

Structure Painting

Vol.47

橋梁・鋼構造物塗装

2019年9月

CONTENTS	page
● 巻頭言	
「はがねをまもる」……………宮川 豊章………… 1	
● 技術報告	
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 ……………久保田成是………… 2	
本州四国連絡橋の塗替塗装に係る技術開発……………竹口 昌弘………… 8	
塗膜剥離を抑制する新型変性エポキシ樹脂塗料の開発……………西森 修次…………13	
● 技術資料	
鋼橋の腐食環境及び構造部位と腐食速度との関係 ……………原田 拓也・後藤 俊吾・恩田 駿秀…………18	
橋梁等の鋼構造物における旧塗膜除去有害物質調査 ……………岩田 直樹・井上 毅・高菅 卓三・野馬 幸生…………27	
● よもやま話	
紙幣になった人物……………岩田 恭子…………34	
橋塗協だより……………37	
第22回技術発表大会報告……………41	
会員名簿……………43	
広告……………46	

「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。

「はがねをまもる」



京都大学
宮川豊章

“まもるもせめるもくろがねの♪”という歌がある。高校時代まで住んでいた家の真正面にあったパチンコ屋の裏口からよく聞こえてきたものだ。小さい頃「くろがね」の意味がよくは分からなかったのだが、なんとなく鉄なのだろうと思っていた。そのため、幕末の黒船は鋼鉄製だとばかり思っていた。しかし、本当は木造船で防水のためピッチを塗っていたので黒く見え黒船と呼ばれたらしく、しかも幕末よりはるか以前戦国時代あたりからあった言葉らしいと知って驚いた覚えがある。木材にピッチを塗るということは防水が第一目的ではあるのだろうが、防水はまた防食の効果を意図している。

鉄あるいはその具体的な一般的使用形態である鋼は自然状態では不自然なものである、とよく講義では話した。本来は鉄鉱石という酸化・硫化物であり、強引にエネルギーを与えて還元し鋼にする。無理やり自然状態から引き離したのであるから、酸化し自然な状態に帰らざる、つまり腐食することは自然の理であり当然だろう。言い換えれば、鋼は自然状態において自分自身では自立できないということである。一般的な構造用鋼には必ず何らかの防食システムが必要なのである。

私はコンクリートが専門領域なので、コンクリート構造における鋼を考えると、コンクリートはそのアルカリ性および緻密性によって鉄筋あるいはPC鋼材などの鋼を守る役割を果たすことが知られている。しかし、コンクリートの緻密性は、塩化物イオンに対して超長期の遮断を期待できるわけではないことが明らかとなっている。鋼構造物と同様に鉄筋コンクリート構造物あるいはプレストレストコンクリート構造物でも塩害を生じることが知られ、樹脂塗装鉄筋あるいは防食鋼材の使用、プラスチック製シースの使用、コンクリート表面処理、電気化学的防食工法の適用など、種々の対策が提案されるにいたっている。

鋼構造の場合、防食方法には電気防食もあるが、その歴史、実績からして、まずは塗装が最初に思いうかぶだろう。塗装はおまけにその色によって構造物から種々のメッセージあるいはイメージを市民に向けて発信することができる。しかも、鋼はその内部に水が存在せず内部に水を含むコンクリートとは違って、塗装条件の設定は環境条件が中心となるため、新設構造物の場合の塗装施工は比較的容易である。そのため、コンクリート構造と違って、鋼橋・鋼構造物への塗装の歴史は長く、鋼橋・鋼構造物の関係者は塗装になじみの

ある方が多い。

塗装を形成する塗料には材料としてよく有機高分子材料（ポリマー）が用いられるが、ポリマーそのものは必ずしも耐久性は高くない。多くの場合その骨格である炭素鎖そのものは共有結合であり、強く、耐久性も高いのだが、そうでない結合も多く持っているからである。しかも、完璧な防水性を有するわけでもない。したがって、塗装も決して長持ちするわけではない。定期的に塗替えが必要とされる場合がほとんどなのである。しかも、そのような既設構造物の場合の塗装は下地処理の方法を含めまだ技術的・費用的に問題があることがある。この塗替え間隔の延長は費用的に大きな課題となることが多く、ライフサイクルコスト（LCC）を大きく押し上げる。そのため塗料を用いた防食塗装系の長寿命化が期待されるとともに塗替え塗装における旧塗膜の剥離および下地けれん方法の確立が急がれているのである。

現在長寿命化を期待しているような塗装系が提案されている。それらの塗装系の劣化機構はその材料・仕様によって実は様々である。そのため、耐久性に富む塗装系の適切な一律の加速試験方法がないのが現状である。劣化機構が異なる場合、加速要因は異なり、一般化した一意的な形での加速ができないからである。塗装系に合わせて従来の加速試験結果を解釈しなおすとともに、対象とする塗装系にふさわしい加速試験方法を提案する必要があると思っているが、まだ体系立った成果はないのが現状である。本来は、塗装メーカー各社の情報を網羅勘案し、新たな試験体系を提案する必要があると考えている。

私が理事長を仰せつかっている（一社）日本塗料検査協会は、今年で64年の歴史を有する、日本で唯一の塗料にかかわる検査の第三者機関であるが、意外に鋼構造にかかわる方々に知られていない。私自身日本塗料検査協会の名前を知ったのは40歳を超えてからだったように思う。私のような塗装にあまり縁が深くないコンクリート構造関係者にだけ知られていないのならまだ納得できるのだが、そうではないようなのである。しかし、塗料に関わる検査を塗料メーカー各社だけに依存することはコンプライアンス的に良くないことは当然である。（一社）日本塗料検査協会は長寿命化の議論において欠かせない組織だと考えている。協会の人間も含めて塗料の長寿命化および塗替え塗装について情報交換すべき時であると思っている。

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

久保田成是¹⁾

1 はじめに

首都高速道路では、鋼橋の塗替え塗装工事における火災安全性の向上、作業環境の改善、VOCの削減を目的として、平成29年8月に制定した鋼橋塗装設計施工要領より現場塗装仕様に可能な限り水性塗料を標準仕様として採用した(表-1)。しかし、鋼面に直接塗布する防食下地に用いる水性有機ジンクリッチペイント(以下、水性有機ジンク)は、塗装後に塗料の水分によって塗膜が乾燥する前に斑点状の錆(フラッシュラスト)が発生することが課題となり、採用には至らなかった(図-1)。その後、塗料メーカー数社によるフラッシュラストの発生を抑制する水性有機ジンクの開発が進んだことから、フラッシュラストの「発生を抑制する性能」と「進行を抑制する性能」の2点に着目し、塗料のフラッシュラスト抑制性能と、素地調整グレードや施工可能な温湿度等の施工条件について検証した。

2 フラッシュラストの性質

水性有機ジンクは塗料の希釈に水を使うため、その水分によって塗膜が乾燥する前に斑点状の錆が発生することがある。これは、塗料中の水分に鉄イオンが溶出して酸化されることで、塗膜にさび色の斑点が現れる現象で、一般にフラッシュラストと呼ばれている。フラッシュラストが発生しやすい条件は、以下の通りであると考えられる。

- ・塗料の希釈率が高い(含有する水の量が多い)ほど、

発生しやすい。

- ・低温、高湿度環境になる(湿潤時間が長い)ほど、発生しやすい。
- ・素地調整グレードが低いほど、発生しやすい。

3 フラッシュラスト発生抑制性能の検証

(1) 検証試験の概要

フラッシュラストの発生を抑制するように改良された水性有機ジンク(以下、開発品)のフラッシュラスト発生抑制性能を検証するため、開発品の他、①市販されている水性有機ジンク(以下、現行品)、②現行要領の標準仕様である溶剤形の有機ジンクリッチペイント(以下、有機ジンク)及び③フラッシュラスト未対策型の水性有機ジンクの計4種類の塗料を用いて試験をした。また、施工条件の違いによるフラッシュラストの発生状況を確認できるように、塗膜厚は75 μ で統一し、塗装後の養生温湿度は10 $^{\circ}$ C -85RH%と5 $^{\circ}$ C -70%(現行品のみ)の2パターン、試験片の素地調整はディスクサンダーによる素地調整2種(除錆度:St3)、ブラスト面形成動力工具による素地調整(以下、素地調整1種相当)(除錆度:Sa2.0)、ブラストによる素地調整1種(除錆度:Sa2.5)の計3パターンとした。

(2) 試験片

サイクル腐食試験(JIS K 5600-7-9)のサイクルDを15日間行い腐食させた鋼板に、所定の素地調整を行い試験片とした。平滑な鋼板では錆を生成しても素地調整によって殆どの錆が除去されてしまい、実際の橋

表-1 塗替え塗装仕様の例

工程	塗料名
防食下地	有機ジンクリッチペイント
下塗1	水性エポキシ樹脂塗料
下塗2	水性エポキシ樹脂塗料
中塗	水性エポキシ樹脂塗料中塗
上塗	水性ふっ素樹脂塗料

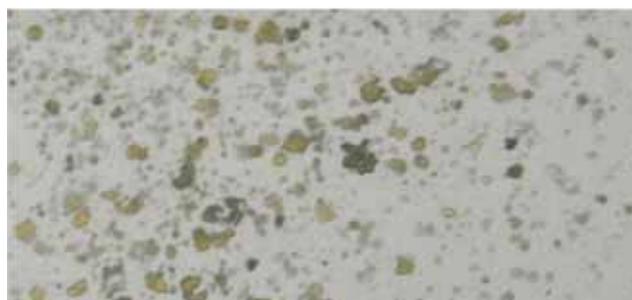


図-1 水性有機ジンクに発生したフラッシュラスト

1) 首都高速道路株式会社 東京西局 土木保全設計課

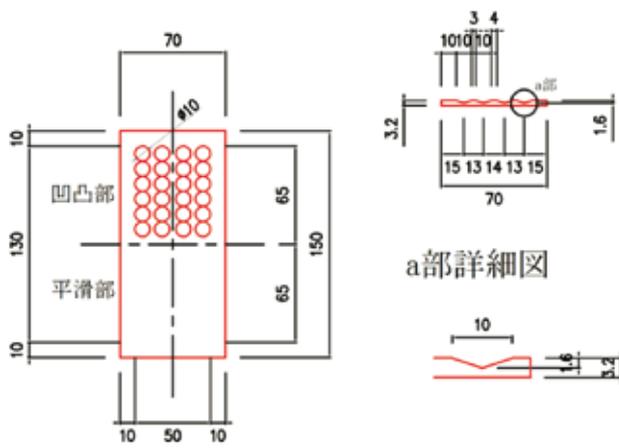


図-2 凹部を設けた試験片

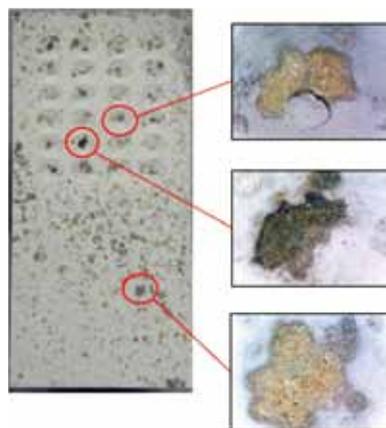


(左：サイクル腐食試験後、右：素地調整2種後)
図-3 複合サイクルおよび素地調整2種後の試験片



(左：恒温恒湿槽、右：養生状況)

図-4 恒温湿度槽による養生



【素地調整2種の試験片】



【素地調整1種相当の試験片】

図-5 試験結果の一例 (10°C -85RH%、開発品)

梁における錆が生じた鋼面の状況を再現できない。そこで、素地調整で錆が取り切れないような凹部を設けた試験片を製作した(図-2)。図-3にサイクル腐食試験後と素地調整2種後の試験片を示す。なお、凹部が素地調整の仕上がりに影響しないブラストによる試験片は、平板のままとした。

(3) 塗装及び養生

塗料は、恒温恒湿槽にて所定の温度となるよう保管して使用した。塗装後も、同じく恒温恒湿槽により一

定の温湿度で7日間養生した。このとき、恒温恒湿槽内の風の流れによる急速な乾燥を生じさせないため、試験片をアクリルケースで覆った(図-4)。

(4) 試験結果

試験結果を図-5及び表-2に示す。表中のフラッシュラストの有無は、発生しなかった場合を○、発生した場合を×とした。また、フラッシュラストが発生した場合はその個数が10個未満の場合を△、10個以上の場合を×とし、発生したフラッシュラストの最大寸法

表-2 フラッシュラスト発生抑制性能確認試験結果

番号	膜厚	温度	湿度	塗料	素地調整	フラッシュラストの有無 (無:○、有:×)	フラッシュラストの個数 (10個未満:△、10個以上:×)	フラッシュラストの最大寸法 (○:~1mm、△:~3mm、 □:~5mm、×:5mm~)
1	75 μ	10°C	85RH%	水性 有機ジンク (開発品)	1種 (プラスト)	○	-	-
2						○	-	-
3						○	-	-
4						○	-	-
5						×	△	○
6					×	△	○	
7					×	△	○	
8					×	△	○	
9					○	-	-	
10					○	-	-	
11					○	-	-	
12					○	-	-	
13					×	×	○	
14					×	×	○	
15					×	×	○	
16					×	×	○	
17					×	×	×	
18					×	×	×	
19					×	×	×	
20					×	×	×	
21					×	×	×	
22					×	×	×	
23					×	×	×	
24					×	×	×	
25					○	-	-	
26				○	-	-		
27				×	△	○		
28				×	△	○		
29				×	△	○		
30				×	△	○		
31				×	×	○		
32				×	×	△		
33				○	-	-		
34				○	-	-		
35				○	-	-		
36				○	-	-		
37				×	△	○		
38				×	△	○		
39				×	×	△		
40				×	×	△		
41				×	×	×		
42				×	×	×		
43				×	×	×		
44				×	×	×		
45				×	×	×		
46				×	×	×		
47				×	×	×		
48				×	×	×		
49				○	-	-		
50				○	-	-		
51		○	-	-				
52		○	-	-				
53		○	-	-				
54		○	-	-				
55		×	×	○				
56		×	×	△				
57		○	-	-				
58		○	-	-				
59		○	-	-				
60		×	△	○				
61		×	×	○				
62		×	×	○				
63		×	×	○				
64		×	×	△				
65		×	×	×				
66		×	×	×				
67		×	×	×				
68		×	×	×				
69		×	×	×				
70		×	×	×				
71		×	×	×				
72		×	×	×				
73		○	-	-				
74		×	△	○				
75		×	△	○				
76		×	△	○				
77		○	-	-				
78		○	-	-				
79		○	-	-				
80		×	△	○				
81		×	△	○				
82		×	△	△				
83		×	△	△				
84		×	△	△				
85		○	-	-				
86		×	△	○				
87		×	△	○				
88		×	△	○				
89		×	△	○				
90		×	×	○				
91		×	×	○				
92		×	×	△				
93		×	△	○				
94		×	△	○				
95		×	△	○				
96		×	△	○				
97		×	×	×				
98		×	×	×				
99		×	×	△				
100		×	×	△				
101	×	×	×					
102	×	×	×					
103	×	×	×					
104	×	×	×					
105	×	×	×					
106	×	×	×					
107	×	×	×					
108	×	×	×					

表-3 試験片の条件

番号	膜厚	温度	湿度	素地調整	塗料
1	75 μ	10°C	85RH%	1種 (プラスト)	水性有機ジンク(開発品)
2				1種相当 (プラスト面形成動力工具)	
3				2種 (ディスクサンダー)	水性有機ジンク(開発品)+下塗り1層
4					
5					

表-4 フラッシュラスト進行抑制性能確認試験結果

試験片 条件	フラッシュラストの 有無(試験前) (有り:□、無:-)	フラッシュラストの 個数の増加 (増加:□、減少:■、変化なし:-)	フラッシュラストの 平面的な成長(拡大) (あり:□、なし:-)	白錆の発生状況 (多い:○、少ない:●)
1	-	-	-	○
	□	-	-	○
	□	-	□(微小)	●
	□	□	-	●
2	-	-	-	●
	-	-	-	○
	□	□	□	●
3	□	□	□(大)	○
	□	-	-	●
	□	-	□(小)	○
4	□	□	□(大)	●
	□	■	-	-
	□	■	-	-
	□	□	-	-
5	-	-	-	○
	□	-	-	●
	□	-	-	○

が1 mm 以下は○、3 mm 以下は△、5 mm 以下は□、5 mm より大きい場合は × を記載した。

素地調整の違いに着目すると、素地調整2種では全ての水性有機ジンクで5 mm を超えるフラッシュラストが多数発生していることが分かる。この結果から、水性有機ジンクを使用する場合、素地調整2種ではフラッシュラストの発生を抑制することは困難といえる。また、素地調整1種及び1種相当の場合は、塗料によってフラッシュラストが発生するものとしなかったものがあつた。

温湿度による影響については、現行品の試験結果からは明確な傾向は見られなかった。これは、どちらの条件も水性塗料の乾燥に対して充分厳しいものであつたためと推察する。

塗料の違いに着目すると、フラッシュラスト未対策型は素地調整1種であってもほぼ全ての試験体でフラッシュラストが発生していることから、開発品の発生抑制性能が検証できたといえる。また、今回の試験では有機ジンクでもフラッシュラストが確認された。素地調整2種でも個数は少なく、大きさも1 mm ~ 3 mm 程度であるため、水性有機ジンクに比べフラッシュラストは生じ難いといえるが、素地調整1種及び

1種相当の場合は開発品と有機ジンクの結果に大きな差はない。よって、水性有機ジンクでも一定の素地調整を行うことで有機ジンクと同等に扱うことができると考えられる。

4 フラッシュラスト進行抑制性能の検証

(1) 検証試験概要

開発品をはじめ、水性有機ジンクのフラッシュラスト発生抑制性能が検証できたことから、次にフラッシュラストの進行(点錆の拡大)を抑制する性能を検証した。フラッシュラスト発生抑制性能の検証試験後の試験片を用いて、サイクル腐食試験(JIS K 5600-7-9)のサイクルDを30日間行い、発生したフラッシュラストの変化を確認した。

(2) 試験片

試験に用いた試験片は、表-3に示す5パターンのものでした。なお、試験片の4片部のコバ面は塗膜が薄く、早期に発錆して試験結果に影響を及ぼす恐れがあるため、エッジ部及びその周辺に発錆を防止するための処理を施した。

(3) 試験結果

試験結果を表-4及び図-6に示す。開発品を用いた試

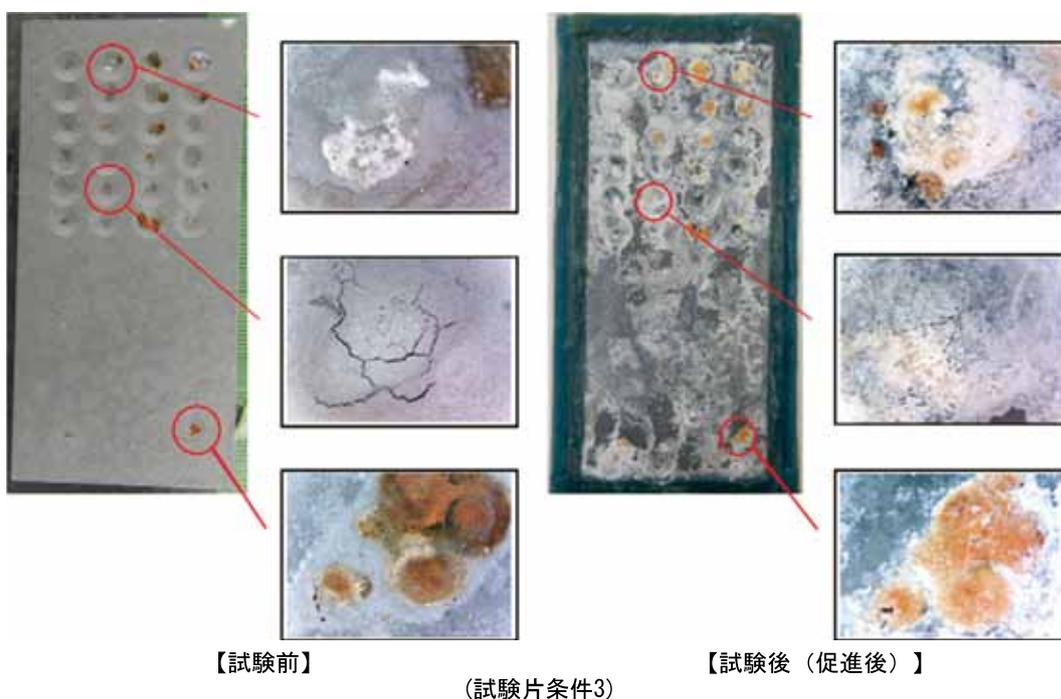
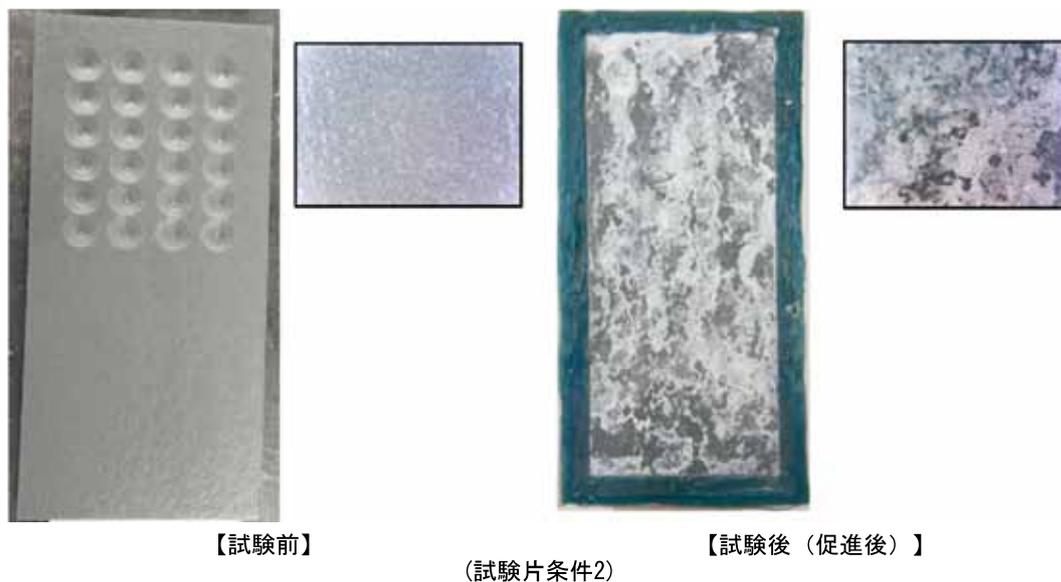


図-6 試験結果の一例



図-7 下塗りに錆が浮き上がった試験片

試験片（条件1～3）では、塗料によってフラッシュラスタの進行状況に差があることから、この試験方法によって塗料の持つフラッシュラスタ進行抑制性能が検証できたといえる。また、白錆の発生については犠牲防食作用の結果であるため特に問題はないと考えられる。

開発品+下塗り1層（条件4）では、発生したフラッシュラスタが下塗りで隠蔽されたためにフラッシュラスタの個数について「減少」と評価しているが、完全に隠蔽できた塗料はひとつのみであり、その他は下塗りに錆が浮き上がってきた（図-7）。このことから、フラッシュラスタを下塗りで隠蔽することは困難であり、フラッシュラスタの発生を可能な限り抑制する必要が

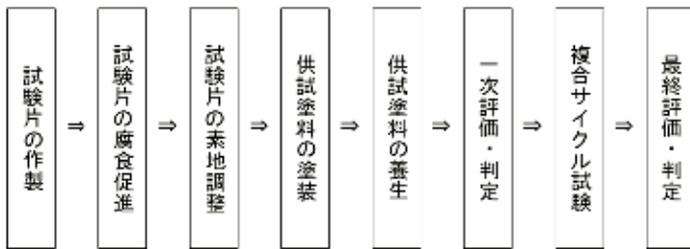


図-8 耐フラッシュラスト試験の流れ

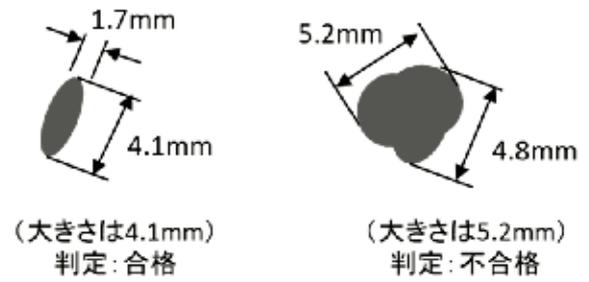


図-9 フラッシュラストの最大長

あることが確認された。

また、有機ジンク（条件5）では、全ての塗料でフラッシュラストの進行は見られなかった。

4 耐フラッシュラスト試験の制定

首都高速道路では、前述した2つの試験を組合わせて「耐フラッシュラスト試験」を制定した。耐フラッシュラスト試験は、実際の環境下における塗料の耐フラッシュラスト性（発生抑制性能及び進行抑制性能）を推定することを目的とし、図-8に示す流れで実施する。

検証試験の結果から、素地調整2種ではフラッシュラストの発生は抑えられないと判断し、水性有機ジンクを使用する際の素地調整は1種または1種相当に限定するという前提の下、試験片の素地調整は1種相当とした。また、塗装後の養生温湿度は10℃-85RH%の条件で行い、フラッシュラスト発生状況について一次評価をする。このとき、以下の判定基準をすべて満たす場合に「発生抑制性能がある」とみなすこととした。

- ・目視によって観察し、流れ・むら・割れ・はがれがない。
- ・大きさがφ5.0mmを超えるフラッシュラストがない。なお、大きさはフラッシュラストの最大長を指す。（図-9参照）

続いて、一次評価にて発生抑制性能があると判定された塗料（試験片）にて進行抑制性能確認試験を行い、

最終評価をする。試験方法は前述の通りであり、判定基準は一次評価時と同様とした。ただし、4片の境界部は評価対象から除外する。最終評価で進行抑制性能があると判定されたとき、耐フラッシュラスト試験に合格したことになる。

また、一次及び最終評価における判定基準では、φ5.0mmのフラッシュラストの発生有無を合否判定の閾値としているが、これは今回の検証試験で比較用に実施した有機ジンクの発生抑制性能確認試験において、これまで一般的に施工されてきた素地調整2種の条件でφ3.0mm程度のフラッシュラストが発生した塗料があったためである。素地調整1種相当に塗布する水性有機ジンクは、従来の有機ジンクと同等の性能を担保することを考慮して、φ5.0mmまでのフラッシュラストを許容することとした。

6 おわりに

水性有機ジンクの課題であったフラッシュラストの発生を抑制する塗料について、その性能を検証した。この結果から、素地調整のグレードを1種相当（Sa2.0）以上にすることで十分現場に適用できると判断した。首都高速道路では、「耐フラッシュラスト試験」を含む水性有機ジンクの新たな塗料規格を制定し、2019年10月より表-5に示す塗替え塗装仕様を採用する予定である。

表-5 新たな塗替え塗装仕様の例

工程	塗料名
防食下地	水性有機ジンクリッチペイント
下塗1	水性エポキシ樹脂塗料
下塗2	水性エポキシ樹脂塗料
中塗	水性エポキシ樹脂塗料中塗
上塗	水性ふっ素樹脂塗料

本州四国連絡橋の塗替塗装に係る技術開発

竹口 昌弘¹⁾

はじめに

本州四国連絡橋には、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をはじめ、3ルート合わせて17橋の海を渡る長大橋がある(図-1)。橋梁の種類は吊橋や斜張橋、アーチ橋など様々であるが、いずれも当時の世界最高水準の技術を活用して建設された巨大構造物である。これら海峡部の長大橋梁群の維持管理は、予防保全を基本に、新たに生じる課題を解決するために必要な技術開発を推進しながら実施している。

本州四国連絡橋の外表面塗装の面積は約400万m²と膨大であり、維持管理費に占める塗替塗装費の比率は非常に大きい。したがって、本州四国連絡橋のライフサイクルコストを最小化するには、塗替塗装のコスト縮減が最も重要である。このため、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)。上塗り塗料には、大三島橋を除き明石海峡大橋より前に建



図-1 本州四国連絡道路の概要

上塗: ふっ素(ポリウレタン)樹脂塗料(25μm)	優れた耐候性(劣化しにくい)	塗替
中塗: エポキシ樹脂塗料(30μm)	上塗りと下塗りの接着剤の役割	
下塗: エポキシ樹脂塗料(120μm)	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(75μm)	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

1) 本州四国連絡高速道路株式会社

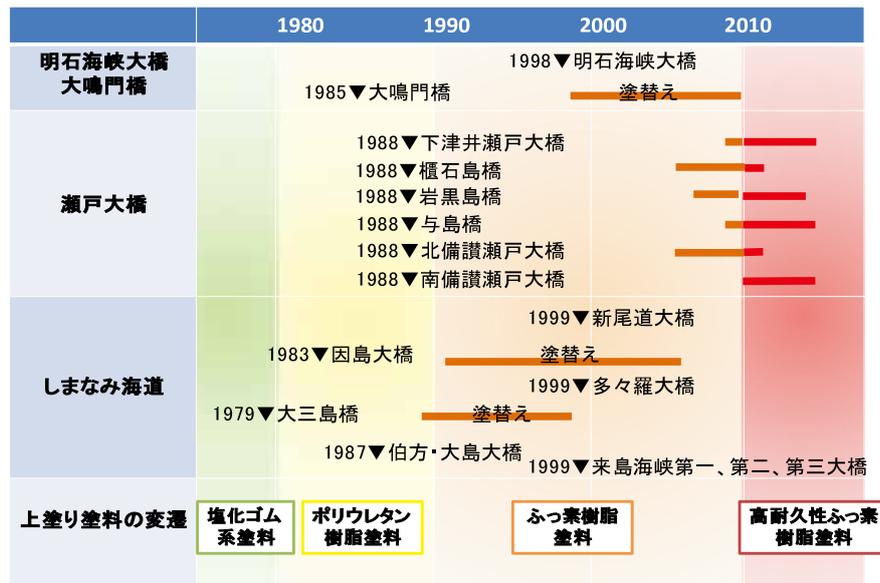


図-3 上塗り塗料の変遷

設された本州四国連絡橋にはポリウレタン樹脂塗料を用いている。明石海峡大橋以降はポリウレタン樹脂よりも耐候性に優れたふっ素樹脂塗料を採用し、また塗替塗装においても標準仕様として採用してきた。現在は従来型のふっ素樹脂塗料より更に耐候性に優れた高耐久性ふっ素樹脂塗料を開発し、瀬戸大橋の塗替塗装に採用している(図-3)。そして、更なる塗替コスト縮減を目指し、中塗り・上塗り兼用の省工程型塗料の開発を進めている。なお、本州四国連絡橋の塗替塗装では、防食下地の無機ジंकを長期にわたり維持することを目的として、これを保護する下塗り層が露出する前に中塗りと上塗りを塗り替えることを基本としている。

本稿では、今後、本州四国連絡橋の維持管理費のおおよそ半分を占めることが想定されている塗替塗装費について、そのコスト縮減に向けた塗料開発、塗膜の劣化度評価の効率化及び劣化予測の高度化に関する取組について紹介する。

2 塗替コスト縮減に向けた塗料開発

2.1 高耐久性ふっ素樹脂塗料

本州四国連絡橋の色調が無彩色のライトグレーであり、その中には白色顔料の酸化チタンが使用されているが、光触媒作用によるものと推測される樹脂分解による光沢度の低下が確認された。このため、塗料メーカーの協力のもと、酸化チタン表面の高密度化を図るなどの改良により「高耐久性ふっ素樹脂塗料」を開発し、2011年度より瀬戸大橋の塗替塗装の上塗り塗料として採用している^{1,2)}。

高耐久性ふっ素樹脂塗料の耐久性能は、塗膜の劣化が塗膜消耗までの進行に長時間を要するため、塗膜の劣化で最初に現れる光沢度の低下に着目し、光沢保持率((財)日本ウェザリングテストセンター宮古島での

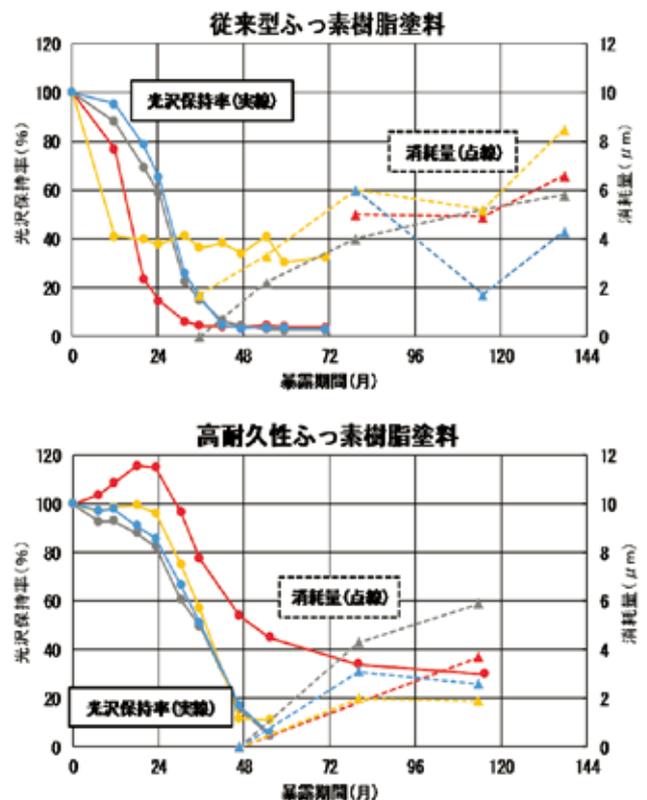


図-4 光沢保持率と消耗量(宮古島暴露試験結果)

暴露試験で、暴露期間3年の光沢保持率が50%以上)により規定している。そこで、光沢保持率と長期的な塗膜の消耗特性の関係を確認するため、塗料メーカー4社の塗料を対象に宮古島や実橋位置での屋外暴露試験を継続している。図-4に従来型ふっ素樹脂塗料と高耐久性ふっ素樹脂塗料の宮古島屋外暴露結果(光沢保持率と消耗量)を示す。

高耐久性ふっ素樹脂塗料は、従来型ふっ素樹脂塗料と比較して、光沢保持率の低下が緩やかになっており、

光沢保持率がおおむね下限値に達するまでの期間が長いことがわかる。また、塗膜の消耗開始時期は、おおむね48ヵ月以降であり、従来型ふっ素樹脂塗料に比べ遅くなっていることが明らかとなった。なお、高耐久性ふっ素樹脂塗料の消耗特性については、現時点では消費量が少なく評価するためのデータが十分に得られていない。これについては、今後も調査を継続し、より長期の塗膜消耗データに基づき評価する計画である。

2.2 省工程型塗料

本四高速では、塗替対象である上塗りと中塗りの2層を1層(55 μ m)で塗れる塗料(省工程型塗料(表-1)³⁾)の開発を塗料メーカーの協力のもと進めており、2019年度に本四高速の塗料規格に制定する予定である。省工程型塗料を適用することにより、塗り手間の省力化が図れるとともに、耐候性の高い塗料のみで厚い膜厚の施工が可能となり、塗替サイクルの長期化による本州四国連絡橋のライフサイクルコストの縮減が期待できる。

2012年度より、省工程型塗料の実橋への適用性検討のため、上塗りにポリウレタン樹脂塗料を採用している瀬戸大橋において試験施工を開始した。2012年度は、南備讃瀬戸大橋の小組トラス部材の一部範囲を対象として、施工性(厚塗り性、仕上がり性など)、付着性等の確認を目的とした試験施工を行った。その結果、一部で塗膜厚が管理基準値を満足しなかったが、塗装道具の改良や施工速度の調整等によって克服できるものであった。2013年度は、南備讃瀬戸大橋での試験施工結果を踏まえ、岩黒島橋で約2,000 m^2 を対象に大規模な試験施工を実施した。写真-1に岩黒島橋での試験施工の状況を示す。施工は、ローラー塗りを基本とし、添接部やスカラップ部等のローラーでの塗布が難しい箇所は、刷毛による先行塗装を行った。試験施工の結果、施工性等について問題のないことを確認した。また、従来の上・中塗りの2層塗りの場合と比較しても同程度の塗り手間であった。以上より、従来の中塗り1層分の作業の省力化が期待できることを確認した。

一方、付着性等の確認には長期間を要する。そのため、追跡調査用の定点を試験施工時に設置している。省工程型塗料は、上塗りと下塗りとの付着性確保のための中塗りを省略しており、旧塗膜との付着性確保が課題の1つである。表-2には、試験施工5年後までの付着力試験(JIS K 5600 プルオフ法)結果を示す。素地調整は、4種ケレンとしているが、5年経過後も所要の付着力を十分に有していることが確認された。

2016年度には、上塗りにふっ素樹脂塗料を採用している明石海峡大橋において試験施工を実施した。試験施工直後の付着力試験結果(初期値)を表-3に示す。全ての塗料で1 N/mm^2 以上と、良好な付着性能を示したが、付着性の確認については引き続き追跡調査を実施する計画である。

表-1 省工程型塗料 塗装仕様

仕様	素地調整	第1層	第2層	備考
現行仕様	4種	エポキシ樹脂塗料中塗(30)	ふっ素樹脂塗料上塗(25)	はけ塗り
省工程型塗料	4種	省工程型塗料(55)		ローラー塗り

※()内の数字は基準とする乾燥塗膜厚(μ m)



写真-1 省工程型塗料の試験施工状況(岩黒島橋)

表-2 付着力試験結果(南備讃瀬戸大橋)

(単位: N/mm^2)

素地調整	塗料メーカー	初期値(H24.9)	2回目(H25.6)	3回目(H27.9)	4回目(H29.9)
4種(ディスクサンダー)	A社	5.4	6.0	6.0	6.0
	B社	5.4	6.0	5.7	6.0
	C社	6.0	6.0	6.0	6.0
	D社	5.9	6.0	5.4	5.3

※「6.0 N/mm^2 以上」の場合は、「6.0 N/mm^2 」と示す。

表-3 付着力試験結果(明石海峡大橋)

(単位: N/mm^2)

素地調整	塗料メーカー	初期値(H28.11)
4種(ディスクサンダー)	A社	5.2
	B社	4.2
	C社	2.8
	D社	4.3

※「6.0 N/mm^2 以上」の場合は、「6.0 N/mm^2 」と示す。

なお、耐候性については、高耐久性ふっ素樹脂塗料と同等の性能を要求することとした。今後、省工程型塗料を用いて本州四国連絡橋の塗替塗装に着手し、実橋施工塗膜や暴露試験体による塗膜性能の検証を継続

的に実施していく予定である。

③ 塗膜の劣化評価の効率化

本州四国連絡橋の上塗りと中塗りの塗色はよく似ているため、上塗りの消耗程度の判定が目視では困難な場合が多い。このため、上塗り（ふっ素樹脂塗料）と中塗り（エポキシ樹脂塗料）の分光特性の違いに着目し、近赤外線カメラを利用した塗膜劣化評価の効率化に向けた研究を神戸大学と共同で実施している。分光特性とは、物質が持つ特定波長の光に対する反射・吸収率の違いのことで、図-5に示すようにA社の上塗りとは中塗りでは、750～1500nmの近赤外線波長域で吸光度に違いがあり、この波長域光のみを透過するフィルタを装着した近赤外線カメラで塗装試験片を撮影すると上塗りとは中塗り露出部を鮮明に識別できることがわかった（写真-2）^{4,5)}。また、実橋においても、上塗りの消耗を肉眼に比べ鮮明かつ面的に捉えられることを確認している（写真-3）。今後は、塗膜厚さや塗料成分の異なる試験体による確認試験等を実施して、本手法による塗膜劣化評価の適用性について検討を進める予定である。

④ 塗膜の劣化予測の高度化

本州四国連絡橋の塗替施工時期は、塗膜消耗に着目した劣化予測により設定している。このため、施工時期の異なる本州四国連絡橋の膨大な量の塗替を確実に効率的に計画、実施する上で、塗膜消耗の劣化予測の精度向上が必要となる。以下に、塗膜消耗と塗膜剥離に対する劣化予測精度の向上に向けた取組状況を紹介する。

(1) 残存膜厚、塗膜消耗速度のばらつきを考慮した劣化予測手法

実橋における塗膜厚の分布を調査した結果、図-6に示すような分布が認められ、対数正規分布で近似できることが明らかとなった。また、塗膜消耗速度は正規分布で近似できることから、これらの確率分布を使用したモンテカルロシミュレーションを実施することにより、塗替塗装完了時期を精度良く予測する手法を開発した⁶⁾。開発した手法のイメージは図-7に示すとおりであり、無機ジンの露出が生じない限界状態となる時期を確率的に求めるものである。

なお、上塗りの耐候性が向上すると、塗膜の剥離など消耗以外の劣化が塗膜寿命を決める可能性が生じることになる。現時点では限定的ではあるが本州四国連絡橋の一部の構造で上塗り塗膜や無機ジン層からの剥離等の劣化が確認されており、これらの劣化メカニズムの解明に向けた検討も継続的に実施している。

(2) 現地塗膜データの蓄積

既往の劣化予測に用いられたデータ数は十分でないと考えられた。そこで、塗替計画策定から塗替完了までの期間を15年と想定し、15年後の塗膜状態を予測

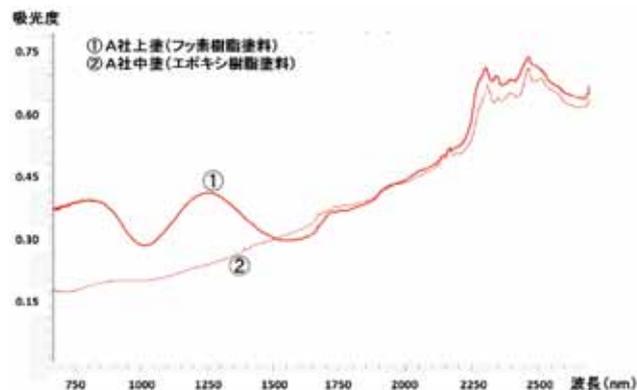
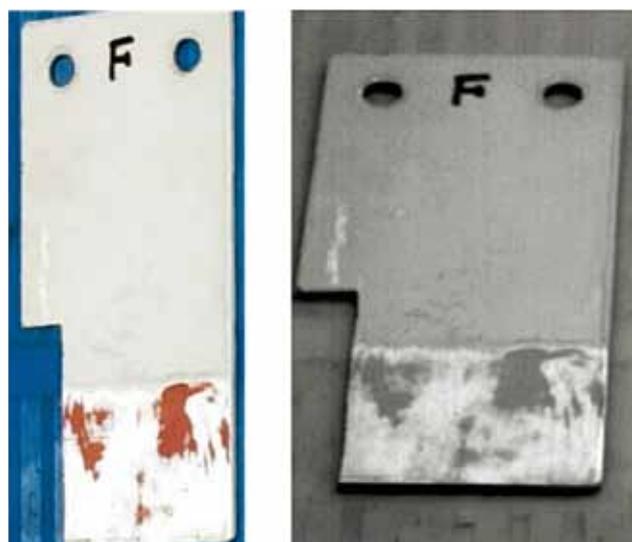


図-5 塗料の分光特性例



可視カメラ

近赤外線カメラ

写真-2 試験片

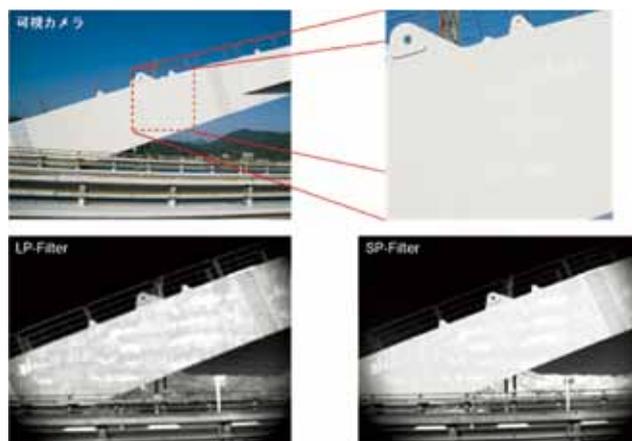


写真-3 近赤外線カメラによる塗膜状況写真

する時に ±1 年の誤差に収まることを目標に必要調査数を検討した。その結果、1橋当たりの必要調査箇所数として、消耗速度を求めるための消耗量を30点程度以上、残存膜厚を300点程度以上とすることにより、十分な信頼度が得られることが明らかとなった。これ

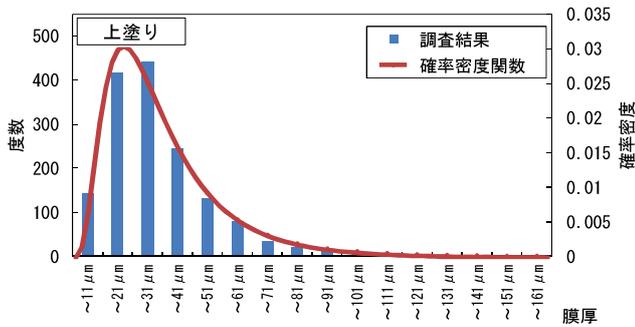


図-6 上塗り残存膜厚の分布 (瀬戸大橋)

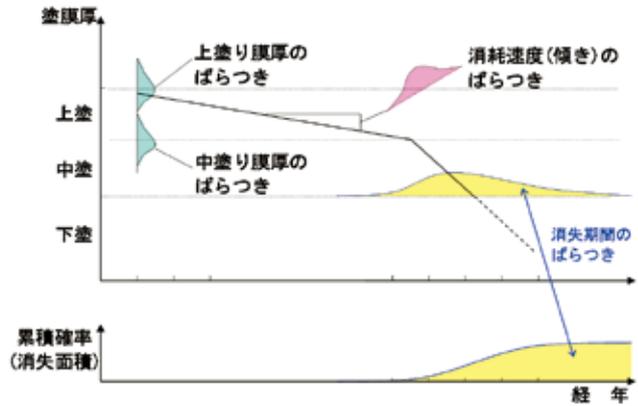


図-7 塗膜劣化予測のイメージ

を受けて消耗速度の調査については、2013年度から不足する調査点数分の調査箇所を設置した。

ポリウレタン樹脂塗料については、本州四国連絡橋においてこれまでに多くのデータが蓄積され、消耗特性についての評価も進んでいる。一方、比較的健全な状態にあるふっ素樹脂塗料についてはデータが十分に集まっていないため、ポリウレタン樹脂塗料と同様なデータを蓄積していく予定である。

おわりに

本四高速では、200年以上の長期にわたり利用される橋を目指して、予防保全を基本とした維持管理に取

り組んでいる。本稿では、その中でも、維持管理に占める割合が大きい海峡部長大橋の塗替について、コスト縮減に向けた技術開発について紹介した。これらの技術は、引き続きその有効性を検証し、さらなる塗替技術の高度化、効率化を図っていくことが重要である。一部の橋梁において限定的に見られる現象であるが、上塗りと中塗りとの層間剥離や、無機ジンク層の劣化に起因すると思われるはがれ等の変状が確認されている。これらについては、今後も劣化要因の分析と対応の検討を継続し、より確実な重防食塗装系の維持管理手法を確立する必要があると考えている。

【参考文献】

- 1) 小林克己：高耐久性ふっ素樹脂塗料（仮称）の開発、Structure Painting、Vol.35、No.1、pp.6-11、2007.3
- 2) 竹口昌弘：塗替実績を基にした高耐久性ふっ素樹脂塗料の長期耐久性、Structure Painting、Vol.45、pp.9-13、2017.9
- 3) 大塚雅裕、蔵森和生：環境に配慮した塗料の開発、本四技報、Vol.38、No.122、pp.2-7、2014.3
- 4) 阪上隆英、塩澤大輝、松本悠希、溝上善昭、林昌弘、奥村淳弘：近赤外線分光情報を用いた塗膜劣化評価法の提案、土木学会第73回年次学術講演会、2018.8
- 5) 松本悠希、阪上隆英、塩澤大輝、溝上善昭、林昌弘、奥村淳弘：近赤外線カメラを用いた重防食塗装最表層の消耗度定量評価、土木学会第73回年次学術講演会、2018.8
- 6) 大塚雅裕、楠原栄樹：重防食塗装の劣化予測手法の開発、構造工学論文集、Vol.62A、pp.492-502、2016.3

塗膜剥離を抑制する新型変性エポキシ樹脂塗料の開発

西森 修次¹⁾

■ はじめに

橋梁等の鋼構造物は、10～30年のスパンで塗替え補修が何度も行われ、維持されている。それらは今後も供用する必要があり、更に超長期の延命が望まれるが、それらを維持する費用はさらに増加することが予想される。そのため、旧塗膜を全て除去する高額な工法を実施していくにはコスト的に無理が生じてくる可能性があり、新たな延命手法の開発が望まれる。

今回、塗膜の線膨張係数 α_1 を低減するという新たなコンセプトで塗料の開発を行ったところ、塗膜剥離に対する優位性が明らかになった。

本稿では、鋼構造物防食塗膜の剥離リスクやその要因について検討した結果について述べるとともに、線膨張係数 α_1 に着目した剥離抑制型塗料の性能評価結果について報告する。

■ 鋼構造物防食塗装が抱える剥離リスクについて

橋梁やプラント設備等の鋼構造物における補修塗装（塗替え）では、旧塗膜の劣化が顕著である場合など、従来の補修方法では性能が維持できないと判断された場合、素地調整1種（ブラスト処理）後に多層塗りて補修が行われる¹⁾。しかし、旧塗膜の劣化程度が維持可能と判断された場合、3種ケレンや4種ケレン程度の素地調整で旧塗膜を多く残したまま塗り重ねが行われるケースも多い。この塗り重ねが繰り返され過膜厚となると、塗膜の内部応力の増大により、全面的な剥離のリスクが高くなるとされる^{2,3)}（写真-1）。

■ 塗膜剥離要因についての考察

上述のような塗膜剥離現象は、塗膜に発生する剥離応力によって引き起こされると考えられるが、これまでの文献を見ると、①塗膜の硬化反応による硬化収縮応力によって塗膜剥離が起こるように表現されている²⁾。しかし、実環境に曝される塗膜に発生する応力として、②温度変化による熱膨張・収縮応力も考えられる。

そこで、②温度変化による熱膨張・収縮応力が塗膜

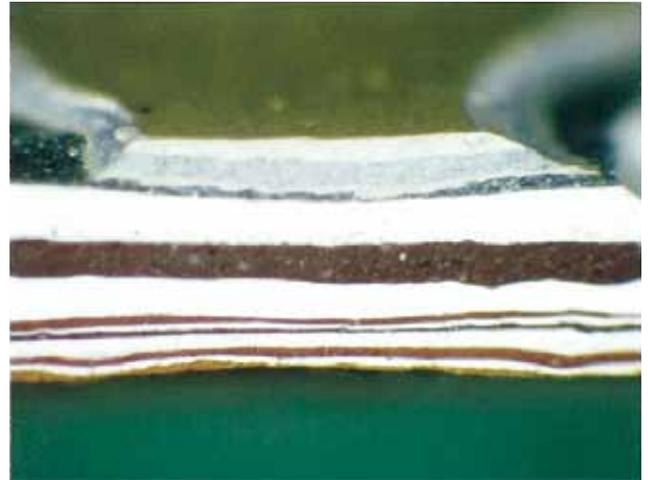


写真-1 過膜厚となり剥離した塗膜の断面

剥離に及ぼす影響について下記の通り各種検討を行った。

(1) 温度変化による熱膨張 / 収縮応力について

実環境下において塗膜は温度変化に晒される。環境温度が $T_1 \sim T_2$ に変化するとき塗膜に生じる応力 σ は次式で表される。

$$\sigma = \int_{T_1}^{T_2} \alpha \cdot E \, dT = \int_{T_1}^{T_g} \alpha_1 \cdot E_1 \, dT + \int_{T_g}^{T_2} \alpha_2 \cdot E_2 \, dT \quad (1)$$

式 (1) において、 T_g は塗膜のガラス転移温度であり、 α_1 、 α_2 はそれぞれガラス領域およびゴム領域における塗膜の線膨張係数であり、 E_1 、 E_2 は同じくそれぞれの領域における塗膜の弾性率である。

ここで、 $\alpha_1 < \alpha_2$ 、 $E_1 \geq E_2$ より、式 (1) は次のように簡略化される。

$$\sigma \approx \int_{T_1}^{T_g} \alpha_1 \cdot E_1 \, dT \quad (2)$$

式 (2) より、 σ を小さくするためには T_g 、 α_1 、 E_1 を小さくすることが有効である。従来の一般大気部向け塗料に対する設計は、①塗膜の硬化収縮応力によって剥離が発生すると考えられていたため、硬化密度を下げる設計、すなわち式 (2) で言えば T_g や E_1 を下げる考え方で設計されていた。

1) 株式会社四国総合研究所 化学バイオ技術部 塗料化学グループ

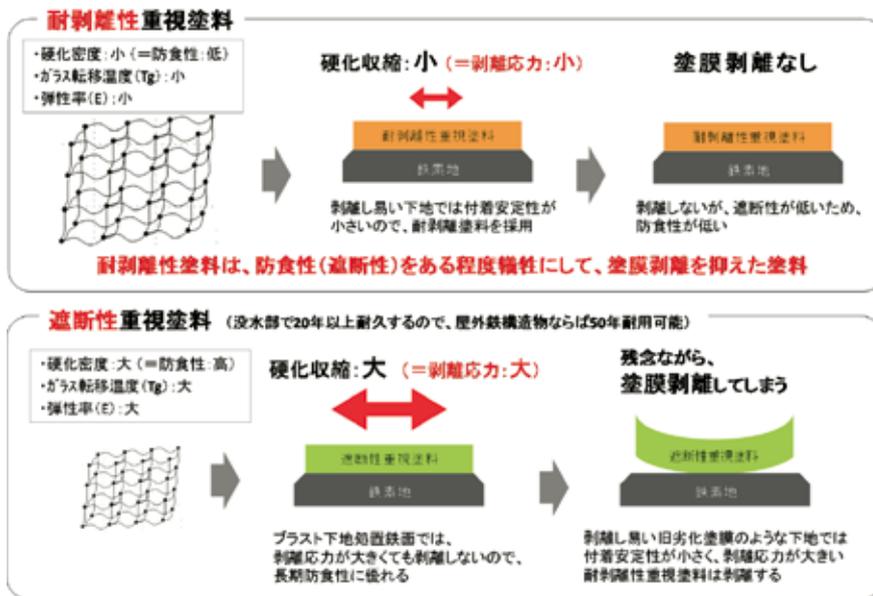


図-1 耐剥離性重視塗料と遮断性重視塗料

(2) 耐剥離性と遮断性の両立を可能とする設計思想について

屋外構造物における防食耐久性は、防食塗膜の遮断性と付着性で決まる。しかし、この遮断性と付着性の関係は、従来の塗料設計においては、お互いにトレードオフの関係にあることを、図-1に示した。

現在、防食塗料の下塗り塗料として設計されているエポキシ樹脂塗料を例にとると、水タンク内面や海水管内面などの没水部に塗装されるような塗料（無溶剤型エポキシ塗料など）は、図-1下に示すような遮断性重視塗料にあたる。没水部では塗膜が水に触れるため、この塗膜は腐食を促進する水や酸素や腐食性イオンなどを遮断できるよう硬化密度の高い塗料設計になっている。硬化密度が高いということは、ガラス転移温度 T_g が高く、弾性率 E も大きくなる。このため、硬化収縮応力が大きくなり、塗膜剥離が起り易くなるので、水で塗膜が膨潤して応力緩和してくれるような没水部ではこの遮断性重視塗料は剥離しないが、屋外構造物に塗装すると、剥離するリスクが極めて高くなる。

そこで、屋外構造物に塗装するエポキシ樹脂（変性エポキシ樹脂塗料など）は、図-1上のように、硬化密度を下げ、硬化収縮応力を小さくすることで、塗膜剥離を一応、抑制している。一応と述べたのは、上記1.(1)で述べたように、何層も塗り重ねて膜厚が厚くなると、やがて応力が増大し、剥離リスクが高くなるからである。この耐剥離性重視塗料は硬化密度が小さいため、ガラス転移温度 T_g が低く、弾性率 E も小さくなる。このことによって、式(2)の応力 σ は一応、小さくなっている。

この硬化密度を下げる方法は、遮断性を犠牲にして、付着性を向上させようとした手法である。言い換えれば、これまでの変性エポキシ樹脂塗料は、防食塗膜の

耐久性を決める塗膜の遮断性と付着性のうち、遮断性を犠牲にして、付着性を向上させた妥協の塗料と言える。これまで、防食塗料業界は、このような遮断性と付着性のバランスに力点が置かれてきた。

しかし、今回、付着性を向上させるのに、ガラス転移温度 T_g や弾性率 E を下げる手法より、線膨張係数 α_1 を小さくする手法の方が優れることを見出した。実は、図-1下の遮断性重視塗料も簡単に線膨張係数 α_1 を小さくすることができ、線膨張係数 α_1 に着目した配合設計にすれば、これまでの遮断性と付着性の関係がトレードオフの関係ではなく、両立できる設計が可能となる。

4 剥離抑制型変性エポキシ樹脂塗料の開発

(1) 各種塗膜物性が異なる仕様の耐剥離性試験

供試塗料は、実際の鋼構造物に補修塗装されている防食塗装仕様を参考とした5つの仕様(表-1)とした。

試験片作製にあたっては、素地 (SPCC-SD 鋼板 70 × 150 × 3.2mm) に容易に剥離する層 (ビニル樹脂) を形成し、十分養生をしたのちに供試塗料を塗り重ねた(表-2)。養生後、試験片の上部および下部の2箇所に素地まで達する#型のカットを挿入し、耐剥離性試験として、50℃ (2h) → 常温 (1h) → -30℃ (2h) → 常温 (1h) を繰り返すヒートサイクルに供した。

塗膜外観に顕著な差が見られた60サイクル後の結果を表-3に示す。

結果、60サイクルまでに全面剥離となった耐剥離性に劣る仕様は、仕様1と仕様5であった。仕様1は60サイクル、仕様5はわずか6サイクルで全面剥離となったことから、仕様5が最も耐剥離性に劣ると言える。仕様5は没水部等に用いられる超厚膜形エポキシ樹脂塗料 (350 μm) を用いた仕様であり、 E 、 T_g 、 α_1

表-1 供試塗料

	下塗り層		中塗り層		上塗り層	
仕様1	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 (α_1 大)	100 μ m	弱溶剤形エポキシ樹脂塗料 (α_1 大)	30 μ m	弱溶剤形ウレタン樹脂塗料	30 μ m
仕様2	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 (α_1 小)	50 μ m	厚膜形エポキシ樹脂塗料 (α_1 小)	175 μ m	ウレタン樹脂塗料	35 μ m
仕様3	—	—		175 μ m		35 μ m
仕様4	—	—		350 μ m		35 μ m
仕様5	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 (α_1 大)	50 μ m	超厚膜形エポキシ樹脂塗料 (α_1 極大)	350 μ m		35 μ m

表-2 試験片の塗装仕様

	塗料種	膜厚
1層目 【脆弱層】	ビニル樹脂 ※1	50 μ m
2層目	供試塗料	規定の膜厚

※1 塩化ビニルと酢酸ビニルの共重合体

表-3 試験結果と各種塗膜物性の対応

	仕様1	仕様2	仕様3	仕様4	仕様5
サイクル試験後外観					
外観評価	×	◎	○	◎	××
E_t	小	大	大	大	極大
T_g	低	高	高	高	高
α_1	大	小	小	小	極大

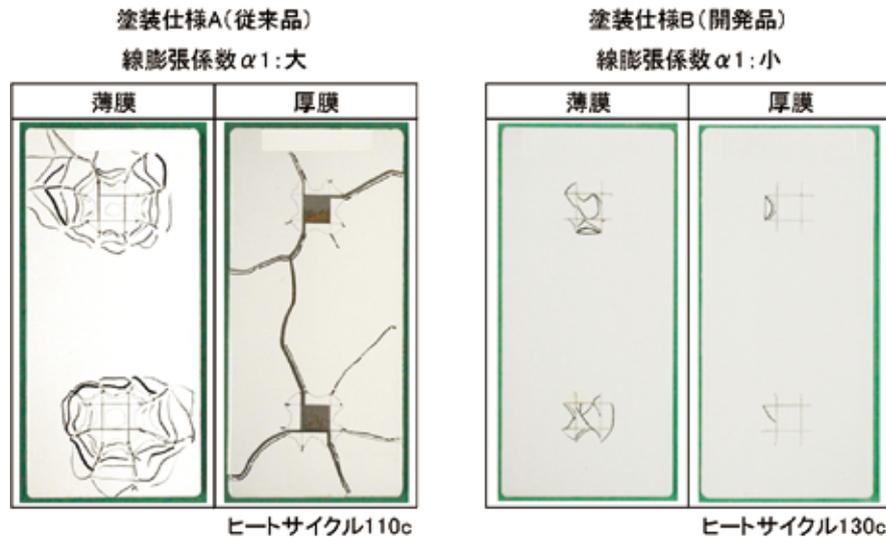


図-2 α_1 が異なる仕様の膜厚別試験結果

のいずれも他と比較して大きい。一方、仕様2は一般大気部用塗料を用いた仕様であり、仕様5と比較して E_t や T_g が小さい。このことから、 E_t や T_g を低減するという従来のアプローチにより、ある程度は耐剥離性を確保可能であることが示唆された。しかし、 E_t や T_g を下げることで付与できる耐剥離性はこの程度が限界であった。

また、60サイクル時点で経過良好（剥離が軽微あるいは無し）であったのは、 E_t や T_g は大きいものの線膨張係数 α_1 の小さい塗料を用いた仕様2、3、4であった。このうち、仕様3、4は同種塗料の膜厚違いであるが、より厚膜（中塗り層350 μ m）で塗装した仕様4の方が剥離が少なかった。これは、厚い塗膜程、剥離しやすいという従来の見識とは逆の結果であった。

以上の結果より、たとえ E_t が大きく T_g が高くと、

α_1 さえ小さければ塗膜剥離し難いことが判った。また、 α_1 の小さい仕様において、厚膜程、剥離し難いという従来の常識では考えられない結果が見られたため、下記のとおり更なる検討を行った。

(2) 線膨張係数および膜厚が異なる仕様の耐剥離性試験

塗膜剥離に α_1 が大きく影響することから、 α_1 の値が異なる2種類の塗料を用いて、膜厚との関係性を確認する試験を行った。供試塗料は α_1 が比較的大きく実構造物で過膜厚時に塗膜剥離を生じた塗装仕様A（従来品）と、意図的に α_1 が小さくなるように配合した塗装仕様B（開発品）を用い、試験方法は前述4. (1)と同様とした。

結果を図-2に示した。(1)の試験同様、 α_1 の大きいAは110サイクルと早い段階で大きく剥離し、 α_1

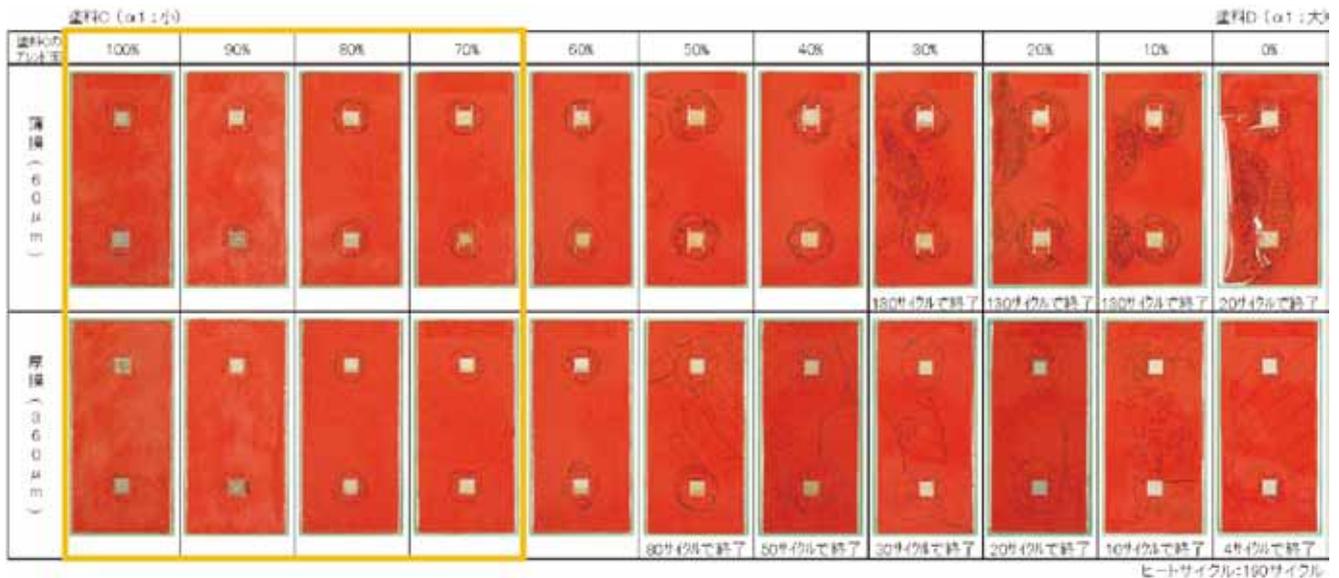


図-3 α_1 の閾値確認試験結果

が小さいBは130サイクルでも軽微な剥離であった。さらに、Aはこれまで知られている通り厚膜程、剥離面積が大きくなったが、Bはこれまで知られている結果と異なり厚膜程、剥離面積がむしろ小さいという上記4.(1)と同様の結果が得られた。

(3) 線膨張係数の閾値確認試験

ここまでの試験結果より、塗膜の α_1 を変化させることにより、厚膜化する程、塗膜剥離が生じ易くなる領域と、厚膜化する程、塗膜剥離し難くなる領域の境界値、つまり閾値が存在することが推察された。そこで、この閾値を確認するため、 α_1 を極端に小さく配合した塗料C(100%)と、 α_1 を極端に大きくした塗料D(0%)を試作し、この2種類の塗料をブレンドすることで傾斜的に α_1 の値を変化させた11種類の供試塗料を作製した。また、膜厚は $60\mu\text{m} \times 1$ 回と $120\mu\text{m} \times 3$ 回($360\mu\text{m}$)の2水準とし、前項4.(1)と同様のヒートサイクル試験を行った。

結果を図-3に示す。 α_1 が大きいDは厚膜程、早期に塗膜剥離面積が拡大し、薄膜程剥離面積が小さくなる傾向を示し、 α_1 を小さくしたCは厚膜、薄膜ともに剥離面積が小さく、また、厚膜程、剥離面積が小さくなる傾向を示した。そして、この従来の概念とは異なる厚膜程、剥離面積が小さくなる現象はブレンド率70% ($\alpha_1=3.2 \times 10^{-5}$ [$^{\circ}\text{C}$]) 付近から生じることが判った。

(4) 塗膜の硬化反応度及び熱膨張/収縮度が異なる仕様の耐剥離性試験

以上の検討より、塗膜剥離を抑制するためには、②温度変化による熱膨張・収縮応力を司るパラメータのひとつである線膨張係数 α_1 を低減することが効果的であることが判った。

しかし、①硬化収縮応力と②熱膨張・収縮応力のどちらが塗膜剥離に対して支配的なのかという疑問が残

る。

そこで、塗膜の硬化反応度及び熱膨張収縮度が異なる仕様で耐剥離性を比較する試験を行った。

試験は、線膨張係数 α_1 と硬化反応度(硬化収縮の進み具合)が異なる塗膜の耐剥離性を確認するため、 α_1 の異なる強溶剤型変性エポキシ樹脂塗料を試作し、それぞれの乾燥・硬化条件を変えて、硬化反応度を変化させた試験片を作製した。厚く塗装すればする程、剥離し易い従来塗膜並みの線膨張係数 $\alpha_1=5.7 \times 10^{-5}$ [$^{\circ}\text{C}$]の供試塗料Eと、厚く塗装すればする程、剥離し難くなる線膨張係数 $\alpha_1=3.1 \times 10^{-5}$ [$^{\circ}\text{C}$]の供試塗料Fについて、それぞれ $60\mu\text{m} \times 1$ 回塗り、 $60\mu\text{m} \times 3$ 回塗りの試験片を準備し、そのそれぞれについて、塗装後、 23°C で1週間(168時間)養生するものと、 50°C で50日(1200時間)養生するものを準備し、前項4.(1)と同様のヒートサイクル試験を行った(図-4)。

ヒートサイクル試験前の塗膜外観(初期)を比較すると、どの塗膜も顕著な剥離は発生しておらず、 $50^{\circ}\text{C} \times 1200$ 時間の硬化反応が十分に進行していると予想される塗膜でも、顕著な剥離が発生していないことを確認した。ヒートサイクル試験1サイクルで 50°C の条件に晒される時間は約1時間であることから、 $50^{\circ}\text{C} \times 1200$ 時間のキュアーによって、ヒートサイクル1200サイクルと同等の硬化反応が進んだものと考えられる。

次に、それぞれの養生を行った試験片をヒートサイクル試験10サイクル供した後の塗膜外観(10サイクル)を見ると、僅か10サイクルであるが、線膨張係数の大きい供試塗料Eでは、顕著な剥離が起こっており、膜厚が厚い程、剥離程度が大きかった。しかし、キュアー条件の違いによる差は軽微であった。また、線膨張係数の小さい供試塗料Fでは、供試塗料Aに比べて

塗料	塗料E (α_1 :大)				塗料F (α_1 :小)			
	23°C×168h		50°C×1200h		23°C×168h		50°C×1200h	
養生膜厚	60 μ m	180 μ m	60 μ m	180 μ m	60 μ m	180 μ m	60 μ m	180 μ m
初期								
剥離	無し	—	—	—	—	—	—	—
10サイクル								
剥離	小	大	小	大	大	小	大	小

図-4 α_1 および硬化反応度が異なる塗膜のヒートサイクル試験結果

剥離は小さいものの、軽微な剥離が起こっており、膜厚が厚い程、剥離程度が小さかった。しかし、供試塗料Eと同様、キュア条件の違いによる剥離程度の差は軽微であった。

このことより、①の樹脂の硬化反応によるもの（硬化収縮）は、②の温度変化によるもの（熱膨張・収縮）に比べ、塗膜剥離に対する影響は軽微であり、少なくとも屋外構造物用防食塗膜における塗膜剥離の影響は、②が支配的であることが確認された。

これまで、塗膜の硬化収縮応力の増大によって、塗膜剥離が発生するような表現がなされることが多かったが、実環境で起こる屋外構造物用防食塗膜の剥離は、昼夜間、季節間の温度差で生じる熱膨張、熱収縮の繰り返しによって、塗膜剥離が発生するのが主であると考えるのが妥当である。

まとめ

今回、鋼構造物防食塗膜の剥離を引き起こす要因について検討し、その結果を踏まえ、線膨張係数 α_1 を

低減した剥離抑制型変性エポキシ樹脂塗料を開発した。開発品の耐剥離性を確認するヒートサイクル試験を行ったところ、塗膜の α_1 が小さい開発品は、 α_1 が大きい従来品と比べて優れた剥離抑制性能を有することを確認した。また、厚膜化する程、塗膜剥離し難くなる閾値 (3.2×10^{-5} 以下) が存在することを見出した。

さらに、塗膜剥離は塗膜の硬化収縮により引き起こされるという従来の言説を検証するための試験を行い、硬化収縮よりもむしろ温度変化による塗膜の膨張・収縮が塗膜剥離の支配的な要因であることを示した。

線膨張係数に着目することによって、防食塗料の配合設計は裕度が増し、耐剥離性だけでなく、様々な性能が格段に優れた新しい塗料が開発できるようになる。今後は、線膨張係数に着目した塗料設計が主流になると期待される。また、このような配合設計による優れた塗料が商品化されることが、コスト低減に取り組まなければならないユーザにとっても望ましいことであり、今後の防食塗料業界、特に塗料メーカーの開発に期待が寄せられる。

【参考文献】

- 1) (公社) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧（第Ⅱ編 塗装編），pp.116-118（2014）
- 2) 関西鋼構造物塗装研究会：塗る，pp.95-99（2014）
- 3) (公財) 鉄道総合技術研究所：鋼構造物塗装設計施工指針，I解-17（2013） 6) 大塚雅裕、楠原栄樹：重防食塗装の劣化予測手法の開発、構造工学論文集、Vol.62A、pp.492-502、2016.3

鋼橋の腐食環境及び構造部位と腐食速度との関係

原田 拓也¹⁾ 後藤 俊吾²⁾ 恩田 駿秀³⁾

1. はじめに

鋼橋の腐食は鋼材に水と酸素が供給されることにより進行するが、鋼橋のおかれている環境や構造などの要因の影響により全ての橋梁の腐食が一律に進行することはなく、部材単位でも腐食の進行速度は異なる。一般に環境的要因として、飛来塩分はその吸湿性により、大気中から水分を取り込むように作用するため、塩分の付着した部位では特に腐食が進行するとされている。また、構造的要因として、端部の支承周りなどの滞水が生じやすい箇所や風通し等が悪く湿潤な状況が続く箇所は腐食が進行しやすいとされている。

高速道路会社が管理する鋼橋は、海岸部や積雪寒冷地で凍結防止剤を多量に散布する地域などの飛来塩分が多いであろう環境から、海岸線が遠くかつ凍結防止剤をほとんど散布することのない環境まで、様々な腐食環境にさらされており、それぞれの橋梁のおかれた腐食環境特性や構造部位などに応じた腐食速度の傾向

を把握し、維持管理を合理化していく必要がある。

そこで、環境や構造等の条件の異なる10橋梁を対象として、実橋の付着塩分量の測定、飛来塩分量の測定、モニタリング鋼板の大気暴露及び気温・相対湿度の連続測定により腐食環境と腐食速度を調査した。本稿では、調査結果並びに分析結果、考察について述べる。

2. 調査方法

2.1 調査対象橋梁

調査対象橋梁の抽出にあたっては、まず、表-1に示す①橋梁形式、②道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編に基づく塩害の影響地域¹⁾、③凍結防止剤散布量、④交通量、⑤遮音壁設置状況等を考慮した組合せ条件に適合する10路線を抽出した。

次に、抽出路線の中で本線外から人のみでアプローチが可能な橋梁を抽出し、現地踏査で調査の可否や工事中の有無、ヒアリング調査で今後の工事予定等を確認のうえ、表-2に示す10橋梁を選定した。ここで、

表-1 組合せ条件と適合路線

No.	橋梁形式		塩害影響地域			凍結防止剤散布量				交通量		遮音壁設置		適合路線
	I桁	箱桁	地域外	A or B	C	大	中	小	ほぼ無	多い	少ない	有	無	
1	○		○				○			○		○		中央自動車道
2	○		○			○				○			○	長野自動車道
3		○	○			○				○			○	長野自動車道
4	○		○				○			○			○	中央自動車道
5	○		○					○		○			○	中央自動車道
6	○		○						○	○			○	東名高速道路
7	○		○			○					○		○	東富士五湖道路
8	○			○										北陸自動車道
9		○		○										北陸自動車道
10	○				○									西湘バイパス

表-2 調査対象橋梁

No.	路線名	区間	橋梁名	上下線
1	中央自動車道	諏訪IC～岡谷JCT	北真志野第一高架橋	上り線
2	長野自動車道	松本IC～安曇野IC	梓川橋	下り線
3	長野自動車道	安曇野IC～麻績IC	犀川橋	下り線
4	中央自動車道	諏訪IC～岡谷JCT	北真志野第一高架橋	下り線
5	中央自動車道	八王子IC～相模湖東IC	上長房橋	上り線
6	東名高速道路	清水IC～静岡IC	天白川橋	下り線
7	東富士五湖道路	山中湖IC～須走IC	籠坂橋	上下線共有
8	北陸自動車道	糸魚川IC～能生IC	早川橋	下り線
9	北陸自動車道	親不知IC～糸魚川IC	姫川橋	下り線
10	西湘バイパス	国府津IC～小田原IC	滄浪橋	下り線

1) 株式会社高速道路総合技術研究所
 2) 株式会社高速道路総合技術研究所
 3) 八千代エンジニアリング株式会社

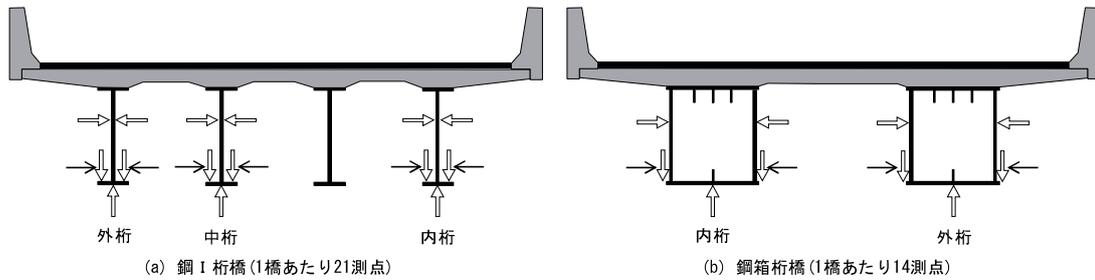


図-1 モニタリング鋼板設置箇所の例

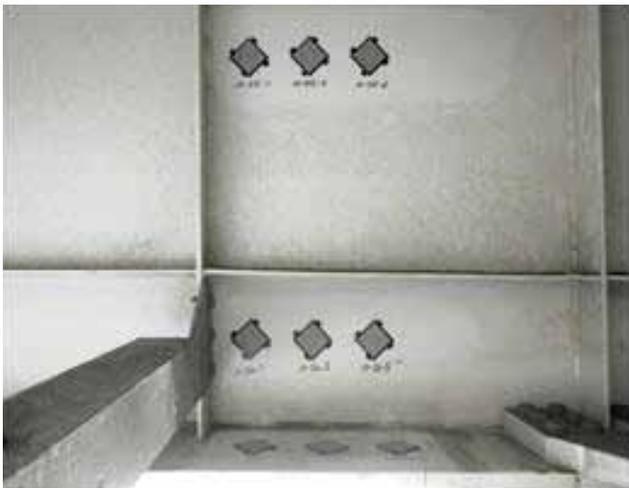


写真-1 モニタリング鋼板設置状況

塩害影響地域 B に該当する海岸線からの距離 700m までの範囲に適当な橋梁がなかったため、海岸線から 1 km～2 km 程度の橋梁を選定している。

2.2 腐食速度の調査

腐食速度は、無塗装のモニタリング鋼板を用いた腐食生成物厚さ及び腐食深さの測定²⁾を通して把握することとした。使用するモニタリング鋼板は、同一ロットで製作された普通鋼 (JIS G 3106 : SM490A、60×60×3 mm、アルミナサンドブラスト処理 (ISO Sa2.5)) とした。これを調査対象橋梁ごとに鋼桁の一般部と桁端部の 2 断面に図-1 及び写真-1 のように内桁、外桁及び中桁のウェブとフランジ等の異なる構造部位に設置した。同じ測点に 1 測点当り 3 枚を設置し、暴露 1 年ごとに 1 枚ずつ回収して電磁誘導式膜厚計で腐食生成物厚さの測定を行った。測定は 1 枚当り 12 点測定し、最大値及び最小値を除いた 10 点の値の平均により算出した。腐食生成物厚さ測定の調査要領図を図-2 に示す。

その後、モニタリング鋼板を除せい・酸洗浄して初期質量との差分から質量減少量を求め、表面積と鋼材密度から腐食深さを算出した。腐食深さの調査概念図を図-3 に示す。腐食深さの算出式は、

$$\text{鋼材密度 (A)} = (\text{初期質量}) / (\text{表面積} \times \text{初期厚さ})$$

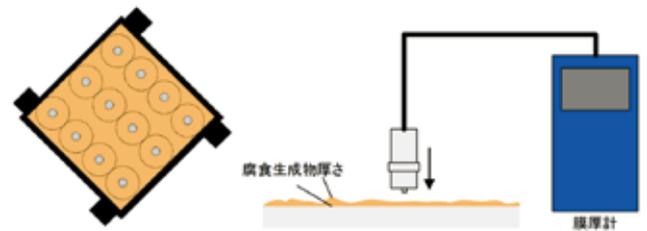


図-2 腐食生成物厚さ調査要領図

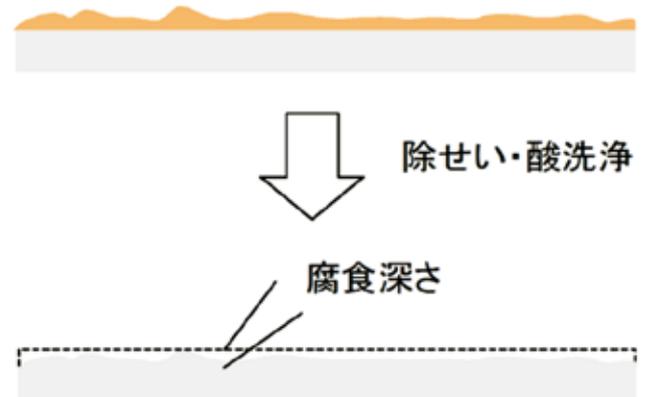


図-3 腐食深さ調査概念図

$$\text{腐食深さ} = (\text{質量減少量}) / (A \times \text{表面積}) \text{ となる。}$$

2.3 付着塩分量調査

付着塩分量の測定方法は伝導度法とし、モニタリング鋼板と同じ測点を測定した。その結果、測定上限の 1,999mg/m²となる結果が多かったため、ガーゼ拭き取り法で再測定を行うこととした。この時、内桁は再測定の対象から除外し、外桁及び中桁の測点のみを測定した。

また、簡易的な付着塩分量測定方法の検討のため、表-2 の橋梁のうち、No.2、6、10 の 3 橋を対象にガーゼ拭き取り法による再測定時に併せてハンドヘルド蛍光 X 線分析計により測定を実施した。ガーゼ拭き取り法の測定範囲で均等に 12 点の測定を行い、集計は最大値及び最小値を除く 10 点の平均とした。ハンドヘルド蛍光 X 線分析計では塩素の濃度 (ppm) で測定されるため、ガーゼ拭き取り法の塩分量 (mg/m²) との相関

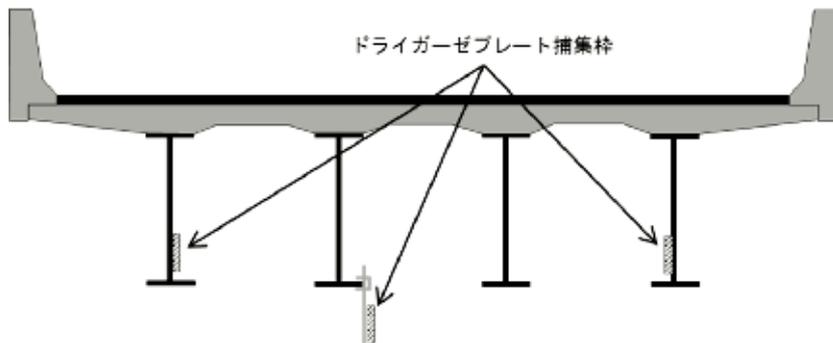


図-4 ドライガーゼプレート捕集枠設置位置



写真-2 ドライガーゼプレート捕集枠設置状況



写真-3 温湿度計設置状況

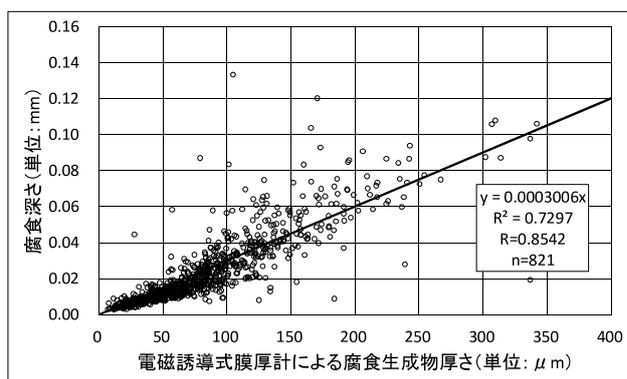


図-5 腐食生成物厚さと腐食深さの相関

を確認することとした。

2.4 飛来塩分量調査

飛来塩分量調査は、凍結防止剤散布量や交通量の大小、遮音壁の有無の飛来塩分への影響、凍結防止剤散布量がほぼ無いにも関わらず付着塩分量の多かった橋梁への海塩の飛来有無などを確認するために実施した。調査対象は、表-2の橋梁のうち、No.1、2、3、6、7、10の6橋とした。測定方法は、「JIS Z 2382：大気環境の腐食性を評価するための環境汚染因子の測定」ドライガーゼ法に準じることとし、外寸法150×150mm、内寸法100×100mmの金属製の外枠に、外寸法120×120mm、内寸法100×100mmの金属製の内枠をはめ込み式にしたドライガーゼプレート捕集枠を用い、図-4及び写真-2のように設置した。

2.5 むれ時間の調査

むれ時間は、温湿度計を1橋あたり2箇所に設置して温度と湿度の計測を行い、ISO 9223（大気環境の腐食性分類）に規定されている「気温0℃以上かつ相対湿度80%以上の時間」に基づき算出した。温湿度計の設置箇所は、一般部及び桁端部の中桁部で極力モニタリング鋼板付近に取り付けることを基本として、降雨時に雨水の影響を受けやすい下フランジ部を避けて

ウェブ部とした。また、温湿度計は、直射日光による温度上昇を避けるため、通風性を施した容器に収納し計測を行った。設置状況を写真-3に示す。

3. 調査結果

3.1 腐食生成物厚さと腐食深さ

簡易的に腐食深さを確認する手法の検討として、電磁誘導式膜厚計による腐食生成物厚さの測定結果と腐食深さの相関について確認した。鋼板の裏面まで腐食が進行している鋼板などを除外した合計821枚の鋼板の腐食生成物厚さ（ μm ）と腐食深さ（mm）の相関について、図-5に示す。相関係数Rは0.8542となり、強い相関がある。腐食生成物厚さ（ μm ）をxとすると、腐食深さ（mm）yは「 $y=0.0003006x$ 」で求められる。

3.2 飛来塩分量

飛来塩分量調査を行った6橋の飛来塩分量の調査結果のうち、塩害影響地域のNo.10は一般部の秋季の結果、その他5橋は一般部の冬季の結果を図-6に示す。

凍結防止剤散布量の多い梓川橋と籠坂橋では交通量の多い梓川橋の飛来塩分量が多く、交通量が少ないと凍結防止剤の飛散が少なくなっているものと考えられる。遮音壁の有無では、北真志野第一高架橋の上下線

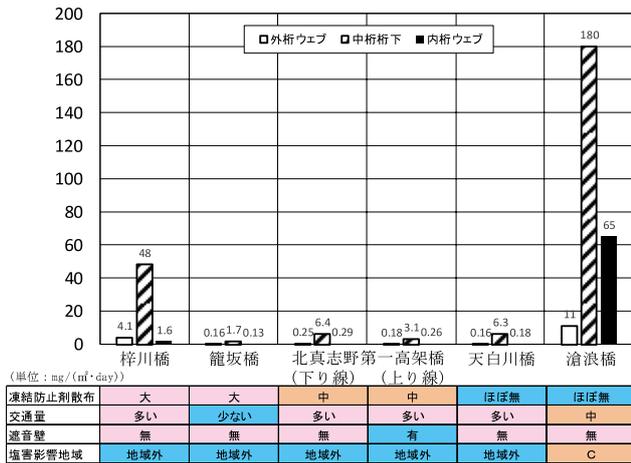


図-6 飛来塩分量調査結果

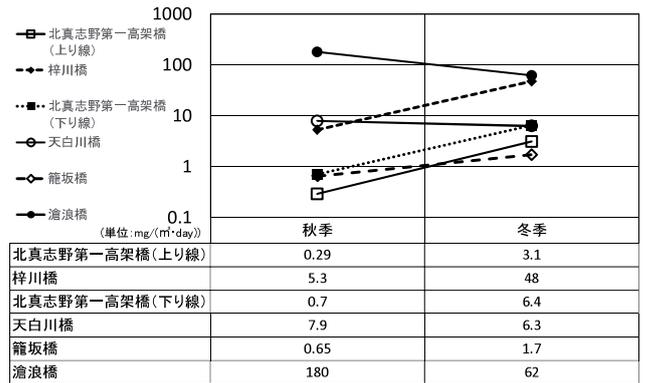


図-7 飛来塩分量の秋季・冬季調査結果の推移

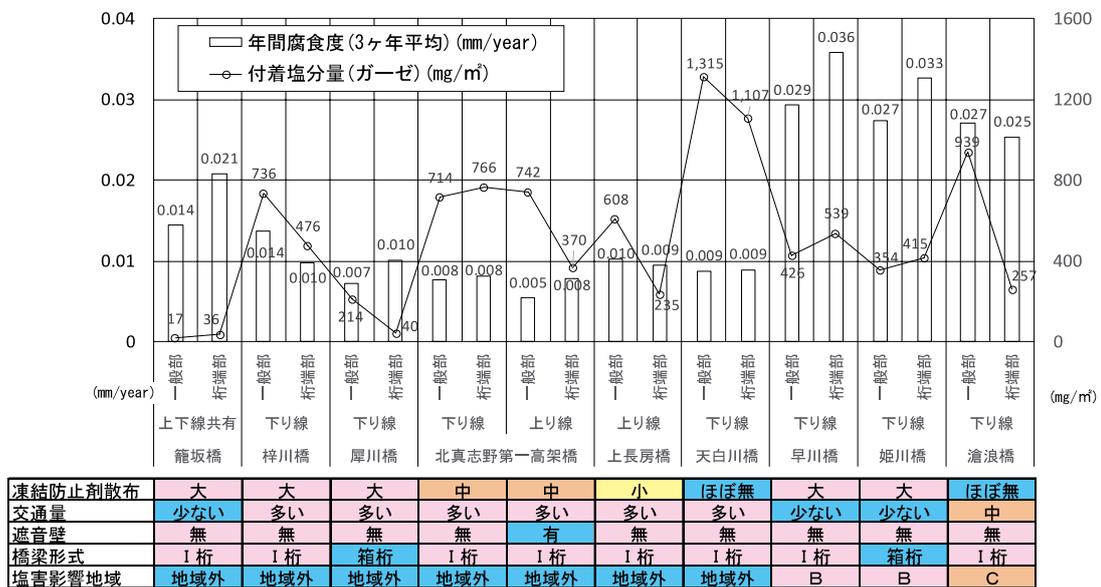


図-8 各橋梁の年間腐食度と付着塩分量の関係

を比較すると遮音壁のある上り線の飛来塩分量が少なくなっており、遮音壁による飛来塩分の遮断効果が認められる。また、どの橋梁も中桁桁下の飛来塩分量が多くなっており、ウェブへの飛来塩分の巻き込みが少ないことがわかる。

次に、秋季と冬季の各橋梁の一般部中桁桁下の飛来塩分量の推移を図-7に示す。

塩害影響地域に位置する滄浪橋は海塩の飛来と考えられ、台風時期の秋季の飛来塩分量の方が多結果となった。凍結防止剤散布がほぼ無い天白川橋についても、秋季と冬季の差がほとんどなく、その他の橋梁に対して飛来塩分量が多いことから、海岸から約4kmの距離はあるが海塩の飛来の影響があるものと考えられる。その他4橋はいずれも凍結防止剤を散布する冬季の飛来塩分量の方が多結果となった。

3.3 腐食速度と付着塩分量

腐食深さについて3ヶ年調査を実施した。各橋梁ごとに暴露日数が異なるため、1年間あたりの腐食深さを年間腐食度 (mm/year) として定義し比較することとした。各部位の年間腐食度の1年目、2年目、3年目の結果の平均値 (3.1で除外した鋼板の裏面まで腐食が進行している鋼板などは除外した) を各橋梁で平均したものとガーゼ拭き取り法による付着塩分量の平均の関係を図-8に示す。

最も付着塩分量が多いのは天白川橋であったが、年間腐食度は比較的低く、凍結防止剤散布量や飛来塩分量などと付着塩分量の傾向も異なっている。また、年間腐食度は塩害影響地域の橋梁が大きい傾向を示した。

3.4 ハンドヘルド蛍光X線分析計による付着塩分量

ハンドヘルド蛍光X線分析計による塩素濃度 (ppm) とガーゼ拭き取り法による付着塩分量 (mg/m²) の関

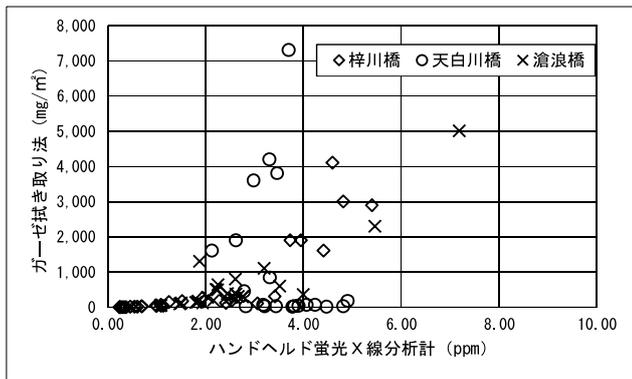


図-9 ハンドヘルド蛍光 X 線分析計とガーゼ拭き取り法の測定結果の関係

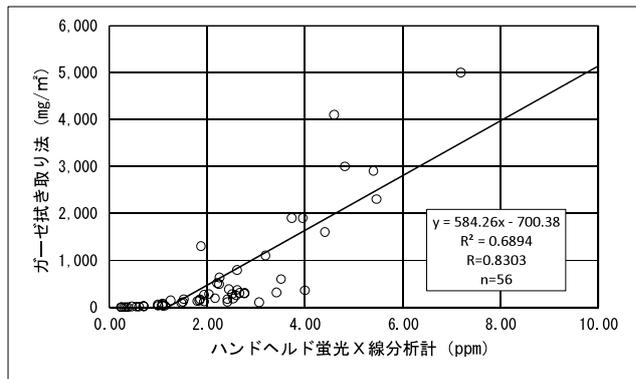


図-10 ハンドヘルド蛍光 X 線分析計とガーゼ拭き取り法の測定結果の関係 (天白川橋を除く)

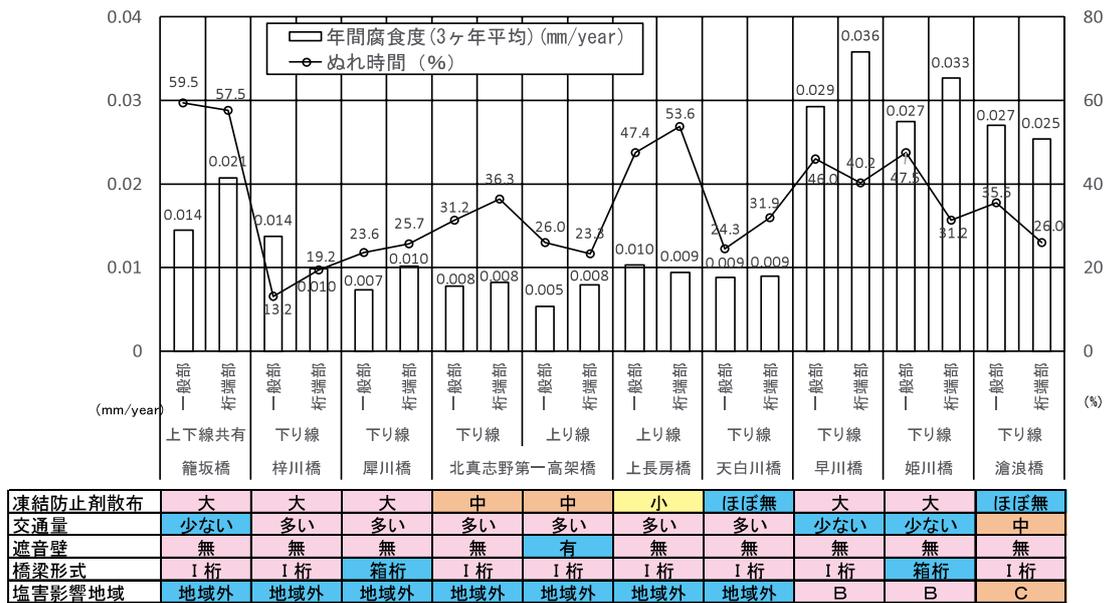


図-11 各橋梁の年間腐食度とぬれ時間の関係 (全体)

係を図-9に示す。天白川橋のガーゼ拭き取り法による付着塩分量とハンドヘルド蛍光 X 線分析計による塩素濃度との関係が大きくバラついていることがわかる。

天白川橋は素地調整程度3種で2回の塗替えを行っており、いずれも塗替え時の水洗いや付着塩分量の規定がない時期の塗替えであるため、塗膜内の塩分を検出してバラつきが大きくなっているものと考えられる。なお、梓川橋は建設時の塗装のまま塗替えはしておらず、滄浪橋は前回塗替えにおいて素地調整程度1種で塗替えを行っている。天白川橋を除いた2橋56測点の測定結果の関係を図-10に示す。相関係数Rは0.8303となり、強い相関がある。ハンドヘルド蛍光 X 線分析計による塩素濃度 (ppm) をxとすると、付着塩分量 (mg/m²) yは「 $y = 584.26x - 700.38$ 」で求められる。

以上のことから、ハンドヘルド蛍光 X 線分析計による簡易測定は、複数回塗替えを実施している橋梁においては適用が困難であると考えられるが、建設時の塗装のまま、あるいは素地調整程度1種による塗替えを行った橋梁については用途によっては適用可能である

と考えられる。

3.5 腐食速度とぬれ時間

各部位の年間腐食度の1年目、2年目、3年目の結果の平均値 (3.1で除外した鋼板の裏面まで腐食が進行している鋼板などは除外した) を各橋梁で平均したものと最終3年目の鋼板回収前の1年間のぬれ時間の割合の関係を図-11に示す。

ぬれ時間は、籠坂橋や上長房橋が大きいものの、これではぬれ時間の年間腐食度への影響が見受けられない。

温湿度計を設置していた中桁ウェブ中間部のみ (箱桁は内桁・外桁ウェブ中間部) に年間腐食度を限定したものを図-12に示す。この場合も全体平均の年間腐食度の場合とあまり傾向は変わらず、ぬれ時間の年間腐食度への影響は見受けられない結果であった。

3.6 腐食速度と構造部位

各構造部位の年間腐食度の1年目、2年目、3年目

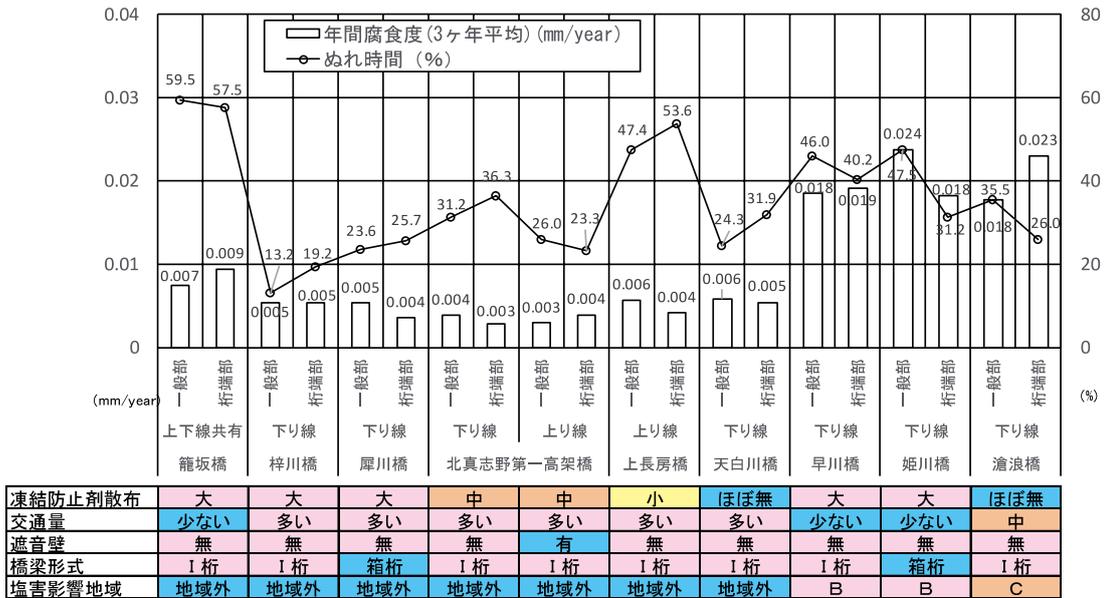


図-12 各橋梁の年間腐食度とぬれ時間の関係 (限定)

の結果の平均値 (3.1 で除外した鋼板の裏面まで腐食が進行している鋼板などは除外した) を全橋梁で平均したものについて、一般部の結果を図-13 に、桁端部の結果を図-14 に示す。

一般部、桁端部に関わらず、外桁及び内桁の外側の下フランジ上面及びウェブ外側の増塗部の年間腐食度が大きい傾向がみられた。また、一般部と桁端部を比較すると (図-15)、概ね桁端部の年間腐食度の方が大きい傾向がみられた。

4. 相関分析

4.1 分析方法

全橋梁の構造部位別単相関分析および全橋梁調査結果の重相関分析を今回計測したデータの結果から実施したところ、構造部位毎に腐食要因の与える影響の度合いが違う傾向が確認された。そのため、構造部位毎での重回帰分析を行い、年間腐食度の関係について整理した。腐食因子については、「付着塩分量」をパラメータとした場合、凍結防止剤散布の影響と海岸部からの飛来塩分の影響が重複した指標となることが懸念されることから、「凍結防止剤散布量」および「海岸からの飛来塩分量」をそれぞれ異なるパラメータとして設定した。ここで、海岸部からの飛来塩分量については、文献3) を参考として架橋地点における離岸距離より算出した推定値を用いた。

構造部位の分けは、[外側-ウェブ、内側-ウェブ、外側-下フランジ (上面)、内側-下フランジ (上面)、下フランジ (下面)] の5項目とした。年間腐食度は、北真志野第一高架橋 (上り) については、遮音壁の影響を受け構造特性が異なることから分析から除外した。また、下フランジ (上面) の年間腐食度データについては、モニタリング鋼板裏面までの腐食が多く見られ、

有効となるデータが少なくなるため、2年目のデータで取りまとめた。

使用したデータをまとめると以下のとおりである。年間腐食度を目的変数、それ以外は説明変数である。

- ① 年間腐食度：漏水等による異常値を除外したデータ
- ② 構造部位：外側-ウェブ、内側-ウェブ、外側-下フランジ上面、内側-下フランジ上面、下フランジ下面
- ③ ぬれ時間：3年目回収前の1年間データ
- ④ 飛来塩分量：離岸距離から算出した塩分量 (相関から対数値とした)
- ⑤ 凍結防止剤散布量：1年間・1km 当りの散布量の対数値 (相関から対数値とした)

4.2 分析結果

表-3 より、外側のウェブ・フランジ上面及びフランジ下面については、ぬれ時間のP-値が大きく、ぬれ時間に対する関係が見られなかった。これは、凍結防止剤散布の影響を受けやすい部位であるため、相対的にぬれ時間が腐食量に与える影響が小さくなったことも結果の原因と考えられる。また、今回実施したぬれ時間の計測は、代表部位の内側での計測であったため、より腐食度を精度よく表すためには、桁外側などのぬれ時間を測定する必要がある。

上記のぬれ時間以外については、重決定係数の値から本分析に用いた説明変数により、腐食度に与える要因を説明できているものと考えられる。

4.3 構造部材毎の腐食因子の影響

先の重回帰分析結果を踏まえ、P-値の大きい説明変

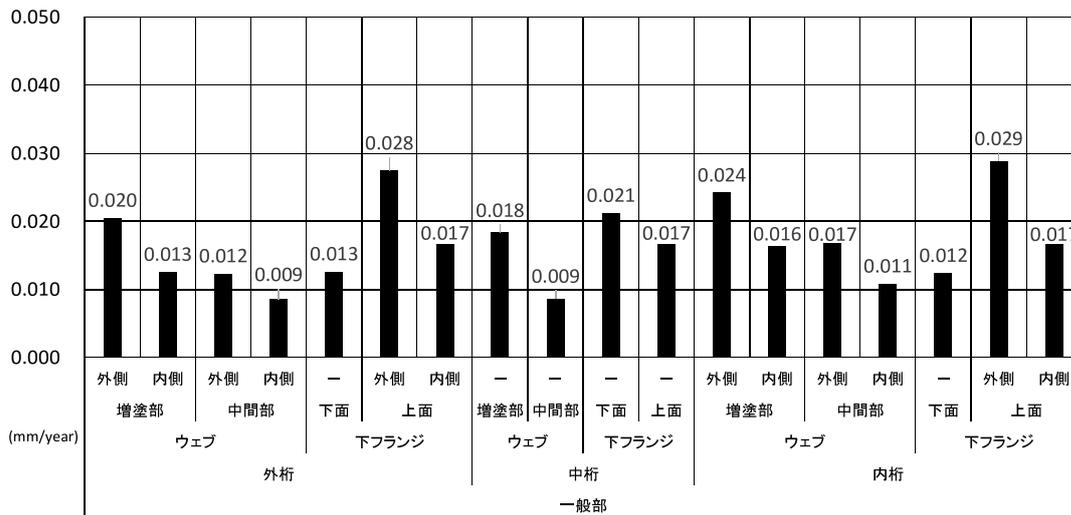


図-13 構造部位別の年間腐食度 (一般部)

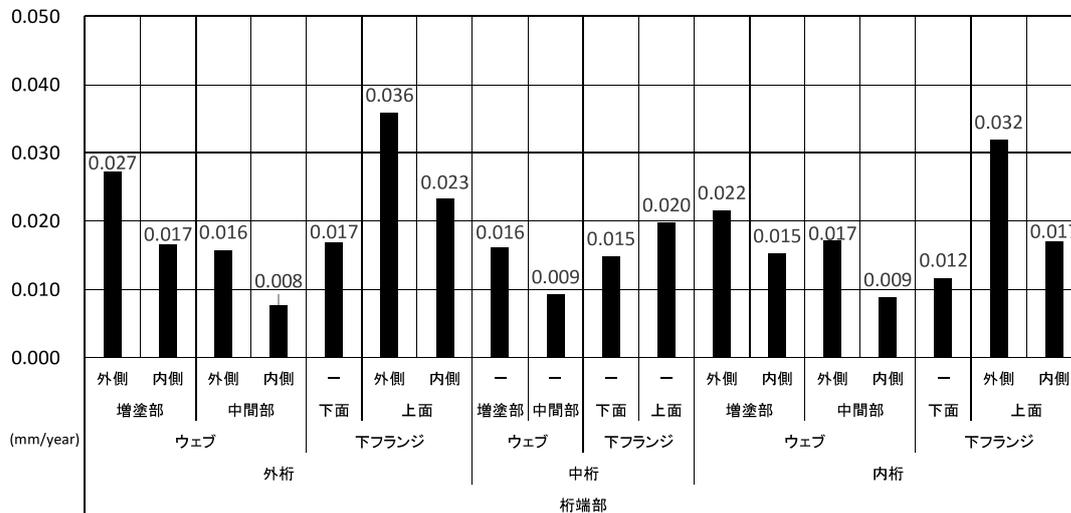


図-14 構造部位別の年間腐食度 (桁端部)

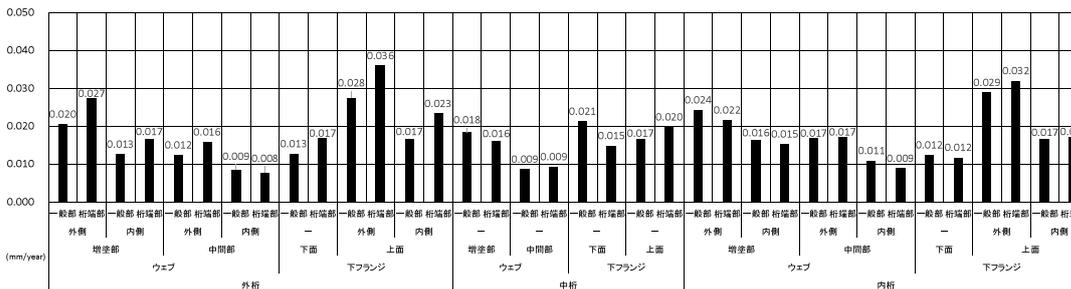


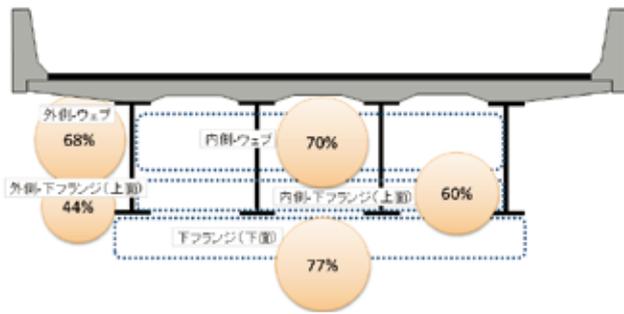
図-15 構造部位別の年間腐食度 (一般部と桁端部の比較)

表-3 重回帰分析結果 (その1)

	決定係数	標準偏回帰係数			P-値		
		飛来塩分	ぬれ時間	剤散布量	飛来塩分	ぬれ時間	剤散布量
外側ウェブ	0.5774	0.0057	-0.0001	0.0027	7.8E-08	0.8712	0.0032
内側ウェブ	0.7960	0.0072	0.0010	0.0021	4.2E-38	0.0062	3.4E-08
外側フランジ上面	0.6275	0.0075	-0.0012	0.0096	0.0005	0.5021	4.4E-05
内側フランジ上面	0.5299	0.0134	0.0040	0.0049	3.9E-13	0.0043	0.0013
フランジ下面	0.6346	0.0158	0.0021	0.0046	4.0E-13	0.1667	0.0054

表-4 重回帰分析結果（その2）

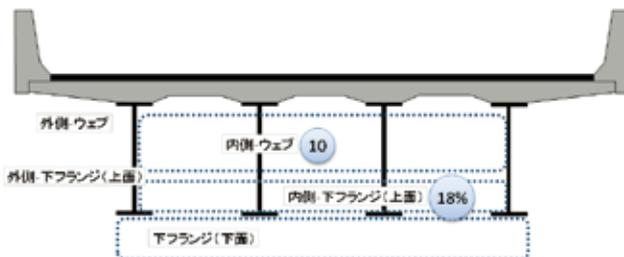
	切片	標準偏回帰係数		
		飛来塩分	ぬれ時間	剤散布量
外側ウェブ	0.0142	0.0057	-	0.0027
内側ウェブ	0.0094	0.0072	0.0010	0.0021
外側フランジ上面	0.0343	0.0074	-	0.0094
内側フランジ上面	0.0198	0.0134	0.0040	0.0049
フランジ下面	0.0166	0.0160	-	0.0048



a) 飛来塩分の影響



b) 凍結防止剤散布量の影響



c) ぬれ時間の影響

図-16 各部位での腐食要因の影響割合

数を除外した標準偏回帰係数の結果を表-4に示す。また、構造部位毎の標準偏回帰係数の合計値に対する割合を腐食因子毎に表示したものを図-16に示す。この図-16は、構造部位毎の飛来塩分・ぬれ時間・凍結防止剤散布量の腐食要因が与える影響割合を示しており、外側の下フランジ上面以外においては、飛来塩分が最も腐食量に影響を与えている。また、凍結防止剤の散布量は桁の外側に対して大きく影響を与えており、内

側の桁への影響は比較的小さい。ぬれ時間については、他の2要因と比較すると影響が小さい結果となった。

今回算出した係数で、北陸道相当の凍結防止剤散布量で飛来塩分の影響が無い地域での年間腐食度で内側ウェブを1とした場合の構造部位毎の年間腐食度比率を図-17に示す。一般的に鋼桁では下フランジ付近が比較的腐食量が大きいが、凍結防止剤の影響が比較的に大きい地域においては、下フランジと同等以上に外側ウェブの腐食環境が厳しい傾向がみられた。

一方、図-18は日本海側沿岸から10km相当の箇所、凍結防止剤の影響が無いものとした結果である。下フランジの腐食度が大きく、ウェブは比較的小さい。また、桁の内外の差はほとんど生じていない。

5. まとめ

本研究では、腐食環境と腐食速度の相関を実橋の環境において調査した。今回の調査結果から以下の知見を得た。

- (1) 構造部位における腐食深さの傾向は、下フランジ上面が最も大きく、横断方向では外側の桁外面が大きい結果であった。また、橋軸方向では一般部に比べて桁端部の方が大きい傾向が確認された。
- (2) 架橋地域における腐食深さの傾向は、塩害の影響地域が最も大きい結果であった。
- (3) 相関分析の結果からも、腐食度を与える影響は飛来塩分によるものが最も大きく、ウェブより下フランジがより厳しい環境となる結果であった。
- (4) 凍結防止剤の散布による影響は、桁の外側に与える影響が大きく、凍結防止剤の散布量が多い地域においては、外側のウェブが下フランジと同等以上に腐食環境が厳しい傾向が確認された。
- (5) 今回調査した高速道路の橋梁においては、腐食にあたる影響は飛来塩分量と凍結防止剤散布量による要因が大きく、ぬれ時間による相関は小さい結果となった。

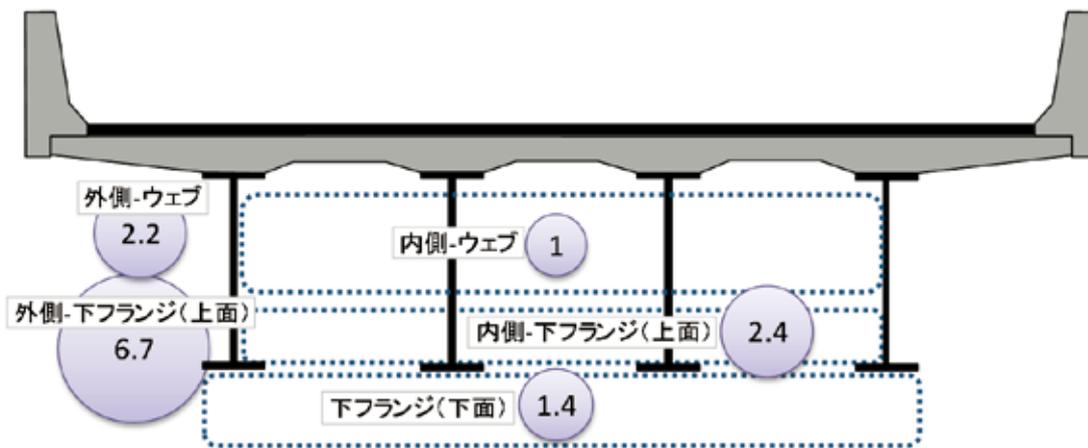


図-17 飛来塩分の影響が無い地域での腐食比率（内側ウェブを1とした場合）

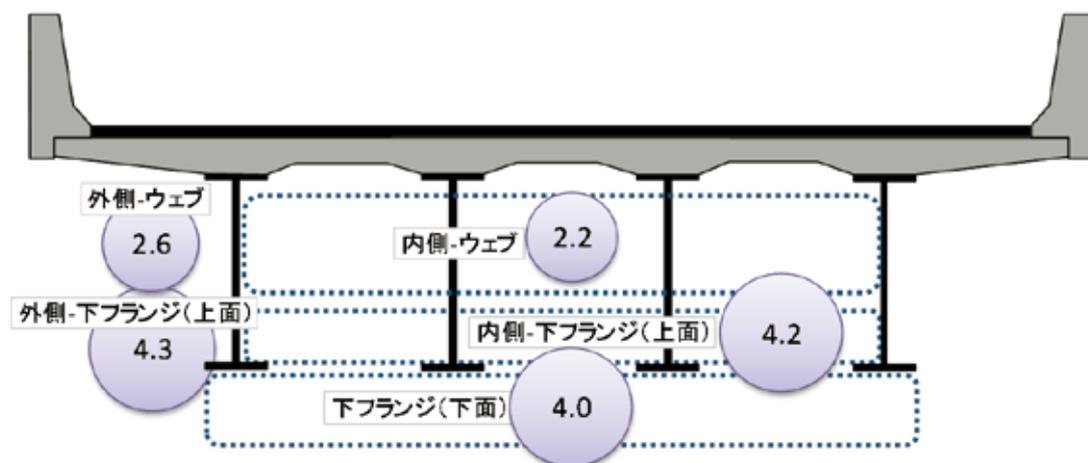


図-18 凍結防止剤の影響が無い地域での腐食比率（図-17 内側ウェブを1とした場合）

6. 今後について

NEXCOの鋼橋の塗装においては、下フランジ付近について腐食環境が厳しいことから、下塗り塗装を増塗りする仕様を標準としている。今回の調査の結果か

ら、下フランジの腐食環境の厳しさを裏付けるとともに、外側ウェブ（下フランジ付近以外）においても下フランジと同等の腐食環境となる可能性も示唆された。今後、実態調査等により更なる検討を進める予定である。

【参考文献】

- 1) (公社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編，pp.183-184，2017.11
- 2) 平尾，貝沼，道野，今村，香川，小川：鋼橋に設置したモニタリング鋼板の腐食生成物層の厚さと平均腐食深さの相関評価，I-417，土木学会第70回年次学術講演会講演概要集，pp.833-834，2015.9
- 3) 玉越，久保田，星野，横井：コンクリート橋の塩害対策資料集，国総研資料第711号，2012.12 測手法の開発，構造工学論文集，Vol.62A，pp.492-502，2016.3

橋梁等の鋼構造物における旧塗膜除去 有害物質調査

岩田 直樹¹⁾ 井上 毅¹⁾ 高菅 卓三¹⁾ 野馬 幸生²⁾

1. はじめに

我が国の社会インフラは高度経済成長期（1960-70年代）に作られたものが多く、50年を超過したものはその耐用年数から今後急速に老朽化していくことが懸念されている（図-1）¹⁾。笹子トンネルの天井板落下や、木曾川大橋や本荘大橋での鋼トラスの斜材の破断など老朽化に伴う事故も発生しており、インフラの補修や改修が日本全体の喫緊の課題となっている。対象となる社会インフラには橋梁や鉄塔、水門、石油やガスのタンクなど鋼製部材を用いた構造物も多く、これらのうち塗装により防食された鋼構造物では、適切な時機での塗替え塗装により、腐食による重大な損傷を未然に防ぐ必要がある。それらには建設当時の古い塗膜が残っており、人に対して有害な物質が含まれている場合も少なくない。有害物質が含まれる塗膜を塗替える際には廃塗膜等の適切な処分はもちろん、剥離作業者の健康被害（暴露）防止に留意する必要がある。厚生労働省及び国土交通省は、塗膜の塗替え作業における労働者の暴露防止対策として、塗膜におけるこれら有害物質の有無の確認を発注者に求める旨の通達等を出し注意喚起している（基安労発 0530 第2号、国官技第58号）²⁾。

有害物質を含む廃棄物の取り扱いに関しては、昭和45年12月に廃棄物処理法が公布され、その後は法令

改正と関係政省令等により定められ処理されている。塗替え塗装で発生する廃塗膜（塗膜くず）におけるPCB廃棄物は、平成25年2月に環境省から「低濃度PCB廃棄物の処理に関するガイドライン」及び「低濃度PCB含有廃棄物に関する測定方法」が公表され、塗膜くずと同様に、これまで対応方法が明確ではなかった汚染物や処理物について処分方法及び測定方法が示されたが、5000ppm以下の低濃度PCB廃棄物は、塗膜中のPCB含有量によらず廃塗膜にPCBが検出された時点でPCB廃棄物としての取り扱いを受けることが課題であった。

筆者らは、PCB汚染物のPCB含有量測定法検討ワーキンググループ（事務局：産業廃棄物処理事業振興財団）の活動の一部として、廃塗膜中のPCB分析法開発を目的とした検討を2012年より実施している^{3,4)}。活動に関しては、環境省、国土交通省及び関係団体の協力のもと作業を行っている。本報告では、これら分析法検討で確認された廃塗膜処理等における内容の報告を行う。

2. 旧塗膜に含まれる有害物質

旧塗膜に含まれる主な有害物質としては、鋼構造物塗膜調査マニュアル⁵⁾において、鉛化合物、クロム化合物、タール（コールタール）、及びポリ塩化ビフェニル（PCB）が挙げられている。

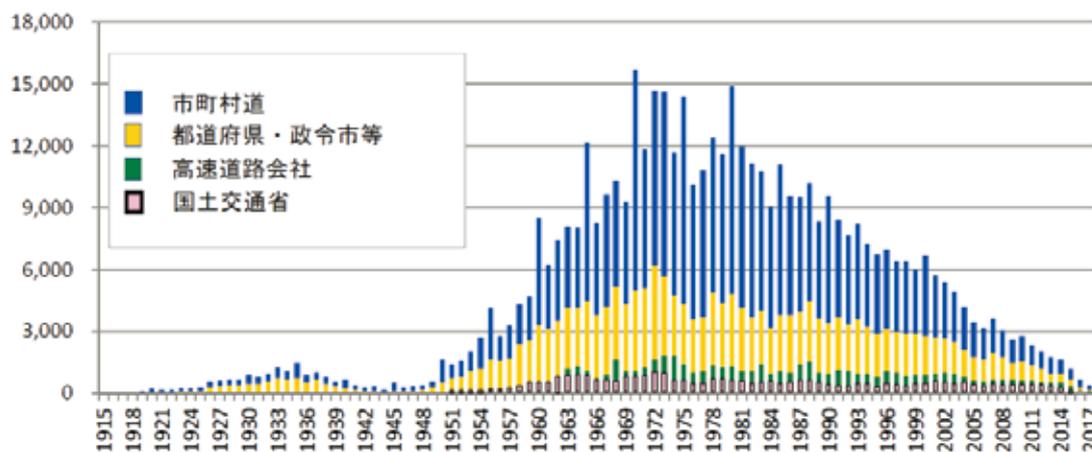


図-1 建設年度別の道路橋施設数（H30 道路局調べより）

1) (株)島津テクノリサーチ

2) 国立環境研究所

鉛化合物、クロム化合物は、防錆顔料を使用した下塗り塗料として、鉛丹さび止めペイント（JIS K 5622）、亜酸化鉛さび止めペイント（JIS K 5623）などがあった。鉛化合物及びクロム化合物は、人体に対し有害性があるとされており、現在では鉛・クロムフリー塗料として代替されている。鉛化合物においては、橋梁桁の塗替え作業中に作業員が鉛中毒を発症する事例も報告されている。塗膜中含有量の測定方法としては、JIS K 5674：鉛・クロムフリーさび止めペイント 付属書 A 及び B などがあり、ICP（Inductively Coupled Plasma、誘導結合プラズマ）発光法、ICP 質量分析法、フレイム原子吸光法などにより測定が行われている。塗膜に含まれる濃度に基づき、適正な作業員の安全対策が必要となる。対策が必要となる濃度基準などの指導は、厚生労働省等より発信されている^{6,7)}。

タール（コールタール）は、タールエポキシ樹脂塗料として主に橋梁の内面塗装に使用されてきた。タールは、国際がん研究機関（IARC）においてグループ 1（発癌性がある）に分類されており、労働安全衛生法の特別管理物質に指定されている。コールタールに関しては、5%（50,000mg/kg）以上の製品が特定化学物質障害予防規則の対象となる。そのため塗膜中の含有量を測定を正確に行い、必要な安全対策を行うことは重要となる。ただし、現時点で塗膜中のコールタール濃度の測定方法は、マニュアル化されていない。筆者らは検討を行い、測定方法として「コールタール成分（ベンゾ a ピレン）からの換算法」等の情報開示を行っている⁸⁾。

PCB は英語名の Polychlorinated Biphenyl の名に示されるようにビフェニルを塩素化して生成する多数の塩素化ビフェニルの総称であり、一塩化体から十塩化体まで 209 種の異性体がある。PCB は、耐水性があり、また化学的・熱的に安定であるといった特性を有することから、主に電気絶縁油や熱媒体に使用されていたが、一部塗料にも可塑剤として添加されていたことが知られている。特に PCB は、塩化ゴム樹脂との相溶性がよく、耐水性に優れた液体樹脂であったことから、塩化ゴム系塗料として製造された一部製品に PCB が含まれることが報告されている^{9,10)}。ただし、脂肪に溶けやすいという性質から、慢性的な摂取により体内に徐々に蓄積し、様々な症状を引き起こすことが報告されている。PCB が大きく取りあげられる契機となった事件として、1968 年に食用油の製造過程において熱媒体として使用された PCB が混入し、健康被害を発生させたカネミ油症事件がある。一般に PCB による中毒症状として、目やに、爪や口腔粘膜の色素沈着、ざ瘡様皮疹（塩素ニキビ）、爪の変形、まぶたや関節の腫れなどが報告されている。

また PCB を含む廃棄物については、PCB 廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法¹¹⁾において、定められた期限までに全て処分することなどが示され、

適正かつ確実な廃棄物処理が進められている。高濃度 PCB 廃棄物（5000mg/kg 超の PCB 含有廃棄物）は、中間貯蔵・環境安全事業株式会社（JESCO）の北九州・大阪・豊田事業エリアにおいて 2021 年 3 月末まで、北海道・東京事業エリアにおいて 2023 年 3 月末までに処理を行う必要がある。低濃度 PCB 廃棄物（5000mg/kg 以下の PCB 含有廃棄物）は 2027 年 3 月末までに環境大臣もしくは都道府県知事認定の処理施設で処理を行う必要がある。PCB 廃棄物に関しては、処理期限と処分費用において塗替えや改築の妨げになる事が想定される。

3. PCB を含む塗料に関する通知等

平成 30 年 11 月に環境省から「高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜の調査について（通知）」（環循規発第 1811282 号）、及び別添資料として高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜調査実施要領（初版）が示された。平成 30 年 12 月には、経済産業省から「高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜に関する周知依頼」の事務連絡、及び別添資料として高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜調査実施要領（初版）も示されている。

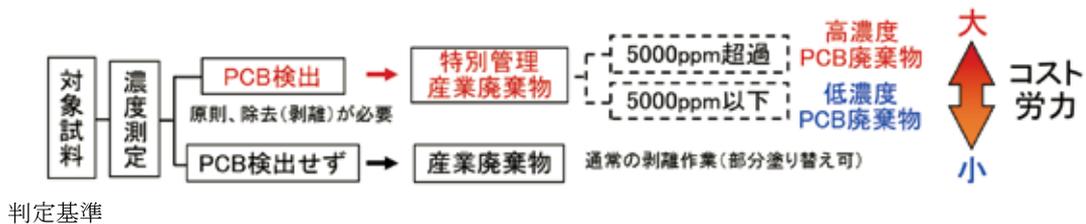
この中では、高濃度 PCB 廃棄物となる塗膜について早急に対応を進めるための対策が示されている。高濃度 PCB 廃棄物として該当する対象を、昭和 41 年～47 年 1 月（1966 年～1972 年 1 月）に製造された塩化ゴム系塗料を使用した施設としている。PCB 含有塗料の使用等が正式に中止されたのは、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律施行令（昭和 49 年政令第 202 号）の施行日である昭和 49 年（1974 年）6 月 10 日であることから、昭和 41 年（1966 年）から昭和 49 年（1974 年）までに建設又は塗装された施設等に使用された可能性があるとして示されている。製品として PCB 含有塗料が使用された可能性がある施設・設備として、橋梁、洞門、排水機場の鋼構造物、石油貯蔵タンク、ガス貯蔵タンク、水門・鉄管の鋼構造物、船舶等（図-2）が示されている。

調査としては、対象施設等について調査工事仕様書、設計書等が残存する当該工事仕様書、設計書等における PCB 含有塗料に係る記載の有無を確認する旨記載されている。PCB 含有塗料に係る記載が有る又は塩化ゴム系塗料の使用に係る記載があるもののメーカー名及び商品名が未記載等により PCB 含有塗料の特定が困難な調査対象施設等について、塗膜のサンプルを採取し、含有量試験を行うことが明記されている。含有量試験としては、低濃度 PCB 含有廃棄物に関する測定方法（第 3 版）（平成 29 年 4 月 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課）第 2 章「8. 塗膜くず（含有量試験）」により行うものとされている。

以上の調査に関して、JESCO 北九州・大阪・豊田事業エリアは 2019 年 9 月末まで、JESCO 北海道・東京事業エリアは 2021 年 9 月末までに実施する旨記載されている。



図-2 調査対象施設
(第26回PCB廃棄物適正処理推進に関する検討委員会資料より)



判定基準

- ・廃棄物処理法施行規則第1条の2 廃プラスチック類・金属くず：付着又は封入されていないこと

図-3 これまでの廃塗膜のPCB廃棄物としての取り扱い

また、平成31年3月に環境省から「低濃度ポリ塩化ビフェニル汚染物の該当性判断基準について（通知）」（環循規発第1903283号、環循施発第1903281号）が発出され、低濃度PCB汚染物の該当性の判断基準として示された¹²⁾。低濃度PCB汚染物の該当性の判断基準について一部不明確であったことから、自治体の判断が分かれていることなどが課題となり、PCB廃棄物の適正な処理推進において支障となってきたとされている。具体的な内容としてこの通知には、例外的に塗膜くずに代表されるようなPCBを含有する廃棄物に関して、PCBを含む油が自由液として明らかに存在しない場合については、PCBの含有濃度が0.5mg/kg以下となる場合は、低濃度PCB汚染物に該当しないものと判断する旨記載されている。

4. これまでの廃塗膜のPCB廃棄物としての取り扱い

これまでの法令では、廃塗膜におけるPCB廃棄物としての取り扱いに関して、明確な基準値の設定がなかった。そのため廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則（昭和46年厚生省）第一条の二：「廃プラスチック類又は金属くずの場合は、PCBが付着していない、又は封入されていないこと」に従う必要があった。

PCB廃棄物と判断された廃塗膜に関しては、飛散等に注意した形での除去作業が必要になる。環境影響を考慮し剥離剤を用いた除去作業が推奨されているが、工事費用が飛躍的に上がる他、工事日数の増加、PCB

廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法に従った形での廃塗膜の保管及び処分など課題があった。

5. 検討の対象とした試料と採取方法

塗膜は複数の塗料を重ね塗りすることで構成されており、下地（さび止め用途）や塗装（表面）に分類され、当時の塗料（鉛丹さび止め塗料、フタル酸樹脂塗料、塩化ゴム系塗料）から追加工事などで上塗りされた最近のもの（エポキシ樹脂塗料、亜鉛系さび止め塗料）までである。また、塗膜の剥ぎ取りに剥離剤を使用するケースもあり、塗膜中のPCB含有量を分析する際の試料マトリックスは非常に複雑なものになる。剥離剤は塩素系溶剤（ジクロロメタン等）や有機酸を用いるものがあり、剥離した試料形態も固形～ゲル状と様々である。最近の塗料においては、着色に有機塩素系顔料を用いるものも含まれる。

橋梁などは非常に大きな建造物であるため、用いられた塗料もロット違いなどを含め複数存在する可能性が高い。ただし、塗装記録にはメーカーや塗料商品名などの識別情報の記載がないことが多く、40年以上前の記録であるため情報の特定も困難である。そのため実際の調査が重要になるが、塗膜くずは1橋梁でドラム缶数百本以上になることもあるため、他の媒体で用いられるような保管容器ごとの全数検査は大変な労力を要する。

そこで剥離工事前に発生する廃棄物濃度の事前調査が有用となる。事前調査においては採取試料の代表性に十分な注意が必要である。橋梁を橋脚間隔（径間A～

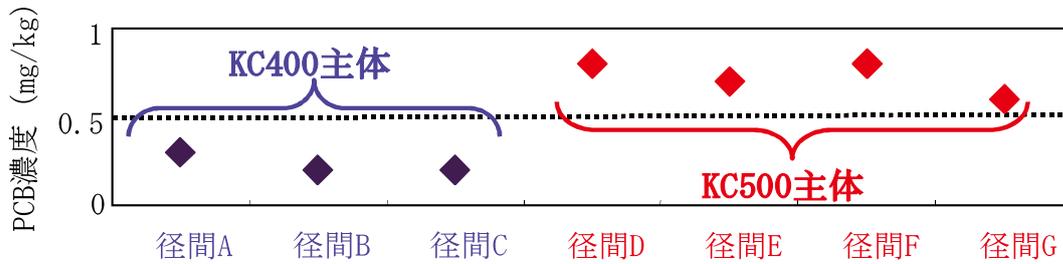


図-4 橋梁の廃塗膜 PCB 分析調査の一例（橋梁塗膜を径間単位で測定）

表-1 抽出方法による定量値及び試料状況の比較

試料状況	乾燥塗膜（剥離剤なし）				膨潤塗膜（剥離剤あり）		
	溶出試験	表面抽出	表面抽出	溶解抽出	溶出試験	表面抽出	溶解抽出
試料粉碎	なし	なし	あり	あり	なし	なし	なし
抽出溶媒	水	ヘキサン	ヘキサン	ジクロロメタン +硫酸	水	ヘキサン	ジクロロメタン +硫酸
試料状況	不溶	ほぼ不溶	ほぼ不溶	ほぼ溶解	不溶	ほぼ不溶	ほぼ溶解
濃度単位	mg/L	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/L	mg/kg	mg/kg
PCB 合計 (GC/HRMS)	<0.0003	<0.1	0.28	0.27	<0.0003	1.2	1.9
PCB 合計 (GC/ECD)	-	-	測定不能 (妨害多数)	測定不能 (妨害多数)	-	1.2	1.8

(注)有機溶剤での抽出には超音波抽出、硫酸での抽出には振とう抽出を実施した

G) 単位で塗膜を採取し、PCB濃度を調査した事例を示す。その結果、径間CとDの間でPCB濃度及びPCB工業製品の種類に関して変化があった(図-4)。これは径間CとDの間で塗料が変更されている可能性が高いと考えられる。このような事例もあることから、PCB廃棄物の適正かつ効率的な処理において、径間単位などの事前調査が重要と考えられ、それにより適切な処理実施が可能と考える。場合によってはPCB廃棄物を部分的に限定でき、廃棄物量の削減ができる可能性も想定される。

6. 分析方法の選択について

廃塗膜に関しては定められた分析方法がない間は、「特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物に係る基準の検定方法（厚生省告示192号別表第三の第三）」のヘキサンを用いた表面抽出や「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法（昭和48年環境庁告示第13号）」の水への溶出試験で評価される事が多かった。前者はプラスチックなどに絶縁油等のPCB汚染物が付着したものを、後者は汚泥などの埋め立てによる環境汚染を想定した測定方法である。しかし、対象となる塗膜は数十年にわたり風雨に耐えるよう作られており、通常抽出に用いる有機溶剤や水では表面の抽出しか期待できない。そのため塗膜中のPCB含有濃度を測定できるように開発された方法が、「低濃度PCB含有廃棄物に関する測定方法」8. 塗膜くず（含有試験）¹³⁾である(図-6)。この方法は、ジクロロメタン等の有機溶媒を用いて有機系塗料分を溶解させ、溶け残った無機系塗

料分を硫酸にて溶解させ試料中のPCBを抽出する方法である。試料抽出液からの測定については、絶縁油中の微量PCBに関する簡易測定法マニュアル（第3版）¹⁴⁾を用いる。そのため用いる測定装置は、GC/ECDやGC/MSなどが対象となる。

この試料を溶解させる分析方法と従来の分析方法について、複数の塗膜試料を用いて測定結果に及ぼす影響を検証した。物理的な採取（剥離剤なし）を行った乾燥塗膜及び、剥離剤による採取を行い塗膜に少量の剥離剤が残留する膨潤（ゴム状）塗膜を用い各種抽出方法によるPCB濃度の確認をガスクロマトグラフ/高分解能質量分析計（GC/HRMS）を用いて行った(表-1)。塗膜を溶解し抽出した方法に対して、表面抽出では不十分な抽出になり、場合によってはPCB不含有と判定する事も確認された。今回の検証に用いた試料においては、溶出試験ではPCBが検出されなかった。

また測定装置はガスクロマトグラフ/電子捕獲型検出器（GC/ECD）を用いる事もあるが、試料由来の塩化ゴム系塗料や有機塩素系顔料などからの妨害を検出し分析できない事例も確認された(図-5)。それに対してGC/HRMSを用いた測定では、同じ試料でも妨害成分の影響がない測定が可能であった。この方法を用いる事で、PCB廃棄物の処理完了基準（卒業判定基準）として設定されている0.01mg/kgまでの測定が可能である。

7. 保管試料のPCB濃度変化

剥離剤を用いて除去を行った廃塗膜は、剥離剤（溶剤）を含んだ試料になる。そのため、剥離作業及び保

試料由来の塩素系妨害（塩化ゴム系塗料もしくは、有機塩素系顔料）

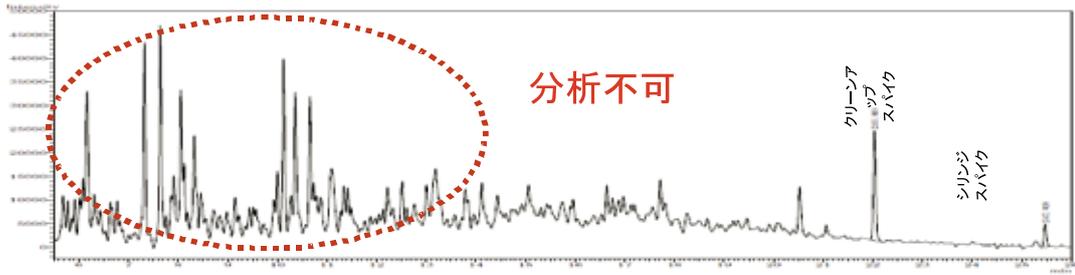


図-5 GC-ECD 分析クロマトグラムの一例

フローチャート：塗膜くず（含有量試験）

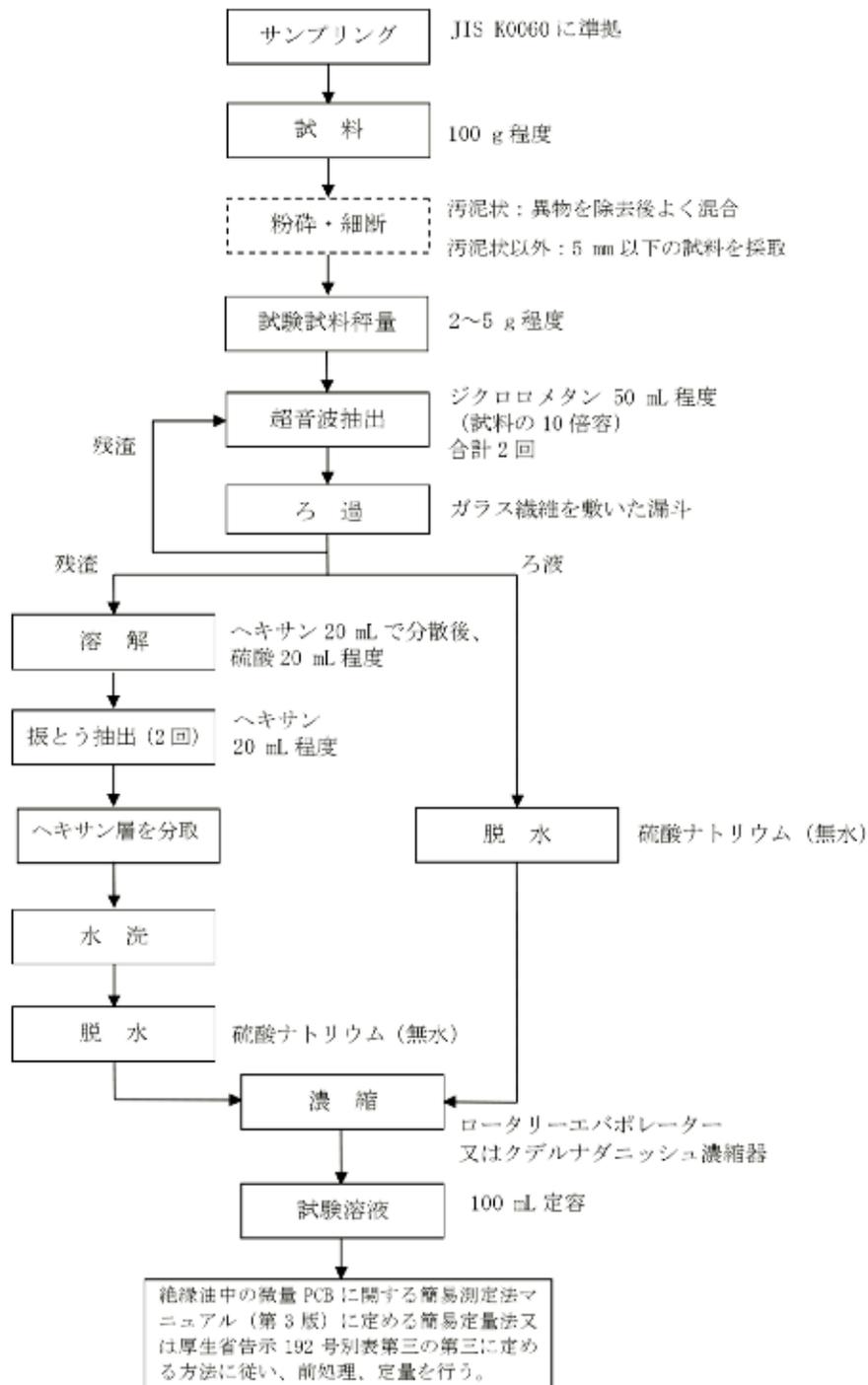


図-6 「低濃度 PCB 含有廃棄物に関する測定方法」 8. 塗膜くず（含有試験）の分析フロー

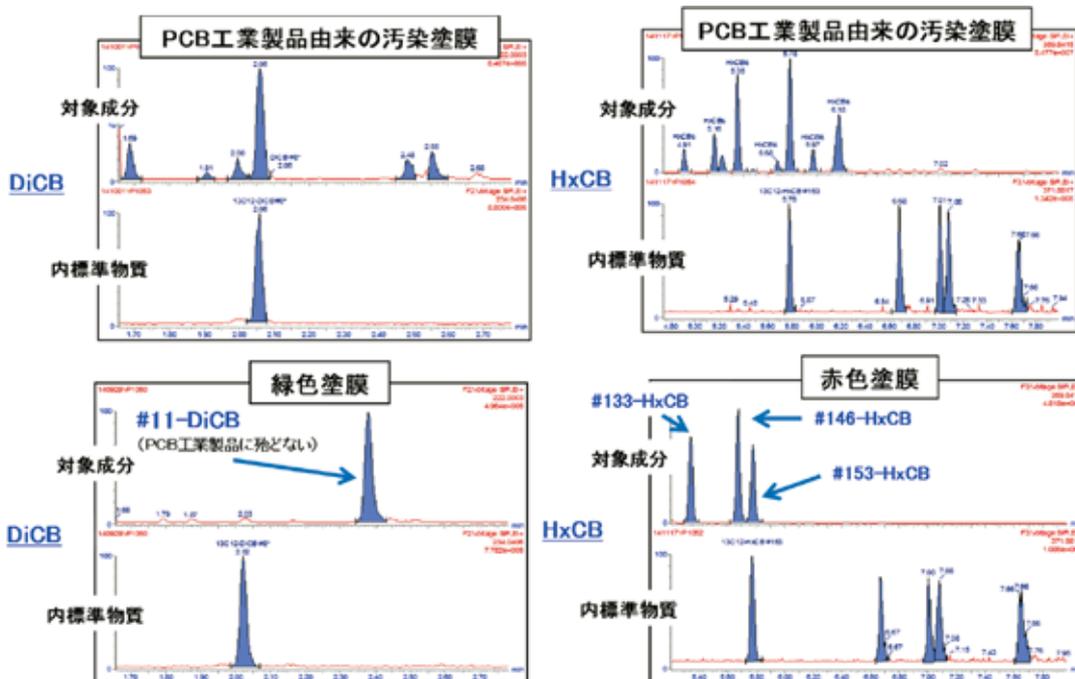


図-7 塗膜中の PCB 異性体のパターン
(それぞれ異なる試料で、左側 2 試料が二塩素体 PCB、右側 2 試料が六塩素体 PCB 成分のクロマトを表記)

管の状況により重量変化が起こる可能性がある。実験室内（室温 25℃、ドラフト気流条件下）で重量変化を調査した所、剥離剤単体では元の重量の 9.9%、膨潤塗膜では元の重量の 62%まで減少した。塗膜自体に含まれる PCB 量は一定であるため、剥離剤の重量変化に伴った見かけ上の濃度変化が起こり、廃棄物の濃度区分評価に大きく影響する。

8. PCB 工業製品（カネクロール）以外の PCB 汚染

塗膜くずの PCB 汚染は、化審法で規制される前のカネクロール等の PCB 工業製品由来とされ、対象となる塗装は 1960 年代とされてきた。PCB 工業製品は、多くの PCB 異性体の混合物であり、その汚染による塗膜も図-7 上段の 2 試料のように多くの PCB 異性体が検出される。

一方 2012 年に経済産業省から有機顔料において、PCB が副生し非意図的な汚染が起こっている事例が報告された¹⁵⁾。現時点では 50ppm の暫定的な基準値をもって出荷の運用がなされているが、過去には最大で 2000ppm の PCB を含む有機顔料が建築用途の塗料に用いられていた報告もある。有機顔料に関しては、各種製品の製造方法等に依存し特異的な PCB 異性体が検出されることが知られている。橋梁中の塗膜を測定した所、図-7 下段の 2 試料のように PCB 工業製品とは異なる事例が確認された。図-7 下段の緑色塗膜では、# 11-DiCB が特異的に検出された。これはジクロロベンジン系有機顔料（黄色）で見られる成分である。図-7 下段の赤色塗膜では、# 146-HxCB 等が特異的に検出された。これはトリクロロアニリン系有機顔料

（赤色）で見られる成分である。

有機顔料の使用例や本データ等から判断し、橋梁における塗膜でも有機顔料由来の副生 PCB 汚染が存在することが推察される。過去に使用された塗料に PCB 濃度 2000ppm の顔料が用いられていた場合、塗膜中の PCB 濃度は 100ppm 程度（塗料中の顔料割合を 5%として算出：第 2 回有機顔料に副正する PCB のリスク評価検討委員会配布資料より）と想定されるため、廃棄物処理に関しても PCB 汚染は無視できない事例と考えられる。また、橋梁塗膜に関しては塩化ゴム系塗料の PCB 工業製品由来の汚染や、試料自体に塩素を含むこと、さらに有機顔料由来の PCB 汚染（一部を除き GC/ECD を用いるべきではないとの見解が経済産業省から出ている）も考慮すると、GC/ECD を用いた測定では困難であることが考えられる。

9. 橋梁等の塗膜中 PCB の汚染実態

廃塗膜について「低濃度 PCB 含有廃棄物に関する測定方法（第 3 版）」のガスクロマトグラフ / 高分解能質量分析計（GC/HRMS）にて測定を実施した結果の一例を図-8 に示す。径間単位の採取による事前調査が推奨されるが、ここでは橋梁ごとの濃度評価を実施するため、各橋梁の測定結果の最大濃度で表記している。その結果、高いものは数万 mg/kg（数%）から 0.01mg/kg 未満まで、様々な PCB 濃度の塗膜をもつ橋梁が確認された。現在廃棄物処理が進められているトランスやコンデンサなどにおける絶縁油では、意図的に添加された PCB だけでなく、汚染由来の低濃度検出事例が報告されており、保管者は全数検査を実施している。今回の調査結果において比較的低濃度（特に基準値とな

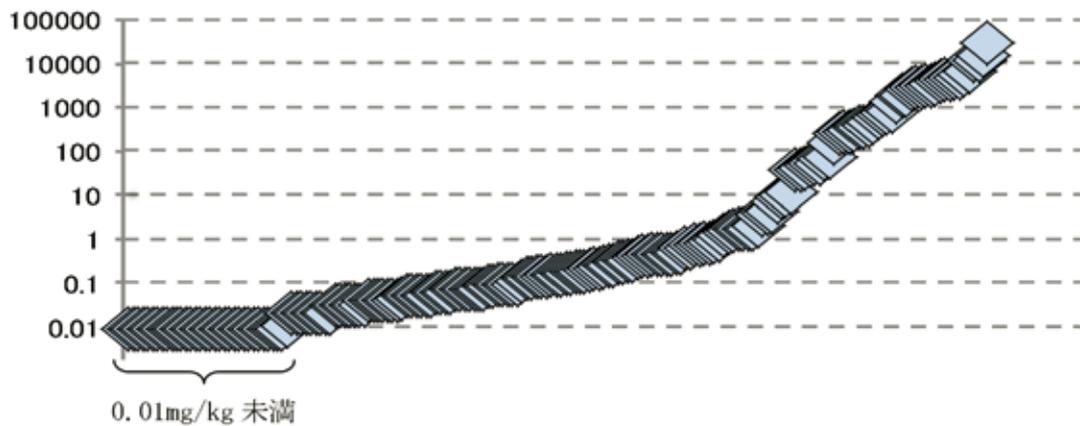


図-8 橋梁の廃塗膜 PCB 分析調査結果の一例

る 0.5mg/kg 近辺) の橋梁が多く見られたことから、塗膜(塗料)においても PCB の汚染由来の検出が考えられる。このように汚染由来の PCB の検出がある場合、PCB 含有廃棄物の判定が PCB の有無(添加の有無)ではなく、数値的な評価が必要となり、適正な調査及び正確な測定が求められる。

塗膜における PCB 廃棄物の該当性判断基準に関しては、これまで各廃棄物行政において判断が行われてきた。その中で用いられてきた処理物の判断基準(卒業基準) 0.01mg/kg は、非常に低く、大部分の橋梁が PCB 廃棄物として判断される状況であった。2019 年 3 月に判断基準 0.5mg/kg が環境省より示されて、今後はこれを基準とした運用が行われる。実際に 0.5mg/kg を超過する橋梁は相当数存在する。また基準値近辺の橋梁が多く存在することから、適正な調査、正確な測

定が求められる。

10. まとめ

橋梁や建築物など社会インフラの修理や改築の際に発生する廃塗膜に PCB が含有されている懸念がある場合、環境負荷、除去費用、工事日数の観点から適切な PCB 分析方法、試料採取方法による事前調査を推奨し、適切で迅速な廃棄物処理を期待する。

11. 謝辞

本報告は平成 25 年度 PCB 汚染物の PCB 含有量測定法検討ワーキンググループ(事務局：産業廃棄物処理事業振興財団)の活動の一部を報告している。環境省、国土交通省及びご協力頂いた関係者の方々にお礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 社会資本老朽化対策会議資料(国土交通省、2013 年 1 月)
- 2) 鉛等有害物を含有する塗料の剥離やかき落とし作業における労働者の健康障害防止について(平成 26 年 5 月 30 日基安労発 0530 第 1 号、基安化発 0530 第 1 号/基安労発 0530 第 3 号、基安化発 0530 第 3 号)
- 3) 岩田直樹、林篤宏、井上毅、高菅卓三、野馬幸生「低濃度 PCB 廃棄物としての廃塗膜中 PCB 分析方法の開発」第 22、23、24 回環境化学討論会講演要旨集(2013、2014、2015 年)
- 4) 岩田直樹、林篤宏、井上毅、高菅卓三、野馬幸生「低濃度 PCB 廃棄物としての廃塗膜(塗膜くず)に関する研究」第 24、26 回廃棄物資源循環学会研究発表会(2013、2015 年)
- 5) 鋼構造物塗膜調査マニュアル JSS IV 03-2018(社)日本鋼構造協会
- 6) 「鉛中毒予防規則等の「含鉛塗料」の適用について」厚生労働省：基安化発 0730 第 1 号
- 7) 「平成 31 年度における建設業の安全衛生対策の推進について」厚生労働省：基安安発 0328 第 11 号、基安労発 0328 第 3 号、基安化発 0328 第 3 号、基安安発 0328 第 2 号、基安労発 0328 第 1 号、基安化発 0328 第 1 号
- 8) 岩田直樹(島津テクノロジー)、富山 禎仁(国立研究開発法人土木研究所)塗膜(塗料)中のコールドタール等有害物質調査方法の検討 防錆管理(2019-4)
- 9) 「高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜の調査について(通知)」(平成 30 年 11 月 28 日 環循規発第 1811282 号)及び別添資料：高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜 調査実施要領(初版)
- 10) 「高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜に関する周知依頼」経済産業省産業技術環境局環境管理推進室 平成 30 年 12 月 7 日事務連絡 及び別添資料：高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜 調査実施要領(初版)
- 11) ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法 平成十三年法律第六十五号
- 12) 「低濃度ポリ塩化ビフェニル汚染物の該当性判断基準について(通知)」(平成 31 年 3 月 28 日 環循規発第 1903283 号、環循施発第 1903281 号)
- 13) 低濃度 PCB 含有廃棄物に関する測定方法 第 3 版(平成 29 年 4 月 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課)
- 14) 絶縁油中の微量 PCB に関する簡易測定法マニュアル(第 3 版)(平成 23 年 5 月環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課)
- 15) 有機顔料中に副生する PCB の工業技術的・経済的に低減可能なレベルに関する報告書 平成 28 年 有機顔料中に副生する PCB の工業技術的・経済的に低減可能なレベルに関する検討会

紙幣になった人物

岩田 恭子¹⁾

1. 新札発行の決定

新しいお札の発行が発表されました。1万円札には「日本の資本主義の父」ともよばれ、日本にBANK、銀行を作った「渋沢栄一」が選ばれました。確かに言われてみれば、紙幣のモデルなのに経済系の人物がいなかったのはおかしな話です。1951年に発行された50円券に「高橋是清」が載って以来ですね。

高橋是清は、原敬暗殺後に急遽首相になったこともあって、首相としては、パツとしたところのない人物でした。しかし、日銀総裁の経験や、日露戦争時の外債募集など、経済分野での活躍は目覚ましい方でした。同じように、首相経験後に蔵相として活躍された宮澤喜一さんを「平成の高橋是清」と評価した新聞もありました。

女性としては、5000円札に抜擢された「津田梅子」も良かったなと思っています。女性の立場から、樋口一葉の5000円札、紫式部の2000円札もそうですが、1万円札にはしてもらえないんだな・・と少し寂しくも思いますが。女子英学塾、現在の津田塾大学を創設され、女子教育に尽力された方です。現代風に言うなら、帰国子女の先駆け的な存在ですが、海外に渡ったのが6歳ですから、自分の意思で行ったとは考えにくく、父親（津田仙）の意向が働いたのでしょう。この時代、6歳の子を海外に留学させるなんて、なかなか考えにくいですから。私の息子が中学3年生で、イギリスに短期で研修に3週間行っただけでも、ついて

行きたかった位ですから（親バカではないです）。しかし、彼女が帰国後女子教育に尽力したのは、すごい苦労だったと思います。女性の教育は良妻賢母育成のためであるとされていた明治初期という時代に、女性の自立のための教育を行うことに反発する勢力も多々あり、最初は学校運営も上手くはいきませんでした。しかし、それを乗り越えて女子教育の礎を築かれたことに、敬意を表したいと思います。

続いては、「北里柴三郎」。この方のすごいところは、医者役目を「病気の予防」に見出した点です。今までの日本の医療は、病気にかかってから対処するというのが一般的でした。しかも、鎖国中は西洋の医学はまるで悪といわんばかりに、東洋医学を推進していました。

福沢諭吉も通っていた適塾の緒方洪庵のような蘭方医は不遇でした。ただ、北里柴三郎も困難な道を歩みました。政府は研究にはなかなかお金を出そうとしないのです。これは今日現在でも言えることで、国が研究費を渋ることをノーベル賞受賞の教授たちは残念がっていたし、批判もしていました。時間のかかる研究よりも、即効性のあることに資金を注ぎたいなのでしょう。

北里が研究所を作る際も、なかなか敷地が借りられず、福沢諭吉が提供したというエピソードもあります。その縁ですかね、慶應義塾大学医学部創設に尽力したのはまさに北里ですから。病気になってから・・ではなく、どうそれを未然に防ぐかと。そんな当たり前のようで当たり前ではなかったことを成し遂げた北里は、紙幣になって当然なのでしょう。

ここまで見ると、新しい紙幣になる人物は幾多の困難を乗り越えて、偉業を成し遂げた人だと思えます。では、従来のお札に載った歴史上の人物を何人が挙げてみましょう。

2. 菅原道真（1888年発行5円券）

学問の神様で著名な菅原道真がお札に登場したのは、明治初期のことです。まずは、菅原道真とは、どんな功績が

あるのでしょうか。

平安時代には、紀伝道という漢詩や歴史学を学ぶ学問が重視されていました。嵯峨天皇という方が「文章経国思想」を持たれていて、漢詩が詠めたり理解できるような能力のあるものに、国家の経営を任せよう！といった意味合いです。おかげで、この時代は教育が全盛期で、親が子供が大学に行くためにわざわざ寄宿舎（当時は大学別曹といいました）まで建てるところから。その紀伝道の教官の長を文章博士といいましたが、道真はその地位につきます。そうすると、エリート街道を歩いたようにみえますが、実際は政争に巻き込まれたり、嫉まれたりと煮え湯を飲まされることも多々ありました。

一度、讃岐国の国司（今でいう県知事のようなものです）に任命されましたが、京都から地方へ左遷されたとの見方が強かったようです。しかし、道真は左遷されて仕方なく来たと思われたら、現地の人や職員が悲しむと思い、必死に讃岐のために尽力しました。讃岐は「日照りの国」なのに、雨が降ると洪水に見舞われるなど「干ばつと洪水の国」という大変な状況でした。道真は日照りが続くと山に登り、民衆とともに雨ごいをするなど献身的に努めました。

やがて、都で重用され右大臣まで上りつめました。また藤原氏の陰謀で大宰府へ左遷され、その地で亡くなりました。太宰府天満宮や北野天満宮に祀られた道真は、「学問の神様」として、のちに崇められるようになりました。では、なぜ道真が紙幣になったのでしょうか？

1888年とは、伊藤博文が中心となって憲法を制定し、翌年の発布を待っている時期です。アジアで議会（現在の国会）や憲法を持っているのは、当時は日本くらいでしたから、さぞかし日本は優れていたのだらうと思われるかもしれませんが、実態は違いました。そもそも明治政府を構成していたのが、能力で選ばれたメンバーではなく、薩摩・長州・土佐・肥前藩出身者が中心で、土族が政治を行ってました。

議論の最中に暴力が出るなんてザラでした。国民も国民で、徴兵令の告知に使われた「血税」という文字に、本気で生き血が抜かれる！なんて焦った人、「憲法の発布」を本気で「絹布の法被（ハッピー）」と聞き間違えて喜ぶ人・・・政府は能力より暴力だったり、国民の多くは無知だったり。だからこそ、一等国を目指そうとする日本が、「学問」の重要性を伝えるために菅原道真を選んだのかもかもしれませんね。自由民権運動で、国会開設を叫ぶ人がいるなか、東京大学総理加藤弘之は、無知なものが国会に行っても意味はないと、時期尚早を訴えています。学問の重要性を政府も自分たちに思い知らせるために、選んだとすればよい選択でしたね。

3. 新渡戸稲造（1984年発行 5000円券）

「太平洋の架け橋になりたい」そうした新渡戸稲造の思いが5000円札には、しっかりと反映されています。右側に新渡戸稲造の肖像画、左には世界地図があり、左に日本、右にアメリカ、間に太平洋のデザインがなされています。正直言って、5000円札発行当時の人がどれだけ新渡戸稲造を知っていたのでしょうか。

盛岡藩士の家に生まれた稲造でしたが、祖父が荒地を開拓するのが得意で、青森県の十和田市三本木原の開拓が有名で、そこで初めて収穫ができた喜びにちなんで、孫に「稲之助」と名付けたそうです。それがのちの「稲造」です。もうすでに名前から、農業で生きていく！という感じですよ。札幌農学校に学び、農政学を学びました。

しかし、本場アメリカで学びたかった稲造は、アメリカへ留学します。この中で、語学を学びながら徐々に「太平洋の架け橋」を目指そうとした夢が現実味を帯びてきたのかもしれませんが、アメリカでは、話は聞けるけど、話せないことに無力さを感じたそうです。演説を主とするアメリカの授業では、英語で話せない自分に勇気をくれたのがまさに「武士道」だったので、逃げるも隠れるもしない！やっつけやる！」

といった心意気の演説は意外とうけたようです。稲造が創設した大学が今の東京女子大学ですが、津田塾大学に負けず劣らずの、英語力を重視する女子大学の一つです。

来年は国際連盟発足からちょうど100年にあたります。稲造は、国際連盟事務次長として国際協調や平和のために尽力しました。しかし、稲造の思いと裏腹に、日本はどんどん軍国主義が幅をきかせ、満州事変を起こし、ついには1933年に国連脱退を通告します。その半年後に、平和を希求してカナダの国際会議に出席してスピーチを成功させましたが、同年に亡くなっています。架け橋を目指し、国連の職員までなった稲造が、国連脱退通告の年に亡くなるなんて、皮肉ですね。

さて、「新渡戸稲造」がなぜお札になったのか。これは1984年という年を考えると、想像しやすい気がします。まさに日米関係が密だった時代で、「ロン」「ヤス」の呼び方でも話題になった「レーガン大統領」「中曽根康弘首相」時代です。ただ、実際は日米貿易摩擦がかなり深刻化していたので、もしかしたら新渡戸稲造をお札の顔にすることで、日米関係の悪化を抑えようとしていたのかもしれませんが、ちなみに翌年にはプラザ合意がなされて、その後のバブル経済に向かっていく時期でもあります。しかし、こうした関係を修復するためにも、稲造の「太平洋の架け橋」が利用されたとしたら、悲しいですね。もちろん、真実は分かりませんが。

4. 紫式部（2000年発行 2000円券）

紫式部とくれば、『源氏物語』というのは歴史を本格的に勉強していなくても十分わかるでしょう。多くの人物がこれを読みふけたとされ、現在も古典の授業も大学入試も頻出の作品です。藤原道長の娘彰子に仕え、まさに家庭教師として摂関政治を支えた才女です。意外と知らない方もいますが、近世には（日本でいう江戸時代）英訳され、世界文学の古典の位置も得たのです。

では、紫式部（源氏物語絵巻も）が選ばれたのはなぜでしょうか？やはり、2000年の太田房江さんの女性初の大阪府知事就任が影響したとは考えられませんか？女性の時代到来を物語る出来事の一つです。おそらく、小野小町や樋口一葉も候補にあったのかも知れませんが、国際的に著名ということになれば、やはり紫式部のほうが一枚上でしょう。

5. 野口英世（2004年発行 1000円券）

偉人の代表格の一人といっても過言ではありませんね。貧しい家庭から、勉学を積んで医師免許をとったことや、幼い時に大やけどを負い、母親が献身的に介護したことなど、一度は聞いたことのあるエピソードでしょう。北里柴三郎の伝染病研究所の補助手だった野口英世のほうがお札になってしまったのです。北里柴三郎も、「見たかい。野口君。僕も君と同じ1000円札だぞ！」なんて、天国で話してるかもしれませんね。

やはり、いつの時代もハングリー精神がある人間は強い。ただ、最近は何かとそうしたハングリー精神みたいなものは古臭くなってきたように思えます。政治家だって、昔は田中角栄さんのように、高等小学校卒をどうと公言し、這い上がって政治家となり、ついには首相になった方がいました。今は、政治家の2世や3世などが当たり前になり、芸能人もそんな感じですよ。でも私は、2世がダメだとは思わないのです。逆に何をやっても「親の七光り」言われることこそ、それを乗り越える糧にすればよいと思うのです。恵まれた環境の人間が必ずしも、楽して生きてきたわけではないと思います。今後、親の七光りと批判された中から這い上がった人物がお札になるのも良いですね。

2004年は1万円札が福沢諭吉、5000円札が樋口一葉、1000円札が野口英世となりましたが、3人とも貧しい家庭で育ちながらも努力の末、大成された偉人ばかりです。1990年代から2000年初頭にかけて、「平成

不況」や「失われた10年」などと言われ、日本経済は低迷していました。ようやく2003年頃から、少しずつ日本経済も回復の兆しを見せ始めました。この2004年にこの3人がお札の顔として揃ったことに、何か意味があるのかもしれませんが。

こうしてみると、お札の人物が当時の日本の情勢に関わっているという考えも否定できないと思います。国は当り障りのない理由を選択理由にあげてきますが、やはりその人物の功績を考えたら、なんか本音は違うところにあるのかな？と勘繰りたくなりますね。

今回の話は、なぜその人物がお札になったのかを、歴史と発行当時の情勢から推定してみただけですから、正しいかは分かりません。ただ、みなさんもこのようになぜこの人がお札なのか？と考えてみると面白いかもしれません。しかし、お札になる条件に「偽造防止のためなるべく精密な人物像の写真や絵画を入手できる人物」というのがあるのですが、伝説上の人物がお札になっていたり、現在はその存在すら否定する人もいる聖徳太子（肖像画は現在歴史の教科書にも載ってません）とか、よく考えたらあれ？という人もいますね。さあ、今後どのよう

な人物になってほしいか考えるのもいいかもしれません。参考までに他の人を全員あげておきます。

1. 1881年発行1円券
神功皇后＝仲哀天皇の皇后で、軍勢を率いて新羅を攻略したとされる
2. 1889年発行1円券
武内宿禰＝記紀に出てくる伝承上の人物（天皇に忠誠をつくしたとされる）
3. 1890年発行10円券
和気清麻呂＝平安京遷都を建議した人物
4. 1891年発行100円券
藤原鎌足＝中臣鎌足で、中大兄皇子を支え中央集権国家樹立に尽力した人物
5. 1930年発行100円券等（他にも1万円券など）
聖徳太子＝推古天皇の甥にあたり、冠位十二階、憲法十七条、遣隋使など天皇を中心とした中央集権国家樹立をめざした人物
6. 1945年発行1000円券
日本武尊＝ヤマトタケルノミコトといい、伝説の人物で古代青年英雄とされる人物
7. 1946年発行1円券
二宮尊徳＝倭約や貯蓄を説いて回り、

農村復興に尽力した人物

8. 1951年発行50円券
高橋是清＝原敬暗殺後に首相、管理通貨制度の導入など蔵相として著名な人物
9. 1951年発行500円券
岩倉具視＝倒幕に尽力、条約改正の予備交渉として、遣外使節団を率いて欧米へ
10. 1953年発行100円券
板垣退助＝自由民権運動をけん引した土佐藩士、のちに自由党結成
11. 1963年発行1000円券
伊藤博文＝農民の子でやがて武士の家の養子となり、のちに日本最初の首相となる
12. 1984年発行10000円券
福沢諭吉＝『学問のすゝめ』『文明論之概略』などを著し、明治の教育や政治に影響力
13. 1984年発行1000円券
夏目漱石＝東京大学で英語の教鞭、アメリカだけでなくイギリス人とも交流（国際派）、文豪としても著名
14. 2004年発行5000円券
樋口一葉＝『たけくらべ』で著名な女流作家、若くして亡くなった

第8回定時総会・懇談会を開催

第8回定時総会は5月17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、国土交通省大臣官房技術調査課長 岡村 次郎氏の来賓挨拶の後、議事に入り、第1号議案「平成30年度事業報告承認の件」、第2号議案「平成30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「定款の変更の件」が上程され、特に異議はなく、原案どおり承認、可決された。

第4号議案「役員を選任の件」が上程され、特に異議はなく、原案どおり承認、可決された。

報告事項の第1号「令和元年度事業計画の件」及び第2号「令和元年度収支予算の件」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。

午後5時から同所6階「阿蘇」において「懇談会」を開催した。懇談会は奈良間会長の挨拶、国土交通省道路局長 池田 豊人氏の祝辞の後、一般社団法人日本塗装工業会 副会長 永田 好一氏の乾杯の音頭で開演、午後7時過ぎに盛会裏に終了した。



総会：奈良間会長 挨拶



総会：国土交通省 岡村技術調査課長 来賓挨拶



懇談会：国土交通省 池田道路局長 祝辞

令和元年度会長表彰

令和元年度表彰式は第8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

富田 崇博（大同塗装工業株式会社）	槌谷 渉（大同塗装工業株式会社）
雲雀真一郎（建装工業株式会社）	井田 司（株式会社フジペン）
福原 智行（東海塗装株式会社）	浦添 栄太（東亜塗装工業株式会社）

安全施工者表彰

草薨 和男（株式会社ナカセン）

優秀技能者表彰

沢登 正喜（株式会社コーケン）



受章者の皆様

「高塗着スプレー塗装施工管理技術者」認定講習・試験を実施

平成30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、21名（新規11名、更新10名）が認定された。これで平成16年度からの認定者の累計は197名となった。

「高塗着スプレー塗装技能者」講習会を開催

平成30年度「高塗着スプレー塗装技能者」講習会を東京及び名古屋で実施し、51名（新規19名、更新32名）が修了した。これで、平成16年度からの修了者の累計は121名となった。

2級土木施工管理技術検定試験（鋼構造物塗装）受験準備講習会を開催

平成30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、115名が受講した。

会議等開催状況

【第7回定時総会】

日時 平成30年5月18日(金) 15時30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 平成29年度事業報告承認の件
第2号議案 平成29年度決算承認の件
報告事項
第1号 平成30年度事業計画について
第2号 平成30年度収支予算について

【第13回理事会】

日時 平成30年4月26日(木) 15時25分～16時20分
場所 アットビジネスセンター東京駅4階406会議室
議題 (1) 平成29年度事業報告(案)の承認について
(2) 平成29年度収支決算(案)の承認について
(3) 平成29年度事業監査の報告について

【第14回理事会】

日時 平成31年3月26日(火) 15時35分～16時25分
場所 アットビジネスセンター東京駅3階305会議室
議題 (1) 平成31年度事業計画(案)の承認について
(2) 平成31年度収支予算(案)の承認について
(3) 平成31年度会長表彰の承認について
(4) 役員の改選について
(5) 顧問の選任について
(6) 正会員及び賛助会員の入会について

【第75回運営審議会】

日時 平成30年4月26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4階406会議室
議題 (1) 平成29年度事業報告(案)の審議について
(2) 平成29年度収支決算(案)の審議について
(3) 平成29年度事業監査報告について

【第76回運営審議会】

日時 平成30年7月25日(水) 15時00分～17時00分
場所 アットビジネスセンター東京駅4階406会議室
議題 (1) 当協会の運営について

【第 77 回運営審議会】

- 日 時 平成 30 年 10 月 24 日 (水) 15 時 00 分～ 17 時 00 分
 場 所 アットビジネスセンター東京駅4階 406 会議室
 議 題 (1) 塗膜採取及び回収工法について
 (2) 正会員の入会について
 (3) 建設分野における新たな外国人材の受け入れについて

【第 78 回運営審議会】

- 日 時 平成 31 年 3 月 26 日 (火) 14 時 00 分～ 15 時 30 分
 場 所 アットビジネスセンター東京駅3階 305 会議室
 議 題 (1) 平成 31 年度事業計画 (案) について
 (2) 平成 31 年度収支予算 (案) について
 (3) 平成 31 年度会長表彰について
 (4) 役員の改選について
 (5) 顧問の選任について
 (6) 正会員及び賛助会員の入会について

令和元年度役員名簿

会 長	奈良間 力	東海塗装 (株)	代表取締役会長
副 会 長	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)	代表取締役社長
業務執行理事	河上 貞	(一社) 橋塗協	(兼) 事務局長
理 事	加藤 敏行	昌英塗装工業 (株)	代表取締役
理 事	木暮 深	首都高メンテナンス西東京	(株) 代表取締役社長
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	丹野 弘	(一財) 土木研究センター	専務理事
理 事	徳田 宏	大日本塗料 (株)	構造物塗料事業部事業部長
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	檜垣 匠	建装工業 (株)	専務取締役 営業本部長
理 事	吉崎 収	(一社) 日本橋梁建設協会	副会長兼専務理事
理 事	吉田 幸一	建設塗装工業 (株)	相談役
監 事	坂倉 徹	(株) サカクラ	代表取締役社長
監 事	竹内 義人	(株) 駒井ハルテック	副社長

理事 (五十音順)

第22回技術発表大会報告

恒例の技術発表大会は5月17日、千代田区市ヶ谷のアルカディア市ヶ谷にて開催されました。奈良間会長による開会あいさつに続いて4件が発表されました。今回は約160名の方が参加され、熱心に聴講して頂きました。(写真参照)今年度も昨年と同様にテーマ数4件としたため、各発表とも十分な発表時間や質疑応答が取れ、発表者、聴講者ともに好評のうちに終わることができ、当協会関係者も大変感謝しております。

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

「橋梁等の鋼構造物における旧塗膜除去有害物質調査と対応」

(株)島津テクノリサーチ 環境事業部
講師 岩田 直樹

橋梁等の塗替え工事における有害物含有塗膜についての法規則や厚労省や環境省等の通達、通知等に関する対象物質(PCB、鉛、クロム等)や塗膜試料採取やその分析方法およびPCB含有塗膜の実態等について分かりやすく発表された。



(写真)

「スポットリフレ工法」

(一財)土木研究センター 材料・構造研究部
講師 安波 博道

局部的に生ずる鋼橋の腐食が多いとの状況を踏まえ、全面塗替えや部分塗替え工事ではなく、局部塗替え工法を開発したスポットリフレ工法の特徴や施工状況等について発表された。

「塗膜粉塵飛散防止液の開発」

スズカファイン(株) 研究開発本部 講師 中西 功
有害物含有塗膜を湿潤化して除去する方法として、開発した水系の塗膜粉塵飛散防止液の特徴と塗替え工事における各種素地調整方法との塗膜粉塵飛散低減効果等について発表された。

「塗膜剥離を抑制する新型変性エポキシ樹脂塗料の開発」

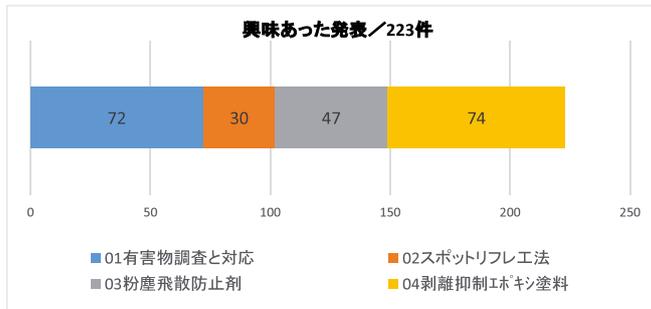
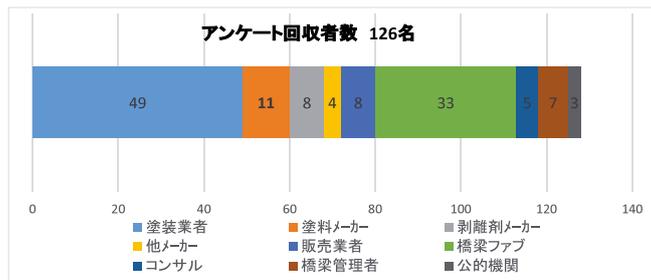
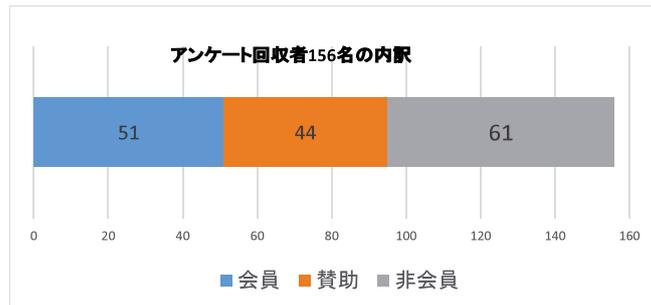
(株)四国総合研究所 化学バイオ技術部
講師 西森 修次

橋梁等の鋼構造物塗装における塗膜剥離現象について考察し、塗替え塗膜の線膨張係数に着目した新しい考え方に基づく新型エポキシ樹脂塗料を開発し、その試験結果について分かりやすく発表された。

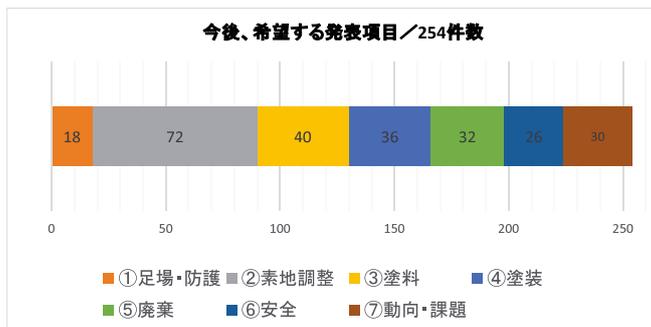
一般社団法人 日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会

令和元年5月17日 第22回技術発表大会 アンケート調査結果

申込者数	169	回収数	128
欠席者数	13	回収率%	82
参加者	158		



備考)
 島津テクニサーチ㈱ 01橋梁等の鋼構造物における旧塗膜除去有害物質調査と対応
 (一財)土木研究センター 02スポットリフレ工法
 スズカファイン㈱ 03塗膜粉塵飛散防止液の開発
 ㈱四国総合研究所 04塗膜剥離を抑制する新型変性エポキシ樹脂塗料の開発



会社名	〒	住所	TEL	FAX
北海道地区(2社)				
●北海道(2社)				
池田工業(株)	049-0156	北海道北斗市中野通 218-3	013-78-7666	0138-73-7682
(株)大島塗装店	063-0823	北海道札幌市西区発寒 3条 2-4-18	011-663-1351	011-664-8827
東北地区(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
(有)千葉塗装	035-0096	青森県むつ市大字大湊字宇曾利川村 25-3	0175-24-1445	0175-24-3885
(株)富田塗装所	031-0804	青森県八戸市青葉 2-12-17	0178-46-1511	0178-46-1513
●岩手県(1社)				
松草塗装工業(株)	026-0034	岩手県釜石市中妻町 2-17-15	0193-23-5621	0193-23-5633
●秋田県(10社)				
(有)大館工藤塗装	017-0823	秋田県大館市宇八幡沢岱 69-7	0186-49-0029	0186-42-8592
(株)加賀昭塗装	011-0942	秋田県秋田市土崎港東 2-9-12	018-845-1247	018-846-8822
(株)黒澤塗装工業	010-0001	秋田県秋田市中通 3-3-21	018-835-1084	018-836-5898
(株)澤木塗装工業	010-0511	秋田県男鹿市船川港船川字海岸通り 1-10-9	0185-24-4002	0185-24-6266
三建塗装(株)	010-0802	秋田県秋田市外旭川字田中 6	018-862-5484	018-862-5564
(株)ナカセン	014-0207	秋田県大仙市長野字柳田 69-1	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	010-0802	秋田県秋田市外旭川字田中 6-3	018-866-2235	018-866-2238
丸谷塗装工業(株)	010-0934	秋田県秋田市川元むつみ町 7-17	018-823-8581	018-823-8583
(株)山田塗料店	015-0852	秋田県由利本荘市一番堰 180-1	0184-22-8253	0184-22-0618
●山形県(3社)				
(株)トウショー	999-3511	山形県西村山郡河北町谷地字月山堂 870	0237-72-4315	0237-72-4145
(株)ナカムラ	997-0802	山形県鶴岡市伊勢原町 26-10	0235-22-1626	0235-22-1623
山田塗装(株)	998-0851	山形県酒田市東大町 3-7-10	0234-24-2345	0234-24-2347
関東地区(28社)				
●茨城県(1社)				
(株)マスタ塗装店	310-0031	茨城県水戸市大工町 3-2-8	029-224-8807	029-272-3191
●千葉県(4社)				
朝日塗装(株)	273-0003	千葉県船橋市宮本 3-2-2	047-433-1511	047-431-3255
呉光塗装(株)	271-0054	千葉県松戸市中根長津町 25	047-365-1531	047-365-4221
平世美装(株)	292-0834	千葉県木更津市潮見 4-14-8	0438-37-1035	0438-37-1039
ヨシハタ工業(株)	260-0813	千葉県千葉市中央区生実町 1827-7	043-305-8555	043-305-8556
●東京都(15社)				
磯部塗装(株)	136-0071	東京都江東区亀戸 7-24-5	03-5858-1358	03-5858-1359
久保田塗装(株)	112-0013	東京都文京区音羽 1-27-13	03-6912-0406	03-6912-0407
建設塗装工業(株)	101-0044	東京都千代田区鍛冶町 2-6-1 堀内ビルディング 7階	03-3252-2511	03-3252-2514
建装工業(株)	105-0003	東京都港区西新橋 3-11-1	03-3433-0757	03-3433-4158
江東塗装工業(株)	132-0025	東京都江戸川区松江 7-3-10	03-3653-8141	03-3653-7227
(株)河野塗装店	111-0034	東京都台東区雷門 1-11-3	03-3841-5525	03-3844-0952
昌英塗装工業(株)	167-0021	東京都杉並区井草 1-33-12	03-3395-2511	03-3390-3435
大同塗装工業(株)	155-0033	東京都世田谷区代田 1-1-16	03-3413-2021	03-3412-3601
(株)テクノ・ニッター	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)	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 2-20-3	03-3642-0002	03-3643-7019
丸喜興業(株)	154-0023	東京都世田谷区若林 2-7-9	03-3422-3255	03-3412-4907
(株)ヤオテック	144-0053	東京都大田区蒲田本町 2-15-1	03-3737-1225	03-3737-1279

会社名	〒	住所	TEL	FAX
●神奈川県(6社)				
(株)コーケン	236-0002	神奈川県横浜市金沢区鳥浜町 12-7	045-778-3771	045-772-8661
(株)サカクラ	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)大栄塗装	241-0832	神奈川県横浜市旭区桐が作 1661-1	045-351-2991	045-351-2991
日東塗装(株)	216-0001	神奈川県川崎市宮前区野川 1002-2	044-788-1944	044-751-9052
(株)ヨコソー	238-0023	神奈川県横須賀市森崎 1-17-18	046-834-5191	046-834-5166
●長野県(2社)				
安保塗装(株)	390-0805	長野県松本市清水 2-11-51	0263-32-4202	0263-32-4229
桜井塗装工業(株)	380-0928	長野県長野市若里 1-4-26	026-228-3723	026-228-3703
北陸地区(11社)				
●新潟県(2社)				
(株)小島塗装店	943-0828	新潟県上越市北本町 2-6-8	025-523-5679	025-523-5195
平川塗装(株)	950-0950	新潟県新潟市中央区鳥屋野南 3-1-15	025-281-9258	025-281-9260
●富山県(1社)				
住澤塗装工業(株)	939-8261	富山県富山市萩原 72-1	076-429-6111	076-429-7178
●石川県(4社)				
(有)沖田塗装	921-8066	石川県金沢市矢木 3-263	076-240-0677	076-240-3267
(株)川口リファイン	921-8135	石川県金沢市四十万 5-3-2	076-287-5280	076-259-0124
萩野塗装(株)	920-0364	石川県金沢市松島町 3-26	076-272-7778	076-249-1103
(株)若宮塗装工業所	920-0968	石川県金沢市幸町 9-17	076-231-0283	076-231-5648
●福井県(4社)				
(株)岡本ペンキ店	914-0811	福井県敦賀市中央町 2-11-30	0770-22-1214	0770-22-1227
(株)塚田商事	910-0016	福井県福井市大宮 6-15-24	0776-22-2991	0776-22-4898
(株)野村塗装店	910-0028	福井県福井市学園 2-6-10	0776-22-1788	0776-22-1659
(株)山崎塗装店	910-0017	福井県福井市文京 2-2-1	0776-24-2088	0776-24-5191
中部地区(5社)				
●愛知県(2社)				
(株)佐野塗工店	457-0067	愛知県名古屋市南区上浜町 215-2	052-613-2997	052-612-3891
ヤマダイインフラテクノス(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)森塗装	500-8285	岐阜県岐阜市南鶉 7-76-1	058-274-0066	058-274-0472
近畿地区(8社)				
●大阪府(4社)				
(株)小掠塗装店	551-0031	大阪府大阪市大正区泉尾 3-18-9	06-6551-3588	06-6551-4319
(株)ソトムラ	577-0841	大阪府東大阪市足代 3-5-1	06-6721-1644	06-6722-1328
鉄電塗装(株)	534-0022	大阪府大阪市都島区都島中通 2-1-15	06-6922-5771	06-6922-1925
(株)ハーテック	550-0022	大阪府大阪市西区本田 1-3-23	06-6581-2771	06-6581-3063
●兵庫県(4社)				
(株)伊藤テック	661-0043	兵庫県尼崎市武庫元町 1-29-3	06-6431-1104	06-6431-3529
(株)ウェイズ	657-0846	兵庫県神戸市灘区岩屋北町 4-3-16	078-871-3826	078-871-3946
千代田塗装工業(株)	672-8088	兵庫県姫路市飾磨区英賀西町 1-29	079-236-0481	079-236-8990
(株)日誠社	673-0011	兵庫県明石市西明石町 2-1-13	078-923-3674	078-923-3621

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

中国・四国地区(10社)

●島根県(1社)

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

●岡山県(2社)

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

●広島県(5社)

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

●徳島県(2社)

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

九州地区(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 85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
三協化学(株)	461-0011	愛知県名古屋市東区白壁 4-68	052-931-3111
三彩化工(株)	531-0076	大阪府大阪市北区大淀中 3-5-30	06-6451-7851
(株)島元商会	457-0075	愛知県名古屋市南区石元町 3-28-1	052-821-3445
神東塗料(株)	661-8511	兵庫県尼崎市南塚口町 6-10-73	06-6426-3355
G-TOOL (株)	461-0001	愛知県名古屋市東区泉 1-13-1 泉第三パーキングビル 3F	052-265-8091
JFE エンジニアリング(株)	230-8611	神奈川県横浜市鶴見区末広町 2-1	03-6212-0035
スズカファイン(株)	510-0101	三重県四日市市楠町小倉 1058-4	059-397-6111
大伸化学(株)	105-0012	東京都港区芝大門 1-9-9 野村不動産芝大門ビル 11F	03-3432-4786
大日本塗料(株)	542-0081	大阪府大阪市中央区南船場 1-18-11 SRビル長堀	06-6266-3100
(株)トウペ	592-8331	大阪府堺市西区築港新町 1-5-11	072-243-6411
日本ペイント(株)	140-8677	東京都品川区南品川 4-7-16	03-5479-3602
(株)ネオス	650-0001	兵庫県神戸市中央区加納町 6-2-1 神戸関電ビル 7階	078-331-9382
みぞぐち事業(株)	041-0824	北海道函館市西梗町 589-44	0138-48-0810
山一化学工業(株)	110-0005	東京都台東区上野 3-24-6 上野フロンティアタワー 15階	03-3832-8121
山川産業(株)	660-0805	兵庫県尼崎市西長洲町 1-3-27	06-4868-1560
好川産業(株)	550-0015	大阪府大阪市西区南堀江 1-19-5	06-6543-4526

(以上 19社)

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-VR)

[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

橋梁事業部 営業部 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目8番1号
TEL : 03-6212-0035 FAX : 03-6212-0068

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

鋼道橋梁塗膜除去新技術

NETIS登録番号:KK-070037-VE



三彩化工株式会社
SANSAIKAKO

地球と共生できる企業を目指して

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

高塗着スプレー塗装工法

NETIS 登録番号 : HR-050017-V



株式会社 島元商会

代表取締役 島元 隆幸

取締役会長 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-A
- ◎ 厚生労働省 平成26年5月30日 基安労発0530 第1号
鉛等有害物を含有する塗料の剥離やかき落とし作業における 労働者の健康障害防止について
「剥離作業:湿潤化」 準拠品



YAMAICHI

山一化学工業株式会社 剥離事業部

〒110-0005 東京都台東区上野 3-24-6

上野フロンティアタワー15階

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

E-mail : hpkaisyu@yci.co.jp

ホームページ

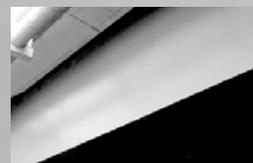
www.yamaichikagaku.com

山一化学工業株式会社

検索

AGC

美しい橋梁、 ルミフロン30年 の実績。



神田川橋(21年目)

輝きを失わず30年経過した橋梁。

「ルミフロン」は長年に渡る実暴試験に支えられています。

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

AGC株式会社 化学品カンパニー

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

LUMIFLON®

リベットシェーバー&ケレンマイスター

『リベットシェーバー RS-FT型』
国土交通省新技術情報提供システム『NETIS』登録

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

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

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



●リベットシェーバー RS-FT型



リベットの塗膜除去を
スピーディーに!!

※撮影のためカバーを外して撮影しています。
作業の際はカバーをお付け下さい。

●ケレンマイスター

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



ボルト・ナット部を傷つけず
低騒音での塗膜はく離作業が
可能!!

※撮影のためカバーを外して撮影しています。
作業の際はカバーをお付け下さい。

世界をリードする刷毛・ローラー・塗装機器の総合メーカー

Ⓧ大塚刷毛製造株式会社 本社 マーケティング二部
〒160-8511 東京都新宿区四谷4-1 TEL:03-3359-8724 FAX:03-3352-2915
URL <http://www.maru-t.co.jp>

system Revive 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

プリストルブラスター

登録番号:TH-090014-VR

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

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)

KANSAI
PAINT

【お問い合わせ】 関西ペイント販売(株) 防食塗料販売本部
〒144-0045 東京都大田区南六郷3丁目12番1号
TEL. 03-5711-8904

DNT重防食塗料

NETIS登録

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 KT-060143-VE

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

さびを固めて安定化

塗布形素地調整軽減剤 特許商品

サビシヤット

Sabi Shut

NETIS登録番号 KK-130038-A

防食下地(ジンクリッチペイント)から
上塗りまで、すべて水性

DNT水性重防食システム

NETIS登録番号 SK-160001-A

低温乾燥性・防食性・作業性に
優れた下塗塗料

Vグランシリーズ

NETIS登録番号 CG-150007-A

厚膜形ふっ素樹脂塗料

VフロンHBシリーズ

NETIS登録番号 KK-170008-A

耐候性鋼保護性さび形成促進剤

イラス

NETIS登録番号 CG-120004-A

浸透性吸水防止システム
シラン・シリロキサン系表面含浸材

レジノーク Type1

NETIS登録番号 CB-120014-VR

水性無機系コンクリート片はく落防止システム

VFRM-トンネル内装システム

NETIS登録番号 KT-120079-VR

多機能付与形コンクリート保護

レジコートSD工法

鋼
構
造
物

コ
ン
ク
リ
ー
ト
構
造
物

DNT 大日本塗料株式会社

●大 阪 06-6266-3100 ●東 京 03-5710-4502 ●名 古 屋 052-332-1701

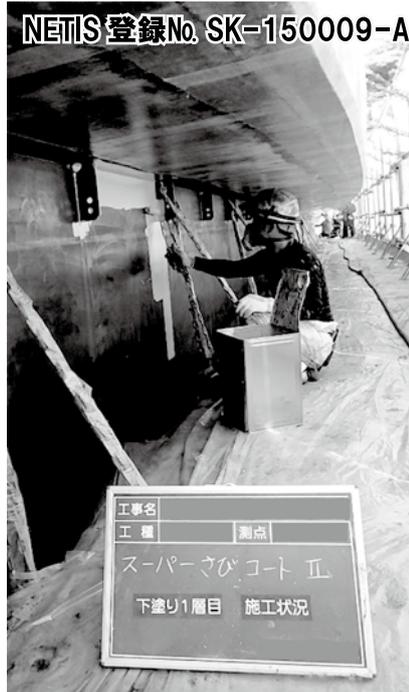
http://www.dnt.co.jp/ 塗料相談室フリーダイヤル 0120-98-1716

スーパーさびコートIIシリーズ

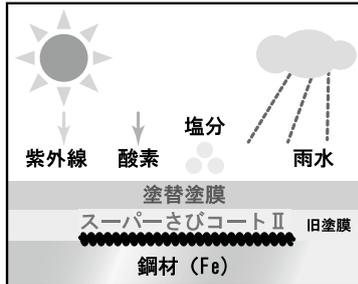
スーパーさびコートII(標準形)
スーパーさびコートIIマイルド(弱酸性形)

●スーパーさびコートIIがさびの発生・進行を抑える仕組み

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



NETIS登録No. SK-150009-A

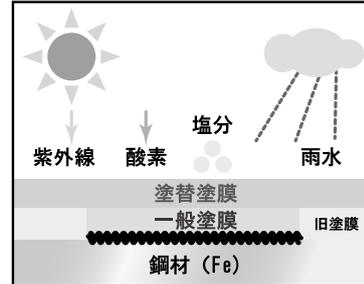
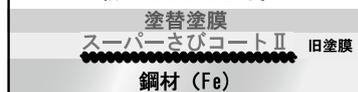


●スーパーさびコートIIがあるとき!!

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

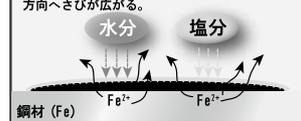


スーパーさびコートIIシステムは、深さ方向・面方向へのさびの進行を防ぐことができる。



●スーパーさびコートIIがないとき……

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



一般の塗装システムでは、経時で深さ方向、面方向にさびが拡大する。



くらし ゆたかに あざやかに 未来を創造するコーティング



神東塗料

東 京 03(3522)1672
大 阪 06(6426)3763

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



水性防食システム

日本ペイントのコーティング・テクノロジーが実現する新たな未来

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

Water Born corrosion-resistant SYSTEM

時代は
水性へ

水性ジンキー 8000 HB

水性ハイボン 20

水性ハイボン 30 中塗

水性ハイボン 50 上塗

水性デュフロン 100 中塗

水性デュフロン 100 上塗



日本ペイント株式会社

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

ブラスト面形成動力工具【ブリストルブラスター®】

NETIS登録番号: CG-110021-VE



国土交通省 新情報システムNETIS最高位の活用促進技術VEに!

MBX-3500X
エアータ입



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

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

◆発注者・コンサルタントのメリット

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

◆受注者・施工者のメリット

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

ブリストルブラスター®

MRX-2700X
電動タイプ(シングル)



ブリストルブラスター®W

MRX-4000X
電動タイプ(ダブル)



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

有害塗膜の素地調整工法塗膜剥離剤+ブリストルW工法

●工程-1 塗膜剥離剤

●工程-2 ブリストルブラスター®W



+



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



(一社)日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会賛助会員

G-TOOL株式会社

〒461-0001 名古屋市東区泉1-13-1-3F

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

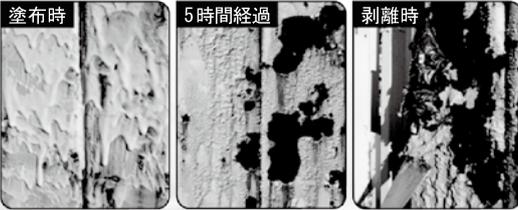
E-mail: info@g-tool.jp URL: www.g-tool.jp/



環境対応型 塗膜剥離剤 水系非危険物・非塩素系・高粘度型

リペアソルブS

湿式剥離工法



鉛含有塗料や
PCB含有塗料など
旧塗膜の環境問題を
完全に解決!!

特徴1 環境対応型で強力剥離

特徴2 極めて低臭

特徴3 非危険物

特徴4 短時間浸透タイプ

特徴5 吹付け可能な高粘度タイプ

国土交通省 新技術情報提供システム
NETIS 登録商品 登録No.CB-170013-A



液体化学でモノづくり現場に貢献
Sankyo Chemical Co.,LTD.
三協化学株式会社



◎本社 : 愛知県名古屋市東区白壁四丁目68番地
☎052-931-3111
◎事業所 : 東京 横浜 金沢 大阪 博多
◎WEB : <https://www.sankyo-chem.com/>

日本全国にて
セミナー開催中!!

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もなく、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

NEOS

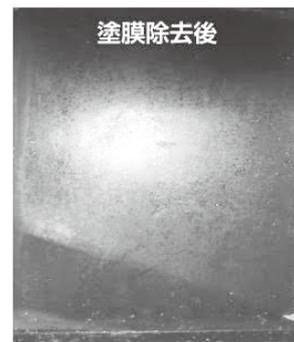
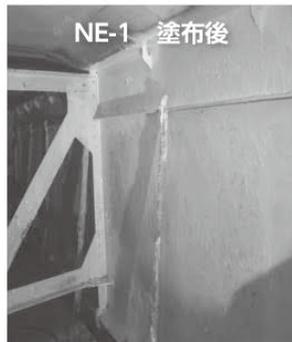
NEOS 株式会社 **ネオス**

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

鋼構造物用中性型水系塗膜剥離剤

ネオハクリエ法™ NE-1

鋼構造物用中性型水系塗膜剥離剤 NE-1の塗膜除去性



※低温時及び難剥離塗膜向けには別ラインナップ (NE-3) もございます。

NEOS 株式会社 **ネオス**

本社 〒650-0001 神戸市中央区加納町 6-2-1 神戸関電ビル

TEL078-331-9382 FAX078-331-9319

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

C-WRA

水系塗膜剥離剤工法等研究会

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

正
会
員

三彩化工株式会社
大塚刷毛製造株式会社
大伸化学株式会社
G-TOOL株式会社

山一化学工業株式会社
JFEエンジニアリング株式会社
株式会社ネオス

好川産業株式会社
株式会社ソーラー
三協化学株式会社

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

(一社)日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会 乾式プラスト施工協会 建設塗装工業(株)
ヤマダインプラテクノス(株) 極東メタリコン工業(株) サンワ・リノテック(株) 建装工業(株)

〒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

環境とLCCに貢献する常温硬化の無溶剤無機塗料 セラニック・セラトン

平成15年度
文部科学大臣賞

国交省NETIS登録
KT-990163-V
掲載期間終了技術リストに掲載

ホルムアルデヒド拡散等級
F☆☆☆☆

日本国特許 第3263331号
日本国特許 第2137192号

橋梁、水門、トンネル、建築、フラント設備等で多数の実績

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

鈴木産業株式会社 〒105-0004 東京都港区新橋3-2-3 白井ビル 3F
TEL 03-6205-8285 FAX 03-6205-8284 <http://www.suzukisangyou.com>

塗膜を剥がす エレクトロリムーバー

NETIS登録番号：QS-160043-A 「エレクトロリムーバー」
QS-190003-A 「IH塗膜剥離機を用いた分析用塗膜採取法」

有害物質を含んだ塗膜を
安全に除去可能



一般社団法人 IH式塗膜剥離技術協会
〒800-0102 福岡県北九州市門司区猿喰1462-13
Tel:093-342-9967 Fax:093-483-3556
URL:<https://tcp.or.jp/>
E-mail:uchinodan@bmt.co.jp 担当：内之段





鋼構造物中の塗膜調査 PCB等有害物質調査のご案内

PCB

鉛

クロム

有害物質を含む塗膜処理について

橋梁等の鋼構造物に塗布されている塗膜には有害物質が含まれている場合があります。塗装塗り替え工事等を行う際には塗膜の調査(有害物質の有無の確認)を行い、有害物質が含まれていた場合は労働安全衛生法に定める施工時の安全管理や廃棄物処理法で定める特別管理産業廃棄物としての保管・処分が必要になります。

労働者の健康被害防止対策 廃棄物処理、保管、届出等

※厚生労働省の通知「鉛等有害物を含有する塗料の剥離やかき落とし作業における労働者の健康障害防止について」において橋梁等建設物に塗布された塗料の成分を把握することが求められています。
※1960年代～1972年頃に使用されていた塩化ゴム系塗料にはPCBが可塑剤に使われていたり、顔料中に非意図的に副生成物として含まれている可能性があります。



塗膜の採取から分析まで
一貫したサービスを行っております。

Japan Asia Group

Eonex

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

本社 石川県金沢市東蚊爪町1-19-4
TEL: 076-238-9685 FAX: 076-238-7728

東京支店 東京都江戸川区西葛西6-8-10 朝日生命西葛西ビル5F
TEL: 03-6808-4426 FAX: 03-6808-4427

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

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



一般社団法人

日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会

JAPAN ASSOCIATION OF STRUCTURE PAINTING CONTRACTORS

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

TEL 03-6231-1910

FAX 03-3662-3317

E-mail info@jasp.or.jp

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

編集後記

私たち中小企業の経営者は高齢化が進み、事業継承が問題です。

その中の1つに、株価に対する相続税の問題があります。会社の業績が良くどんどん成長している会社の株式の価値は、会社の業績と連動してどんどん大きくなります。そうして大きな価値を持った株式を大量に持ったまま、その会社のオーナーが亡くなってしまった場合、多額の相続税が課税されます。株式は非上場なので売買はできません。そこで、平成30年度の税制改正で事業承継税制という制度ができました。内容を簡単に言うと、後継者が非上場株式を先代経営者から取得し、その会社の経営を引き続き行っていく場合では、承継する非上場株式の贈与税・相続税の納税が100%猶予され、将来的に免除される制度です。

事業承継税制を行うためにはいくつかの要件があります。また、メリット、デメリットもあるため、顧問税理士に相談のうえ、考えることをお勧めします。

(T. K)

一般社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会

会長

奈良間 力

副会長

鈴木 喜亮

植谷 幹義

小掠 武志

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 (首都高速道路株式会社)

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 運営審議員)

大谷 康史 (本州四国連絡高速道路株式会社)

久保田益弘 (橋塗協 運営審議員)

坂本 達朗 (公益財団法人鉄道総合技術研究所)

鈴木 徹 (阪神高速道路株式会社)

植谷 幹義 (橋塗協 理事)

原田 拓也 (株式会社高速道路総合技術研究所)

守屋 進 (元独立行政法人土木研究所)

山本 一貴 (首都高速道路株式会社)

Structure Painting - 橋梁・鋼構造物塗装 -

(通巻第145号)

令和元年 9月20日 印刷

令和元年 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 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