

Structure Painting

Vol.50 橋梁・鋼構造物塗装

2022年9月

CONTENTS	page
● 巻頭言	
塗装の機能・役割のハイブリッド化……………森 猛………… 1	
● 技術報告	
沖縄県における橋梁の現状と鋼橋塗装防食にかかる現況について ……………大城 尚司・下地 英輝・富原 守秀………… 2	
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 ……………山本 一貴・石原 陽介………… 8	
● 技術資料	
塗装鋼橋における塗膜の定量的健全性評価手法の検討 …………… 坂本 達朗・鈴木 隼人………… 14	
重防食塗装系の力学的な塗膜剥離の評価に関する基礎的検討 ……………服部 雅史・西森 修次・坂口 聡彦………… 19	
レーザー照射処理に関する安全ガイドラインの概要 …………… 清水 尚憲・清水 紀圭・加尻 慎也・野田 健太・ 原口 学・柴田 泉・関田 隆一・藤田 和久………… 25	
● 技術雑感	
「橋の日」の思い ……………大田原 宣治………… 32	
● よもやま話	
皇室にまつわる話……………岩田 恭子………… 39	
橋塗協だより…………… 42	
会員名簿…………… 46	
広告…………… 49	

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

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

塗装の機能・役割のハイブリッド化



法政大学
名誉教授 森 猛

私が生を享けたのは、70年近く前の長崎県です。父親や親戚、近所の方々の影響もあり、西鉄ライオンズのファンになりました。私が幼いころは、稲尾や田中勉、中西らの活躍をワクワクしながら見聞きしていました。そして、高倉や田中久寿男が巨人に行ってしまったことは悔しい思い出となっています。西鉄は、太平洋クラブ、クラウンライターといったチームの成績としてはあまり明るくない時期を経て1978年に西武、そして2008年から現在の埼玉西武ライオンズとなりました。福岡・平和台球場から埼玉・西武球場へ本拠地が移った際には寂しく残念だったように覚えています。その西武球場ですが、球場としては早い2005年より命名権事業（ネーミングライツビジネス）を始めています。

命名権事業は1990年代後半から、アメリカにおいてスポーツ施設等の名称に企業名を付けることから広まりました。日本においては、2000年代前半から公共施設の管理運営費の赤字を埋める一つの方法として導入されました。現在では、劇場、バス停留所や鉄道駅、そして各スポーツのリーグ戦（ノジマTリーグ・卓球、ニトリJD.LEAGUE・ソフトボール、…）、公衆トイレなどにも及んでいます。

西武球場は西武鉄道の所有であり、インボイスSEIBU ドーム⇒グッドウィルドーム⇒西武プリンスドーム⇒メットライフドーム⇒ベルーナドームの順に名称が変わっています。西武球場だけでなく、12球団の内9球団が命名権事業を行っています。球場の命名権に要する費用はあまり公表されていませんが、広島市が所有するMAZDA Zoom-Zoom スタジアム広島では2014年から現在まで2.2億円/年とのこと。この費用は施設の大規模修繕費として積み立てられています。

話はわかりますが、自治体が高速道路の跨線橋に横断幕を掛けて自己ピーアールしていることをご存じでしょうか。例えば、東名高速道路を跨ぐ橋に「好きです かわさき 愛の街」、「日本遺産のまち伊勢原」などです。人目に付きやすいということからか、いくつかの自治体では歩道橋を中心に命名権事業を始めています。最初に手掛けたのは大阪府で、2010年に枚方市の「伊加賀歩道橋」を「大阪スバル枚方パーク店前 伊加賀歩道橋」と命名しています。その際の応募要件は、5年契約で30万円/年以上、別途名称標示等に係る諸経費、というものです。諸経費とは命名した名称の橋への記載などに要する費用かと想像されます。大阪府の

ホームページによれば、2021年度までに31の歩道橋で命名権事業が成立しています。そして現在でも154の歩道橋を対象に募集されています。その募集の説明は、「安全・安心な道路施設を維持するため、歩道橋の通称名のネーミングライツ事業を実施しています。事業の趣旨に賛同する企業（パートナー企業）に命名権を購入いただき、得られた収入は、府管理道路の維持管理費用に充当されます。」とされています。成立した歩道橋の命名権事業の件数が最も多い自治体は名古屋市で108です（2022年6月1日現在）。同市では、「民間の資金を活用して道路施設の持続可能な維持管理を行うとともに、企業等の地域貢献の場としてご活用いただくために、歩道橋ネーミングライツパートナー事業を実施しています。」としています。その費用は月額2万5千円（30万円/年）以上と、大阪府と同じです。このほかにも、宮城県や三重県、そして横浜市など多くの自治体で歩道橋の命名権事業が行われています。

1988年に初めての海外・メルボルンに行く機会がありました。1962年7月に落橋した鋼橋「キングスブリッジ」を見に行こうとしました。それらしき橋を見つけることはできましたが、それが落橋した橋であったかどうかはわかりませんでした。そのとき、近くの鉄道橋の桁側面に記された「CANON」という文字を見つけました。これは「CANON」の宣伝かな？このようなことが可能なら塗装を広告費で賄えるのではないかと考えたことを覚えています。

鋼橋の防食は塗装で行われることが多く、確実な防食とするために適当な周期で塗り替えが行われることになっています。しかし実際には、費用不足のためか、多くの鋼橋で腐食が問題となっています。銚子大橋の架け替え、トラス橋・木曾川大橋の斜材の破断など、適切に塗り替えが行われていたら……と思うこともあります。

いろいろなことを書いてしまいましたが、何を言いたいかわかりましたか？塗装には、腐食を防ぐだけでなく、広告、サイン、美観といったものを実現するための機能・役割があります。これらによっていくらかでも費用を賄えるのであれば、積極的に利用するとよいのではないのでしょうか。地方自治体の歩道橋の命名権事業だけではなく、国や高速道路会社が管理する橋を広告媒体や芸術の発表の場として活用することはできないのでしょうか、それを防食として積極的に利用することは考えられないのでしょうか。

沖縄県における橋梁の現状と鋼橋塗装防食にかかる現況について

大城 尚司¹⁾ 下地 英輝²⁾ 富原 守秀³⁾

1 はじめに

沖縄県内の橋梁は、1970年ごろまで50橋にも満たない状況であったが、沖縄県が本土復帰した1972年（昭和47年）頃から、急速に増加し続けている。（図-1）また、沖縄県内の直轄国道以外（補助国道、県道、市町村道）の沖縄県内建設後50年以上を経過した橋梁数の管理橋梁数に占める割合は、令和2年の4月時点の7%から30年後には79%まで急激に増加する

見込み（図-2）であり、今後は橋梁の高齢化が進み、集中的に多額の修繕・架替え費用が必要な状況となっている。

2 沖縄県管理橋梁の損傷状況について

沖縄県管理橋梁の架設年代と損傷状況の関係を（図-3）に示す。これによれば、1980年台以降においては、架設年代が古いほど劣化度合いの高い橋梁の割合も多くなり、架設年代と劣化度合いの関係には相関

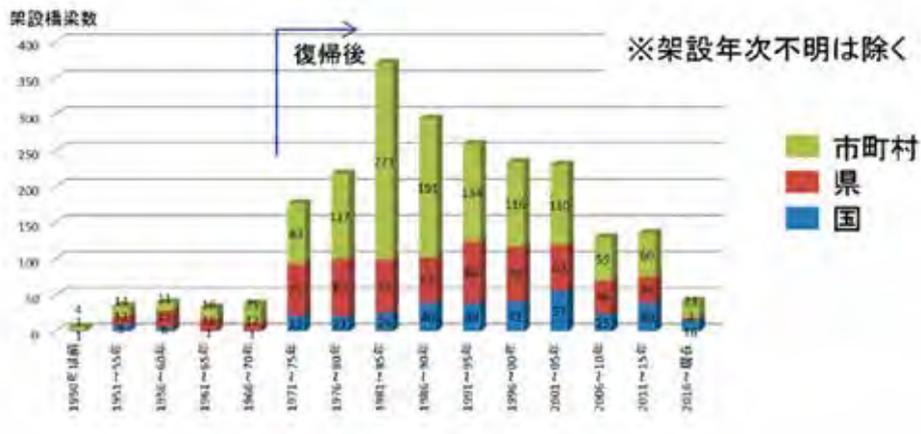


図-1 沖縄における架設橋梁数（出典：沖縄総合事務局開発建設部 HP）

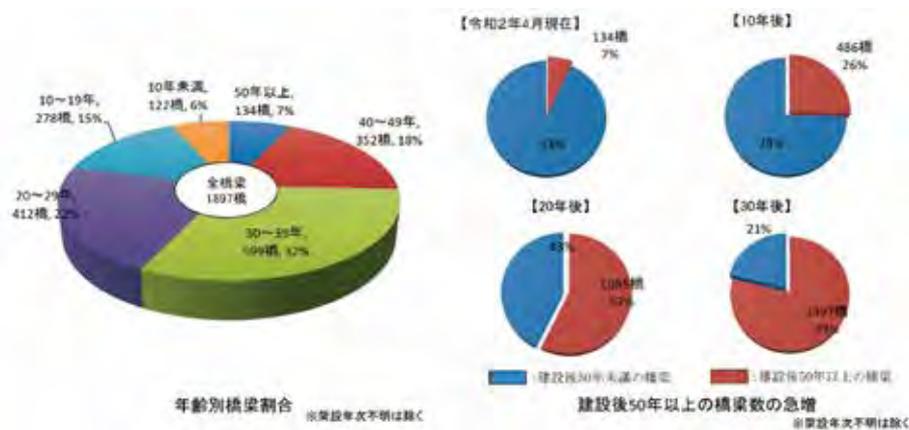


図-2 年齢別橋梁割合と建設後50年以上の橋梁割合（出典：沖縄総合事務局 開発建設部 HP）

1) 沖縄県土木建築部 道路管理課 補修班 主任技師 / 執筆者
 2) 沖縄県土木建築部 道路管理課 課長
 3) 沖縄県土木建築部 道路管理課補修班 班長

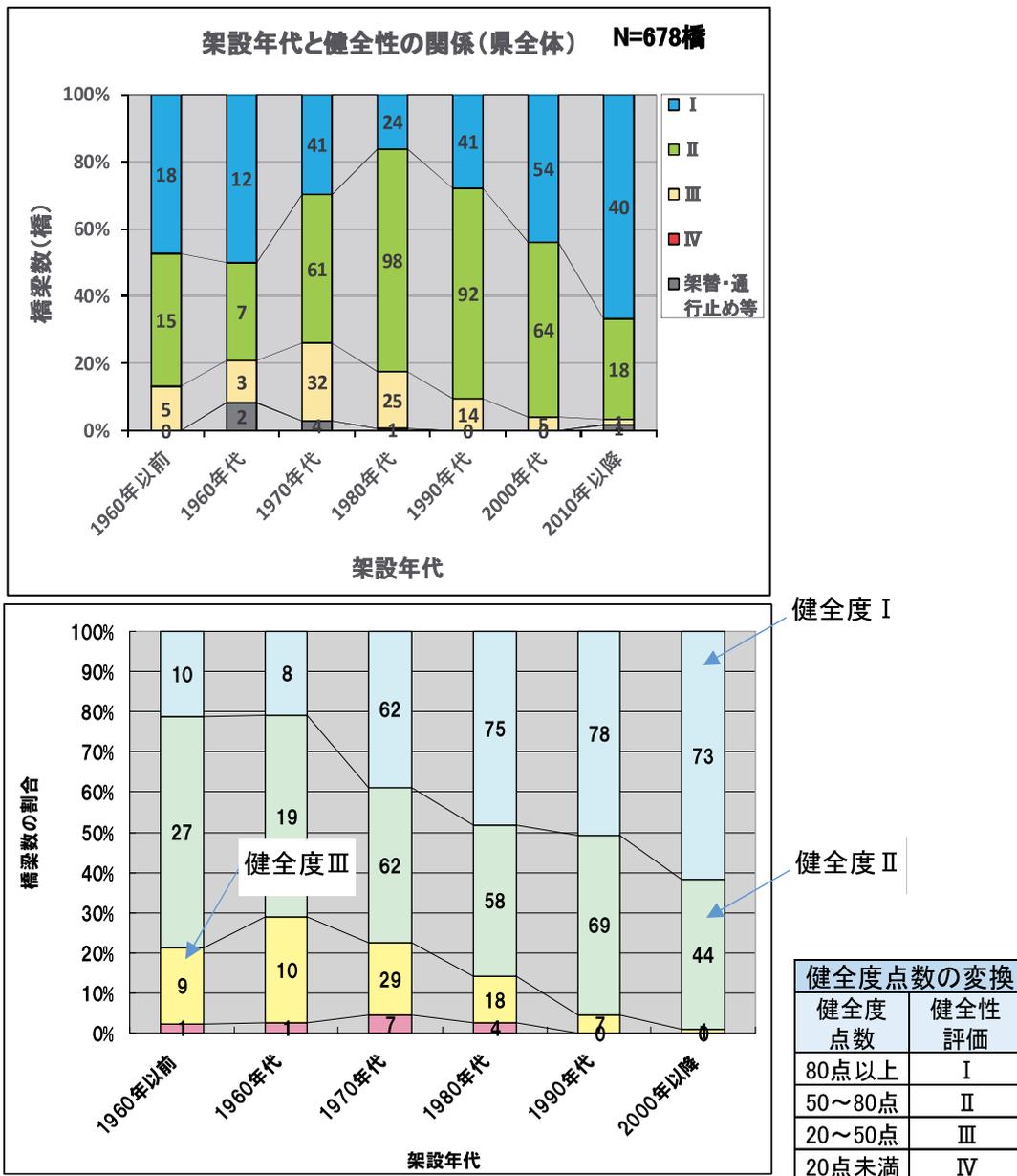


図-3 架設年次と損傷状況の関係

性がみられる結果となった。1970年代～1980年代は、本土復帰（1972年）直後にあたり、建設ラッシュに伴う人手や材料不足による施工品質の低下が影響している可能性がある。一方、1970年以前に架設された橋梁に関して健全度Iの橋梁が多くなっているが、これは対策が実施され、健全性が回復したことも影響していると推定される。平成21年度時と比較した場合、1970年以前については、Ⅲ判定橋梁が減少していることから、対策の実施により橋梁の健全度が回復したことを裏付けていると考える。

図 部材に着目した損傷状況について（主桁と床版）

次に部材に着目した損傷状況について説明する。今回、鋼部材の多い主桁と床版について抜粋した。

3.1 主桁

コンクリート部材は鋼部材よりもIの割合が多く健全な部材が多い反面、Ⅲの部材も多くなっている。鋼橋は塗替えにより健全性が回復する。一方、コンクリートは、一般的に鋼部材よりも潜伏期が長いことから、健全な期間が長く保たれるが、一旦、劣化が始まると損傷が進みやすい可能性が考えられる。(図-4) II評価の損傷は、腐食、防食機能の劣化といった鋼橋の損傷が多く認められた。一方、Ⅲ評価の損傷は、うき、ひびわれ、剥離・鉄筋露出といったコンクリート橋の損傷が多く認められた。腐食は塗替えにより健全性を回復することが出来るが、コンクリート部材では、うきやひび割れの状態では積極的に修繕が行われず、剥離・鉄筋露出に至ってから(Ⅲ判定となってから)修繕される傾向が強いため、IIとⅢで差異が生じたものと考えられる。(図-5)

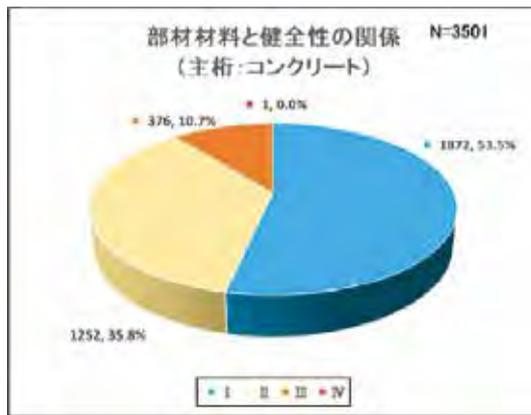
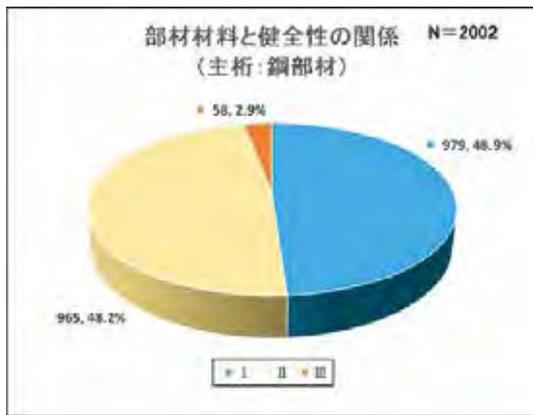


図-4 主桁における損傷状況

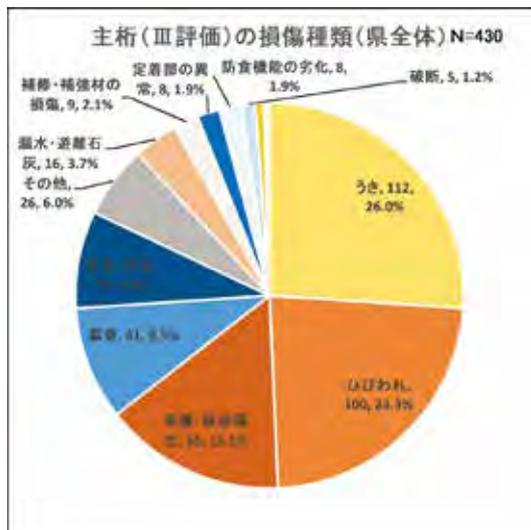
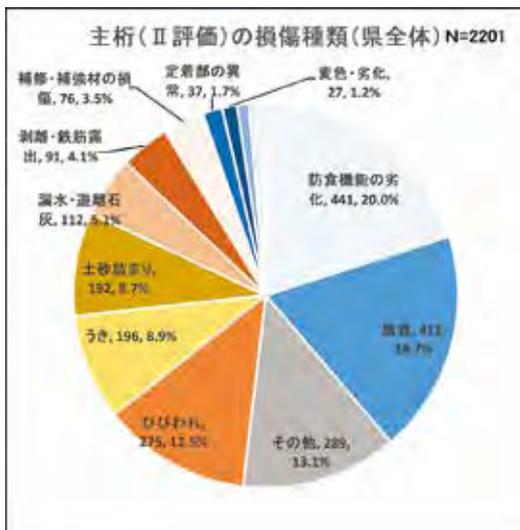


図-5 主桁における損傷種類

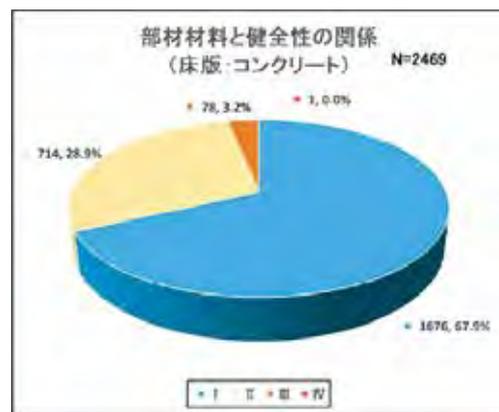


図-6 床版における損傷状況

3.2 床版

コンクリート橋の床版と鋼橋の床版とでは、後者の方が健全性が低くなる傾向が認められた。鋼橋の床版は、コンクリート橋に比べ部材厚が薄く、疲労の影響を受けやすいため、ひび割れが発生しやすい。そのため、疲労による損傷に加え、ひび割れから劣化因子が

浸透するため、劣化が早くなる傾向にあるものと考えられる。(図-6) また、床版は、大部分がコンクリート床版であるため、コンクリートの損傷が卓越しており、剥離・鉄筋露出や漏水・遊離石灰、うきが主な損傷種類となっている。II判定では、うき、漏水・遊離石灰が多くなっているが、III判定では剥離・鉄筋露出、う

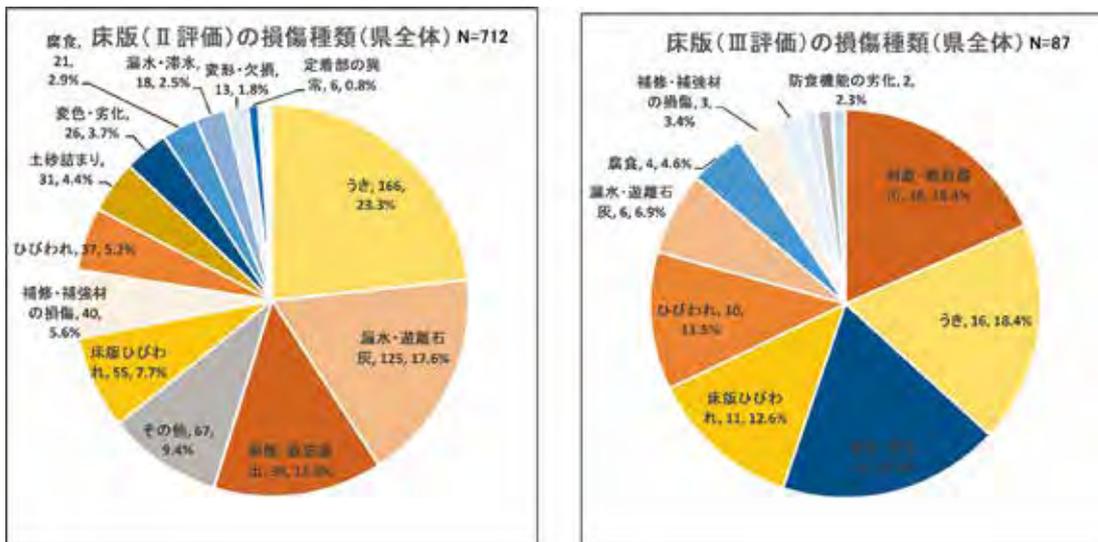


図-7 主桁における損傷種類

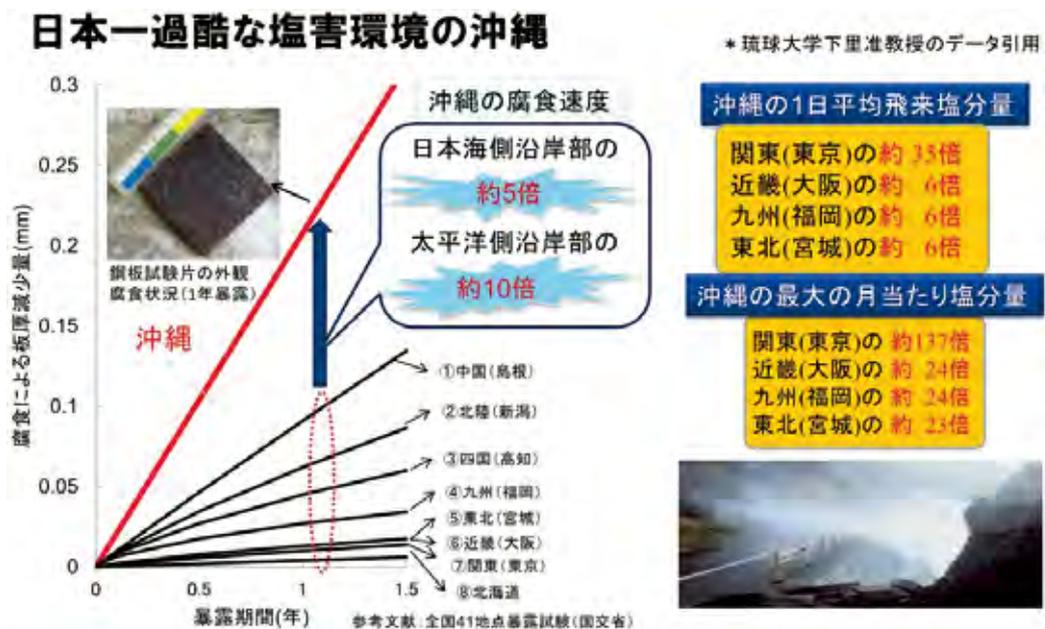


図-8 沖縄県の塩害環境

き、ひびわれが多くなっている。これは、Ⅱ判定で「うき」だった損傷が、剥離・鉄筋露出やひびわれに進行したためと考えられる。(図-7)

❑ 沖縄県内の鋼橋塗装・防食にかかる取組み

沖縄地区は、年間を通して気温や湿度が高いことや、海塩粒子の飛来量が多く、鋼材腐食が促進される地域であり、鋼材にとって厳しい環境条件である。(図-8)このような亜熱帯島しょ地域においては、鋼橋塗装の長寿命化が強く求められていることから、平成10年に有識者や道路管理者から構成される沖縄地区鋼橋塗装マニュアル検討委員会において、全国レベルの鋼道路塗装便覧を参考に、沖縄の地域特性を踏まえた鋼橋塗

装の技術的検討を行い、平成10年3月に『沖縄地区鋼橋塗装マニュアル』が作成されている。その後、『鋼道路橋塗装・防食便覧』(平成17年12月)の改訂等に併せて名称も変更し、『沖縄地区鋼橋防食マニュアル』(平成31年3月)として改訂されている。

次に、鋼桁下面の飛来塩分対策について紹介する。

(図-9)より、桁内部は飛来塩分の巻き込みにより、塩分が付着しやすい環境にあり、主桁外面のように雨がかりによる付着塩分の洗浄効果がないため、主桁外面に比べ腐食しやすい。図-10に示すように、例えば桁間に防食デッキを設置することにより、桁内部への飛来塩分の進入を防ぐことができる。また、塗装を内面塗装系にすることができる。さらに、デッキ上の歩

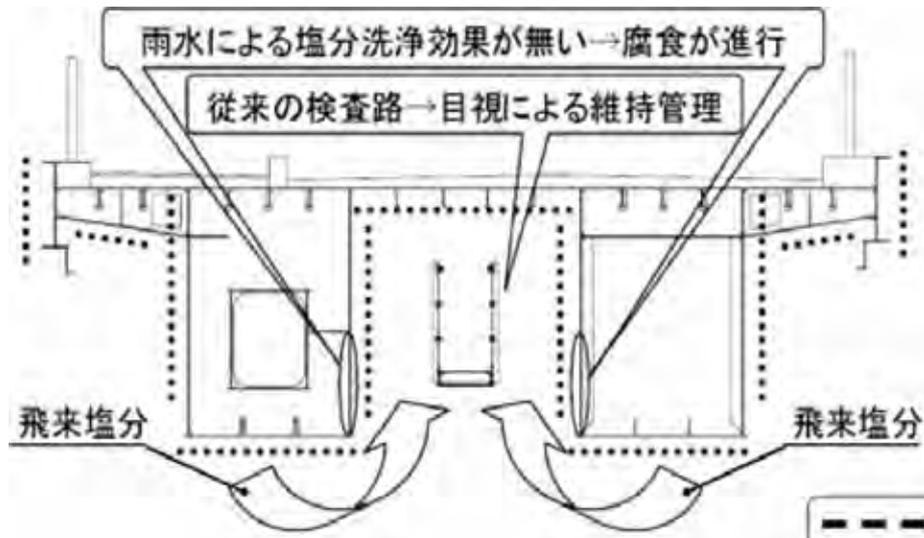


図-9 概念図（対策前）（出典：沖縄地区鋼橋防食マニュアル）

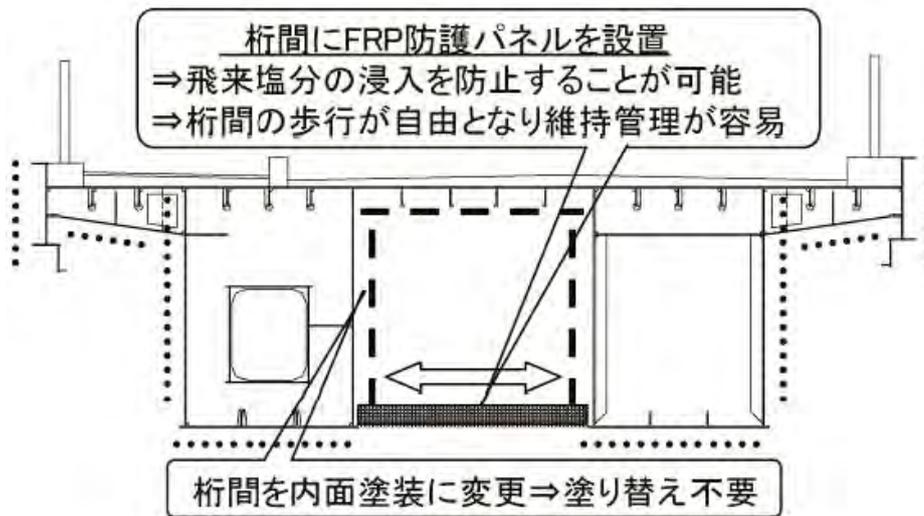


図-10 概念図（対策後）（出典：沖縄地区鋼橋防食マニュアル）



写真-1 橋梁の桁間の損傷状況例（県管理橋梁 M 橋）

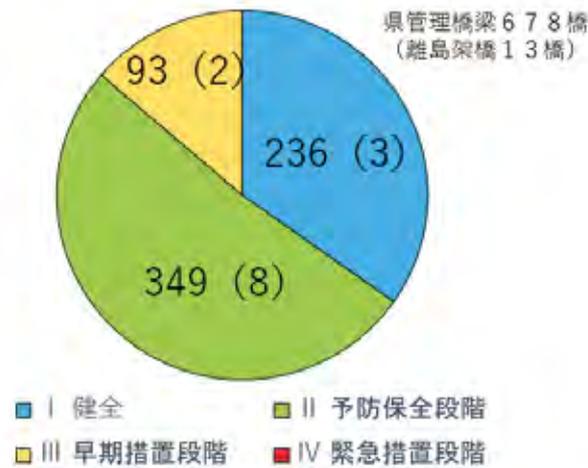


図-11 離島架橋の健全度

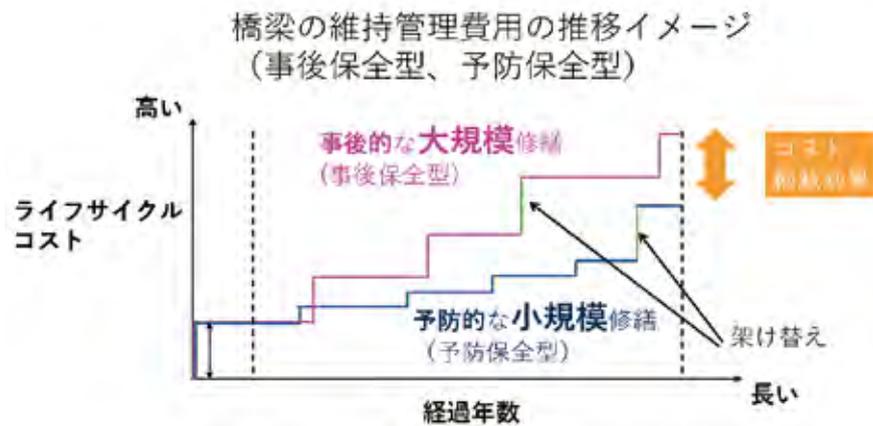


図-12 橋梁の維持管理費用の推移イメージ

行が可能となり、点検や調査など維持管理が容易となる利点も有している。進入口は、箱桁のマンホールより入り箱桁ウェブ面から桁間に入出入りすることにより、防食デッキ設置部の密閉性の向上が図られている。

沖縄地区防食マニュアルでは、多機能防食デッキの防食性能確認試験等の結果より防食性能を評価しており、桁内外の飛来塩分量の測定結果は、多機能防食デッキによる飛来塩分の遮断効果や内部の濡れ時間の低減効果が明らかとなっていることから、沖縄地区等の過酷な腐食環境となる鋼橋に対して、多機能防食デッキによる環境改善は極めて有効となっている。なお、本県管理橋梁(写真-1)の補修として、多機能防食デッキを施工予定である。

目 おわりに

全国でも唯一の島しょ県である沖縄県では、県管理橋梁 678 橋のうち、離島架橋は 13 橋ある。そのうち、11 橋が健全度 I、II の構造物に支障が生じていない状

態、2 橋が健全度 III 以上の構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態となっている。離島架橋は迂回路がなく、補修費用も莫大となるため、老朽化が進行する前に修繕措置が必要である。(図-11)

沖縄県は前述のとおり、塩害が進行しやすい環境であり、海上に位置する離島架橋は損傷の程度が小さい段階で修繕・耐震補強等を行う「予防保全型」の維持管理が必要となるため、速やかに III 判定橋梁の補修を行い、予防保全型インフラメンテナンスへの転換を図る必要がある。(図-12)

離島架橋の維持管理については、離島における生活環境の改善及び産業等の振興を図る観点から県政の重要な課題となっている。今後も引き続き、沖縄地区防食マニュアル等の沖縄地区の特性を生かしたマニュアルを活用し、さらなる橋梁の長寿命化に取り組んでいきたい。

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

山本 一貴¹⁾ 石原 陽介¹⁾

1 はじめに

首都高速道路（以下首都高という。）では、鋼橋の塗装塗替え工事中に発生した二度の火災受け、2017年8月より現場塗装工事に用いる塗料は防食下地を除き、水性塗料を用いることとしている。その後、2019年7月には、水性有機ジンクリッチペイントの採用および現場塗装におけるミストコート¹⁾の廃止によって、現場塗装に用いる塗料はすべて水性塗料としている。首都高で使用される水性塗料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、その性能は、首都高独自の要領¹⁾に定めている品質規格試験により規定している。しかし、水性塗料の橋梁分野への施工事例は僅かであるため、施工時に発生した事象、実環境における耐久性および劣化の過程等、まだ不明な点が多い。一方で、首都高では塗装塗替え工事などの現場塗装で2017年以降、100万m²以上の施工実績がある。

本稿では、これまでに首都高の工事にて水性塗料を用いた現場で発生した特異な事例を紹介すると共に、水性塗料の長期耐久性の検証を目的として塗装した試験体の屋外暴露試験について、3年経過時点の状況について述べる。

2 水性塗料の施工現場における特異事例

ここでは、標準仕様として要領に規定していない弱溶剤形有機ジンクリッチペイント（以下弱溶剤形ジンクという。）と水性エポキシ樹脂塗料の塗り重ねにおいて、ふくれが発生した事例を紹介する。

2.1 特異事例（ふくれ）の発生状況

ふくれが発生した工事は、上部構造の補強のため新たに部材を設置し、その部材に対して水性塗料を現場塗装するものであった。ふくれは部材の端部、ボルト部および添接部等、塗料が溜まりやすく、設計塗布量よりも厚膜になりやすい箇所で見られた（写真-1）。

水性塗料は防錆油が塗布されたボルト上に直接塗布すると付着しないと考えられることから、本現場においてはボルトおよび添接板に対して、面粗しを行った後、弱溶剤形ジンクを塗布し、その上に、水性塗料を塗布する仕様としている（表-1）。現場にて確認されたふくれ部の塗膜を撤去してみると防食下地である有機ジンクリッチペイント層が現れたことから、ふくれは防食下地と下塗塗料の層間で発生していると推察された（写真-2）。



a) 部材端部のふくれ



b) 添接部のふくれ



c) ボルト部のふくれ

写真-1 ふくれの状況

1) 首都高速道路株式会社 技術部 技術推進課

表-1 現場の塗装仕様

塗装工程	塗料名	目標膜厚(μm)
防食下地	弱溶剤形有機ジンクリッチペイント	75
下塗1	水性エポキシ樹脂塗料	60
下塗2		60
下塗3		60
下塗4		60
中塗	水性エポキシ樹脂塗料中塗	30
上塗	水性ふっ素樹脂塗料	25



写真-2 ふくれ撤去後の状況

2.2 室内試験による原因究明

ふくれは夏の気温が高い時に発見されたことから、その原因究明のため、塗装した試験体を恒温恒湿度槽において高温かつ多湿条件で養生することにより、ふくれを再現することを試みた。室内試験では、本現象が生じたメーカーの弱溶剤形ジンク、比較用としてふくれ現象が確認されていない強溶剤形有機ジンクリッチペイント（以下強溶剤形ジンクという。）および水性有機ジンクリッチペイント（以下水性ジンクという。）の3種類を用いることとした。添接板部等の厚塗りとなりやすい箇所ではふくれが生じていたことを踏まえ、試験条件は、防食下地の膜厚を標準（75μm）と過膜厚（150、225μm）とし、下塗りである水性エポキシ樹脂塗料の膜厚を標準（240μm）と過膜厚（480μm）を組み合わせたこととした。ただし、弱溶剤形ジンクは膜厚150μmでふくれが生じると予想されたため225μmの条件では試験を行っていない。塗装間隔はいずれも1日とした。試験体への塗装実施後に恒温恒湿度槽（50℃、98% RH）で養生し、1、3、7日後にふくれの状態を確認した（表-2）。試験の結果、弱溶剤形ジンクおよび下塗が標準膜厚の場合、ふくれは生じないものの、弱溶剤形ジンクもしくは下塗のいずれかが過膜厚となった場合、試験体の全面にふくれが生じた（写真-3）。これは弱溶剤形ジンクに含まれる溶剤（ミネラルスピリット）の疎水性が非常に高く、蒸発速度

表-2 室内試験結果

No	防食下地の種類	防食下地膜厚(μm)	下塗膜厚(μm)	養生日数(50℃, 98%)		
				1日	3日	7日
1	弱溶剤形ジンク	75	240	—	—	—
2			480	—	△	×
3		150	240	△	△	×
4			480	△	×	×
5	強溶剤形ジンク	75	240	—	—	△
6			480	—	—	—
7		150	240	—	—	—
8			480	—	—	△
9		225	240	—	△	△
10			480	△	△	△
11	水性ジンク	75	240	—	—	—
12			480	—	—	—
13		150	240	—	—	—
14			480	—	—	—
15		225	240	—	—	—
16			480	—	—	△

△：わずかにふくれ有 ×：全面にふくれ有



写真-3 No4の試験結果



写真-4 No16の試験結果

が遅いため下塗の内側に溶剤が残存し、それが膨張することでふくれが生じたと考えられる。一方、強溶剤形ジンクと水性ジンクでは著しいふくれは確認されなかった（写真-4）。強溶剤形ジンクに用いられる溶剤は蒸発速度が速いため、下塗の内側に残存しにくいことに加え、親水性が高いため下塗塗膜を透過しやすいことから、ふくれが発生しにくいと考えられる。ま



a) 塗装直後

b) 7日経過後直後

c) 11日経過後直後

写真-5 ふくれの再現試験結果

表-3 ふくれ発生メカニズム

ふくれ発生メカニズム	添接板部に弱溶剤形ジンクを塗布した後、溶剤が部材の隙間に流れ込む。	水性エポキシ樹脂塗料を弱溶剤形ジンク上に塗布することにより、溶剤の大気への拡散が抑制され、内部に溶剤が滞留する。	外気温の上昇に伴い、滞留した溶剤のガス化が促進されるが、水性エポキシ樹脂塗料により大気への拡散が抑制され、ふくれが生じる。
イメージ図			

た、水性ジンクでもふくれが生じていないのは水性ジンクの揮発成分が水であるために親水性が高く、水性塗料である下塗を透過しやすいためと推察される。

上述の通り、ふくれの原因は防食下地の揮発成分である溶剤に起因すると推定できたことから、添接板部を模擬した試験体によるふくれの再現試験を実施した。再現試験には、母材と添接板にボルト1本を設けた試験体に対して、無機ジンクリッチペイント (75 μ m) を塗布した後、標準膜厚の2倍の弱溶剤形ジンク (150 μ m) と下塗 (480 μ m) を塗布し、50℃、湿度90%環境下に設置し、塗膜の状態を観察した。観察の結果、7日後にふくれの発生が認められ、11日後にはふくれがさらに進展した (写真-5)。

前述したふくれの発生原因の通り、添接板内に滞留した溶剤が下塗を塗布することで大気中への拡散が抑制され、気温の上昇に伴い、溶剤がガス化することでふくれが生じたと考えられる (表-3)。

これらの対策として、防食下地と下塗に対する膜厚の管理等が考えられるが、首都高においては2019年より防食下地に水性ジンクを採用したことに加え、添接板等に用いるボルトは水性塗料が付着することを確認した防錆ボルトを採用することを規定している。さらに、前述の室内試験にて水性ジンクが過膜厚となった場合でも、ふくれが生じないことを確認しており、こ

れまで水性有機ジンクを用いた施工現場でふくれは確認されていない。以上から、首都高で標準としている水性ジンクと水性エポキシ樹脂塗料の塗り重ねではふくれは生じないと考えられる。

3 屋外暴露試験による水性塗料の長期耐久性検証

水性塗料の長期耐久性の検証を目的として、水性塗料を塗布した試験体を製作し、大気暴露試験を行っている。ここでは、大気暴露開始から3年経過した時点の塗膜の状態について紹介する。

3.1 大気暴露試験の概要

暴露試験に用いた試験体は、2主桁の鋼I桁橋を模擬した橋梁模擬試験体 (写真-6) および鋼I桁橋の主桁を模擬したH型鋼試験体 (写真-7) である。また、暴露試験は、海岸線からの距離が異なる湾岸部と内陸部で行い、環境の違いによる劣化進行度の差異も確認している。試験体の塗装は、首都高の塗装塗替え工事を想定した塗装仕様とした。

(1) 橋梁模擬試験体

試験体に長油性フタル酸樹脂系さび止め塗料を塗布した後、6ヵ月間の屋外暴露を行い、塗装塗替え時の劣化した塗膜を再現した。その後、サンドディスクサ



写真-6 橋梁模擬試験体



写真-7 H型鋼試験体

ンダーによる素地調整3種 (St2.0) を行い、表-3 に示す仕様により塗装した。試験体は、水性塗料と溶剤形塗料を試験体の半分ずつ塗り分け、溶剤形塗料に対する水性塗料の耐久性を検証している。塗料は、同一メーカーの製品を使用した。

(2) H型鋼試験体

試験体にブラスト面形成動力工具を用いて素地調整1種相当 (Sa2) を行い、鋼材面を露出させた。これにより、塗替え時に既存の塗膜をすべて除去した状態を再現した。その後、表-4 に示す仕様にて塗装した。防食下地を除く塗料は水性塗料を用い、上塗りには首都高で標準採用しているポリウレタン樹脂塗料とふっ素樹脂塗料とし、耐候性を検証した。また、試験体には塗料メーカー3社の製品を用い、製品による違いも確認することとした。

3.2 塗膜調査・評価方法

塗膜調査は、大気暴露開始時点から1、2、3年経過時に実施した。調査項目は、外観、付着力 (1年経過時のみ)、鏡面光沢度であり、鋼構造物塗膜調査マニュアル2) に準じて調査している。外観は目視にて確認し、塗膜の防食性 (発錆、割れ、ふくれ等) と景観性 (変色、汚れ等) を評価した。また、H型鋼試験体では白亜化の評価も行っており、粘着テープを塗膜面に貼付け、剥がした後の粘着テープの白濁の程度を

表-3 橋梁模擬試験体の塗装仕様

a) 溶剤形の塗装仕様

工程	塗料名	膜厚 (μm)	塗布方法
下塗1,2	変性エポキシ樹脂塗料下塗	120	ローラー
中上兼用	厚膜型ポリウレタン塗料上塗	70	

b) 水性の塗装仕様

工程	塗料名	膜厚 (μm)	塗布方法
下塗1,2	水性エポキシ樹脂塗料	120	ローラー
中塗	水性エポキシ樹脂塗料中塗	30	
上塗	水性ポリウレタン樹脂塗料	25	

表-4 H型鋼試験体の塗装仕様

a) ポリウレタン系の塗装仕様

工程	塗料名	膜厚 (μm)	塗布方法
防食下地	有機ジンクリッチペイント	75	ローラー
下塗1,2	水性エポキシ樹脂塗料	120	
中塗	水性エポキシ樹脂塗料中塗	30	
上塗	水性ポリウレタン樹脂塗料	25	

b) ふっ素系の塗装仕様

工程	塗料名	膜厚 (μm)	塗布方法
防食下地	有機ジンクリッチペイント	75	ローラー
下塗1,2	水性エポキシ樹脂塗料	120	
中塗	水性エポキシ樹脂塗料中塗	30	
上塗	水性ふっ素樹脂塗料	25	

0 (健全) ~ 3 (劣化) の4段階で評価した。付着力はアドヒージョンテストにより測定した。得られた結果は、塗装仕様および測定面ごとに平均値を算出し、2.0N/mm²を閾値として評価した。ただし、付着力は、アドヒージョン試験を行った箇所に対して部分補修が必要となることから、他調査項目への影響を考慮し、1年目のみ実施している。鏡面光沢度は、ハンディ型の測定器を用いて測定した。得られた結果は、塗装仕様ごとに平均値を算出し、暴露開始時の鏡面光沢度に対する光沢保持率の指標により劣化程度を評価した。付着力は、橋梁模擬試験体では桁の外側と内側で測定し、H型鋼試験体では片面で測定している。鏡面光沢度は、いずれの試験体も片面で測定しており、橋梁模擬試験体は桁の外側を測定した。

3.3 塗膜調査結果

(1) 橋梁模擬試験体

外観調査の結果、いずれの試験体も発錆等はなく防食性に関する変状は確認されてなかったものの、湾岸部で白亜化の進行が確認された。白亜化の進行は、溶剤形塗料よりも水性塗料の方が僅かに進行していた(表-5)。

設置初期と1年経過時点の付着力を図-1に示す。1年経過時の付着力は暴露環境、塗装仕様によらず5.0N/mm²以上であり、すべての試験体で2.0N/mm²以上を有し、設置初期からの付着力の低下は認められない。今後は、5年経過後に付着力を測定する予定である。

暴露開始から3年後までの光沢保持率の推移を図-2に示す。3年後の光沢保持率は、溶剤形塗料よりも水性塗料の方が若干低くなっていた。また、いずれの塗装仕様も内陸部よりも湾岸部の方が低くなっていた。この傾向は、白亜化の進行と関連性がみられ、白亜化の進行により塗装面の平滑性が失われた影響であると考えられる。

なお、1年後から2年後の光沢保持率の推移がほぼ横ばいとなっているが、これは2年後以降の光沢度は水洗により塗装面の汚れ等を排除した後に計測したためであると考えられる。光沢保持率は、塗装面の汚れ等

を排除した光沢度により評価すべき²⁾であり、今後も水洗後に測定した光沢度で光沢保持率の低下程度を評価する。

(2) H型鋼試験体

外観調査の結果、湾岸部の一部の試験体にもらい錆による点錆が確認されたが、塗膜は健全な状態を維持していた。

設置初期と1年経過時点の付着力を図-3に示す。付着力をメーカー別に見ると、付着力に差があるものの、暴露環境、塗装仕様によらず、1年経過時点の付着力は2.8N/mm²以上であり、すべての試験体で2.0N/mm²以上を有していた。今後、5年経過後に付着力を測定する予定である。

暴露開始から3年後までの光沢保持率の推移を図-4に示す。3年後の光沢保持率は、塗装仕様の違いによる明確な差はみられなかった。1年後から2年後の光沢保持率の推移は、橋梁模擬試験体と同様にほぼ横ばいとなっている。湾岸部では、2年後から3年後の光沢保持率の推移もほぼ横ばいとなっている。

3年間の暴露試験により確認された水性塗料の主な塗膜の劣化は、橋梁模擬試験体の白亜化であった。ただし、溶剤形塗料も水性塗料と同様に白亜化が進行しており、水性塗料の方が進行しているものの、その差は僅かであった。付着力は、1年経過時点において、

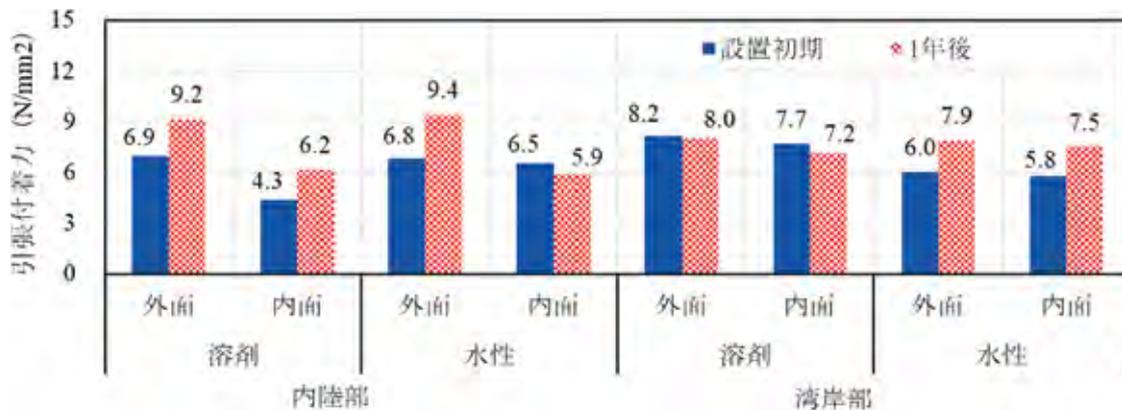


図-1 付着力 (橋梁模擬試験体)

表-5 白亜化の調査結果 (橋梁模擬試験体)

暴露環境	塗装仕様	経過年数		
		1年後	2年後	3年後
内陸部	水性塗料	0	0	0
	溶剤系塗料	0	0	0
湾岸部	水性塗料	1	2	2
	溶剤系塗料	0	1	2

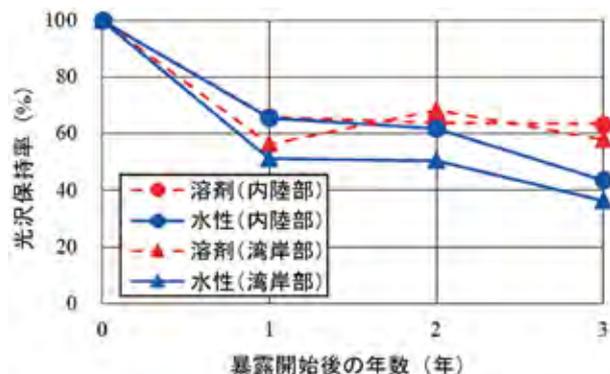


図-2 光沢保持率の推移 (橋梁模擬試験体)

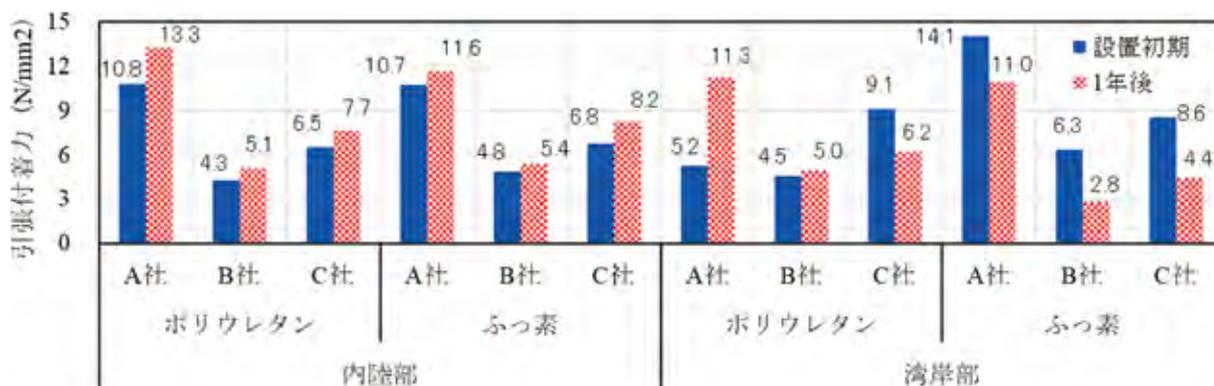


図-3 付着力 (H型鋼試験体)

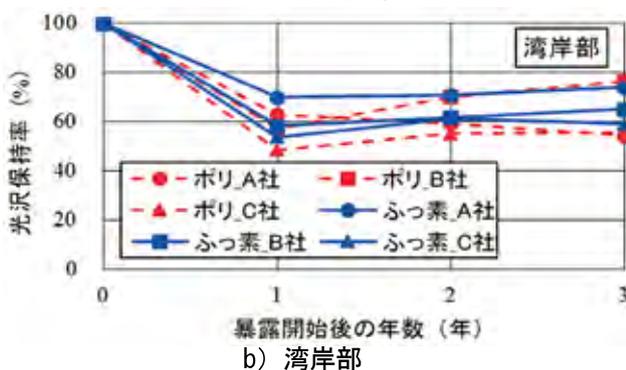
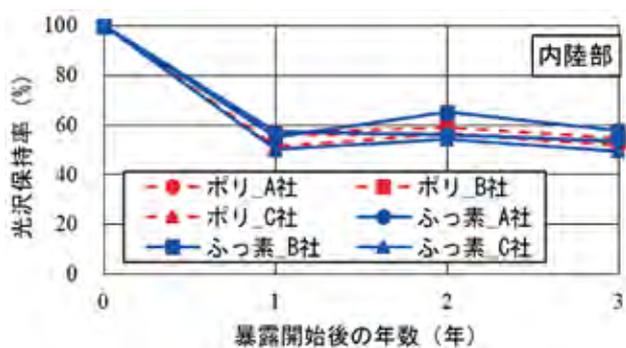


図-4 光沢保持率の推移 (H型鋼試験体)

いずれの塗装仕様、メーカーも劣化は認められない。光沢保持率は、いずれの塗装仕様、メーカーも低下は

認められるが、明確な差や傾向はみられなかった。以上の結果から、付着力は1年経過時のみでの測定であるものの、3年経過時点の水溶性塗料は溶剤形塗料と同等程度の耐久性を有していると考えられる。

今後も大気暴露試験を継続し、塗装仕様、メーカー等の違いによる劣化進行度の差および耐久性を検証する予定である。

4 おわりに

本稿では、水性塗料に関して、施工現場で発生した特異事例と3年間の屋外暴露試験結果について記述した。

首都高の塗装塗替え工事において、今回紹介したような特異事例はあったものの、これまでに100万m²を超える面積に対して水性塗料にて施工を行い、施工後の品質に対する著しい問題は生じていない。今後も、引き続き水性塗料の施工現場の観察や屋外暴露試験を継続して実施していき、水性塗料に関する知見を蓄え、発信していきたいと考えている。

水性塗料は橋梁分野での採用は僅かであるものの、安全であり、排出されるVOCの低減により環境への影響低減にも寄与する塗料であることから、今後さまざま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参考になれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 首都高速道路(株): 鋼橋塗装設計施工要領、2021.10
- 2) (一社)日本鋼構造協会: 鋼構造物塗膜調査マニュアル、2018年2月1日改正

塗装鋼橋における塗膜の定量的健全性評価手法の検討

坂本 達朗¹⁾ 鈴木 隼人²⁾

1. はじめに

鉄道橋や道路橋などに代表される鋼橋の防食には、一般的に塗装が用いられている。このとき使用される塗料は、様々な材料を原料とした複合材料であり、多くの塗料には油脂や樹脂として有機化合物が使用されている。有機化合物は大気中の水分や酸素と反応して加水分解や酸化などを生じ、脆化・劣化する。このため、塗装された鋼橋においても、塗膜の劣化程度に応じて塗替えが実施される。

塗装された鋼橋の塗替えでは、塗装前の素地調整作業において、さびや劣化した旧塗膜のみを除去し、健全な旧塗膜を残して防食に寄与させる方法が採用される場合がある。ただし、劣化した旧塗膜の上に塗装を施すと再度の塗膜劣化が早期に発生することが懸念されることから、素地調整作業にあたっては、旧塗膜の健全性を適切に評価する必要がある。

現場で実施可能な塗膜の健全性評価試験には、JIS K 5600-5-6「塗料一般試験方法 - 第5部：塗膜の機械的性質 - 第6節：付着性（クロスカット法）」に準じた基盤目試験や、JIS K 5600-5-7「塗料一般試験方法 - 第5部：塗膜の機械的性質 - 第7節：付着性（プルオフ法）」に準じたアドヒージョン試験が存在する。ただし、

前者は手作業のため試験結果にばらつきを生じやすく、後者は測定までに時間を要するなど、現状では旧塗膜の健全性を簡便かつ定量的に評価する手法が存在しない。このため、長期間の供用によって経年した旧塗膜が残存する鋼橋では、劣化した旧塗膜がそのまま塗替えされることがあり、塗替え後、早期に割れや剥がれが生じるケースが散見される状況にある（図1）。

こうした状況に鑑み、筆者らは、新規の塗膜健全性評価手法の開発を目的として、前述した基盤目試験を発展させた新規手法を検討している。本資料では新規手法の概要について述べるとともに、廃用された鋼鉄道橋の塗膜に対して新規手法およびアドヒージョン試験と基盤目試験を実施した際の比較結果について述べる。

2. 新規手法の概要

割れや剥がれといった塗膜変状が生じる要因の一つには、図2に示すように劣化した旧塗膜の上に塗布した塗料が造膜する際の体積収縮によって塗膜に内部応力が蓄積することが挙げられる²⁾。塗り重ねにより蓄積された内部応力に伴って発生するせん断方向の力が劣化した塗膜に作用すると、塗膜自体が比較的脆弱となっている箇所では図2(a)に示すように割れが発生し、塗膜/塗膜間あるいは塗膜/鋼材間で付着力が低



割れの発生事例



剥がれの発生事例

図1 鋼橋で生じた塗膜の早期の割れや剥がれの発生例¹⁾

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

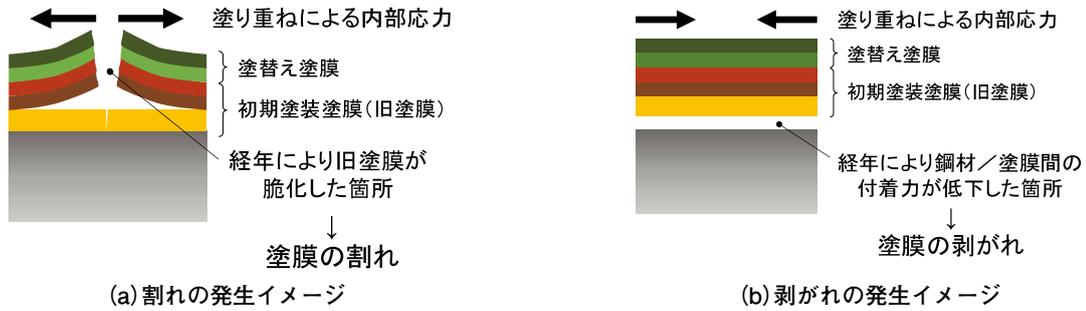


図2 塗り重ねに伴う塗膜の変状イメージ

くなった箇所では図2(b)に示すように剥離が発生すると思われる。

図2に示すような塗膜の変状メカニズムを考慮すると、塗膜の健全性は塗膜へせん断方向の力を作用させた場合の塗膜の剥離挙動によって評価できると考えられる。前章で述べた碁盤目試験は、カッターで塗膜に碁盤目状の傷を導入することで塗膜へせん断方向の力を作用させる方法を採用しており、上述の考えに基づいた試験方法と言える。そこで新規手法については、碁盤目試験をベースとした試験方法を検討した。

碁盤目試験で用いるカッターの刃先は楔（くさび）状であり、塗膜に傷を導入する際には刃先が塗膜へ押し込まれることにより、塗膜にせん断方向の力が作用する（図3）。ただし、手作業でカッターを取り扱うと、カッターの押し込み力が都度異なるほか、カッターの導入角度が一定ではなくなるなど、せん断方向の力にばらつきが生じると考えられる。そこで、新規手法で

は図4に示す楔状の工具とそれを垂直に塗膜へ接触させるための受け治具を作製した。これらを用いて楔状工具に一定の荷重を載荷することで、塗膜へせん断方向の力を定量的に作用させることが可能になると考えられる。

3. 新規手法の妥当性評価試験

3.1 試験方法

提案した新規手法は現場での使用を想定しているものの、この手法の妥当性を評価するためには、楔状工具に負荷された荷重に対する塗膜の挙動を定量的に把握する必要がある。そこで本試験では材料試験機を用いた室内での静的載荷試験を実施し、この手法の妥当性を評価することとした。

3.1.1 試験体

試験体には、50年以上供用された後に廃用された鋼鉄道橋から約220mm×120mmの寸法で切出した鋼材

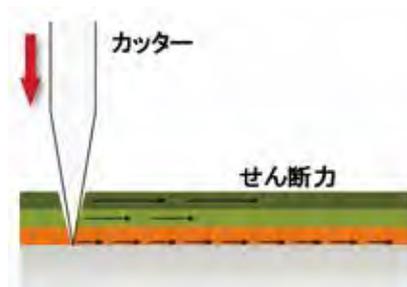


図3 カッターによる傷導入時のイメージ

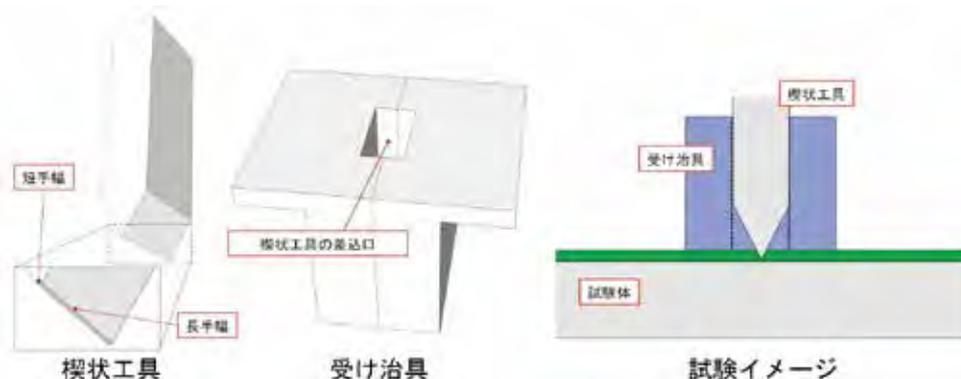


図4 楔状工具および受け治具の概要

を用いた。塗膜断面観察の結果、総膜厚は約 300 μ m であり、新設時の塗膜はすでに除去されていて 3 回分の塗替え塗膜で構成されている。塗装履歴によると塗替えは 1963 年度、1977 年度、1999 年度であり、当時の指針類^{1,3)}を参考にすると表 1 に示す塗装系①が 2 回、その上に塗装系②が 1 回適用されていると考えられる。なお、両塗装系とも第 1 層目はタッチアップとして鋼材露出部にのみ用いられるものであり、旧塗膜が残存する場合には適用しない。このため、1977 年度に適用された塗装系①と、1999 年度に適用された塗装系②では、双方とも第 2～第 4 層のみが適用されていると考えられる。

このような試験体に対して、塗膜を促進劣化させる温湿度条件である 75 $^{\circ}$ C、85% RH 下に曝し、塗膜の劣化程度の異なる試験体を準備した⁴⁾。曝露期間は 0、49、77 日とし、3.1.2 項で述べる基盤目試験で塗膜の付着性を評価した結果、塗膜の残存面積率がそれぞれ 80%、50%、20%程度となった。

3.1.2 楔状工具の载荷条件

楔状工具の载荷条件の設定にあたって事前試験を実施した結果、楔状工具の押し込み速度を低くすると塗膜破断時の荷重が小さくなる傾向にあった。このため、本試験では塗膜の破壊挙動を精緻に観察するため、楔状工具の押し込み時間が数分となるような条件として、楔状工具の押し込み速度を 0.1mm/min とした。なお、試験中は楔状工具の押し込み量と静的荷重を確認すると

もに塗膜状態を目視で確認した。試験状況を図 5 に示す。

楔状工具の先端が塗膜に接触する際の接触面積の影響を把握するため、図 4 に示す先端部の短手幅と長手幅が異なる楔状工具として、先端が鋭利な場合（先端幅 0.01mm）と、先端が平坦となるように短手幅を 0.25mm、0.45mm、0.65mm とした場合の工具を準備した。このときの長手幅はいずれも 20mm である。ただし、長手幅の影響も確認するため、短手幅を 0.45mm に固定し、長手幅を約 2～9 mm の範囲で調整した工具も準備した。

従来の評価試験との比較にあたっては、楔状工具の近傍で基盤目試験による塗膜残存面積率の測定と、アドヒージョン試験による塗膜破断時の引張強さの測定をあわせて実施した。このとき、あらかじめ電動工具を用いて鋼素地まで達する傷を格子状に導入し、楔状工具の押し込みや各種付着性評価試験による塗膜への外力の作用が格子内に収まるようにした（図 6）。なお、基盤目試験では幅 10mm、2 \times 2 マスのカッター傷を導入したが、この作業は同一作業者が実施し、試験結果に個人差によるばらつきが生じないようにした。

3.2 試験結果と考察

3.2.1 先端幅の影響

先端幅 0.01mm の楔状工具を用いた場合の押し込み量に対する荷重の関係（n = 2）を図 7 に示す。押し込み量

表 1 塗装系①、②の塗装工程

工程	塗装系①		塗装系②	
	塗料名	標準塗布量 (g/m ²)	塗料名	標準塗布量 (g/m ²)
第 1 層 ^注	鉛系さび止めペイント	140	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	220
第 2 層	鉛系さび止めペイント	140	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	220
第 3 層	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	110	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料	220
第 4 層	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	105	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料上塗	220

注：双方の塗装系とも第 1 層目はタッチアップであり、旧塗膜上には使用しない。

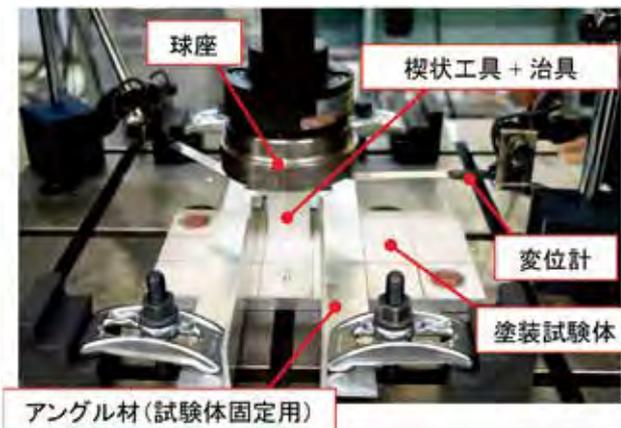


図 5 試験状況

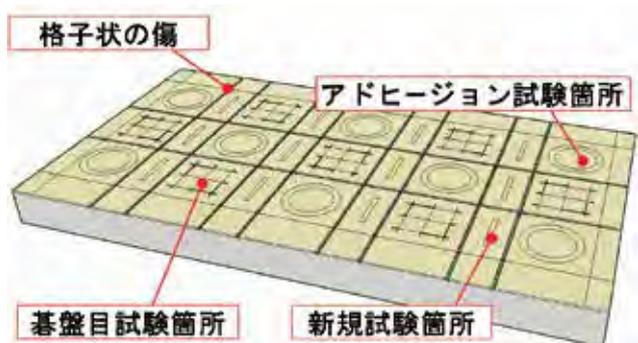


図 6 試験体の使用状況

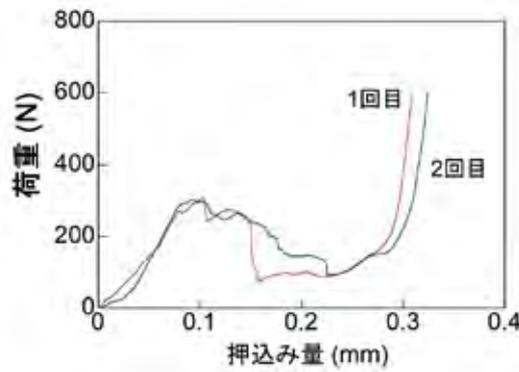


図7 押込み量に対する荷重の関係

約 0.1mm でピークが見られ、この段階で塗膜の割れが確認された。このため、ピーク時の荷重が塗膜の脆化程度や付着力に関係すると考えられる。また、押込み量と荷重の関係は 1 回目と 2 回目の両方ともほぼ同じ挙動を示すほか、ピーク時の荷重も概ね一致することが分かった。これらの結果から本試験の再現性は高いと言える。

次に、楔状工具の先端形状を変えて試験を実施した。3.1.2 項で述べたように、長手幅を 20mm に固定して短手幅を 0.01 ~ 0.65mm とした場合と、短手幅を 0.45mm に固定して長手幅を 1.96mm ~ 8.64mm とした場合における、ピーク時の荷重と工具先端の面積の関係を図8 および図9 に示す。これより、いずれの場合においても工具先端の面積とピーク時の荷重は線形の関係にあることが確認された。したがって、この試験で実施した範囲の先端形状においては楔状工具を塗膜に対して一定の応力で押し付けることによって塗膜が破壊されると考えられる。なお、図8 と図9 は別々の試験体に対して実施した試験結果であり、各々の回帰直線の傾きは図8 の場合には約 150MPa、図9 の場合には約 200MPa であった。これより、本試験で用いた試験体の塗膜については約 150 ~ 200MPa で楔状工具を押し付けることで塗膜が破壊されるものと考えられる。

3.2.2 従来の評価試験との比較

新規手法におけるピーク時の荷重と、隣接した箇所で行った基盤目試験およびアドヒージョン試験を対比した結果を図10 に示す。新規手法では工具先端形状に関わらず、基盤目試験およびアドヒージョン試験との間に強い相関を示すことが確認された。したがって、新規手法によって塗膜の付着性を定量的に評価できる見通しを得た。

なお、新規手法によるせん断方向への力の作用には膜厚が影響し、薄い膜厚では作用が少ないと考えられる。このためアドヒージョン試験のようにせん断方向の力を考慮しない試験の場合、膜厚によっては測定結果が相関しない可能性がある。そこで、準備した試験体のうち比較的厚い膜厚の部分抽出し、サンドペーパーで塗膜を部分的に半分となるまで削ることで、膜厚がおよそ 450 μ m と 250 μ m の範囲を作製した。当該範囲において楔状工具の静的載荷とアドヒージョン試験を実施した試験結果を図11 に示す。薄い膜厚であるほど新規手法でのピーク時の荷重が高い傾向にある。これは、せん断方向の力が当初の膜厚の場合と比較して相対的に小さくなったためと考えられる。一方、アドヒージョン試験による破断時応力は膜厚の影響を受けにくく、およそ 6 ~ 7 MPa といった範囲に結果が集まった。このように膜厚が異なる箇所で行った試験を実施し

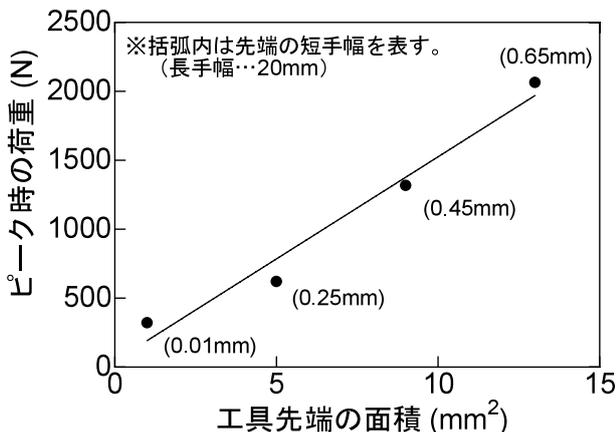


図8 先端の短手幅を変えた場合の接触面積と破断力の関係

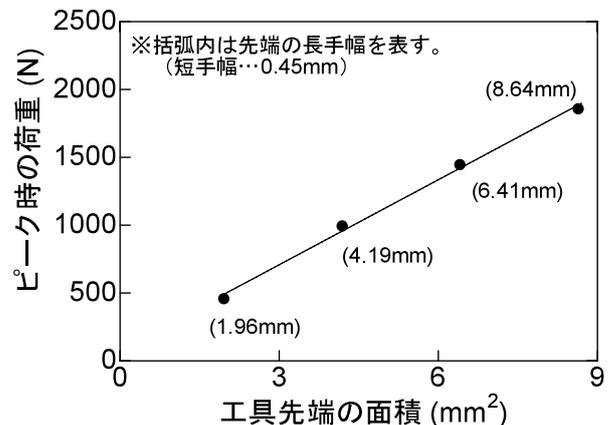


図9 先端の長手幅を変えた場合の接触面積と破断力の関係

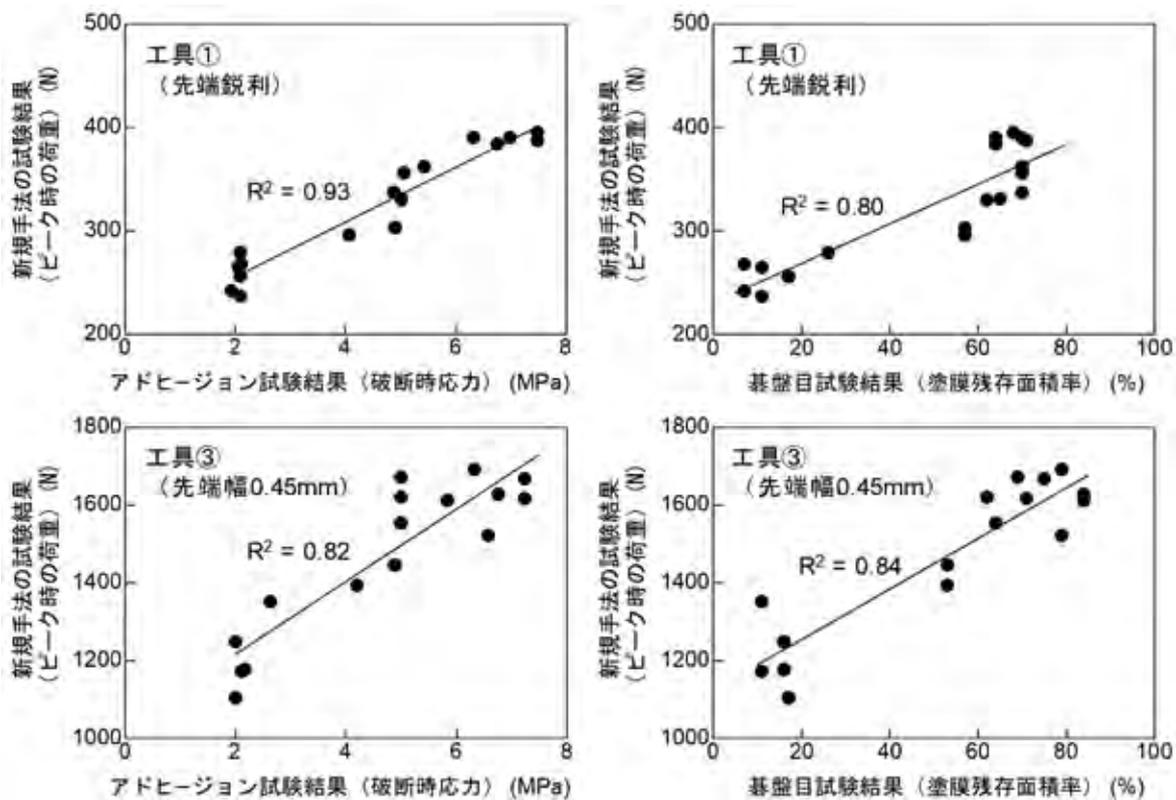


図10 新規手法の試験結果と従来の付着性評価試験結果の関係

た場合、新規手法でのピーク時の荷重とアドヒージョン試験の破断時応力は相関しない傾向にあることが明らかとなった。

4. まとめ

旧塗膜の健全性を定量的に評価する手法の構築を目標に、新規手法として楔状工具を用いた定量的な塗膜の健全性評価方法を提案した。廃用された鋼鉄道橋から切り出した塗装鋼材を試験体として楔状工具の載荷試験を実施し、新規手法の妥当性について検証した。得られた知見を以下に述べる。

(1) 本試験で使用した塗装試験体の場合、約 150～200MPa で楔状工具を押し付けることで塗膜が破壊され、新規手法による試験結果の再現性は高いことが分かった。

(2) 新規手法で得られた結果と同一作業者が実施した基盤目試験結果との間には強い相関があり、新規手法によって塗膜の付着性を定量的に評価できる見通し

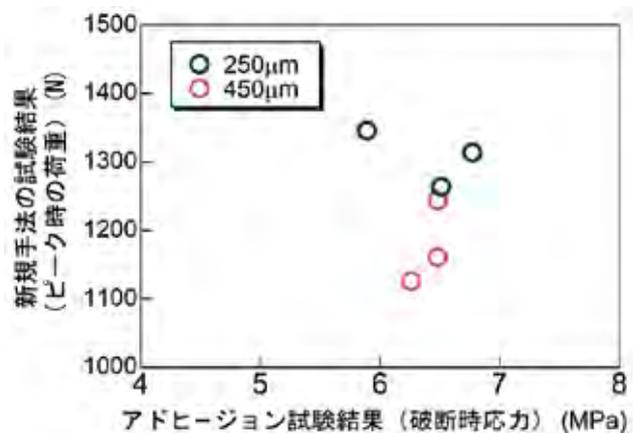


図11 新規手法の試験結果とアドヒージョン試験結果の関係

を得た。

(3) 条件によっては新規手法でのピーク時の荷重とアドヒージョン試験の破断時応力は相関しない傾向にあることが明らかとなった。

【参考文献】

- 1) (財) 鉄道総合技術研究所：鋼構造物塗装設計施工指針、1993
- 2) 佐藤弘三：塗膜の内部応力と付着性および割れ (3)、接着、Vol.43、No.12、pp.558-566、1999
- 3) 日本国有鉄道：鋼鉄道橋製作仕様書 (JRS 05000)、1963
- 4) 鈴木慧、坂本達朗、鈴木隼人：鋼橋用塗料の温度と湿度に対する塗膜特性変化に関する基礎検討、防錆管理、Vol.63、No.1、pp.7-13、2019

重防食塗装系の力学的な塗膜剥離の評価に関する基礎的検討

服部 雅史¹⁾ 西森 修次²⁾ 坂口 聡彦²⁾

1. はじめに

高速道路の鋼橋の防食において、無機ジンクリッチペイント、エポキシ樹脂塗料、ふっ素樹脂塗料を用いた重防食塗装系が一般的に用いられている。その塗装系において写真1のような塗膜剥離が問題となることがある。この剥離現象の特徴としては主に無機ジンクリッチペイント層の凝集破壊が生じる点、南側の桁外面に塗膜剥離が目立つ点である。剥離の原因は施工的要因、環境要因、材料的要因など種々考えられるが、中でも温度変化による材料の膨張や収縮の繰返しにより発生する温度差による内力が主要因である¹⁾と考えられ、塗膜剥離を抑制するために線膨張係数を低減させた塗料が開発されている（以下、剥離抑制型塗料と呼ぶ）。また、剥離抑制型塗料の無機ジンクリッチペイント層への凝集破壊抑制効果をヒートサイクル試験により検証した検討もある²⁾。

このように、塗膜の温度変化と剥離との関係は実験的、経験的に把握されつつあり、温度差による内力の繰返し剥離要因と考えられる。温度差による内力が要因であれば、力学モデルで説明できると思われ、力学指標に基づき定量的に評価できれば性能評価や新塗料開発に有用であると考えられる。そこで、この剥離抑制型塗料の適用範囲を明確にすることを最終目標として、本検討では基礎的な検討として、剥離に影響すると考えられる力学指標として剥離起点の局部応力挙動を有限要素解析により考察した。加えて、ヒートサイクル試験により塗膜に変状が生じる回数と上記の力学指標との関係性の整理を試みた。具体的にはまず、弾性力学に基づく線形破壊力学が成立するといった単純な力学モデルを仮定し、実験での剥離傾向と構造解析結果を比較することで力学モデルの妥当性確認を行った。次に、剥離に影響すると考えられる、塗料の物性（弾性係数、線膨張係数）、塗膜厚、温度変化量をパラメータとして剥離が生じる起点となる局部応力挙動を解析的に考察した。その上で、力学指標としてピール応力範囲とヒートサイクル試験により塗膜に変状が生じる回数との関係を一部整理した。



写真1 塗膜剥離の例

2. 有限要素解析の概要

塗膜の力学挙動や、剥離に対する破壊基準に対しては未解明の部分が多いが、ここでは簡単にするために弾性力学に基づく線形破壊力学が成立するとした仮定のもとで有限要素解析を実施した。使用した解析ソフトは汎用3次元FEM解析ソフトAbaqus 2021である。解析モデルの全体図を図1に示す。ヒートサイクル試験板150mm×75mm×3.2mm上の塗膜に、鋼材表面まで達する溝を幅0.01mm、長さ40mm付与したものを解析モデルとした。支持条件はヒートサイクル試験を想定し、1隅点はx、y、z方向変位を拘束、残り3隅点はy方向変位のみ拘束とした。回転の拘束はしていない。なお、座標系は図1に示すように鋼材表面の板中央を原点として設定した。要素は温度—変位連成モデルの8節点Solid要素を用いた。材料は完全弾性としている。

解析に用いた材料の物性値を表1に示す。塗膜の弾性係数の計測方法に検討の余地があるものの、過去の検討を参考に表1のように設定した。下塗として従来型のエポキシ樹脂塗料と剥離抑制型のエポキシ樹脂塗料とを解析ケースに応じて使い分ける。双方の違いとしては、従来型に比べて剥離抑制型は線膨張係数が

1) 株式会社高速道路総合技術研究所 道路研究部

2) 株式会社四国総合研究所 化学バイオ技術部

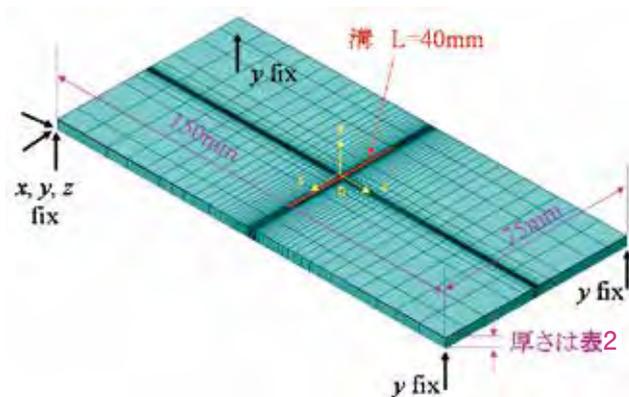


図1 解析モデル

表1 材料の物性値

材料	線膨張係数 ($10^{-5}/K$)	弾性係数 (N/mm^2)	ポアソン 比
鋼板	1.2	206,000	0.3
無機ジンクリッチペイント	3.4	9,000	0.3
エポキシ樹脂塗料下塗(従来型)	6.5	3,000	0.3
エポキシ樹脂塗料下塗(剥離抑制型)	2.5	4,500	0.3
ふっ素樹脂塗料用中塗	6.5	2,500	0.3
ふっ素樹脂塗料上塗	8.5	250	0.3

表2 解析ケース

番号	解析 ケース	厚さ(y軸)方向の構成							温度 変化 (K)
		鋼板 (μm)	防食 下地 (μm)	下塗 (μm)	中塗 (μm)	上塗 (μm)	膜厚 合計 (μm)		
1	N-1-10	3200	75	従来型	120	30	25	250	-10
2	N-1-30	3200	75	従来型	120	30	25	250	-30
3	N-1-50	3200	75	従来型	120	30	25	250	-50
4	N-2-10	3200	75	従来型	240	30	25	370	-10
5	N-2-30	3200	75	従来型	240	30	25	370	-30
6	N-2-50	3200	75	従来型	240	30	25	370	-50
7	N-3-10	3200	75	従来型	360	30	25	490	-10
8	N-3-30	3200	75	従来型	360	30	25	490	-30
9	N-3-50	3200	75	従来型	360	30	25	490	-50
10	P-1-10	3200	75	剥離抑制型	120	30	25	250	-10
11	P-1-30	3200	75	剥離抑制型	120	30	25	250	-30
12	P-1-50	3200	75	剥離抑制型	120	30	25	250	-50
13	P-2-10	3200	75	剥離抑制型	240	30	25	370	-10
14	P-2-30	3200	75	剥離抑制型	240	30	25	370	-30
15	P-2-50	3200	75	剥離抑制型	240	30	25	370	-50
16	P-3-10	3200	75	剥離抑制型	360	30	25	490	-10
17	P-3-30	3200	75	剥離抑制型	360	30	25	490	-30
18	P-3-50	3200	75	剥離抑制型	360	30	25	490	-50

1/3 近く小さく、弾性係数が 1.5 倍大きい点である。

解析ケースを表2に示す。表中には各ケースの厚さ方向の構成についても合わせて記載している。解析では下塗塗料の物性の違い(従来型 or 剥離抑制型)、下塗塗料の塗膜厚(120、240、360 μm)、温度変化量(基準温度から -10、-30、-50K)をパラメータとして 18 ケース実施した。

局部応力の評価指標を抽出するために、次章での解析結果の説明に先立ち解析ケース N-3-50 の $z=0$ の断面の Mises 応力のコンター図を図2に示す。図より、高い応力が生じる箇所はカット部の鋼材表面に近い防食下地である無機ジンクリッチペイントの材料部分となる。この解析結果は、実橋で無機ジンクリッチペイントの凝集破壊が発生していることと類似している結

果であり、解析結果の妥当性を簡単に確認できる結果である。一方で、この解析は完全弾性の仮定を置いていることから、着目点は応力特異点であり応力は理論上無限大となる。そのため、この位置の応力の解析値はメッシュサイズの影響を大きく受けることが知られており、この位置の応力を直接評価応力とできない。

弾性仮定において、こういった局部応力問題を取り扱う学問として線形破壊力学が存在する。そこで、この応力評価に線形破壊力学の考え方を導入することとする。一般に、応力特異場を評価する場合の評価応力としては、「①公称応力による方法」「②幾何学的構造変化による応力集中による影響を考慮して評価する方法」「③幾何学的構造変化+形状による応力集中の双方の影響を考慮して評価する方法」があり、一般には①→③になるにつれて、局部応力を正確に評価できるが、煩雑になるといった関係がある。

②や③による方法は、応力特異場から適度に離れた参照点で評価する方法 (e.g.1mm 法³⁾) や、応力特異点を意図的に消滅させるように滑らかな切欠きをモデル化する方法 (e.g. エフェクティブノッチ応力法⁴⁾) などが提案されているが、今回のケースでは異種材料の合成による影響があるため、②や③の方法では直接評価できないと考え、①による方法で行うこととする。

そこで、どの箇所が公称応力として相応しいかを検討する。公称応力とは局部の影響を取り除いた一般部の応力であることから、塗膜のカット部表面の y 軸に沿った応力分布から局部応力の影響を受けて尖った応答となる範囲以外の点を取ることとした。具体的には、図2より $y > 20\mu\text{m}$ であれば応力分布は滑らかなため、無機ジンクリッチペイントの膜厚中心 ($y = 37.5\mu\text{m}$) の節点を応力の参照点とすることとした。応力としては y 軸方向の直応力である σ_y 、x-y 平面に対するせん断応力である τ_{xy} と、Mises 応力 (式 (1)) とした。

$$\sigma_{Mises} = \frac{1}{\sqrt{2}} \{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2\}^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

ここに、 σ_1 、 σ_2 、 σ_3 : 主応力である。それぞれの応力の力学的な意味としては、 σ_y はピール応力に、 τ_{xy} は剥離せん断応力に対応する。また、Mises 応力は破壊基準 (Von-Mises の降伏条件) に対応する応力である。なお、以降の検討では解析ケース間での相对比较を実施することから、どのモデルも無機ジンクリッチペイントの要素サイズは同一としている。

線形破壊力学のき裂進展評価方法としては Paris 則が広く活用されており、き裂進展速度と応力拡大係数との関係をもって評価される。将来的には温度変化の繰返し回数と塗膜剥離との関係を整理することを想定して、この解析ケースに対しても、剥離先端の応力拡大係数を評価指標とすることとした。応力拡大係数 K は図3のようにモード I、II、III の3つのき裂開閉口挙

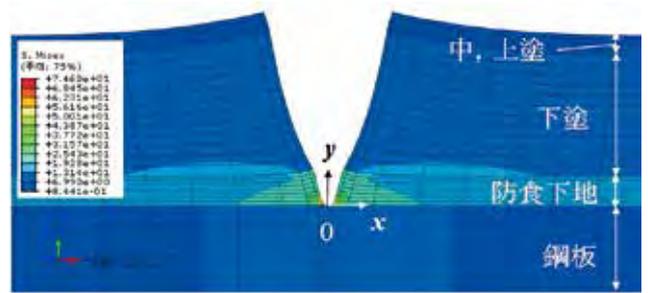
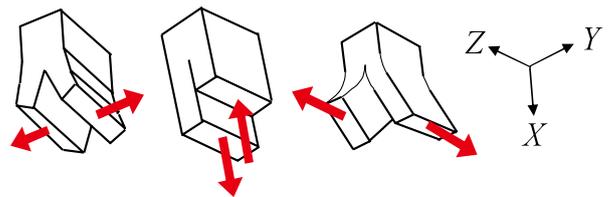


図2 解析ケース N-3-50 の $z=0$ の断面の Mises 応力のコンター図 (変形倍率 50 倍)



モードI モードII モードIII

図3 3つのき裂開閉口挙動

動に応じて3つの K_I 、 K_{II} 、 K_{III} が得られるが、本検討においては K_{III} が微小であったため無視する。また、モード I、II、III が混在して現れる場合の評価方法として K_{eq} による方法が提案されており⁵⁾、その関係式が式 (2)、(3) となる。

$$K_{eq} = \left[\frac{1}{1-\nu} \cos^2 \frac{\theta_f}{2} \left\{ \frac{1-\nu}{2} (K_I^2 (1 + \cos \theta_f) - 4K_I K_{II} \sin \theta_f + K_{II}^2 (5 - 3 \cos \theta_f)) + K_{III}^2 \right\} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$\frac{1-\nu}{2} \left\{ K_I^2 \left(\sin^2 \frac{\theta_f}{2} + \sin^2 \frac{3\theta_f}{2} \right) + 4K_I K_{II} \cos \frac{3\theta_f}{2} - K_{II}^2 \left(3 \sin^2 \frac{\theta_f}{2} - 5 \sin^2 \frac{3\theta_f}{2} \right) + K_{III}^2 \sin^2 \frac{\theta_f}{2} \right\} = 0 \quad (3)$$

ここに、 θ_f : き裂先端のエネルギー解放率が最大となる角度、 ν : ポアソン比である。

応力拡大係数は有限要素解析で得るき裂開口変位を式 (4)、(5) のように外挿することで精度よく得られる。

$$K_I = \lim_{r \rightarrow 0} \left[\frac{G u_y}{(2-2\nu)} \sqrt{\frac{2\pi}{r}} \right] \quad (4)$$

$$K_{II} = \lim_{r \rightarrow 0} \left[\frac{G u_x}{(2-2\nu)} \sqrt{\frac{2\pi}{r}} \right] \quad (5)$$

ここで、 G : せん断弾性係数、 $u_{x,y}$: x、y 軸方向のき裂開口変位、 r : き裂先端からの距離である。その場合に、き裂先端から 0.1mm ピッチで 0.3 ~ 1.0mm の開口変位を参照する方法が提案されている⁶⁾ ので、その方法により応力拡大係数を求めた。

応力拡大係数は同じ条件でもき裂の大きさにより値が変化する。本検討では図4に示すように x 軸の正負方向にそれぞれ 1mm のき裂が無機ジンクリッチペイント層の中央に生じた状態を想定して応力拡大係数を

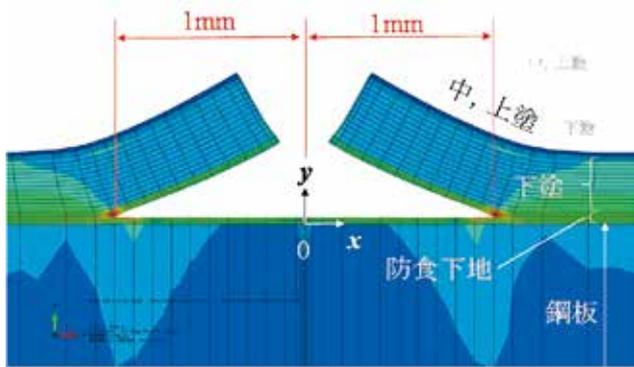


図4 解析ケース N-3-50 の $z=0$ の断面のき裂開口変位 (変形倍率 50 倍)

求めた。応力拡大係数の数値が高いほど剥離しやすいこととなる。

3. 有限要素解析の結果

18 ケースの解析結果を表3に示す。弾性解析を実施しているため当然ではあるが、温度変化量は全ての指標において $\Delta T=0$ K のときを応力 (応力拡大係数) 0 とした線形関係が得られた。つまり、本解析の仮定が成り立てば、温度変化量の大小は塗膜剥離を評価する応力の大小に線形で影響することとなる。

次に、各評価応力について、下塗塗料の物性の違い (従来型 or 剥離抑制型) と下塗塗料の塗膜厚 (120、240、360 μm) の関係を図5に示す。全体の傾向としては、どの評価応力においても従来型より剥離抑制型の応答値が小さいことと、塗膜厚の上昇に伴い評価応力

表3 解析結果の一覧表

解析ケース	応力 (N/mm^2)			応力拡大係数 ($\text{N}/\text{mm}^{3/2}$)		
	σ_y	τ_{xy}	σ_{Mises}	K_I	K_{II}	K_{eq}
N-1-10	3.13	-0.19	2.98	0.37	-0.55	0.87
N-1-30	9.40	-0.57	8.95	1.12	-1.66	2.60
N-1-50	15.66	-0.95	14.91	1.86	-2.78	4.34
N-2-10	4.45	-0.22	3.96	1.04	-0.73	1.54
N-2-30	13.35	-0.67	11.87	3.13	-2.18	4.61
N-2-50	22.25	-1.12	19.79	5.20	-3.65	7.68
N-3-10	5.44	-0.25	4.75	1.41	-0.89	1.98
N-3-30	16.33	-0.74	14.26	4.22	-2.68	5.95
N-3-50	27.22	-1.23	23.76	7.03	-4.46	9.91
P-1-10	0.72	-0.16	1.98	0.33	-0.35	0.61
P-1-30	2.15	-0.48	5.95	1.00	-1.03	1.82
P-1-50	3.59	-0.80	9.92	1.66	-1.73	3.04
P-2-10	0.88	-0.17	2.00	0.47	-0.36	0.72
P-2-30	2.65	-0.52	5.99	1.41	-1.07	2.16
P-2-50	4.41	-0.87	9.99	2.35	-1.78	3.60
P-3-10	1.08	-0.18	2.02	0.51	-0.37	0.77
P-3-30	3.24	-0.55	6.07	1.54	-1.12	2.31
P-3-50	5.40	-0.91	10.11	2.57	-1.86	3.85

の応答値も大きくなることである。剥離抑制型塗料の応力低減効果が解析上も確認できるとともに、塗膜厚が厚くなると塗膜が剥離しやすいといった点をこの解析モデルで表現できていることから、この解析結果は概ね妥当と考えられる。

各ケースで剥離抑制型とすることでどの程度の応力低減効果があるかを図5に合わせて示している。剥離抑制型とすることで最も応力が改善されるのはピール応力に相当する σ_y であり、膜厚によらず 80% 程度の応力低減効果がある。剥離発生の評価指標となると思

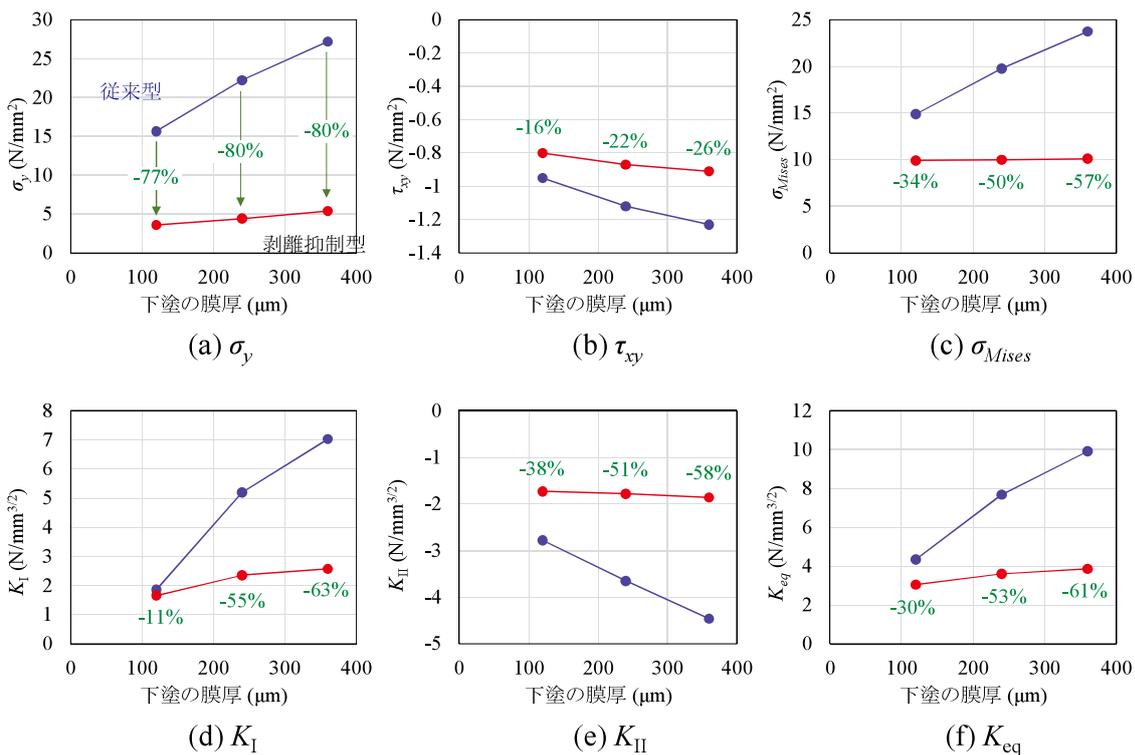


図5 下塗塗料の物性の違いと下塗塗料の塗膜厚の関係

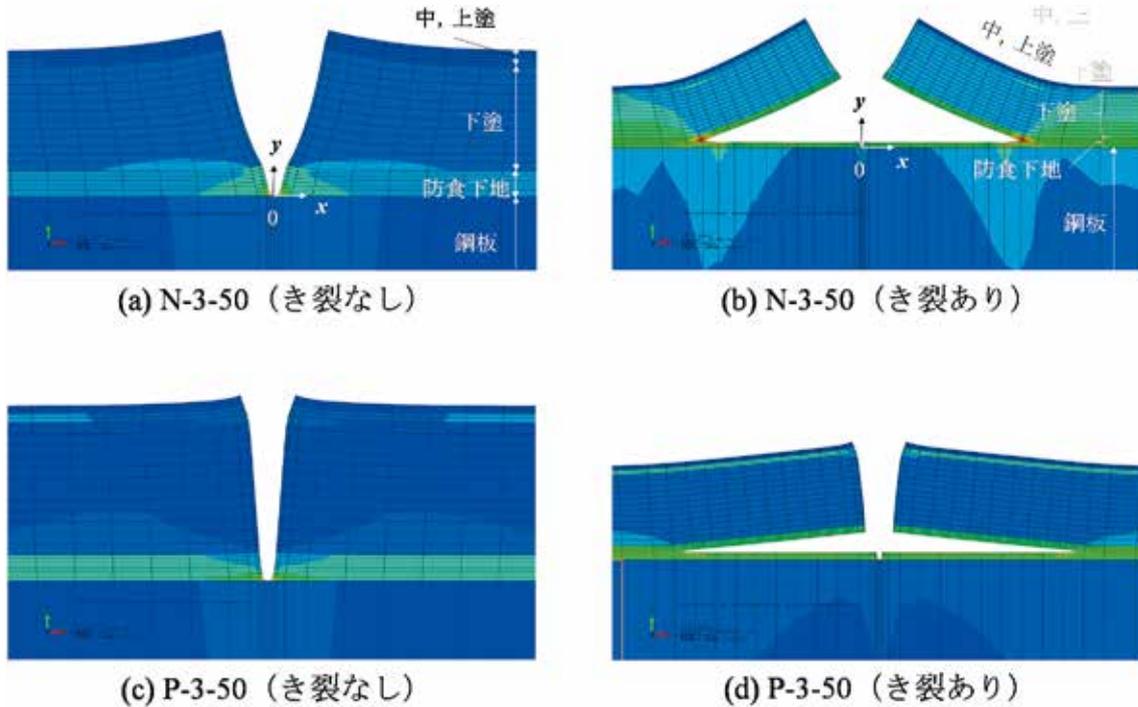


図6 変形図 (変形倍率 50 倍)

われる σ_{Mises} については厚膜になる程効果が高くなる傾向がみてとれる。剥離進展の評価指標になると思われる K_{eq} についても σ_{Mises} と同様に厚膜になる程効果が高くなる傾向がみてとれる。このことから、剥離抑制型塗料は、剥離の発生に対しても進展に対しても、厚膜になる程その効果を発揮すると考えられる。

次に、このような傾向になった要因について、図6に示す変形図を見ながら考察する。変形図は応力が最も大きくなる場合として、温度変化量が50Kかつ下塗の膜厚が360 μ mの場合を並べて示した。なお、変形倍率はいずれの解析結果も50倍としている。変形図から分かるように、従来型塗料は線膨張係数が $6.5 \times 10^{-5}/K$ と高いため低温側に温度変化する場合は鋼材や無機ジンクリッチペイントよりも大きく収縮することとなる。一方で、剥離抑制型塗料は線膨張係数が $2.5 \times 10^{-5}/K$ と従来型の1/3程度まで低減していることから収縮する量も1/3程度まで低減される。図6の(a)と(c)を比較してみるとわかるように収縮量が大きく異なっていることがわかる。また、その収縮が鋼材側は拘束されている一方で、上側は自由に収縮できるため、収縮量が上下で異なることからカット部では局部的な曲げモーメントのような偶力が生じ、塗膜が反りあがるように変形する。例えば、き裂を導入した(b)と(d)を比較してみると、(b)は大きく反りあがっているのに対し、(d)は変形が小さい。変形の曲率は曲げモーメントに比例して、弾性係数に反比例する関係性にあるが、剥離抑制型塗料の方が従来型塗料よりも弾性係数は1.5倍大きい。このことも無機ジンクリッチペ

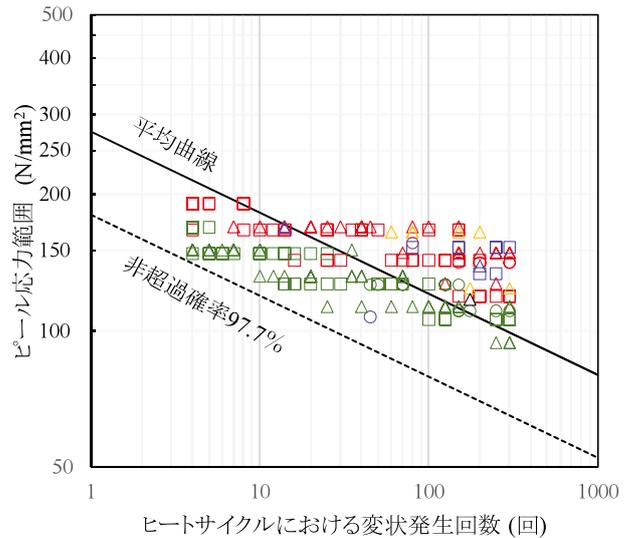


図7 ピール応力範囲と変状発生回数の関係

ントの応力低減効果には寄与しているものと考えられる。

4. ピール応力範囲と変状発生回数の関係

上記の解析的検討を踏まえ、力学指標としてピール応力を用い、ヒートサイクル試験の温度変化に応じた応力範囲を塗装系に応じて有限要素解析で求めた。また、ヒートサイクル試験により塗膜に変状が生じた回数とその応力範囲との関係を整理した。なお、ヒートサイクル試験は現在も進行中であり、途中経過しか示

することができない。また、この検討の詳細については、全ての試験が終了した後まとめて発表することとし、本報では説明を割愛させて頂く。

ピール応力範囲と変状発生回数の関係を図7に示す。凡例について本報では説明を割愛するが、塗装系や使用塗料が異なることを意味している。また、試験の2割程度しか進捗していない途中経過であることから、あくまで参考結果である点には注意されたい。この途中経過からも、ピール応力範囲と変状発生回数の関係には、破壊力学で用いられるS-N曲線のような関係性がある可能性がある。引き続き、試験を継続し、データを収集していく予定である。

5. まとめ

本検討では基礎的な検討として、剥離に影響すると考えられる力学指標をパラメータに、剥離起点の局部応力挙動を有限要素解析により考察した。以下に得られた代表的な知見を列挙する。

- 1) 温度変化量の大小は塗膜剥離を評価する応力の大小に線形で影響する。
- 2) 塗膜厚の上昇に伴い評価応力の応答値も大きくなる解析結果が得られ、塗膜厚が厚くなると塗膜が

剥離しやすいといった経験的知見とも傾向が一致することからある程度解析結果は妥当である。

- 3) 剥離抑制型塗料には無機ジンクリッチペイントの層への応力低減効果がある。
- 4) 剥離抑制型とすることで最も応力が改善されるのはピール応力である。
- 5) 剥離抑制型塗料は、剥離の発生に対しても進展に対しても、厚膜になる程その効果を発揮する可能性がある。
- 6) 剥離抑制型塗料の無機ジンクリッチペイントの層への応力低減効果の要因は、線膨張係数が小さいことによる下塗塗膜の収縮量の抑制と、弾性係数が大きいことによる収縮差に起因した局所的曲げモーメントに対する変形曲率の抑制の双方と考えられる。
- 7) ピール応力範囲と変状発生回数の関係破壊力学で用いられるS-N曲線のような関係性がある可能性がある。

これら得られた知見を今後の検討に反映させるとともに、実験を引き続き進めることで、最終的には剥離抑制型塗料の適用範囲を明確にしていきたいと考える。

【参考文献】

- 1) 西森修次：塗膜剥離を抑制する新型変性エポキシ樹脂塗料の開発，（一社）日本橋梁鋼構造物塗装技術協会 Structure Painting, Vol.47, 2019
- 2) 西森修次, 大捕秀基, 坂口聡彦：線膨張係数に着目した塗料の新仕様提案，（一社）日本鋼構造協会，第42回鉄構塗装技術討論会発表予稿集，2019
- 3) Xiao, Z and Yamada, K.: Fatigue strength evaluation of root-failed welded joints based on one-millimeter stress, 構造工学論文集, Vol.50A, pp.719-726, 2004.
- 4) Fricke, W.: Guideline for the fatigue assessment by notch stress analysis for welded structure, IIW documentation, XIII-2240r1-08, 2009.
- 5) Chang, J., Xi, J. and Mutoh, Y.: A general mixed-mode brittle fracture criterion for cracked materials, Engineering Fracture Mechanics, Vol. 73, pp.1249-1263, 2006.
- 6) 服部雅史, 館石和雄, 判治剛, 清水優：鋼床版のUリブ溶接部からデッキプレートに進展した疲労き裂に対するUHPFRC敷設による対策効果, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.76, No.3, pp.542-559, 2020.

レーザー照射処理に関する安全ガイドラインの概要

清水 尚憲^{1) 2)} 清水 紀圭^{1) 3)} 加尻 慎也^{1) 4)} 野田 健太^{1) 4)}
 原口 学^{1) 5)} 柴田 泉¹⁾ 関田 隆一^{1) 6)} 藤田 和久^{1) 7)}

1. はじめに

日本におけるレーザー加工技術は、1980年代より産業界から実用化され、昨今では技術の応用範囲が広がり、産業界に限らず多くのシーンで活用されている。しかし、高出力のレーザー加工技術の活用は、屋外もしくは屋外に準ずる環境において今日まで活用の類がなく、作業環境の変化の多い建設業への適用については、特に明確な安全対策を講ずることが必要とされる。そこで、「レーザー照射処理に関する安全ガイドライン」(以下、本安全ガイドライン)が当レーザー施工研究会によって2021年に発行された。

本安全ガイドラインでは、屋外または屋外に準ずる環境においてレーザー照射処理を行うにあたり準備作業から撤収に至るまでの全ての作業に対して、事故の未然防止の観点から、的確なレーザー機器の使用方法や作業手順及び管理手法が図られるような構成とした(表-1)。なお、内容については日本産業規格「レーザー製品の安全基準」(平成9年12月)及び厚生労働省「レーザー光線による障害の防止対策要領」(基発第0325002号)において規定されている事項のうち、安全上遵守すべき事項を一体的に規定しており、事業者は、本安全ガイドラインの事項を遵守してレーザー照射処理の作業を行わなければならないとしている。

本稿では、まずレーザー照射処理についてその原理と装置例を解説したのち、本安全ガイドラインを発行したレーザー施工研究会について経緯も含め簡単に紹介する。次に、本安全ガイドラインについて、表-1の構成にそって主要な部分を説明し、最後に今後の展望を述べる。

2. 「レーザー照射処理」とは

2.1 塗膜・さび除去の原理

レーザー照射による塗膜やさびの除去は、対象物にレーザー光線が照射され、その光の吸収・加熱による溶融を経て、蒸散・熱破碎により除去される、熱加工によるものである(図-1)。レーザー照射により高温になった箇所では、蒸散されるほどに圧力が高まっているため、相対的に温度の低い周辺部にその圧力が及んで破碎に至り、破壊されつつも低温の粒のまま除去に至る成分もある。

加熱が長時間続くと材料への熱影響も大きくなるため、熱影響回避のために短時間照射が求められる。そのためにレーザー光線を瞬間的に出力(パルスレーザー)して位置をずらしながら繰り返し照射したり、連続的な出力(連続波レーザー)を空間的に高速走査(スキャン)により照射したりする工夫がある。従来は前者が一般的¹⁾で、最近では後者も提案²⁾されるように

表-1 レーザー照射処理に関する安全ガイドラインの構成

レーザー照射処理に関する安全ガイドライン	
1.概要	7.レーザー管理区域
2.用語の定義	8.リスク低減措置と保護対策
3.適用文書	9.施工計画
4.クラス4レーザーの危険性	10.現地作業
5.管理体制	11.その他
6.安全衛生	附属書A

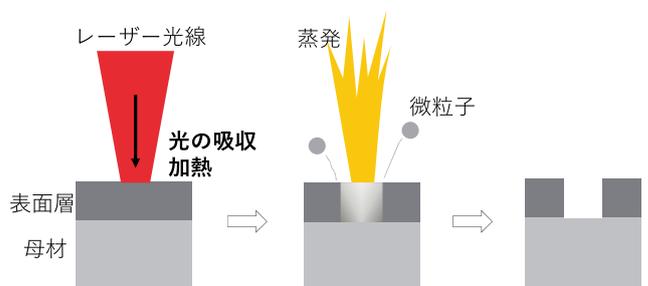


図-1 「レーザー照射処理」の原理。
 レーザー照射による光吸収・加熱・表面除去といった熱加工が基本

1) (一社)レーザー施工研究会 2) (独法)労働安全衛生総合研究所 3) 鈴与建設(株)
 4) 山本光学(株) 5) (株)トヨコー 6) 福山大学 7) 光産業創成大学院大学

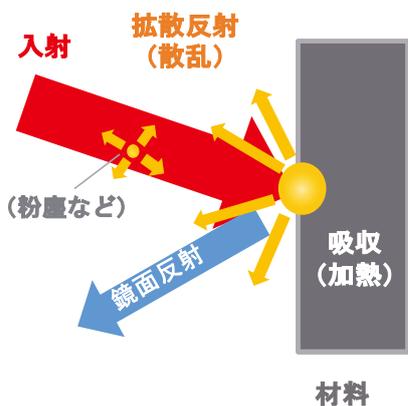


図-2 レーザー照射時のエネルギーの流れ. 光の吸収率は100%ではなく、必ず反射・散乱光が発生するので、目（眼底）や皮膚への熱障害を防止する配慮が必要

なった（2.2 参照）。母材が熱に強く、表面層が熱に弱いといった組合せであると、表面層だけの除去がより容易になる。レーザー光線の当て方によって加熱の具合を制御できるが、その制御方法は必ずしも解明されつくされていない発展途上の分野でもある。

図-2 にレーザー照射時のエネルギーの流れを示す。照射されたレーザー光の全てが吸収されることはなく、例えば無垢の鉄であれば40%程度の吸収率であり、残りは反射・散乱される。よってレーザー照射処理の周囲では、必ず反射・散乱の成分が存在し、目や皮膚への障害の原因となりうるため、制御が必要となる。除去物が粉塵として空間に漂う場合、レーザー光線が粉塵によって散乱を受け、安全への影響も考えられる。

なお、レーザー光線を照射することによって対象物に何らかの処理を行うことは、表面層の除去をはじめ、熱処理や肉盛り補修、溶接・穴あけ・切断など、レーザー加工の分野では一般的ではある。本安全ガイドラ

インにおけるレーザー照射処理は、塗膜やさびの除去を対象としている。

2.2 レーザー機器及び「レーザー照射処理」を用いた施工の例

近年、前項で述べた原理を利用する、塗膜、さび除去のレーザー照射処理を目的としたレーザー機器の開発が進み、屋外の様々な場面で利用が始まっている。ここでは、本安全ガイドラインが対象とする、屋外におけるレーザー照射処理を目的としたレーザー機器と施工の例について説明³⁾する。

図-3 に、レーザー機器の一例として、連続波レーザーの高速走査を利用した株式会社トヨコーのCoolLaser[®]の構成を模式的に示す。レーザー機器は、車両搭載されて施工現場内まで運搬され、車載のまま運転される。車両から光ファイバーケーブルや通信線及びエアホースを100m程度伸ばし、先端に取り付けられたレーザーヘッドによりレーザー照射処理を行う。

車両には、レーザー発振器、チラー、コンプレッサー、制御盤、光ファイバーケーブル等の収納機構が固定搭載されている。別途用意する発電機により電力供給を受ける。レーザー発振器は、レーザー光を発生させるための装置で、100mの光ファイバーケーブルに接続されている。レーザー光の強さを表す出力は、100W以上が一般的で、数kWの発振器が使用される場合もある。レーザー光線の波長は1.07 μm で、他のパルスレーザー発振器を用いたものでも同様で、共に近赤外線不可視光である。

チラーは、レーザー発振器を冷却するための装置である。出力が概ねkW以上のレーザー発振器は水冷による温度制御が必要で、レーザー出力の2倍程度の熱が最終的に周囲に排出される。

コンプレッサーは、後述するレーザーヘッドのエア

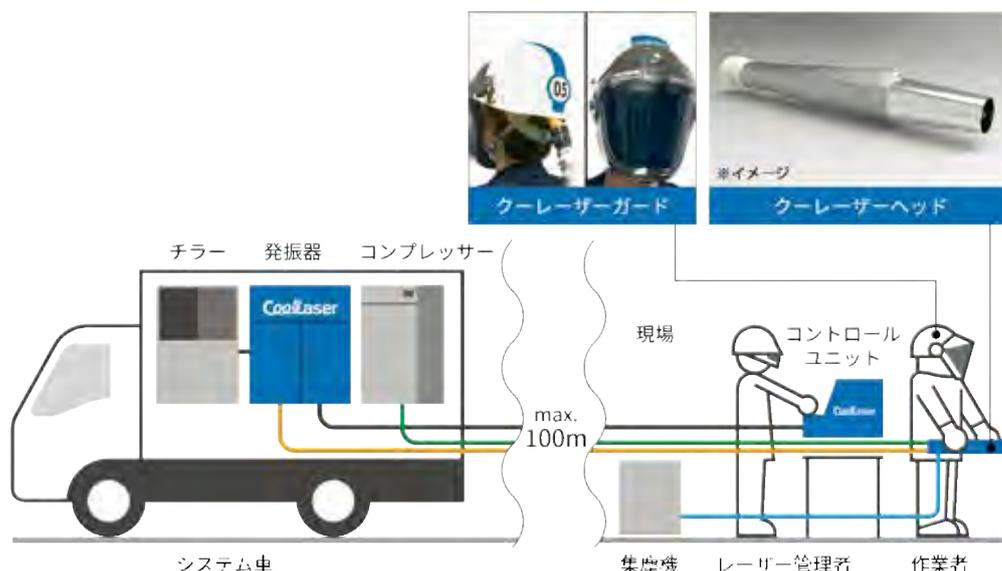


図-3 レーザー照射処理に用いられるレーザー機器の例 (CoolLaser[®])

パージに用いる高圧の清浄空気を生成する。

レーザー照射処理を行う作業箇所の近傍では、光ファイバーケーブル先端に取り付けられたレーザーヘッドをはじめ、その制御のためのコントロールユニット、及び集塵機が配置される。

レーザーヘッドは、照射処理を行う作業者が手で持ち、対象物に向けてレーザー光線を放射する装置である。前述のように、照射したレーザー光線による対象物への熱影響を低減するために、空間的にレーザー光線を走査するための機構を備えている。レーザー照射処理によって発生する粉塵が、レーザー光線が出射する開口から侵入することを防ぐために、コンプレッサーから供給された清浄空気を開口から噴出するエアパージ機能も搭載されている。安全の観点から、作業者がレーザー光線の出射を過度の煩雑さを伴うことなく制御可能な複数のスイッチなども搭載されている。

コントロールユニットは、車載部分を含むレーザー機器全体と周辺装置に対し、非常停止を含む操作や制御、作業者に対してのレーザー機器の状態の表示の機能を持つ。

集塵機は、レーザー照射処理によって発生した粉塵の回収を行う。

レーザー機器が屋外環境で安定動作する設計・製作が重要である。特にレーザー発振器は、一般に屋内で使用することを想定しているため、温湿度制御や、運搬時の振動・衝撃対策などが必要となる。

図-4に、レーザー照射処理による施工例として、CoolLaser[®]による橋梁における施工例を示す。劣化した塗膜やさびが、レーザー照射処理によって除去されているのが分かる。図-5は、ネジに対してレーザー照射処理を行った事例である。細かなネジ山の谷の奥にあるさびも除去できている。これは、光が届くところであれば除去プロセスが進行する、レーザー照射処理の特徴を、よく示している。

レーザー照射処理による塗膜、さび除去は、従来のブラストやウォータージェットに対して、廃棄物量の削

減、作業者への負担の軽減などの利点を有する。それらを生かし、普及を進めるにあたっては、いかにして作業の安全性を確保するかが重要な課題となる。

3. レーザー施工研究会

上述のように、新しい技術であるレーザー照射処理の有効性が高まる中、安全と担い手の確保を広く図ることが急務となった。そこで、インフラ等構造物の維持管理技術としてレーザーを用いた施工技術の普及発展と、社会インフラの維持管理に寄与することを目的として、一般社団法人レーザー施工研究会が2019年4月に設立された。2022年7月現在の会員数は94社である。その目的から、研究会内に人材育成部会と安全部会を設けている。

人材育成部会では、屋外レーザー工事機器の安全管理および品質管理や技能について検討を重ね、資格講習試験制度を策定し、2021年度から資格認定を開始し、レーザー照射処理施工士26名、レーザー照射処理管理技士23名が新たに誕生した。2022年度は53名の受講・試験が7月現在、進行中である。講習ではレーザーの基礎、施工の原理から実習、そして本安全ガイドラインの内容も盛り込まれ、一定の知識と技能の獲得を試験により確認し、資格が付与されている。

安全部会では、屋外の工事現場で起こりうる様々な問題点や課題を整理し、レーザー機器を安全に運用する方法について検討を重ね、作業者及び管理者にとって必要な労働安全に関するガイドラインを2021年6月に発行した。次章では、この安全ガイドラインについて紹介する。

4. 安全ガイドライン

本章では、表-1の構成である本安全ガイドラインの概要を順に説明する。

4.1 「1. 概要」

レーザー照射処理に用いられるレーザー光線は、日



図-4 橋梁での施工例



図-5 ネジ部へのレーザー照射処理例

本産業規格 JIS C6802 によってレーザークラスとして最も危険とされる「クラス4」に分類され（4.2 参照）、その多くは目に見えないレーザー光線であり、屋外環境において活用の類がなく、作業環境の変化の多い建設工事への適用には、特に明確な安全対策を講ずることが必要とされた。

本安全ガイドラインでは、屋外環境でレーザー照射処理による塗膜、さび除去を行うにあたり、準備から撤収に至るまでの全ての作業に対して、事故の未然防止及び事故発生時の被害を最小限にするために、的確なレーザー機器の使用方法や作業手順及び管理手法が図られるよう、事業者が実施すべき事項、並びに労働安全衛生法（昭和47年法律第57号）及び関係法令、加えて JIS C6802「レーザー製品の安全基準」（平成9年12月）及び厚生労働省通達「レーザー光線による障害の防止対策要領」（基発第0325002号）に規定されている事項のうち、遵守すべき事項を一体的に規定することを目的として制定している。

4.2 「4. クラス4レーザーの危険性」

レーザー光線には指向性、単色性の特徴があり、高い強度のレーザー光線を人に照射すると傷害を引き起こす危険性がある。レーザー光線による傷害は目、皮膚への熱作用による「やけど」が中心になる。特に目は損傷の回復機能が低く、永続的な視力障害、最悪の場合失明する危険性もある。そのため、この項目を特別に設けて注意を促すと共に、附属書 A（4.7 参照）にも目への危険性の理解を深める情報を併せて掲載している。

レーザー光線は発振条件によって危険性が異なり、レーザー照射処理で使用するレーザー機器は危険性が最も高い「クラス4」に分けられており（表-2）、クラス別のリスク低減措置については日本産業規格や厚生

労働省通達にて規定されている（表-3）。

以上のことから、本安全ガイドラインでは、事業者はレーザー光線の一般的な性質とその危険性、屋外で使用する危険性を十分に理解し、管理体制の整備を図る必要があるとしている。

4.3 「5. 管理体制」、「6. 安全衛生」

本安全ガイドラインでは、事業者は、レーザー照射処理を行うにあたり、レーザー施工研究会の当該業務に関わる講習会を受講し、試験に合格して資格証の交付を受けたもののうちから、定められた施工計画に伴い、適切なレーザー照射処理作業を行う能力を有する「レーザー照射処理施工士」と、適切な工事の計画、管理等を行う能力を有する「レーザー照射処理管理技士」を配置して、当該業務に従事させることとしている。

また、事業者は、レーザー照射処理作業を労働者に従事させるにあたり、当該業務に関わる雇入れ教育及び送り出し教育を行わなければならない。いずれもレーザー照射処理管理技士により教育を行わせることとしている。なお、レーザー照射処理作業に労働者を従事させるに際し、雇入れ又はレーザーによる作業の着手時に健康診断を1年以内に受診していない者は作業に就かせてはならず、その項目には前眼部（角膜、水晶体）検査及び眼底検査を含めなければならない。なお、レーザー光線による傷害の疑いのあるものについては、速やかに医師による診察又は処置を受けさせる必要がある。

4.4 「7. レーザー管理区域」

レーザー照射処理を行うにあたり、レーザー作業員以外の工事関係者や第三者をレーザー光線の放出の危険から保護する目的で、作業箇所を囲い等により他の区域と分離して設ける必要がある。本安全ガイドライ

表-2 JIS C6802 によるレーザー機器のクラス分けと危険性

クラス	危険性の評価概要	出力
クラス 1	通常の運転状況下で安全なレーザー光学機器でビーム内観察をしても危険でない。	概ね0.39mW以下
クラス 1M	302.5~4000nmの波長範囲のレーザーで、通常の運転状況下で安全なレーザーだが、光学機器でビーム内観察は危険。	
クラス 1C	医療、美容の分野で眼部以外の体組織に直接照射するレーザー機器で、対象組織に対して潜在的に危険。	クラス3R、3Bまたは4の場合もある
クラス 2	400~700nmの波長範囲の可視レーザーで、瞬き反応で目が保護できる。	概ね1mW以下
クラス 2M	400~700nmの波長範囲の可視レーザーで、瞬き反応で目が保護できるレーザーだが、光学機器でビーム内の観察は危険。	
クラス 3R	302.5~10 ⁶ nmの波長範囲のレーザーで、直接ビームを見ると危険を伴う。	概ね5mW以下
クラス 3B	直接ビームを見ることが通常は危険になるレーザーだが、反射光の観察は通常は安全。	概ね0.5W以下
クラス 4	短時間であっても、散乱光でも非常に危険なレーザー。目だけでなく皮膚障害や火災発生の危険がある。	概ね0.5Wを超える

表-3 レーザー機器のクラス別措置基準一覧表

措置内容 (項目のみ)		レーザー機器のクラス				
		4	3B	3R	2M 1M	
レーザー機器管理者の選任		●	○	○※1		
管理区域 (標識、立入禁止)		●	○			
レーザー機器	レーザー光路	光路の位置	●	○	○	○
		光路の適切な設計・遮へい	●	○	○※1	
		適切な終端	●	○	○※1	○※2
	キーコントロール		●	○		
	緊急停止スイッチ等	緊急停止スイッチ	●	○		
		警報装置	●	○	○※1	
		シャッター	●	○		
	インターロックシステム等		●	○		
	放出口の表示 ※3		●	○	○	
	作業管理・健康管理等	操作位置		●		
光学系調整時の措置		●	○	○	○	
保護具		保護眼鏡	●	○	○※1	
		皮膚の露出の少ない作業衣	●	○		
		難燃性素材の使用	●			
点検・整備		●	○	○	○	
安全衛生教育		●	○	○	○	
健康管理		前眼部(角膜、水晶体)検査	●	○	○※1	
		眼底検査	●			
その他		掲示	レーザー機器管理者	●	○	○※1
	危険性・有害性、取扱注意事項		●	○	○	○
	レーザー機器の設置の表示		●	○		
	レーザー機器の高電圧部分の表示		●	○	○	○
	危険物の持ち込み禁止		●	○		
	有害ガス、粉じん等への措置		●	○		
	レーザー光線による障害の疑いのある者に対する医師の診察、処置		●	○	○	○

○印は、措置が必要なことを示す。●はクラス4レーザーを示す。
 ※1. 不可視光 (400nm~700nmの範囲外) のレーザー光線を放出するレーザー機器は措置が必要である。
 ※2. JIS規格 10.6 に掲げるレーザー機器にあっては、レーザー光路の末端について措置が必要である。
 ※3. ここでいう放出口はレーザーの放出口をいう。
 引用：厚生労働省通達「レーザー光線による障害の防止対策要領」(基発第0325002号)

ンでは、この区域を「レーザー管理区域」とし、レーザー照射処理管理技士の管理のもと作業を行うこととしている。ここでは「レーザー管理区域」について説明する。

レーザー管理区域の設置にあたり必要な措置を以下に示す。

- (1) レーザー管理区域は、遮蔽材料等により他の区域と区画し、標識等によって明示する。
- (2) レーザー管理区域は、関係者以外の者の立入りを禁止し、その出入口には監視人の配置又はインターロック等の措置を講じる。
- (3) レーザー管理区域内に立入るものには必要な保護具を装着させる。
- (4) 関係者以外の者がレーザー管理区域に立入る必要が生じた場合は、レーザー照射処理管理技士の指揮のもとに行動させる。
- (5) レーザー管理区域の出入口等の見やすい箇所に次の事項を掲示する。
 - a) レーザー照射処理管理技士の氏名
 - b) レーザー光線の危険性、有害性及びレーザー機器取扱い上注意すべき事項

- c) レーザー機器の設置を示す表示
- (6) レーザー管理区域内には、爆発性の物、引火性の物等を持ち込まない。

図-6 にレーザー作業の一般図を示す。

レーザー管理区域への立入制限方法は、レーザー管理区域の出入口に監視人を配置し、人員の立入りを制限する方法や、インターロック機能を有したレーザー機器と連動する扉の設置により制限する方法などを講ずるとしているが、現地調査に基づき実際の作業環境に即した方法で工事関係者と協議のうえで最適な方法を定める必要がある。

レーザー管理区域を区画する遮蔽材料は、対象のレーザー光線を最大許容露光量 (MPE) (4.7 参照) 以下に減衰できる「遮蔽材」と、対象のレーザー光線を最大許容露光量 (MPE) 以下にはできないが一定量の減衰ができる「減衰材」に区分している。また、本安全ガイドラインでは、区画する遮蔽材料の区分等に伴い、管理区域のレベルを複数規定している。レーザー照射処理管理技士は、レーザー管理区域外へのレーザー光線の露光量が最大許容露光量 (MPE) 以下にな

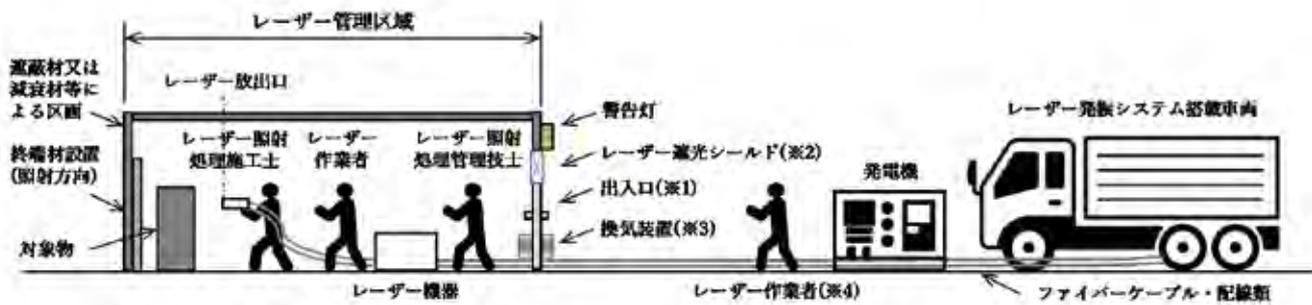


図-6 レーザー作業の一般図

表-4 リスク低減措置の対応表

リスクの種類	リスク例 考えられる事象例	引き起こされる 障害例	対策例		
			工学的	管理的	個人用保護具
レーザー光線によって起こるリスク	装置からのレーザーが人体に直接及び間接的なばく露	視力障害 やけど	遮光機材の設置 インターロック	教育訓練 KY活動 立入禁止措置 マニュアルの整備 警告表示	レーザー保護めがね 保護衣
放射によって起こるリスク	レーザーが対象物に照射された際に発生する赤外線、可視光線、紫外線などの放射によるばく露	視力障害 やけど 熱中症	遮光機材の設置		遮光用保護具 保護衣 手袋(耐熱)
熱源によって起こるリスク	照射物及び照射装置に潜在する高温物への接触	やけど	遮熱材の設置		保護衣 手袋(耐熱)
有毒ガス・粉じん(ヒューム)によって起こるリスク	レーザーが対象物に照射された際に発生する有害ガス、粉じんのばく露	呼吸器障害 急性中毒障害 皮膚障害 精神障害	局所排気装置		呼吸用保護具
電氣的なリスク	レーザー照射装置及びその他使用する装置からの漏電等	感電	アース対策、絶縁処理		手袋(絶縁) 保護帽 安全靴
機械的なリスク	レーザー照射作業に使用する装置の落下、転倒、衝突、挟まれなどの物理的な事象による事故	怪我(外傷)	安全柵や囲いの設置		保護めがね 保護帽 安全靴
振動によって起こるリスク	装置から発生する振動の影響	振動障害	防振材による防振対策		手袋(防振)
騒音によって起こるリスク	装置や作業中に発生する騒音の影響	聴覚障害	防音材による防音対策		防音保護具
作業環境によって起こるリスク	高所作業による怪我	墜落 転落	ガードや作業床の設置		保護帽 安全靴 墜落制止用器具

るようレーザー管理区域を計画及び管理しなければならない。

レーザー管理区域は、原則全方向を区画するものとしているが、管理区域内に壁・天井等の遮蔽物があり、レーザー光線が外部に漏れない措置が取れる場合は、それらを利用して区画を設けることを許容している。また、作業上下方等に対して明らかに人の往来がない、立入りが制限されている、最大許容露光量(MPE)以下となる距離を確保できている等で誤照射のリスクが無い場合は、必ずしも全方向を遮蔽材料で囲う必要がないことも許容している。ただし、この際には、レーザー光線の照射方向(レーザー光路)に予期せぬ露光に備えて遮蔽材を設置する必要がある。

レーザー管理区域の管理方法は、計測器により最大許容露光量に対して実際の露光量を計測して管理する方法と区画距離を管理する方法を規定している。現状は、実際の露光量を計測する簡易な方法が確立されておらず、当面は区画距離の管理を主とした運用になると思われる。レーザー施工研究会では将来的に計測器による計測方法を確立して、現地での運用を図れるよ

うに検討を進めている。

4.5 「8. リスク低減措置と保護対策」

事業者は、レーザー照射処理における健康障害を防止するため、リスクアセスメントによって作業環境における危険有害因子を取り除かなければならない。厚生労働省公示「危険性又は有害性等の調査等に関する指針」に基づき、レーザー光線に係るリスクの例と対応策の例を表-4に示す。なお、照射する対象物に鉛・PCB等の有害物質が含まれる場合は、発注者や元方事業者及び関係機関と対策を協議の上、安全衛生法に定められた措置を講じて、合意のもと実施しなければならない。

現場作業時にはこれらの表-4以外でも潜在しうるリスクを十分に加味し、事業者は以下の対策により作業環境に即したリスク低減措置の内容を複合的に検討の上、設計や計画段階においてこれを実施しなければならない。

- ①工学的な対策
- ②管理的な対策

③個人用保護具の使用

4.6 「9. 施工計画」、「10. 現地作業」、「11. その他」

レーザー照射処理の作業に先立ち、レーザー照射処理管理技士は、施工計画書（あるいは施工要領書）及び作業手順書を整備する必要がある。施工計画書は、現地調査に基づき実際の作業環境に即したもので、特にレーザー管理区域、機器の選定、事故等緊急時における対策などレーザー作業特有の事項に関して、工事関係者と十分な協議をもとに計画する必要がある。作業手順書は施工計画書に基づきレーザー作業特有の留意事項が十分に対策されるよう整備し、作業員全員がその内容を周知して、作業手順書に沿って作業が行われなければならない。また、日々の作業開始前には、危険予知活動、始業前点検によりリスクの低減措置を図り、レーザー照射処理の作業中においても、レーザー施工管理技士は、適切に作業が行われるよう指導し、作業の監視を行う必要がある。

4.7 「附属書 A（最大許容露光量）」

強力なレーザー光線は目や皮膚に障害を与える恐れがあり、新しい技術で本分野ではなじみも少ないことから、特に目への障害とその制御を中心とした理解促進を目的に、最大許容露光量の解説として附属書を添付している。

レーザー装置の安全確保の手段としてよく用いられる JIS C 6802 レーザー製品の安全基準において定義されているのが、最大許容露光量（MPE：maximum permissible exposure）である。MPE は実験的研究から得られた最良の情報に基づいた既知の危険レベル以下に設定され、一般的には通常的环境下で、人体に照射しても有害な影響を与えることがないレーザー放射のレベルとされている。MPE は、波長、露光時間、及び集光の程度に応じて、目と皮膚に対する算出式が詳細に示されている。本附属書には、レーザー照射処理向けのレーザー機器を例として、表から MPE を読み取る例示もしている。

レーザー照射処理でよく用いられる近赤外線や、我々が普段目に見えている可視光線は、図-7の目の構造にあるように、水晶体が集光レンズの役目を担い、眼底にある網膜に集光された強い光となって照射される。不可視光である赤外線の場合には眩しさを感じて目を閉じることがないためなおさら危険である。これら水晶体による集光リスクなどから、網膜に到達する波長領域の MPE は、より厳しい数値が与えられてい

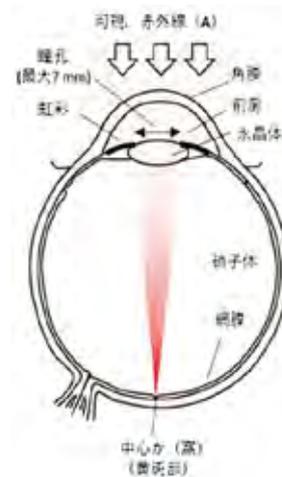


図-7 目の構造に対する可視光線・近赤外線
（図中では赤外線 (A)）照射時の状態

る。

MPE は、製品の安全設計及び使用者への情報を提供するための基本として、露光量を管理するガイドとして用いるのがよく、安全なレベルと危険なレベルとの間を明確に定義する分割線とみなさないほうがよい。いかなる場合にも、レーザー放射に対する被ばくは、できるだけ低くすることが望ましいとされている。

5. 今後の展望

国際標準 ISO/IEC Guide51 にある安全の定義は「freedom from risk which is not tolerable」で、日本語では「許容できないリスクからの解放」となる。これは許容可能なリスクは残るという意味でもある。すると国際標準に従う安全確保の基本は、人間が作業で注意する前に、作業で使う設備・装置を安全化して、残った許容可能なリスクを開示することである。作業員に設備・装置に残るリスクをまず知ってもらい、事故を起こさないように注意して装置を使って作業するという順番が重要である。

本研究会ではこれを実現するべくレーザー照射装置の設計・開発から装置運用を経て廃棄までを対象にした体系的な安全確保のための「レーザー施工安全標準」を国際標準を視野に作成している。今回は事故で被害を受ける作業員が守る指針として先に発行した「安全ガイドライン」を説明したが、事故の際に被害を与える側の装置で安全を確保するための標準も近々発行する計画である。

【参考文献】

- 1) 本村 孔作：第 83 回レーザー加工学会講演論文集 89 (2015)。
- 2) 藤田和久、豊澤 一晃、沖原伸一朗、前橋伸光、高原和弘、秋吉徹明：レーザー研究 45 (7), 418-422 (2017)。
- 3) 藤田和久、近藤祐介、森川凌雅、霍鵬、三木啓央：塗装技術 2022 年 5 月別冊号 61 (6), 72-76 (2022)。

「橋の日」の思い

大田原 宣治¹⁾

1. はじめに

8月4日の語呂合わせで、皆さんは何を思いつくでしょうか。「箸の日」、「橋の日」、中には「パチスロの日：パチ（8）と中国語のスー（4）の組み合わせ」などもあるようですが、本誌を読まれている皆さんはやはり「橋」ではないでしょうか。

今回、本稿の執筆依頼を受け、橋梁・鋼構造物の専門家でもない、まして塗装技術となるとますますわからないとお断りしようかと思ったのですが、事務局の専門にはこだわらないという温かい言葉に甘え、安心して「橋の日」について寄稿することとしました。

ここでは私の「橋とのかかわり」、宮崎「橋の日」の歴史、活動等について紹介します。

2. 橋とのかかわり

私は昭和53年4月に宮崎県に土木職として入庁し、多くの地方公務員技術者と同じようにダム、道路、河川、災害等、幅広く経験をさせてもらいました。その中で、特に思い出に残る橋梁との出会いは、平成4年4月から担当となりました宮崎県北方町（現在延岡市）の国道218号椎畑バイパス工事（L=7.8Km）の中の干支大橋（L=385m、鋼中路式プレストリブ固定アーチ橋）です。（写真-1、図-1）

このバイパスは構造物が多く、橋梁が6橋（総延長1,252.5m）、トンネルが3箇所（総延長907m）あり、

開通式が決まっている中、干支大橋は塗装面積が30,000㎡以上あるため、一番のクリティカルとなり、工期短縮が大きな課題でした。苦肉の策として、当時はメタル橋の場合、工場で橋梁製作会社による下塗り、中塗り、現場で橋梁架設後に地元塗装会社による上塗りとしていたものを、すべて工場塗装とし、添接部及びタッチアップ部のみ橋梁架設会社による現場塗装としました。

また色彩につきましては、塗料メーカーの力を借り、10色ほどの完成予想図を作成していただき、どれがよいか事務所職員全員にアンケート調査を行い、それから紆余曲折を経てインディアンレッド（塗料用標準色番号S43-149マンセル値7.5R4.5/14近似）に決定しました。

その後、受・発注者一丸となって工事の最後の追い込みとなり、平成7年3月末、無事開通式を迎え、地元はじめ関係者の皆さんと大いに喜びを分かち合い、感動したことを覚えております。

それから30年ほど経過し、干支大橋ではレベル2地震動への耐震性能を確保するためプレーキトラスの改良を行う等、国内でも前例のない構造変更を、供用しながら実施したそうです。（詳細は2022.6.21付橋梁新聞に掲載されております。）また、現在、（一社）日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会の九州地区会員であります（株）くちぎ、森塗装（株）、吉川塗装（株）の3社を含め、地元塗装会社による全面的な再塗装工事が進



写真-1 干支大橋全景

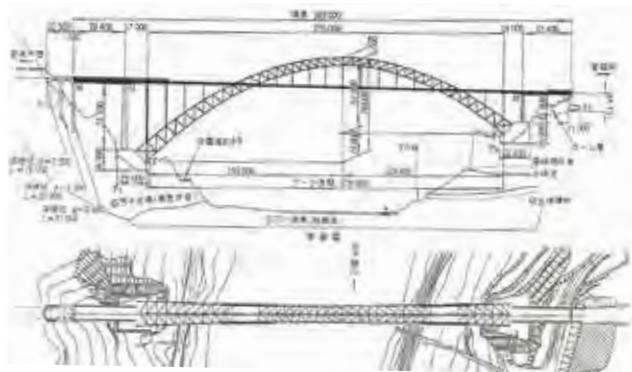


図-1 干支大橋一般図

1) 宮崎「橋の日」実行委員会会長

められており、さらに安全性が増した、周囲の山々の緑とコントラストをなすランドマークにふさわしい鮮やかな「干支大橋」が、早くよみがえることを心待ちにしているところです。

3. 「橋の日」との出会い

椎畑バイパス開通式の1週間後、平成7年4月に私は道路建設課橋梁係に異動となりましたが、社会資本整備の遅れている本県は多くの橋梁事業を進めており、そこで「橋の日」との付き合いが始まりました。

その当時は官民連携、官民協同などの動きが始まったばかりで、行政と民間が一緒になって活動するのは珍しく、私もどのように対応すればいいかわからない状態でした。そのため、既に10年近く活動していた宮崎「橋の日」実行委員会に対して少し距離を置き、会議だけに参加、イベントについては勤務時間と重なるため参加せず、形だけの付き合いとなっておりました。それから23年後に再び「橋の日」の活動に参加するのは夢にも思っておらず、もっと積極的にかかわっておけばよかったと後悔しております。

4. 「橋の日」

「橋の日（8月4日）」は宮崎県延岡市出身の湯浅利彦氏が子供のころの川遊びの思い出や、成人して橋梁工事に携わった経験などから、年を重ねるごとに橋への「熱い思い」と「感謝の気持ち」が芽生え、昭和60年に提唱したものです。

私たちが日ごろ、何気なく利用している橋はどの橋も、費用の工面や工事に携わった人達ははじめ多くの先人たちが苦勞して造り、今に残してくれた、まさに血のにじむような努力と汗の結晶です。そのような橋との触れ合いを通して、橋の役割に思いをはせ、橋に感謝する気持ちを持っていただくことにより、故郷を愛する心を育てたいという思いが「橋の日」提唱の原点で、かけがえのない橋との触れ合う日として、人と人、地

域と地域をつなぎ、様々なイベントを通して、道路・河川の愛護や潤いのあるまちづくりなど、郷土愛を深めることを目的としております。

5. 宮崎「橋の日」実行委員会

「橋の日」活動は、湯浅氏参加のもと、昭和61年に全国に先駆けて延岡市の安賀多橋で初めて実施されました。内容は「延岡の橋、今昔」写真展、早朝清掃、生け花の装飾、郷土芸能保存会による踊り奉納、高欄への風鈴やパラソルの取り付けなど、多彩な祝い行事が行われております。（写真-2）

また、翌昭和62年には、宮崎市の橋橋で第1回宮崎「橋の日」が横山忠夫実行委員長をはじめとする有志メンバーにより実施されました。ラジオ体操、橋橋・大淀川河川敷清掃、橋・河川学習、橋上からの風船上げ、橋に生け花を飾るといった盛りだくさんの内容でした。（写真-3）

この翌年、昭和63年に当時の松形宮崎県知事の声掛けで宮崎「橋の日」実行委員会が設立され、当時10名のメンバーが徐々に増え、現在は約50名となり継続的に様々な活動ができる団体となりました。今では、延岡市が「橋の日」発祥の地、宮崎市が「橋の日」情報発信の地としての役割を担い、毎年多様なイベントを企画、活動を続けているところです。

6. 8月4日「橋の日」イベント

設立当初10年程度は経験のない活動を手探りで進める状態でしたが、平成6年に（一社）日本記念日協会から念願であった8月4日「橋の日」記念日の認定を受け、この頃よりようやく行政や民間企業等に認知され、様々な支援を受けられるようになりました。イベントとしましては、橋への感謝の気持ちを込めた献花や橋みがき、当橋塗協の九州地区会員が加入しておられる宮崎県鋼橋コンクリート構造物塗装協同組合の協力により橋上点字ブロックの清掃を実施しているところ



写真-2 昭和61年延岡市安賀多橋での第1回イベント「橋の日」提唱者の湯浅氏（写真中央）



写真-3 昭和62年宮崎市橋橋での第1回イベント



写真-4 献花



写真-5 橋みがき



写真-6 橋の内部見学会



写真-7 道路老朽化パネル展

ろです。

また、平成 29 年からは国土交通省九州地方整備局宮崎河川国道事務所の協力により橋の内部見学会と「道路老朽化対策」パネル展を開催しております。これは橋への感謝だけでなく、市民目線で橋を含めた道路施設のメンテナンスに興味を持っていただけるようにとの思いからですが、子供さんだけでなく、大人の皆さんも興味津々で期待以上の効果があると感じております。(写真-4 から写真-7)

7. 「橋の日」広報活動

平成 5 年に「橋の日」活動を全国に広げるため、「橋の日」をイメージしたシンボルマークを制作することとなり、全国公募を行い、305 点の応募の中から 1 点を選定しました。(図-2)

また、提唱者湯浅利彦氏作詞、鹿児島県出身の作曲家斎藤正浩氏作曲による「橋の日」テーマソングも制作し、プロ歌手の大城光恵氏の歌で CD 化、希望者に有償にて配布している。ちなみに私は歌えませんが、2 年前から YouTube 配信しており、6 月 9 日には再生回数が 10,000 回を超えるなど多くの方に聞いていただいております。

そのほか、8 月 4 日の記念イベント用に「橋の日」のぼり旗を制作し、県内外のイベント関連団体等に無償で提供、活用していただいているところです。さらに、当会の会員用としてグッズ（帽子、ポロシャツ、タオルの 3 点セット）を制作、普段から着用することで「橋の日」広報に努めており、体育施設、公園等で「橋の日とは何？」と声をかけられることもあり、一応の効果は出ているようです。(写真-8)

なお、地元紙、全国紙、地元テレビ等のメディアへ情報提供しており、平成 11 年からホームページによる情報発信も行っております。

8. 地域の魅力発信

8.1 橋橋と福島邦成

当委員会では、活動開始 10 年目頃から 8 月 4 日の「橋の日」イベントだけでなく地域に根差した活動を行うようになり、「橋に携わった先人に感謝」という理念から宮崎「橋の日」の舞台となる「橋橋」の歴史を調査したところ、**福島邦成氏**（私財を投じて初代橋橋を架けた医師、実行委員会会員の福島順一氏は曾孫）の存在を抜きにしては語れないことがわかりました。このため、平成 9 年には記念講演会として「橋橋と福島



図-2 「橋の日」シンボルマーク



写真-8 「橋の日」グッズ



写真-9 紙芝居「橋橋と福島邦成」



写真-10 紙芝居「橋橋と福島邦成」上演会

邦成」を、翌平成 10 年には「橋橋の 100 年展と福島邦成パネル展—彼の生きた江戸・明治時代の日本・宮崎—」を開催しました。さらに、平成 23 年には紙芝居を制作し、現在も宮崎市内で上映会を続けており、YouTube 版紙芝居でも好評を得ております。(写真-9、写真-10)

8.2 橋のポスター

また、平成 13 年には宮崎県内に現存する 94 橋の石橋をまとめたポスター「宮崎の石橋」を 1,000 枚製作、県内全小中学校に配布したところ、テレビ番組で特集

が組まれるなど大きな反響があり、このポスターをきっかけに県内に 389 もの石橋が現存することが明らかになりました。さらに、平成 15 年には宮崎県民から県内の魅力ある橋として、総数 303 橋の応募をいただいた中から 101 橋を選定したポスター「宮崎の橋 101 選」を 2,500 枚製作、県内の高校・大学関係機関等へ配布しました。(写真-11)

なお、平成 23 年には(社)土木学会が平成 17 年に全国調査し、近代土木遺産と定義している県内 32 橋の中から 10 橋を選定し、県内外に掲示、配布すること



写真-11 平成 15 年宮崎の橋 101 選ポスター



写真-12 平成 23 年てげいっちゃんみやざきの橋ポスター



写真-13 「とんところ地震」絵本



写真-14 県へ紙芝居・DVDの寄贈

で、宮崎をアピールすると共に、県民が「橋遺産」の価値を見つめなおし、地域活性化への活用のきっかけとするため、ポスター「てげいっちゃんが（宮崎弁で、とってもいいですよ）宮崎の橋」を2,000枚製作、道の駅など旅行者の目に触れる場所や広報誌等への掲載などを行いました。（写真-12）

これらのポスターを通して、橋梁はすべての先人の努力と知恵、技術の賜物であることを再認識し、改めて地域を知り、愛するきっかけとなったところですが、製作から10～20年経過しており、新たに架けられたり、また撤去されたりしておりますので、今後新たに橋梁を選定、新しいポスターを制作したいと考えているところです。

8.3 とんところ地震

宮崎空港から5分程度車で南下した宮崎県総合運動公園の近くに、360年前、宮崎県に大きな地震と津波による甚大な被害をもたらした日向灘大地震（とんところ地震）を語り継ぐための供養碑があります。寛文2年（1662年）に日向灘を震源とするマグニチュード7.6の大地震が発生し、県内は震度5以上の揺れにみまわれ、高さ4～5mの津波が宮崎県から鹿児島県大隅半島一体に襲来し、当時海の東側につきだしたところにあった外所（とんところ）地区が寺とともに一夜のうちに海中に没したといわれております。この碑につきましては、発生後50年ごとに地域住民による供養祭並びに新しい供養碑建立が360年にわたり行われており、これまで7基（1基、2基目は一部破損）が建てられており、今日まで受け継がれております。本県は南海トラフ巨大地震や日向灘沖地震が今後発生するといわれており、私たちはこれらを題材として平成26年に「とんところ地震」の紙芝居とDVDを制作し、県民の防災意識向上のための取り組みに活用していただくよう県に寄贈しました。また、令和元年には「とんところ地震」の絵本作成にも着手し、20冊を県に寄贈、さらに令和2年には450冊を増刷、県教育委員会を通じ

て県内全小学校236校に配布していただいたところで、今年度には、「とんところ地震」の発生した宮崎市の幼稚園、保育園等に寄贈、幼い子供達にも読み聞かせていただく予定です。（写真-13、写真-14）

この「とんところ地震」につきましても、よく「橋の日」と何の関係があるのと聞かれます。そのたびに「とんところ地震」とは発生した時代、場所も異なりますが、東日本大震災の河口部から津波が遡上し、いとも簡単に橋梁が破壊され、地域が浸水等により取り残される映像がショックで、住民が安全に避難するためにも橋をより機能的・構造的に強いものとして保全していくことが大事であること、また「とんところ地震」での50年ごとの記念碑建立は津波災害の恐ろしさを、過去から現在そして未来へとつなぐ精神的な継承、「記憶の架け橋」となり「橋の日」活動の理念に合致しているからと説明しているところです。

8.4 「橋の日」活動の全国発信及び支援

平成18年8月には活動20周年を迎え、全国への発信として「橋の日サミットinみやざき2006」を宮崎市内で開催しました。メインイベントとなるパネルトークでは「橋から見る地域づくりとロマン」をテーマにパネリストとして、ほくりく橋の日実行委員会、東京橋の日実行委員会、奈良県十津川村役場、鹿児島橋の日推進協議会からおいでいただき、思いのたけを熱く語っていただきました。（写真-15）

その後、5年毎に全国発信の活動を行っており、25周年となる平成23年、30周年となる平成28年のそれぞれ8月には「橋を通じた地域づくりシンポジウム」を宮崎市で開催、県外の橋梁等専門家による基調講演や県内外の団体による事例発表等を行いました。なお、35周年となる令和3年につきましてはコロナ禍のため開催をあきらめたところです。（写真-16）

このような記念活動や普段からののぼり旗、パンフレット等の県内外の他団体への無償提供などの全国発信の活動が実を結び、平成27年8月4日の滋賀県「瀬



写真-15 平成 18 年橋の日サミット in みやざき



写真-16 平成 23 年橋を通じた地域づくりシンポジウム



写真-17 平成 28 年「道路環境美化功労表彰」受賞



写真-18 平成30年「明日のみやざきづくり」表彰

田の唐橋」での開催により、全国 47 都道府県すべてに「橋の日」の輪が拡大、この年には日本記念日協会から「記念日文化功労章」を、また翌平成 28 年には国土交通行政の円滑な推進の功績が認められ、宮崎河川国道事務所より道路環境美化功労表彰を受賞したところです。なお、平成 30 年には 30 年以上の長きにわたる社会貢献活動に対しまして宮崎県知事より「明日のみやざきづくり」表彰を受けることができました。さらに、当実行委員会の副会長を宮崎大学工学教育研究部森田千尋教授に平成 30 年 4 月からお願いしているところですが、教授のご尽力により令和 2 年 11 月には今までの活動、特に全国発信に対して土木学会後援デミーとマツの土木広報大賞 2020 優秀賞 3 位 [イベント部門] を受賞することができました。(写真-17、写真-18)

土木学会に関しましては、これも森田教授のご尽力により「とんところ地震」の絵本を土木学会に寄贈し、全国へ情報発信（土木学会各支部等への配布）していただくこととなり、令和 3 年 12 月、土木学会本部に赴き谷口博昭会長へ無事お渡しすることができました。その後の谷口会長はじめ、塚田専務理事との意見交換の場で土木学会との「インフラパートナーシップ」の話となり、とんとん拍子に話が進み令和 4 年 3 月に「インフラパートナーシップ合意書」を締結することがで



写真-19 令和 3 年土木学会へ絵本贈呈

きました。インフラパートナーシップは、土木学会と当実行委員会が連携することにより地域インフラの質的向上を図り、その活動を楽しみ、推進することを目的にしており、活動の広報、情報交換を連携するものです。宮崎県では当委員会が初めての団体であり、今後、他団体の活動を調査研究し、新たな情報発信等に取り組んでいきたいと考えているところです。(写真-19)

9. 終わりに

以上、宮崎「橋の日」の活動等について紹介してきました。活動を始めてから8月4日は幸いなことに、イベント時間の1～2時間だけは大きな天気の流れもなく、第24回の口蹄疫対応、第34、35回のコロナ禍の3回のみ、内容、規模等を縮小し、それ以外は、例年宮崎学園の生徒はじめ、老若男女の皆さん250人規模で行ってまいりました。

今年の第36回宮崎「橋の日」は3年ぶりに献花、橋みがき等をコロナ禍以前の規模で実施する予定でした

が、7月の感染者数増加に伴い残念ながら中止となりました。私たちは、これからも地域と地域、人と人、また過去・現在・未来をつなぐ橋梁を大事にする心を大切に「楽しみ」ながら「橋の日」活動を行っていきたいと考えております。また、8月4日の橋の日記念日の活動の輪が、本県のみならず、全国各地に今まで以上に広がっていくことを願っております。

本執筆にあたり、多くの写真を提供して頂いた宮崎「橋の日」実行委員会事務局長の鶴羽浩さまに厚く御礼申し上げます。

皇室にまつわる話

岩田 恭子

1. 皇室

眞子内親王がご成婚されて、小室眞子さんになられ、かなりの時が経ちました。あらためて皇室とは何か？「開かれた皇室」といわれていますが、やはりまだまだ分からない所もあるでしょう。歴史の中で国民と皇室がどのように関わってきたのかも併せて考えながら、少し皇室に触れてみるのもよいかもしれません。

2. 民間人にはあって皇室にないものは何でしょう？

まず最初に思いつくのは、皇族の方々には苗字を持たれていません。天皇の子や孫は、親王・内親王と称され、天皇から三親等以上離れた子孫で、王・女王とよびます。例えば、上皇陛下の従兄弟にあられる高円宮さまの娘さんたちは、承子女王（つぐこ）・典子女王（のりこ）・絢子女王（あやこ）と称されます。しかし、天皇陛下のお子様は皆さんご存じの愛子内親王です。苗字がないということは、私たちにあって戸籍のような役割を果たしています。これは宮内庁や法務省が管理しています。

他にも選挙権や健康保険、年金はありません。もちろん、病気になられたとき宮内庁病院での診察は無料で受けられるそうです。しかし、清子内親王や眞子内親王のように、ご結婚されて一般の方の戸籍に入れば、内親王ではなく、黒田清子さん、小室眞子さんの

ように苗字を持たれます。

3. 皇室の紋章はいつから菊なのか？

幕末で有名な新選組。最初は幕府の軍として、京都を守る（天皇をお守りする）役目を果たしていました。もちろん、官軍だったのです。しかし、情勢がどんどん変わり、幕府と友好関係にあった孝明天皇が崩御されると幕府側が急速に不利になりました。そして、薩摩や長州軍が「錦旗（別名は菊章旗）」を掲げると、薩長軍が官軍となり、幕府側が朝敵になったのです。この錦旗は、鎌倉時代の後鳥羽上皇が幕府を倒すために起こした承久の乱（1221年）の時に、配下の将に与えたのが歴史上最初の錦旗と言われています。この後鳥羽上皇が菊の御紋を好んだようで、それ以降も菊の御紋を使う天皇は多かったのです。そして、決定的になったのは、1868年に出された太政官布告です。「菊御紋並禁裡御用等の文字濫用禁止の件」以降のことです。大正15年には、皇室儀制令で、十六葉八重表菊形が天皇家の御紋となりました。昔は天皇家以外で菊の御紋を使うことは禁じられていましたが、現在はそういった規制はありません。

4. 皇族の方の名前はどのように付けるのでしょうか？

現在の皇室の全ての男性は、明仁（上皇陛下）、徳仁（天皇陛下）、文仁（秋篠宮さま）のように「仁」が付いています。平安時代に清和天皇という方が惟仁と名付けられたのが最初で、後小松天皇（日本に天皇が2人乱立していた南北朝の動乱時代の北朝の天皇）が幹仁と名付けられて以来、現在まで続いています。私も友人の息子さんが2人とも「仁」を付けるということで、歴代の天皇で同じ名前の方がいたか、何をされていた人なのか、相談されたことがあります。なお、1875年に皇子は「仁」、皇女は「子」を付けることが決まりました。残りの一文字は、多くは「四書五経（中国の古典）」にもとづいて考えられるようです。

5. 乳母制度がなくなったのはいつでしょう？

皇后や皇太子妃が出産されたお子様は、「乳人（めのと）が授乳していました。平安時代から続く風習で、授乳は乳人に任せて皇后らは次の出産準備に備えたそうです。当然、乳人に選ばれるのは、同じ時期に出産する女性で、健康であるか、家柄はどうかなど徹底的に調べられたのです。歴史的に有名な乳母で、江戸時代の3代将軍徳川家光の乳母であった「春日局」ですね。彼女は、家光が天然痘にかかった際、神様に自分は金輪際薬は飲まないから、家光を助けてほしい…そう願いました。実際に、奇跡的に助かった家光。春日局は晩年重い病気にかかり、家光から「薬を飲んでほしい」と何度も頼まれても断りました。結局、家光があまりに望むので、薬を飲んだふりをして着物の中に全て流しました。もちろん、その後春日局は亡くなりました。やっぱり、乳母はただの授乳だけ、という訳にはいかないでしょう。やはり情は移りますよね。

昭和天皇は生後70日、上皇陛下は3歳で養育係のもとへ里子に出されています。昭和天皇はお子様と一緒に暮らしたいと考えられましたが、周囲から立派な天皇を養育するためには仕方ないと言われたそうです。寂しい想いをされた上皇陛下が美智子さまとともに現在の天皇陛下を養育され、乳人・里子制度を廃止したことは実は画期的なことだったのです。子供を自分で育てるなんて、当たり前なのが当たり前ではなかった時代が皇室にはあったのです。雅子さまや紀子さまがお子様方と一緒にいる姿をみると、なんか感慨深いです。

6. 「お印」とは何でしょう？

皇族の方がお生れになった時や、皇籍に入られたときに「お印」が発表されます。「お印」という言い方をするので、マークや模様だと思われがちですが、実際はそのまま文字を書かれるようです。天皇陛下は「梓」、秋篠宮さまは「柊（つが）」、悠仁さまは「高野槇（まき）」がお印です。悠仁さま

の高野槇は、水に強くて朽ちにくいことから、橋梁材にも使われていますね。我々が、子供のハンカチや上履きに名前を書くように、皇族の方はお印を書かれるのです。愛子さまも「ゴヨウツツジ」なので、ハンカチに「ゴヨウツツジ」って書いていたのでしょう。もし、ハンカチを落としてしまって、拾った人が「ゴヨウツツジ？」って誰？と勘違いしますよね。ツツジさんって可愛い名前ですね。佳子さまって、少し華やかなイメージがありますよね。佳子さまは「ゆうな」がお印ですが、これはハイビスカスの一種なんだそうです。あの明るくて、華やかなイメージにぴったりだなと思いました。紀子さまのお印が「檜扇菖蒲（ひごうぎあやめ）」なのは、秋篠宮さまが昭和天皇の「檜扇菖蒲」の研究を手伝っていたからだそうです。

7. 皇室のお食事はどうなっているのでしょうか？

宮中にはお食事を担当する「大膳課」という部署があります。その中には、メニューを担当する「厨司」や、配膳を担当する「主膳」がいて、両者が話し合っってメニューを決めているそうです。和食ばかりかと思いきや、「和食係」「洋食係」「和菓子係」「パンと洋菓子係」などがあるそうで、とにかくバランスの良い食事で、飽きがこないように工夫されているのでしょう。私も1年のほとんどが夜まで授業をしていて夕飯は土日以外作っていないのですが、3月の3週間だけ夜の仕事がなく、主婦業に専念します。普段から慣れていないので、3週間の献立を作るのは、本当に地獄です。主人も息子も、「何がいい？」と聞くと、95%の確率で「何でもいい」という、最も聞きたくない回答をします。我が家にも「大膳課」を作ってほしい…。そう思っている方は多いと思います。以前、天皇陛下の料理人だった方が絵日記の形で、メニューを本にしてらっしゃいましたね。なんか、健康になれそうで、読んでみたいですね。昔は「お毒見役」がいたのですが、現在はいません。ただ、侍医が少量づつ食べて、塩味や油分な

どを実際に食してアドバイスするそうです。

8. 皇族の方はどうやって買い物をするのでしょうか？

まず、皇族の方のお財布事情はどうなっているのでしょうか？皇室費の中に、皇族費というものがある、宮家の生活費を含め、私的に使えるお金です。天皇家や皇太子家の場合は内廷費といえます。しかし、皇族の方々は質素節約をすすめられているので、決して無駄遣いはされません。学習院初等科の制服や、披露宴での着物などがお下がりであることはよく耳にしますね。愛子さまの成年式の時に叔母にあたる黒田清子さんのティアラを借りて、新調しなかったことも話題になりました。常陸宮妃華子さまが、アジア各国のバザーに出席されたとき、国によって差が出ないように、必ず全てのお店から何かを買うように配慮されたそうです。こういう気遣いも皇族の方ならではのですね。かつて昭和天皇が「どんなテレビをご覧になられますか？」という質問がなされたとき、「放送局は競争が激しいから、どこの局とはいいません」といって笑わせたエピソードを思い出しました。確かに、著名な方が着た服がテレビに映ると、そのメーカーの服が急に売れたりしますからね。皇族の方々の服はきっとお高いんだろうなと思いますが、逆に作りがしっかりしているので、長くお下がりできるのでしょうかから、実は高くないのかもしれないですね。

9. 皇族の方の留学先は？

天皇陛下が皇太子時代に、イギリスのオックスフォード大学マートン・コレッジに留学されていたことはご存じですか？実は秋篠宮さまもイギリスのオックスフォード大学セント・ジョーンズ・コレッジ大学院、三笠宮寛仁親王もイギリスのオックスフォード大学モードリン・コレッジで学ばれています。雅子さまもイギリスのオックスフォード大学ベリオール・コレッジへ留学（アメリカのハーバード大学卒業後）、寛仁親王妃信子さまもイギリ

スのロスリンハウス・コレッジ、高円宮妃久子さまもイギリスのケンブリッジ大学ガートン・コレッジを卒業されています。イギリスが多いですね。明治時代、日本が憲法を作ることになった時にも、どこの国を参考にするか？ということが大きな問題になりました。その時に福沢諭吉や大隈重信らは、イギリスを推していました。やはり、日本と同じく王室があり、国会があり非常に近い国家と考えられました。確かに、島国であることなども似てますね。結局、当時は君主権の強いドイツ（プロセイン）の憲法が参考にされましたが。

今でも、エリザベス女王に対し、国民が敬愛している姿も少し微笑ましかったりします。治安の問題や、国民と王室の関係、国民の王室への理解などを考えたら、留学先にイギリスが多いのも納得できますね。ただ、高円宮さまがカナダへ、桂宮さまがオーストラリアに行かれている事例もありますが、やはり治安のいい国ですね。

10. 女性天皇と女系天皇の違いは何でしょうか？

日本の歴史上、8人10代の女性天皇が存在しました。

推古天皇＝聖徳太子の叔母にあたり、日本で最初の女性天皇です

皇極天皇＝中大兄皇子の母にあたります

斉明天皇＝皇極上皇（天皇を退いた）が、初めて重祚（再び即位されること）されました

持統天皇＝夫や息子の急死、孫が幼少であることを受けて即位しました

元明天皇＝聖武天皇の祖母で、平城京に遷都された天皇です

元正天皇＝元明天皇の皇女で、2代連続する女帝はここだけです

孝謙天皇＝奈良時代の聖武天皇の皇女で、初めて女性で皇太子になりました

称徳天皇＝孝謙上皇の重祚で、道鏡という僧侶を寵愛しました

明正天皇＝江戸時代の女帝で、860年ぶりに即位されました

後桜町天皇＝弟の急死、甥が幼少で即位された最後の女帝です

以上の天皇は全て「女性天皇」です。女性天皇というのは、文字通り女性の天皇のことです。こんなにいるならば、愛子さまも即位できるのでは？と思ってしまうのですが、それは違うのです。上記にあげた「女性天皇」は、厳密にいうと「男系女性天皇」です。「男系」というのは、「父が天皇であるか、男性天皇の血をひいている」という意味です。もちろん、愛子さまは、お父さんが天皇ですから愛子さまは、男系です。しかし、愛子さまが即位された場合、そのお子様は「女系天皇」になってしまうのです。「女系」というのは、「母方が天皇の血をひいている」とい

う意味で、愛子さまの婚姻相手は絶対に天皇、または男性天皇の血をひいていません。そうなると、愛子さまが即位された場合、必ずお子様が「女系天皇」になります。将来生まれてくるであろうお子様が、男の子であっても、女の子であっても「女系天皇」となり、それは今までの歴史で一度もないことなんです。

推古天皇＝欽明天皇の皇女

皇極（斉明）天皇＝父が敏達天皇の孫

持統天皇＝天智天皇の皇女

元明天皇＝天智天皇の皇女

元正天皇＝父が天武天皇の子

孝謙天皇＝聖武天皇の皇女

明正天皇＝後水尾天皇の皇女

後桜町天皇＝桜町天皇の皇女

こうやって男系で続いてきた皇室は、世界的に見ても珍しいのです。万一、男の子が生まれなかった場合、宮家から天皇を出していたこともあります。

実は、昔は宮家ももっとたくさんあったのですが、GHQの命令によって、11の宮家の方が皇籍を離れました。伏見宮家、閑院宮家、山階宮家、北白川宮家、梨本宮家、久邇宮家、賀陽宮家、東伏見宮家、竹田宮家、朝香宮家、東久邇宮家です。戦後の首相に「東久邇宮稔彦親王」がついたことはご存じでしたか？宮家を戻す案なども一時ニュースになりました。

11. 最後に

知っていそうで、意外と知らないお話を少ししてみました。私の家の近くを一度天皇陛下が車で通られたことがありましたが、窓を開けて手を振っていらっしやいました。失礼ですが、なぜか親しみを持って思わず手を振ってしまいました。今回のお話で少し、皇室や歴史に興味を持っていただけたら幸いです。

お付き合いいただき、ありがとうございました。

第11回定時総会を開催

第11回定時総会は5月20日（金）、午後3時00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、参議院議員 足立敏之氏、国土交通省大臣官房技術審議官 廣瀬昌由氏の来賓祝辞の後、議事に入り、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」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「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4年度事業計画の件」及び第2号「令和4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20分に閉会した。



奈良間会長 挨拶



参議院議員 足立敏之氏 来賓挨拶



国土交通省 廣瀬技術審議官（現関東地方整備局長） 来賓挨拶

令和4年度会長表彰

令和4年度表彰式は第11回定時総会終了後に行われ、優秀施工賞、安全施工者表彰及び優秀技能者表彰の受賞者に対し表彰状を授与し、併せて、副賞として記念品を贈呈した。

受賞者 優秀施工賞

小野 正志 (株式会社山田塗料店)

建設塗装工業株式会社 東海支店 関西営業所

安全施工者表彰

春名 宏胤 (建設塗装工業株式会社) 小川 大介 (東海塗装株式会社)

鈴木 政紀 (株式会社コーケン) 佐々木 勝治 (日塗株式会社)

梶山 一樹 (ヤマダイインフラテクノス株式会社)

優秀技能者表彰

根本 敏樹 (建設塗装工業株式会社)



受賞者の皆様

例年実施していた技術発表大会、総会後の懇談会は、新型コロナウイルス感染症の拡大を考慮して中止とした。

「高塗着スプレー塗装施工管理技術者」認定講習・試験

令和3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は、新型コロナウイルス感染症の拡大を考慮して中止とした。平成16年度からの認定者の累計は169名となっている。

「高塗着スプレー塗装技能者」講習会

令和3年度「高塗着スプレー塗装技能者」講習会は、新型コロナウイルス感染症の拡大を考慮して中止とした。平成16年度からの修了者の累計は101名となっている。

2級土木施工管理技術検定試験（鋼構造物塗装）受験準備講習会の開催

令和3年度2級土木施工管理技術検定試験（鋼構造物塗装）の受験者を対象に講習会を開催した。東京、大阪及び福岡で実施し、76名が受講した。

会議等開催状況

【第10回定時総会】

日 時 令和3年5月21日(金) 14時00分～15時00分
 場 所 アルカディア市ヶ谷 5階「穂高東」
 議 事 第1号議案 令和2年度事業報告承認の件
 第2号議案 令和2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3年度事業計画について
 第2号 令和3年度収支予算について

【第19回理事会】

日 時 令和3年4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2年度事業報告(案)の承認について
 (2) 令和2年度収支決算(案)の承認について
 (3) 令和2年度事業監査の報告について
 (4) 役員改選について

【第20回理事会】

日 時 令和4年3月24日(木) 15時40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601会議室
 会場およびZoomによるWeb会議
 議 題 (1) 令和4年度事業計画(案)の承認について
 (2) 令和4年度収支予算(案)の承認について
 (3) 令和4年度会長表彰の承認について

【第87回運営審議会】

日 時 令和3年4月22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604会議室
 会場およびZoomによるWeb会議
 議 題 (1) 令和2年度事業報告(案)の審議について
 (2) 令和2年度収支決算(案)の審議について
 (3) 令和2年度事業監査報告について
 (4) 役員改選について

【第88回運営審議会】

日 時 令和3年7月20日(火) 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3年度各地区の事業計画について
 (2) 協会の運営について
 (3) 正会員の入会について

(4) ホームページのリニューアルについて

【第 89 回運営審議会】

日 時 令和3年10月28日(木) 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601会議室
会場およびZoomによるWeb会議
議 題 (1) 令和3年度の事業について
(2) 役員等の改選検討について

【第 90 回運営審議会】

日 時 令和4年3月24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4年度事業計画(案)について
(2) 令和4年度収支予算(案)について
(3) 令和4年度会長表彰(案)について

令和4年度役員名簿

会 長	奈良間 力	東海塗装(株)	取締役会長
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	代表取締役会長
副 会 長	槌谷 幹義	大同塗装工業(株)	代表取締役
業務執行理事	八子 秀康	(一社)橋塗協	(兼)事務局長
理 事	藍郷 一博	建設塗装工業(株)	専務取締役
理 事	加藤 敏行	昌英塗装工業(株)	代表取締役
理 事	神崎 昌浩	神東塗料(株)	執行役員
理 事	木暮 深	首都高メンテナンス西東京(株)	顧問
理 事	小林 俊明	(株)山崎塗装店	代表取締役社長
理 事	鷺見 泰裕	岐阜塗装(株)	代表取締役社長
理 事	中村 順一	(株)ナブコ	代表取締役
理 事	長崎 和孝	(株)長崎塗装店	取締役会長
理 事	縄田 正	(一社)日本橋梁建設協会	顧問
理 事	檜垣 匠	建装工業(株)	専務取締役 営業本部長
理 事	渡辺 博志	(一財)土木研究センター	専務理事
監 事	坂倉 徹	(株)サカクラ	代表取締役社長
監 事	竹内 義人	(株)駒井ハルテック	顧問

理事 (五十音順)

会社名	〒	住所	TEL	FAX
北海道地区(2社)				
●北海道(2社)				
池田工業(株)	049-0156	北海道北斗市中野通 218-3	0138-73-7666	0138-73-7682
(株)大島塗装店	063-0823	北海道札幌市西区発寒 3条 2-4-18	011-663-1351	011-664-8827
東北地区(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(29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(16社)				
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
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
東海塗装(株) (仮事務所)	144-0051	東京都大田区西蒲田 6-36-11 西蒲田 NSビル 2階 B号室	03-6424-8901	03-6424-8902
東海塗装(株) (12月～)	146-0082	東京都大田区池上 5-5-9	03-3753-7141	03-3753-7145

会社名	〒	住所	TEL	FAX
(株)富田塗装	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
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

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	愛知県名古屋南区上浜町 215-2	052-613-2997	052-612-3891
ヤマダイフラテクノス(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(7社)

●大阪府(3社)

(株)小掠塗装店	551-0031	大阪府大阪市大正区泉尾 3-18-9	06-6551-3588	06-6551-4319
(株)ソトムラ	577-0841	大阪府東大阪市足代 3-5-1	06-6721-1644	06-6722-1328
鉄電塗装(株)	534-0022	大阪府大阪市都島区都島中通 2-1-15	06-6922-5771	06-6922-1925

●兵庫県(4社)

(株)伊藤テック	661-0043	兵庫県尼崎市武庫元町 1-29-3	06-6431-1104	06-6431-3529
(株)ウェイズ	657-0846	兵庫県神戸市灘区岩屋北町 4-3-16	078-871-3826	078-871-3946
千代田塗装工業(株)	672-8088	兵庫県姫路市飾磨区英賀西町 1-29	079-236-0481	079-236-8990
(株)日誠社	673-0011	兵庫県明石市西明石町 2-1-13	078-923-3674	078-923-3621

会社名	〒	住所	TEL	FAX
中国・四国地区(10社)				
●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 84 社)

賛助会員

会社名	〒	住所	TEL
AGC (株)化学品カンパニー	100-8405	東京都千代田区丸の内 1-5-1 新丸の内ビルディング	03-3218-5040
大塚刷毛製造(株)	160-8511	東京都新宿区四谷 4-1	03-3357-4711
関西ペイント販売(株)	144-0045	東京都大田区南六郷 3-12-1	03-5711-8901
菊水化学工業(株)	460-0003	愛知県名古屋市中区錦 2-19-25 日本生命広小路ビル	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 18 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

(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 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-WNB

◎ 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

AGC

美しい橋梁、 ルミフロン30年 の実績。



常磐橋(30年目)



第一向山橋(30年目)



日光川橋(21年目)



神田川橋(21年目)

輝きを失わず30年経過した橋梁。

「ルミフロン」は長年に渡る実暴試験に支えられています。

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

AGC株式会社 化学品カンパニー

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



PAINTING TOMORROW

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!!



シューズカバー付き

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: CG-110021-VE
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!

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

(例: Rc-Ⅲ塗装工程の場合、5工程から3工程に短縮が可能です)



【お問い合わせ】

関西ペイント販売(株) 防食塗料販売本部

〒144-0045 東京都大田区南六郷3丁目12番1号

TEL. 03-5711-8904

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

特化則対応品

鉄・非鉄金属用

塩害環境向け高温耐塗装システム

4Kエンターシステム

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

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-VR

レジソーク Type1

NETIS 登録番号 KT-120079-VR

レジガードSD工法

DNT

DAI NIPPON TORYO

●大 阪 ☎06-6266-3119

●東 京 ☎03-5710-4502

●名古屋 ☎052-332-1701

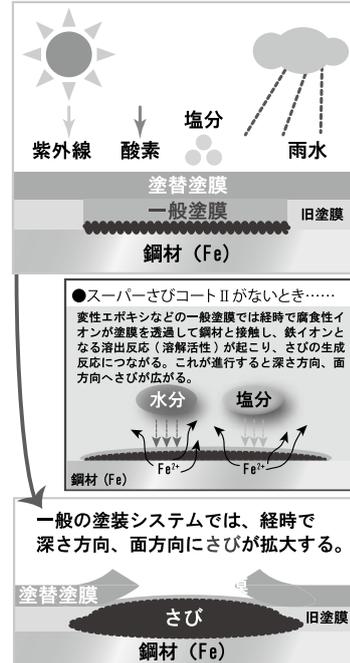
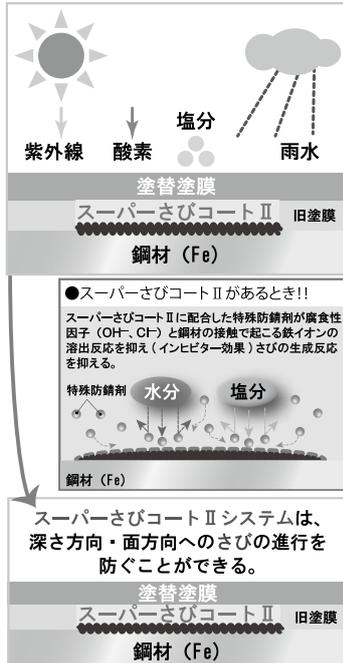
<https://www.dnt.co.jp/> 塗料相談室フリーコール
大日本塗料株式会社 0120-98-1716

スーパーさびコートIIシリーズ

スーパーさびコートII(標準形)
スーパーさびコートIIマイルド(雨溶剤形)

●スーパーさびコートIIがさびの発生・進行を抑える仕組み

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



くらしゆたかにあざやかに未来を創造するコーティング

神東塗料

東京 03(5690)0544
大阪 06(6426)3763

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

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.

PAINT W NDER

この地球をオドロキで彩ろう

ケレン塗膜粉じん飛散防止液

モイストツップK

NETIS 登録番号
No.KT-160144-A

国土交通省 新技術情報提供システム

特許取得

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

天井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) 営業本部
〒510-0101 三重県四日市市楠町小倉1058-4
TEL : 059-397-6111 FAX : 059-397-6188

国土交通省 新技術情報提供システム NETIS登録 No.CG-170006-VR

鋼構造物用水系塗膜剥離剤 **ネオハクリエ法™**

【ハイバランス万能型】

【低温時および難剥離塗膜特化型】

NE-1 / NE-3

環境対応型

卓越した塗膜除去性

低刺激

低臭気

鋼構造物用中性型水系塗膜剥離剤 **NE-1** の塗膜除去性



NE-1 塗布後

塗布 24 時間後

塗膜除去後

低温時施工及びウレタン、フッ素等の難剥離塗膜には NE-3 が有効です

 **株式会社 ネオス**

水性塗膜はく離剤を使用した
環境にやさしい塗膜はく離工法

EPP工法 (エコ・ペイント・ピーリング工法)

Eco Paint Peeling Method

(NETIS登録番号：KT-150081-VE)

[はく離剤名称] アクアインプラス

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

ニューフッソシステム

～新たなる時間軸～

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

ニュージンクHB
(弱溶剤有機ジンクリッチペイント)

ニューエポ21プライマー
(弱溶剤変性エポキシ樹脂塗料下塗)

ニューエポHBプライマー
(弱溶剤厚膜形変性エポキシ樹脂塗料下塗)

ニューフッソ21中塗
(弱溶剤ふっ素樹脂塗料用中塗(ウレタンタイプ))

ニューフッソ21中塗E
(弱溶剤ふっ素樹脂塗料用中塗(エポキシタイプ))

ニューフッソ21DC上塗
(弱溶剤ふっ素樹脂塗料上塗)

ニューフッソHB上塗
(弱溶剤厚膜形ふっ素樹脂塗料上塗)

 TOHPE CORPORATION

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

本社 〒592-8331 堺市西区築港新町一丁目5番地11

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

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

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

鋼構造物用 塗膜剥離剤 旧塗膜に合わせて3種類をラインナップ!

ネオリバー泥パック工法

パック(湿潤化)の効果で飛散を防ぐ

鋼道橋欄柵剥離除去新技術

NETIS登録番号:KK-070037-VE



三彩化工株式会社
SANSAIKAKO

地球と共生できる企業を目指して

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

ネオリバー泥パック工法

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 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向上し産廃物量も低減♪

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
バキュームプラスト施工協会 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 ウォーターフロント株式会社

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

編集後記

第250回目となるVol.50のStructure Painting編集委員会は、コロナ感染予防のために採られていたweb会議形式ではなく、久々に対面会議形式で行われました。

編集委員会では、発行の1年前に次号の掲載依頼案件を検討し、その後事務局にて、4ヵ月間かけて執筆テーマの調査検討を行います。執筆テーマの候補が固まった段階で、2回目の編集委員会が開催され、候補の中から検討を行い、執筆テーマを決定します。その後、各担当委員が、テーマごとに執筆者に打診を行ったうえで3回目の編集委員会が開催され、執筆者と掲載内容の最終確認を行います。また、テーマ内容によって、技術報告または技術資料に振り分けます。

今回の編集委員会では、今まで主なテーマとして取り上げてきた、自治体、道路管理者及び研究機関が行っている技術研究・開発、試験施工、工事報告等の技術資料や技術報告に加え、新たに会員の皆様の橋梁塗装工事の現場で行われている技術や建設DXの取り組みなどを、テーマの候補として取り上げたらどうかという案も出ました。例えば、建設現場の負担軽減、仕事の効率化のために行う写真・図面データや業務連絡を社内外で共有するクラウドシステム、試験的に行われている現場事務所のIT化の紹介などです。

本誌が皆様にとって、少しでも有益な情報の提供の場となればよいと考えております。

(M. K)

一般社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会

会長

奈良間 力

副会長

小掠 武志

鈴木 喜亮

槌谷 幹義

顧問

足立 敏之

佐藤 信秋

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 理事)

編集委員 (五十音順)

宇佐美弘文 (橋塗協 運営審議委員)

桐間 幸啓 (阪神高速道路株式会社)

久保田益弘 (橋塗協 運営審議委員)

坂本 達朗 (公益財団法人鉄道総合技術研究所)

須田 郁慧 (首都高速道路株式会社)

槌谷 幹義 (橋塗協 理事)

富山 禎仁 (国立研究開発法人
土木研究所)

服部 雅史 (株式会社高速道路総合技術
研究所)

山根 彰 (本州四国連絡高速道路
株式会社)

Structure Painting - 橋梁・鋼構造物塗装 -

(通巻第148号)

令和4年9月20日 印刷

令和4年9月30日 発行

年1回発行/無断転載厳禁

発行責任者 奈良間 力

発行所 一般社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会

東京都中央区日本橋茅場町2丁目4番5号

(茅場町2丁目ビル3階)

〒103-0025

電話 03 (6231) 1910

FAX 03 (3662) 3317

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。



火災事故再発防止教育講習会



技術発表大会



一般社団法人

日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会

JAPAN ASSOCIATION OF STRUCTURE PAINTING CONTRACTORS

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町2丁目4番5号

茅場町2丁目ビル3階

TEL 03-6231-1910

FAX 03-3662-3317

E-mail info@jasp.or.jp

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