料を透過あるいは反射した光が球体内部で多重反射して受光部に照射されるため、通常では受光部に



(a)分光光度計の外観



(b)測定部の外観

図-2 分光光度計の外観

到達しない散乱光を含む大部分の光を検出でき、測定精度の向上が期待できる。装置の外観を図-2に示す。

3 試験結果と考察

3.1 基準塗料

基準塗料の測定結果として、フィルム状試験体の透過率と反射率、塗装試験体の反射率を図-3に示す。

図-3(a)に示すように、フィルム状試験体の透過率は、測定した全波長域において膜厚が大きくなるほど減少する傾向にあった。この要因として塗料中の顔料の存在が挙げられる。樹脂のみで構成される塗膜は透明であるが、塗料には表-1に示すように複数種類の顔料が配合されており、これらは光を透過しない。図-4に、試験体の裏側からLEDライトを照射した場合の外観を示す。膜厚の増加とともに色相が暗くなっているのが分かる。このため、膜厚の増加とともに光が顔料によって遮られるようになり、透過率が減少したと考えられる。

一方、図-3(b)に示すように、反射率は約1000nm以上の波長域において膜厚が小さくなるほど減少する傾向にあった。この原因についても、上述した顔料の存在が挙げられる。膜厚が小さい場合には光が通過しやすくなることから、塗膜表面を反射する光のエネルギーは小さくなると考えられる。このため、膜厚が小さくなるにつれて反射率が減少したと推定される。なお、約1000nmより小さい波長域では、図-3(a)に示すように膜厚によって透過率が異なるにも関わらず、反射率は膜厚の影響をほとんど受けていない。このことについては今後の検討課題としたい。

また、図-3(c)に示す塗装試験体の反射率は、図-3(b)に示すフィルム状試験体の反射率と類似した結果となった。この要因の一つに、鋼板表面はプラストによる粗さを有するため、塗膜を透過した光が鋼材表面で散乱して反射しにくくなり、測定結果に大きく影響しなかったことが挙げられる。このように、プラスト鋼板に塗装した場合においても、膜厚によって反射率が異なる波長域が存在することから、当該波長域を測定可能な赤外線カメラを用いることで、膜厚を測定できる可能性が得られた。

3.2 汎用塗料

汎用塗料の測定結果例として、汎用塗料Aのフィルム状試験体の透過率と反射率、塗装試験体の反射率を図-5に示す。基準塗料と比較すると、膜厚に対して類似した光学特性を示すことがわかった。また、多少の違いはあるものの、他の汎用塗料でも同様の傾向が確認された。これにより、汎用塗料についても基準塗料と同様、赤外線カメラで膜厚を測定できる可能性が得られた。なお、汎用塗料についても、約1000nmより小さい波長域の反射率は膜厚の影響をほとんど受けていない。このことについては今後の検討課題としたい。

続いて、特定の波長に着目した場合の、膜厚と光学特性の関係を整理した。ここでは、塗装試験体の反射率測定結果から、膜厚の影響が比較的大きいと考えられる830nmと1100nmの波長を選定した。各波長における膜厚と光学特性の関係を図-6に示す。また、測定値から回帰分析を行った際の相関係数を併せて示す。なお、各測定結果に対して最も相関の強い分析結果を

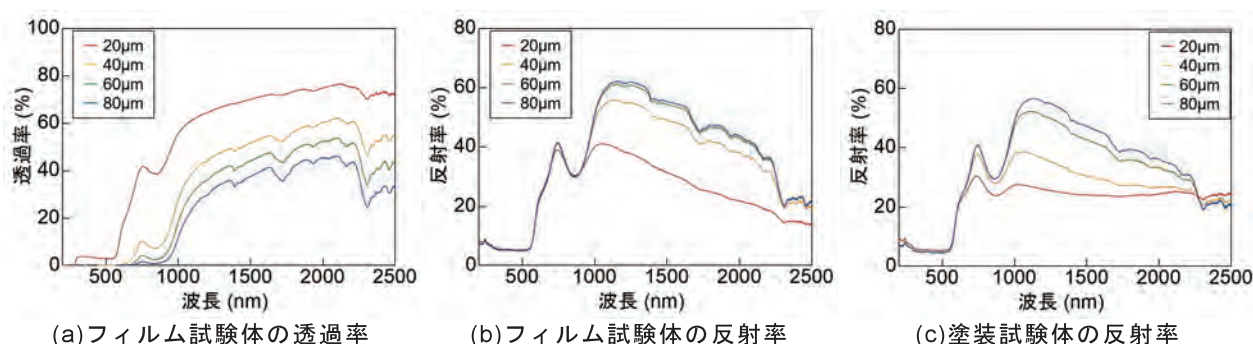


図-3 基準塗料の膜厚に対する透過率または反射率

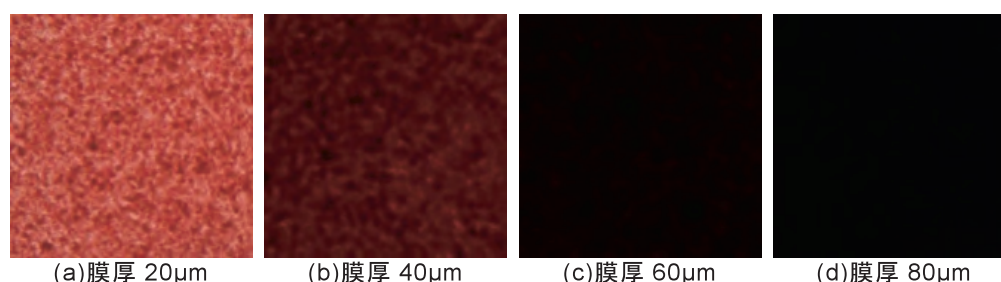


図-4 裏側からLEDライトで照射した通常塗料のフィルム状試験体

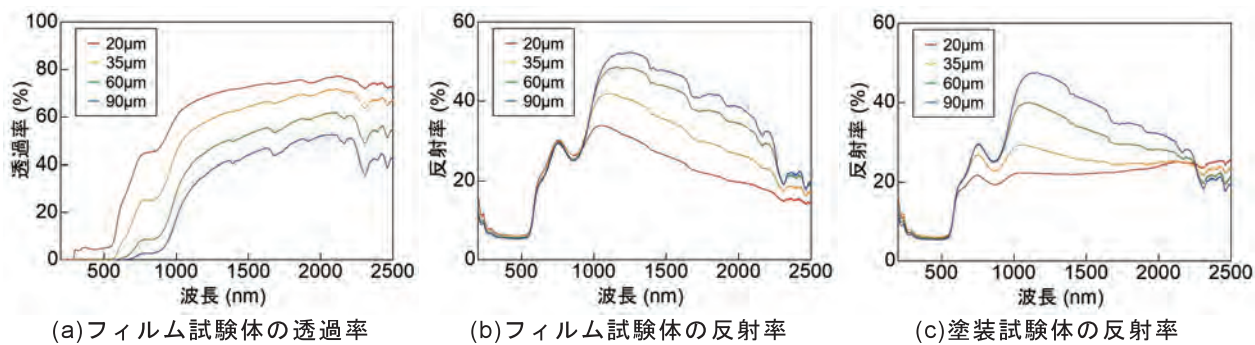
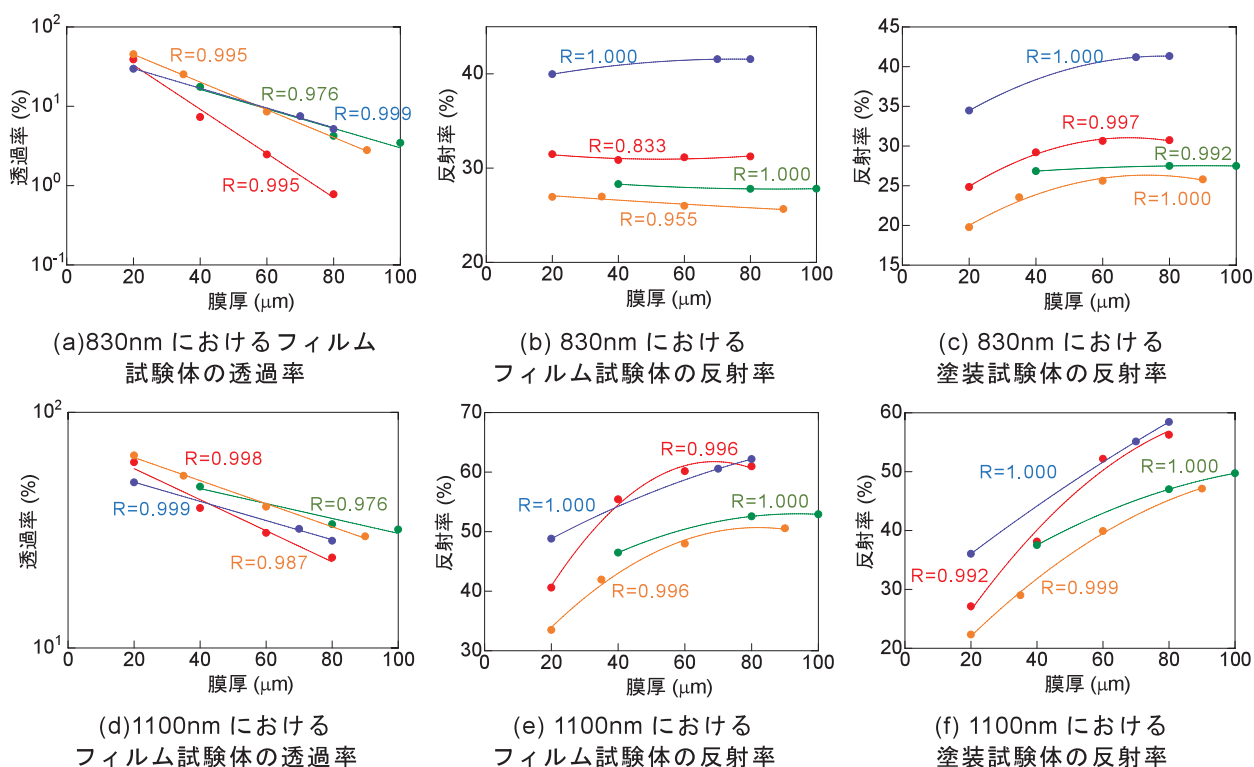


図-5 汎用塗料の膜厚に対する透過率または反射率



注 1：各色は次の通り。赤…基準塗料、橙…汎用塗料 A、緑…汎用塗料 B、青…汎用塗料 C
 注 2：図中の数値は回帰分析を実施した際の相関係数を表す。

図-6 各波長における膜厚と透過率または反射率の関係

選定し、透過率においては縦軸を対数とした場合の線形回帰、反射率においては 2 次関数による回帰とした。

これらの結果から、いずれの場合も強い相関を示すことが分かり、測定した膜厚の範囲においては反射率または透過率から膜厚を定量的に計算できることが確認された。なお、膜厚がさらに大きくなった場合の光学特性は明らかとなっていないため、別途検証する必要がある。

4 赤外線カメラによる撮影

前章の結果を受け、基準塗料を用いた塗装試験体を対象に、赤外線カメラによる撮影を実施した。使用し

た赤外線カメラは、約 950 ～ 1700nm の波長域を測定できるスペックとした。撮影は屋内で実施し、光源には図-7 に示すように赤外線領域での発光強度を有するハロゲンランプを使用した⁵⁾。なお、ハロゲンランプを直接試験体に照射すると赤外線カメラの感度を超過したため、天井方向に照射して間接的に試験体を照らした状態で撮影した(図-8)。

赤外線カメラの各撮影画像について、約 50mm 角で切り出した画像を図-9 に示す。なお、各画像は 10,000 画素(縦 100×横 100=10,000 画素)で構成されており、各画素の輝度の平均値と膜厚の関係を図-10 に示す。図-9 より、各膜厚の塗装試験体の輝度は明瞭に異なっ

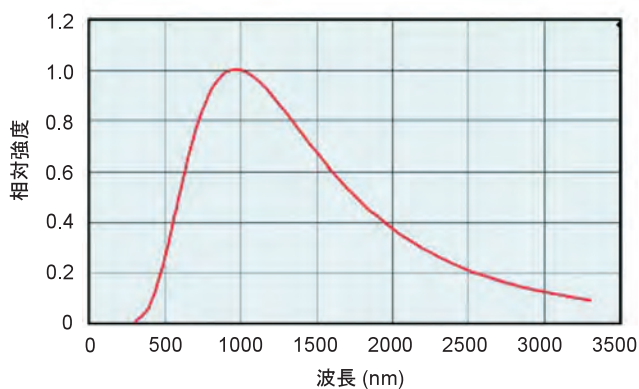
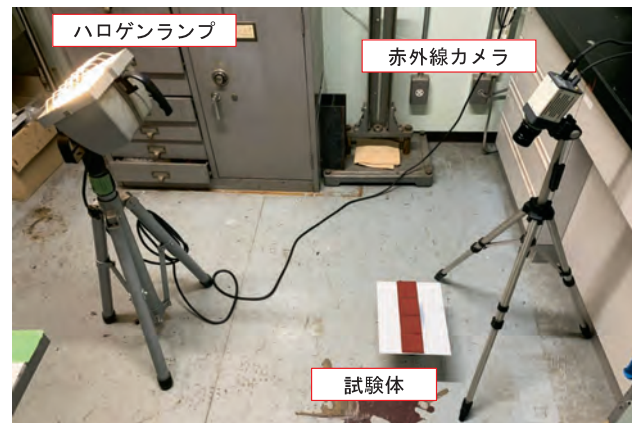
図-7 ハロゲンランプの発光強度分布⁵⁾

図-8 赤外線カメラの撮影状況

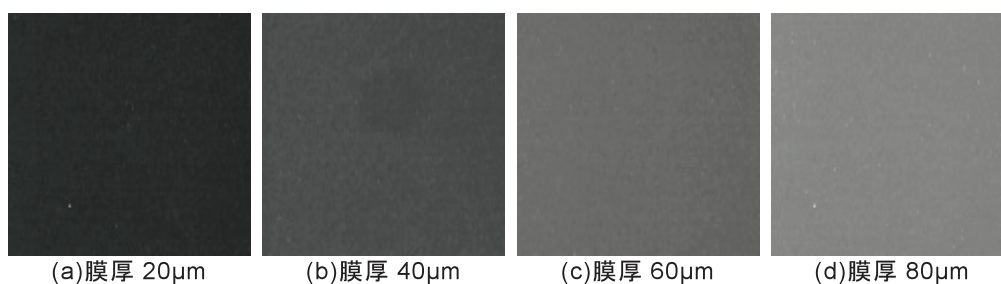


図-9 赤外線カメラで撮影した塗装試験体の色相

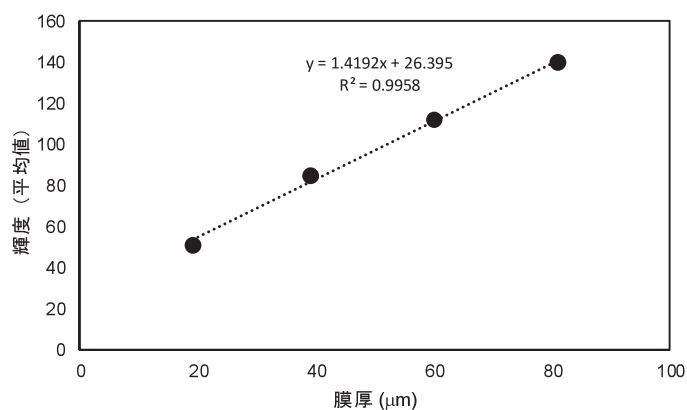


図-10 各画素の輝度の平均値と膜厚の関係

ていることがわかる。また、図-10より、膜厚と各塗装試験体の輝度は線形の関係にあることがわかる。以上の結果から、本条件で赤外線カメラを撮影した場合、20～80μmの範囲で膜厚を定量的に測定できることが分かった。

5 まとめ

鉄道鋼橋に用いられる鋼構造物用下塗り塗料を対象

に、赤外線による膜厚測定手法の構築に資するデータ収集を目的として、塗膜をフィルム状にした場合やプラスト鋼板に塗装した場合の光学特性を評価した。得られた知見を以下に述べる。

(1) フィルム状の塗膜では、膜厚の増加とともに反射率は増加する一方で、透過率は減少する傾向にあることが分かった。この要因として、塗料に配合されている顔料によって膜厚の増加とともに光

が遮られた可能性が挙げられる。

- (2) ブラスト鋼板に塗装した塗膜の反射率は、フィルム状の塗膜の反射率と類似した傾向にあることが分かった。この要因の一つに、塗膜を透過した光が鋼板表面で散乱したために反射しにくくなり、測定結果に大きく影響しなかったことが挙げられる。
- (3) いずれの塗装条件においても、膜厚によって光学特性が異なる波長域が存在することや、膜厚と

光学特性に強い相関があることが分かった。

- (4) ブラスト鋼板に塗装した試験体を赤外線カメラで撮影した結果、撮影画像の輝度と膜厚には線形の関係があり、赤外線カメラによって膜厚を定量的に測定できる可能性が得られた。

今後は、現場での膜厚測定を想定した検証として、素地調整程度や表面の凹凸などといった鋼材の表面状態が赤外線カメラの撮影画像に与える影響を調査する予定である。

【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) 鋼構造物塗装設計施工指針：(公財) 鉄道総合技術研究所, 2013
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 分光光度計の光源：島津製作所,
<https://www.an.shimadzu.co.jp/uv/support/lib/uvtalk/uvtalk6/basic.htm> (2023.7.18 確認)

たかが足場、されど足場

大櫛 雅樹¹⁾

私が足場業界に入ったのは、かれこれ40年以上も前のことである。当時は単管と足場板が主流で、丸太も普通に使われていた。建物などの場合、枠組足場が主流ではあったが、クサビ足場はまだそれほど認知されておらず、一側足場は丸太や単管足場が普通であった。

橋梁の現場でも吊足場は単管か丸太で、丸太足場の名残で単管を番線で縛ることも多かった。単管足場を固定するものが番線であることに違和感はなかったのである。

番線といっても当時は箱入りの番線はなく、休み時間などにせっせと番線づくりをした。新米はまず番線の作り方、縛り方から覚えた。仕事は見て盗めの時代で、教えてくれても1回だけで、あとは見様見真似である。すぐに覚える者と覚えが悪い者がいるのは今も同様だが、現在のように講習や研修はなく、覚える手段が見て盗むことだけというのはさすがに効率が悪い。番線をこっそり家へ持って帰り、木材を使って縛り方を練習した。皆に遅れぬようにと思ったのだが、多くの者がこっそり練習していた。当時は定時という感覚は薄く、働き方改革もなかった。

その後クサビ足場が登場し、住宅用足場として広く使われるようになったが、大きな構造物では枠組足場と単管吊足場(写真-1)であった。吊足場も丸太と単管に変わりはなく、比率は徐々に逆転し、丸太足場は減っていった。それに伴って単管を番線で縛ることもなくなり、クランプを使うようになった。

高度経済成長に伴い工事量が増え、足場メーカーはこぞって新製品を開発した。

軽量のパイプや足場板、クランプも直交・自在からボンジョイント、様々な種類のキャッチクランプ、チェーンクランプ等新製品が続々登場した。

ボンジョイントは使い方によっては抜ける事故が起きるということで使用方法が制限され、そのうちに直線ジョイントに置き換わっていった。

枠組足場もサイズが増え、様々な手摺・昇降階段や梯子類・扉関係・朝顔専用材等新しい部品が登場した。建枠自体も改良されジョイントに外れ止めが付き、

アームロックは消滅した。今では普通になった先行手摺はバブル期にはまだなく、登場するのは平成15年前後のことである。

昭和の枠組足場では、内側のプレスを抜くことが普通だった。塗装などの作業の邪魔になるからである。結果として墜落事故も多く、安全意識の高まりが製品開発に繋がり、新製品が新たな安全意識を呼び起こすということなのだろう。先行手摺の登場はその後の枠組足場を大きく変えていくことになった。足場に関する法令が改正され先行手摺は必需品となった。また、巾木や手摺などの新製品も数多く開発された。目まぐるしい枠組足場の新陳代謝により、今では枠組と単管足場、クサビ足場を融合させたような「次世代足場」が枠組足場にとって代わっている。

一方で吊足場は相変わらず単管をチェーンで吊って足場板を敷くという方法であった。それ以外の吊足場の工法がなかったわけではなく、ラック式吊足場(写真-2)やパーフェクト足場(写真-3)などはあったが使用される範囲は限定的であった。

単管吊足場の施工は昔も今も困難である。当時は高所作業車も今のように機能が優れているものではなく、限定的な使い方であり、職人の腕がものを言った。チェーンを肩にかけ、桁のフランジを歩いて進み、チェーンを掛けて行く。そのチェーンに親パイプを通し、親パイプに足をかけながらコロバシパイプを付け

写真-1 単管吊足場¹⁾

1) 株式会社 協立メンテナンス 代表取締役

て行く。コロバシを付けたら足場板を敷く。それを繰り返して足場ができたら落下防止ネットを張る。足場ができて安全になってから安全ネットを張るのは意味がないのではないかと新米のころから思っていたが、ある現場で先にネットを張ってから吊足場をやりうとしたらこれが危ない。何もないところをネットを抱えて張って行かなければならない。では親綱を先に張ればと言ってもそれが危ない。それに、ネットを張ったら資材も上げられない。やはりネットは最後のんだ。完成した足場を使う人達にはわからないかも知れないが、足場を作る我々には重大な問題だ。

そんな昭和の時代が終わり平成の初めにSKパネル(写真-4)が登場した。SKパネルは単管吊足場の構造を1枚のパネルにし、それを連結して組み立てる吊足場の新工法だ。手前のパネルに乗って次のパネルの取り付けができる。前述の「ネット問題」を解決した。また、出来上がりの完成度が高いので「職人の腕前」

に左右されにくい。熟練工が何人も必要な在来の吊足場は、職人のなり手が減っている現在、すぐには解決できない大きな問題である。

単管吊足場以外にこれという工法が無かった吊足場のジャンルにSKパネルは瞬く間に全国に普及した。長年抱えていた問題を解決し、ニーズに応えた結果であろう。メーカー各社は目が覚めたように吊足場の開発に乗り出した。すぐに消えたものもあるが、GS足場(写真-5)、Vマックス(写真-6)、クイックデッキ(写真-7)、スパイダーパネル(写真-8)等は皆SKパネル以降に登場した吊足場である。各製品の評価は別として選択肢が増えたことは良いことだ。以前は単管吊足場しかなかった。単管吊足場の良いところは「現場合わせ」がやりやすいところである。

システム足場では形状・寸法が規格され調整がしにくい、単管とクランプでどのようににも調整できる。



写真-2 ラック式吊足場²⁾
2本のラックレールを軌道とする移動式吊足場



写真-3 パーフェクト足場³⁾
吊上げ装置の上に足場を組み、まとめて吊上げる足場



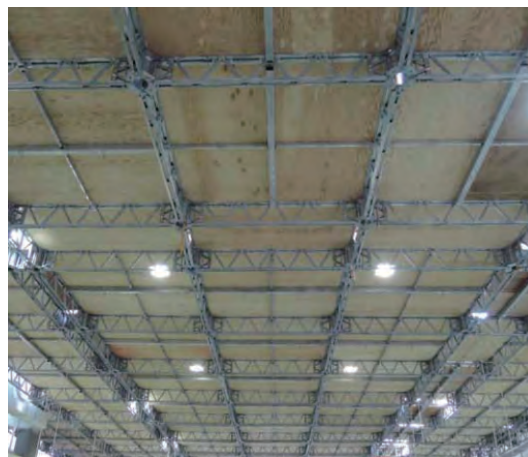
写真-4 SKパネル⁴⁾
親パイプ・足場板等を一体化したパネル式吊足



写真-5 GS足場⁵⁾
クランプの少ない構造を用いたシステム足場

写真-6 V マックス⁶⁾

クランプの少ない構造を用いたシステム足場

写真-7 クイックデッキ⁷⁾

ユニット化した床を吊り込んで完成させる足場

写真-8 スパイダーパネル⁸⁾

親パイプ・足場板等を一体化したパネル式吊足

しかし、前述の問題がある。

私がこの仕事を始めた頃は、良い職人というのは他の人より危ないことをさらっとやってのける人のことを言った。皆が怖くて行けないようなところへ簡単に行ってやつつけてしまう。皆の敬意を集め、本人達もそれを誇りに思う。先輩に「安全帯は引っかけて危ないから丸めて縛っておけ」と言われたことを思い出したが、そんな時代のことである。

あれから40年が経ち、「安全であること」が何よりも優先される時代になって、昔の「良い職人」の出る幕はなくなった。それを必要としないシステム足場があるのだ。もちろん、どんな仕事も素人だけでは成り立たず、「プロ」は必要だが、現在の「良い職人」には「安全」が必須だ。

システム足場はまだ歴史が浅い。構造や効率がもっと練られて淘汰され、数多くの試行錯誤からさらに良い足場が生まれて来るだろう。

足場はそれ自体が目的ではない。何かをするためのものである。何も無いところに安全な作業床を作り、終わったら解体して無くなる。残るのはきれいに仕上がった構造物である。

足場は無くなるが記憶には残る。困難な仕事をやり遂げた達成感と共に。

【たかが足場、されど足場】である。

出典

- 1) 単管吊足場 株式会社砂建
- 2) ラック式足場 米山工業株式会社
- 3) パーフェクト足場 ハイウェイメンテック株式会社
- 4) SK パネル アルインコ株式会社
- 5) GS 足場 株式会社サンセイ
- 6) V マックス 株式会社タカミヤ
- 7) クイックデッキ 日綜産業株式会社
- 8) スパイダーパネル 株式会社タカミヤ

徳川家康

岩田 恭子

1. 徳川家康

大河ドラマでも話題となった「徳川家康」について、みなさんはどのような印象をお持ちでしょうか？傍若無人の織田信長のイメージや、天下人になった太閤秀吉のイメージは何となく明確に浮かぶのに対し、家康はなぜかはっきりとしたイメージが浮かばない人が多いようです。「鳴かぬなら、殺してしまえ、ホトトギス」、「鳴かぬなら、鳴かせてみよう、ホトトギス」のイメージの二人に対し、「鳴かぬなら、鳴くまで待とう、ホトトギス」と歌われる家康のことを今回は少し探ってみましょう。「天下泰平」を築き上げた家康のことを知ることで、また新たな歴史観が生まれるかもしれません。

2. 幼少期の家康

幼いころから、母と離れ、父からも他家へ人質に出された家康は、寂しい幼少期を過ごしていました。人質というのは、いつ何時どのような目に合わされても仕方ない立場ですから、気がではなかったでしょう。家康の言葉とされるものに「人の一生は、重荷を負うて遠き道を行くが如し、急ぐべからず」（人の一生は、重い荷物を背負って遠い道のりを歩いて行くようなものなので、急ぐことはない）というのがあります。鳴かないなら、待てばいい。人質だって、じっとしていれば殺されず生きていける…必ずチャンスは来る。そう思って、幼少期を過ごしていたのでしょう。

今川義元の軍師であった雪斎という

僧侶に預けられ、軍学を学んだ家康は必ず当主に戻ると誓って、いろいろ学びました。ある時、雪斎が石を投げあう子供たちを見て、家康にどちらが勝つかを尋ねたそうです。家康はじっとその石合戦を見て一言、「数が少ない方が勝ちます」と言ったそうです。その理由は「数が多い方は気持ちに油断が出るが、人数の少ない方は必死に戦う。必死に戦う方が強いはず」とのことです。結局、家康の言う通り、人数の少ない方が勝利しました。

3. 信長との同盟

今川義元の人質時代を過ごした家康でしたが（今川氏の娘である築山殿と結婚すると「松平元康」と改称しました。もちろん、「元康」の元は「今川義元」の元です。）、その今川が桶狭間の戦いで、織田信長に敗れました。これを機に元康から家康と改名し、信長と同盟を結びました（清洲城で決まったことから、清洲同盟などと称されました）。織田信長と同盟を組むなんて、すごいチャンスに恵まれました。しかし、のちにその信長に妻も子供も奪われてしまうなんて、その時には考えもしなかったのでしょうか。妻の築山と嫡男信康が武田に内通していると疑われ、信康は腹を切ることになったのです。もし、信康を助けたならば、信長と一戦交えなければならず、多くの家臣を失うかもしれません。苦渋の決断だったのでしょうか。実際に家康は、三方ヶ原の戦いで家臣が止めるのを聞かずに、武田と一戦を交えてしまいました。劣勢だった家康を家臣が逃がし、家臣は「我こそが徳川家康である」と影武者となり、家康のために犠牲者が大量に出ました。そういった経験もあり、家臣を想う気持ちが息子を死に追いやることにつながったのかもしれません。しかし、妻と息子を犠牲にしたこの辛い経験、多くの家臣が自分のために死んでいった経験。これこそが、二度と戦国の世を作ってはいけないと家康に思わせたのでしょうか。

4. 秀吉との関係

織田信長が本能寺の変で亡くなった

ことを受け、家康もその仇を討つために明智征伐に向かいましたが、秀吉が先に明智を討伐（実際に殺害したのは秀吉ではありませんが）してしまったのです。その後、信長の次男織田信雄と結んで小牧・長久手の戦いに臨みましたが、信雄が秀吉と和議を結んでしまい、戦う理由を失ってしまった家康は秀吉と和議を結びました。といっても実際は、秀吉の家臣になるも同然でした。秀吉は自分の天下取りのために、家康を何としても自分の家臣にしたいのです。そのためにいろんなことをしました。妹の旭姫を家康の妻とし、人質にしました。また、自分の母親ですら家康に人質として差し出したのです。そこまでされたら、家康も秀吉のもとに行かないわけには行かず、二人はひそかに会いました。その時、秀吉は家康の前に土下座して頼みました。「みんなの前で、自分を（秀吉）立てて欲しい。そうすれば、諸国の大名もわしに従い、天下泰平の世を作ることができるのだ。」と。確かに家康も天下泰平の世をめざしていたので、この申し入れをのみ、諸大名の前で秀吉にひれ伏したのです。まさに「鳴かぬなら鳴かせて見せようホトトギス」の秀吉の策略勝ちですね。

5. 家康と家臣

家康が天下を取り、江戸幕府初期の政権を支えていたのは、三河以来の忠実な家臣のおかげでした。織田信長や豊臣秀吉は、新しい家臣をどんどん採用していきました。いわゆる能力主義ですね。能力があれば、たとえ他の武将の家臣であろうと家柄が低かろうと採用していったのです。確かに、身分に関わらず登用してくれるのは嬉しいことですが、頑張れば天下が回ってくる…という気持ちが下剋上や裏切りを生み、戦国の世を作ったともいえるでしょう。

家康は昔からの家臣を非常に大事にしていました。家康の知恵袋と言われた家臣に本多正信がありますが、一度家康を裏切っているのです。しかし、家康のもとに戻ることを許されて以来、絶対的な忠誠を尽くし、家康の天下取

りの道筋を作ったと言われています。秀吉に「家康殿はどんな宝をお持ちかな？」と問われた家康が、「私の家臣は私のために命を懸けている家臣です」と答えたというエピソードがあります。私は日本史を教えているのですが、若くてまだ授業を持たせてもらえなかったころ、自分の授業を1つ分けてくれた上司がいました。すごく嬉しくて、感謝していて、今でもその1コマがなければ今の私はいないと思っています。今の時代にも忠義ってあるんですかね。

6. 江戸の誕生

秀吉が関東で勢力を握っていた北条氏を滅ぼした後、家康を三河から関東へ移動させました。豊かな三河と違って、江戸は寺社や集落、港はにぎわっていたものの江戸城は小さく（江戸城は家康が入城する約150年前に太田道灌が築城した城です）で、都市としてはまだまだ発達していませんでした。そこで、家康はまず水運の整備を始め、様々な物資を運び入れる輸送路を作りました。みなさんも大阪が「天下の台所」と呼ばれていたことを一度は耳にしたことはありませんか？大阪は海、川と輸送にとってはかなり有利な地形です。もちろん、秀吉が大坂城を築城するときに、大阪の水運を整備したのは言うまでもありませんが。話は戻りまして、家康は海を埋め立てて、江戸城を拡大し、周りに家臣たちの家を配置するなど都市の防衛を考えつつ、江戸の町を整備していきました。18世紀初頭には、江戸は100万人の人口を持つ、当時としては世界一の大都市にまで発展しました。

7. 家康は天ぷらを食べて死んだ？

豊臣家を滅ぼした翌年、1616年正月21日に、家康は鷹狩に出かけたが、同行した京都の呉服商に「近頃京の都で、珍しい南蛮料理が流行っています」と聞かされました。どうやらこれが天ぷらだったようです。「是非食べたい」という家康のために、大鯛2枚と甘鯛3枚を準備させ、これを揚げ

て食べさせたようです。昔の天ぷらは今のように衣はついておらず、素揚げのようなものでした。上機嫌で過食した家康はその夜、腹痛を起こしました。これで亡くなったというのはやはり、作り話のようです。おそらく、今でいう胃癌のようです。白湯で服用した薬を吐いた時に、自分の死期を悟ったのか、それ以降薬を飲まなかったらしいです。潔い家康の最後ですね。家康の遺産総目録に「銀4900箱、1箱2000両入りの箱が470箱、銀錢550貫文。織物類多数。今の金額にして、数百億円に上るようです。徳川埋蔵金伝説もよく聞きますよね。夢があるんだか、本当なんだか…ただ、このうのは謎だから夢があるのです。

8. 家康に会いに行きましょう

①日光東照宮

家康が鎮座しております。3代将軍徳川家光によって作り変えられたもので、「陽明門」「唐門」「本殿」「石の間」「拝殿」など国宝がいっぱいあります。1999年にユネスコの世界文化遺産に登録されています。石鳥居を抜けるとすぐ左手に五重塔が見えてきます。高さ30メートルの五重塔は1815年に落雷のために焼失しましたが、1818年に再建されました。その再建された際に用いられた耐震構造は、東京スカイツリーの建設設計にも応用されているそうです。初層には家康の干支である虎、秀忠の卯、家光の辰が描かれています。

もう一つの見どころが、神厩舎（神様に奉仕する馬がいる所）で、三猿の彫刻で有名な場所です。「純真で周囲の影響を受けやすい幼いうちには、良いものだけを与えよ。良いものを与えておけば、悪いものに対しても正しい判断や行動ができる」という教訓がありますので、そのことを念頭に入れてぜひ眺めてみてください。

②浄土宗総本山増上寺

東京タワーで有名な芝公園にあるのが、徳川家菩提寺の増上寺です。江戸城の裏鬼門にもあたる場所です。年中無休でいつでも参拝できるのが嬉しいです（イレギュラーの休みがあったら

すいません）。家康が増上寺の前を通った時に、増上寺の僧と対面したのがきっかけとなり、徳川家の菩提寺になったそうです。増上寺の入り口にある大きな「三解脱門（三門）」は穢土と極楽浄土をつなぐ入口だと言われています。徳川家の墓所があって、秀忠を初め6人の将軍が祀られています。

③東叡山寛永寺

上野の寛永寺です。東叡山、つまり東の比叡山ということ。こちらは江戸城の鬼門を守る徳川のお寺です。なかには「上野大仏」といって、顔だけ残されているものがあります。関東大震災でお首がおち、第二次世界大戦では軍の命令で胴体が徴用されました（戦時中は金属などが供出させられたのです）。正岡子規も「大仏を埋めて白し 花の雲」と歌っております（ちなみに、正岡子規の名前のついた野球グラウンドも上野にあります。彼は野球用語をいろいろ生んだと言われております。東京帝国大学在学中も野球をいっぱいやっていたようで、真面目な夏目漱石とは対照的でした）。同じように松尾芭蕉が「花の雲 鐘は上野か 浅草か」と歌われた時鐘堂からは正午・朝夕六時に毎日鐘が聞こえますので合わせて行くといいかもしれません。

寛永寺には、4代家綱・5代綱吉・8代吉宗・10代家治・13代家定が埋納されています。第二次世界大戦で多くが焼失していますが、綱吉の勅額門と吉宗の御宝塔が残っています。廟内は見られませんが、国指定の重要文化財なので見る価値はあるでしょう。

いかがでしたか？有名な徳川家康ではありましたが、知っていたこと、知らなかったことあるかと思います。ただ、天下泰平を願った家康を今偲ぶことに少し意味があるような気がします。世界で起きている戦争や紛争で苦しんでいる人を見ると、天下泰平を願わずにはいられません。お付き合いいただきありがとうございました。

岩田恭子

第12回定時総会・懇談会を開催

第12回定時総会は5月19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 佐藤寿延氏の来賓祝辞の後、議事に入り、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」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（会費：新規入会者）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「役員の選任の件」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5年度事業計画の件」及び第2号「令和5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30分に閉会した。

総会終了後、臨時理事会において役員の職務選定が行われた。

午後5時30分から同所「阿蘇」において「懇談会」を開催した。懇談会は槌谷会長の挨拶、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。



奈良間会長挨拶



国土交通省 佐藤技術審議官（現中部地方整備局長）来賓挨拶



槌谷会長挨拶



国土交通省 吉岡技監 来賓挨拶

令和5年度会長表彰

令和5年度表彰式は第12回定時総会終了後に行われ、優秀研究賞、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 優秀研究賞

江成 孝文（建設塗装工業株式会社）

優秀施工賞

小林 大晃（株式会社山田塗料店） 齊藤 祐二（株式会社くちき）

鈴木 光平（東海塗装株式会社）

安全施工者表彰

品田 藤夫（平世美装株式会社） 洞口 裕之（建装工業株式会社）



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4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、広島で実施し72名（新規7名、更新65名）が認定された。認定者の累計は125名となっている。

「高塗着スプレー塗装技能者」講習会

令和4年度「高塗着スプレー塗装技能者」講習会を東京、名古屋、広島で実施し81名（新規19名、更新62名）が修了した。終了者の累計は81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4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、87名が受講した。

会議等開催状況

【第11 回定時総会】

日 時 令和4年5月20日（金）15時00分～16時20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3年度事業報告承認の件

第2号議案 令和3年度決算承認の件

第3号議案 役員選任の件

報告事項

第1号 令和4年度事業計画について

第2号 令和4年度収支予算について

【第21 回理事会】

日 時 令和4年4月21日（木）15時20分～16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3年度事業報告（案）の承認について

(2) 令和3年度収支決算（案）の承認について

(3) 令和3年度事業監査の報告について

(4) 役員の辞任及び選任について

【第22 回理事会】

日 時 令和5年3月23日（木）15時30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年度事業計画（案）の承認について

(2) 令和5年度収支予算（案）の承認について

(3) 運営規則等の一部改定について

(4) 令和5年度会長表彰の承認について

(5) 正会員の入会について

【第91 回運営審議会】

日 時 令和4年4月21日（木）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 601 会議室

会場および Zoom による Web 会議

議 題 (1) 令和3年度事業報告（案）の審議について

(2) 令和3年度収支決算（案）の審議について

(3) 令和3年度事業監査報告について

(4) 役員の辞任及び選任について

【第92 回運営審議会】

日 時 令和4年7月21日（木）15時00分～16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 601 会議室

会場および Zoom による Web 会議

議 題 (1) 令和4年度各地区の事業計画について

(2) 役員改選の検討について

- (3) 会費改定の検討について
- (4) ホームページにリニューアルについて

【第93回運営審議会】

- 日 時 令和4年10月27日(木) 15時00分～16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4年度の事業について
(2) 役員改選の検討について
(3) 会費改定の検討について
(4) 正会員の入会について

【第94回運営審議会】

- 日 時 令和5年3月23日(木) 14時00分～15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5年度事業計画(案)について
(2) 令和5年度収支予算(案)について
(3) 運営規則等の一部改定について
(4) 令和5年度会長表彰(案)について
(5) 正会員の入会について

令和5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)	執行役員
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)	代表取締役社長
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)	代表取締役社長
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	営業本部防食塗料統括部部长
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 23 回技術発表大会

恒例の技術発表大会は、5月19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。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。今回は約100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)

「耐候性鋼材の補修塗装における素地調整程度に関する検討」

(国研) 土木研究所 先端材料資源研究センター 富山 禎仁

「鋼鉄道橋に対する種々の素地調整手法の適用性評価」

西日本旅客鉄道(株) 鉄道本部施設部土木課 和田 直樹

「ブラスト処理後における塩分低減剤の性能評価」

大伸化学(株) 技術部開発課 藤川 祥汰

「橋梁等における塗膜剥離剤除去作業におけるばく露実態調査結果」

中央労働災害防止協会 労働衛生調査分析センター 山室 堅治



技術発表大会

第 23 回技術発表大会のアンケート集計結果

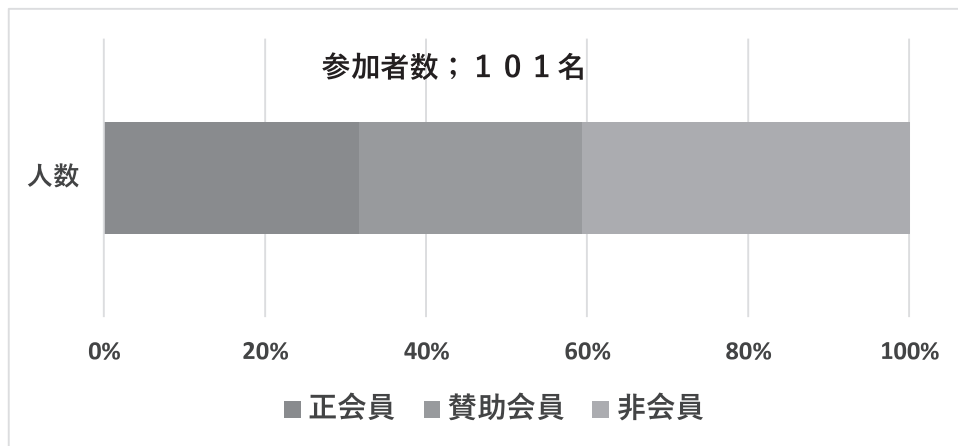
参加者数とアンケート回収率

募集定員人数 80 名ところ、101 名が参加で / 報道機関や役員は除く

技術発表大会参加者数（名）	101
アンケート回収数（枚）	84
アンケート回収率（％）	83.2

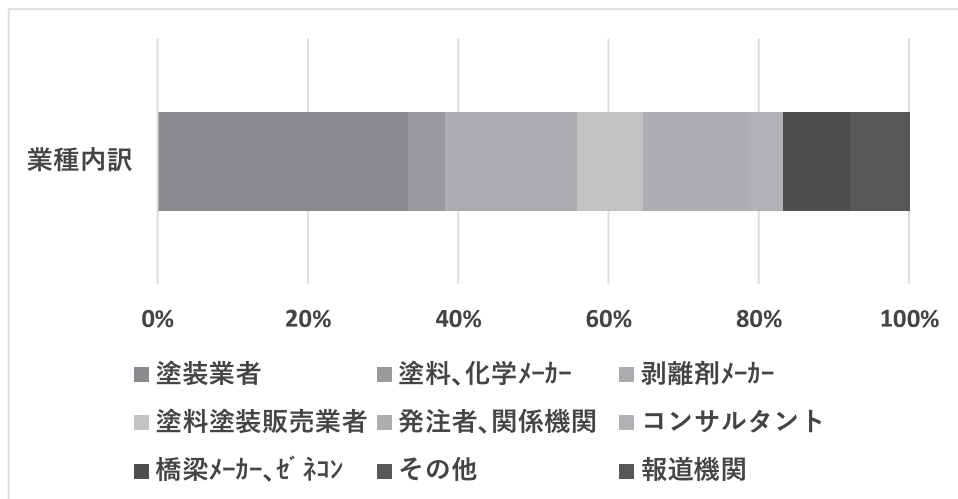
参加者の内訳

正会員と賛助会員を合わせて約 60%で、その他は非会員



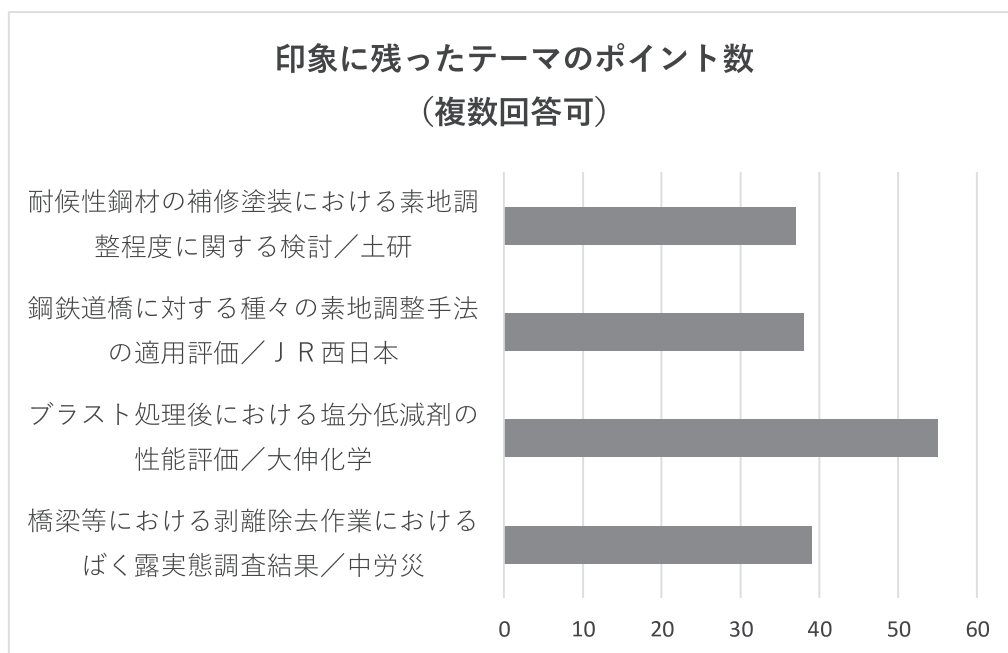
参加者の業種内訳

塗料、塗装に関係する業者が約 60%強で、塗装工事を設計施工する発注側の業種が約 40%弱

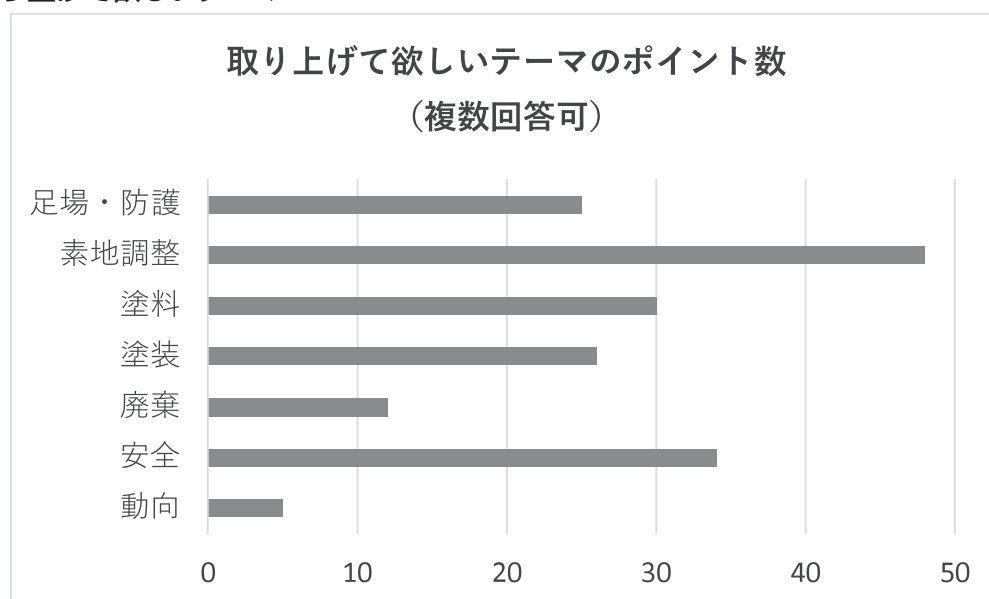


本発表大会で印象に残ったテーマ

下図から、いずれの発表も満足している結果であった



今後、取り上げて欲しいテーマ



要望や意見等

- ・WEB 開催も
- ・会場が狭い
- ・写真撮影の可否
- ・年 2 回開催
- ・時間延長
- ・PP 配布
- ・実工事事例
- ・塗料、塗装の安全規制
- ・新材料や新工法の紹介
- ・循環ブラスト
- ・耐久性

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
(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(34 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 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
(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)ナプコ	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)	154-0023	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

●神奈川県(5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

●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
ヤマダインフラテクノス(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(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)昭和塗工社	558-0011	大阪府大阪市住吉区苅田 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(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

会社名	〒	住所	TEL	FAX
千代田レイヤー(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

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(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	愛知県名古屋市中区石元町 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
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	03-3539-7225
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
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)

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-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



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

PAINTING TOMORROW

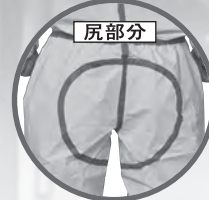
剥離剤塗布・かき落とし施工推奨防護服

MHPROTEX2000αPLUS

意匠登録
出願中

SF素材を使用した化学防護服で、スプレー防護性能を有しています。
また、構造物に接しやすく、摩擦や破損しやすい肘・膝・尻部分を二重構造にし、
バリア性能をさらに高めました。特に剥離剤塗布やかき落とし施工に適しています。

二重構造で
破損しにくい!!



JIS T 8115 : 2015 タイプ4・5・6適合
EN1149-5 (静電気防止加工)

㊤ 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

※タイプ4・5・6の防護服は、防護服内への剥離剤の浸透を確実に防ぐものではありません。
使用する化学物質又は現場の状況に応じた化学防護服をお選びください。
※剥離剤施工だけでなく、さまざまな現場でご使用いただけます。

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

(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 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

4人エンダー

システム

鋼 構 造 物

NETIS登録番号 KT-060143-VE*

サビシャット

※サビシャットはNETIS掲載期間が終了しています。

NETIS 登録番号 CG-150007-VR

VフロンHBシリーズ

NETIS 登録番号 KK-130038-A*

DNT水性重防食システム

※DNT水性重防食システムはNETIS掲載期間が終了しています。

NETIS 登録番号 KK-170008-A

イーラス

NETIS 登録番号 SK-160001-A*

Vグランシリーズ

※VグランシリーズはNETIS掲載期間が終了しています。

NETIS 登録番号 SK-190005-A

ケルビンα2.5

コンクリート構造物

NETIS 登録番号 CG-120004-VE*

レジソーク Type1

※レジソークType1はNETIS掲載期間が終了しています。

NETIS 登録番号 KT-120079-VR*

レジガードSD工法

※レジガードSD工法はNETIS掲載期間が終了しています。

DNT

DANNIPPON TORYO

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

大日本塗料株式会社 0120-98-1716

●大 阪 ☎06-6266-3119

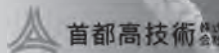
●東 京 ☎03-5710-4502

●名古屋 ☎052-332-1701

コンクリート剥落の 予防保全に！

点検時にスプレーするだけ

本製品は首都高速道路株式会社、
一般財団法人首都高速道路技術センター、
首都高技術株式会社、日本ペイント株式会社の共同開発品です。



ニッペ 構造物簡易補修スプレー

特許申請中

タフガード® リペアスプレー

TOUGH
GUARD
REPAIR SPRAY

 **日本ペイント株式会社**
Basic & New

本製品がよくわかる！
動画はこちら！



VE登録！活用効果評価済み ケレン塗膜粉じん飛散防止液

モイストツブ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

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

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

NETIS登録番号:KK-070037-VE
(掲載期間終了)

平成31年3月21日 国土交通省 大臣官房技術調査課
新技術活用システム「テーマ設定型(技術公募)」評価品



三彩化工株式会社
S A N S A I K A K O

地球と共生できる企業を目指して

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

◆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・福岡

ネオリバー泥パック工法

検索 

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

○ほか営業品目

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

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

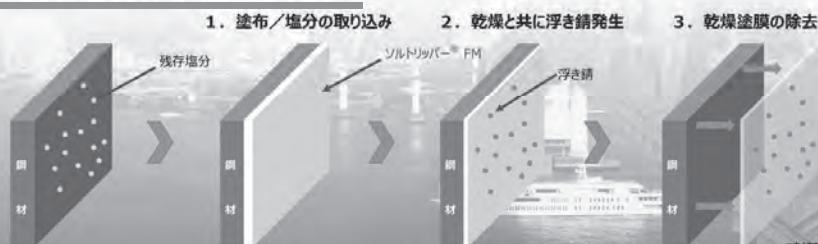
鋼構造物用

ソルトリッパー FM

造膜型
塩分低減剤

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



- 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、ブ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®

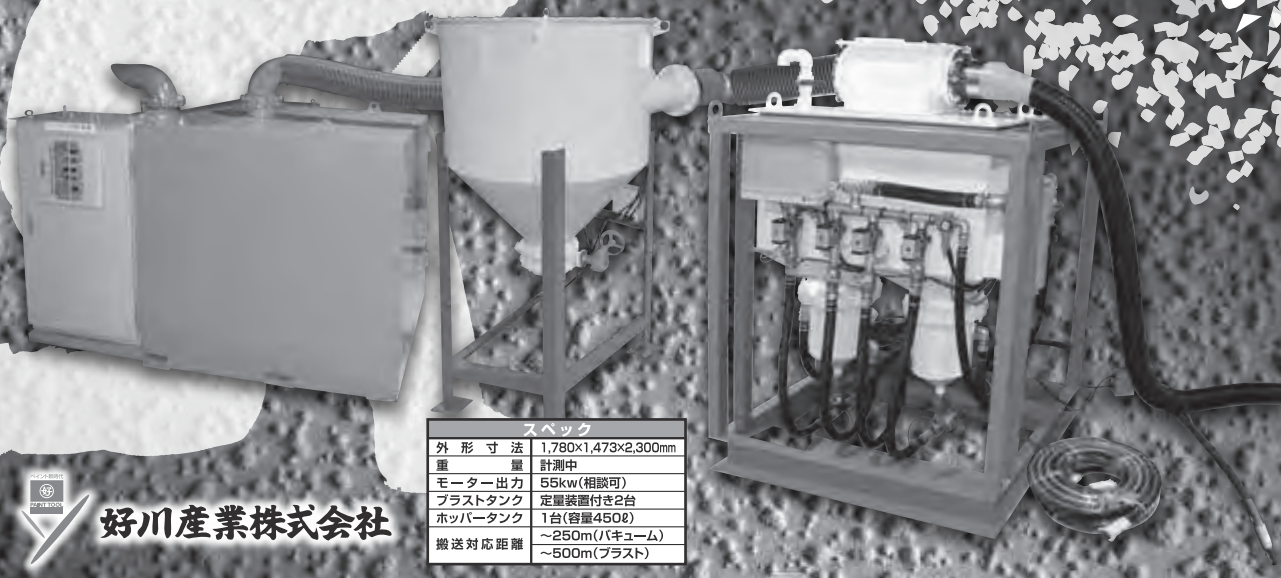
コンパクト化

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	55kw(相談可)
ブラストタンク	定置装置付き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(ブラスト)



好川産業株式会社

水系塗膜剥離剤工法で有害物質含有塗膜の除去を♪

正
会
員

山一化学工業株式会社 好川産業株式会社 株式会社ソーラー
JFEエンジニアリング株式会社 大伸化学株式会社 三彩化工株式会社
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アップし産廃物量も低減！

賛
助
会
員

一般社団法人 日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会 G-TOOL株式会社
一般社団法人 バキュームブラスト施工協会 建設塗装工業株式会社
ヤマダイインフラテクノス株式会社 極東メタリコン工業株式会社
サンワ・リノテック株式会社 建装工業株式会社 株式会社エコクリーン 理研計器株式会社

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 https://www.jasp.or.jp

編集後記

コロナが5類に移行し、日常生活が少し変わりました。社会活動が再開すると共に、建設業も活発化し、塗装工事の発注も増加してきたように思います。

テレワーク・オンライン会議などが導入され、現在の若者は、室内作業を希望する方が多い傾向にあるようです。現場に出て働くことをイメージするのは、難しいことなのかもしれません。建設業界では人材不足の状態にあり、塗装業でも技術者、技能者、作業員は常に不足しているのではないかと思います。

国土交通省では、インフラ分野のDXアクションプランが策定され、デジタル化が推進されています。進化している建設業を多くの方々に知っていただきたいと思います。そして、仕事を希望する方々の選択肢の一つに、塗装工事の施工管理が入ることを願っています。

法改正が行われ、働き方改革が促進されています。公共工事では、週休二日制が導入され、現場休工日が増えるなどの環境整備が進んでいます。休日が増加し作業員の労働日数は減少、それに伴い収入も減少します。元請をはじめとする受注者が、作業員の賃上げに前向きであっても、発注者側の考え方が変化せず、工事費の増加が見込めない場合、賃上げの議論そのものが難しくなるのが現状です。

人材確保と賃金改定は、密接な関係にあるのではないのでしょうか。前年度の物価上昇等を反映させ、今年度の労務単価や工事予算などが決定される方法が多いように思います。変わりゆく国際情勢の中、今を生きる労働者の待遇に対して、現在の方法とは違う考え方があるのではないかと、議論を重ね模索していく時なのかもしれないと思います。

(T. K)

一般社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会

会 長	顧 問
樋谷 幹義	足立 敏之
副会長	佐藤 信秋
小掠 武志	奈良間 力
鈴木 喜亮	
中村 順一	

Structure Painting 編集委員会

編集委員長	編集委員（五十音順）	
並川 賢治（首都高メンテナンス 東東京株式会社）	宇佐美弘文（橋塗協 理事）	服部 雅史（株式会社高速道路総合 技術研究所）
編集幹事	川上 順子（阪神高速道路株式会社）	星名 浩人（首都高速道路株式会社）
加藤 敏行（橋塗協 監事）	久保田益弘（橋塗協 運営審議委員）	山根 彰（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）	
	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）	

Structure Painting - 橋梁・鋼構造物塗装 -

(通巻第 149 号)

令和 5 年 9 月 20 日 印刷
令和 5 年 9 月 30 日 発行 非売品
年 1 回発行／無断転載厳禁
発行責任者 樋谷 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