

平成29年度 橋梁技術発表会

重防食塗装系の耐候性に関する変遷 ～塗料の専門家(賛助会員)が語る～

技術委員会 製作小委員会
防食部会員(賛助会員)

宮下 剛



1

1. はじめに

2. 重防食塗料が求められる社会的背景
3. ふっ素樹脂塗料
4. 重防食塗装系における耐候性
5. 塗料・塗装規格の変遷
6. 耐候性低下の懸念
7. 近年実用化されている技術

2

1. はじめに

重防食塗装系とは

- 平成17年12月に発刊された「鋼道路橋塗装・防食便覧」において、新設および塗替えの塗装仕様として採用

防食下地 : 防せい性の優れたジンクリッチペイント
 上塗り塗料 : 耐候性の優れたふっ素樹脂塗料

- 平成26年3月に発刊された「鋼道路橋防食便覧」においても同仕様が採用されている。

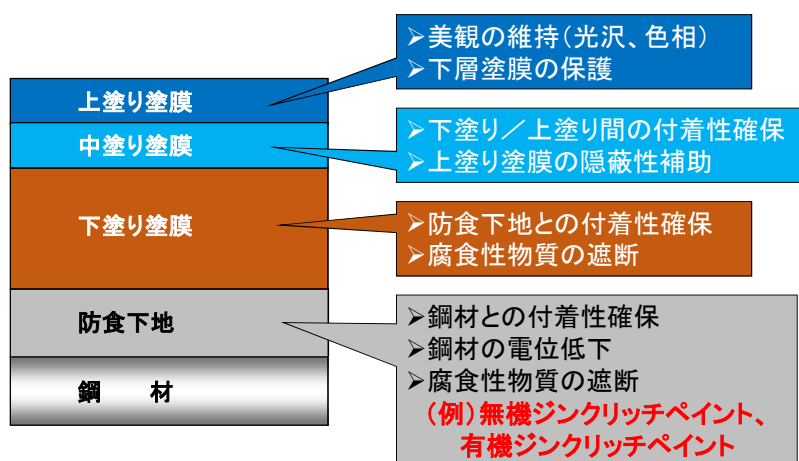


近年、道路橋のみならず腐食環境の厳しい塩害地区における電力設備の煙突や貯蔵石油設備のタンクなど様々な鋼構造物への塗装の**基本仕様**となっている。

3

1. はじめに

重防食塗装系の塗膜構成および塗膜各層の役割



複層塗膜(塗装系)で機能を長期間維持している

4

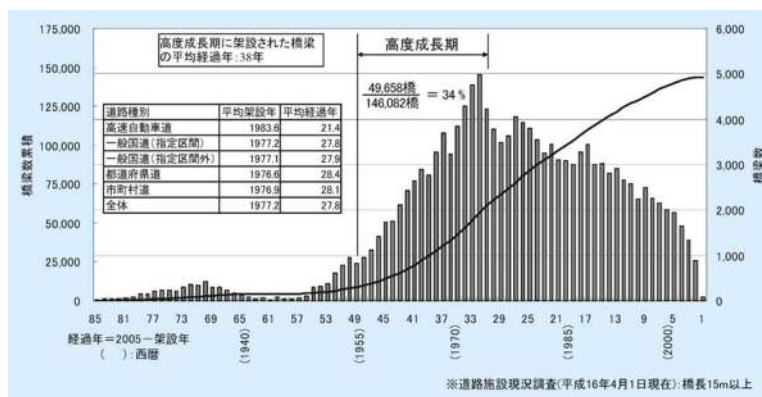
1. はじめに
2. 重防食塗料が求められる社会的背景
3. ふっ素樹脂塗料
4. 重防食塗装系における耐候性
5. 塗料・塗装規格の変遷
6. 耐候性低下の懸念
7. 近年実用化されている技術

5

2. 重防食塗装系が求められる社会的背景

建設後50年以上となる高齢橋の増加

- ・高度経済成長期には数多くの橋梁が建設され、建設後50年以上となる高齢橋の数は、今後急速に増加すると予測されている。



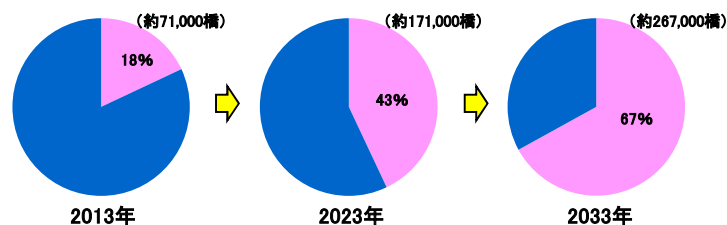
橋梁の経過年分布*

*「橋梁の高齢化に向けたアセットマネジメント」『建設の施工企画』679号より引用

6

2. 重防食塗装系が求められる社会的背景

建設後50年以上となる高齢橋の増加



建設後50年経過する橋梁の割合*

わが国の財政事情を考慮すると、これらの高齢化した橋梁すべてを新たに建設しなおすことは現実的ではない。

既設の橋梁に対して適切な維持管理、補修、補強を施し、長期にわたり供用していくことが重要。

* 国土交通省道路局 道路構造物の現状(橋梁):2013より引用

7

2. 重防食塗装系が求められる社会的背景

防食塗料への長期耐久性の要求

- ・高齢橋の急速な増加が予測されている背景から、これらの維持管理においてライフサイクルコスト(LCC)の低減を目的とし、防食塗料には長期耐久性が求められている。

〔ライフサイクルコスト(LCC)〕

- ・建設に関わる初期コスト
- ・維持管理に関わるメンテナンスコスト
- ・老朽化した施設の撤去・更新コスト etc.

- ・耐久性の高い重防食塗装系は、塗り替え周期を延長するなどLCCの低減に寄与し、その長寿命化を支えていく役割を担っている。

重防食塗装系の上塗りには高い耐候性が必要であり、これまでふっ素樹脂塗料が数多く採用されている。

8

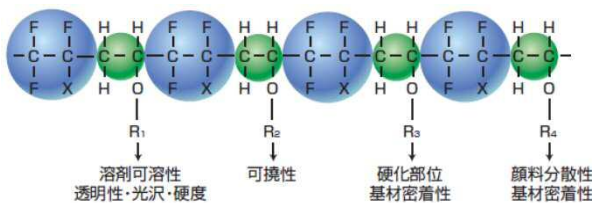
1. はじめに
2. 重防食塗料が求められる社会的背景
3. **ふっ素樹脂塗料**
4. 重防食塗装系における耐候性
5. 塗料・塗装規格の変遷
6. 耐候性低下の懸念
7. 近年実用化されている技術

9

3. ふっ素樹脂塗料

ふっ素樹脂の構造

・ふっ素樹脂は結合エネルギーが非常に強く耐候性に優れている。



かつしかハープ橋
(1987年 C-3塗装系)

重防食塗装系に主に多く用いられているふっ素樹脂の構造

ふっ素化合物および一般化合物の結合エネルギー

樹脂	主鎖結合	KJ/mol	主鎖以外の結合	KJ/mol
ふっ素化合物	CF ₃ -CF ₃	414	F-CF ₂ CH ₃	523
	CF ₃ -CH ₃	424	CF ₃ CH ₂ -H	447
一般化合物	CH ₃ -CH ₃	379	CH ₃ CH ₂ -H	411

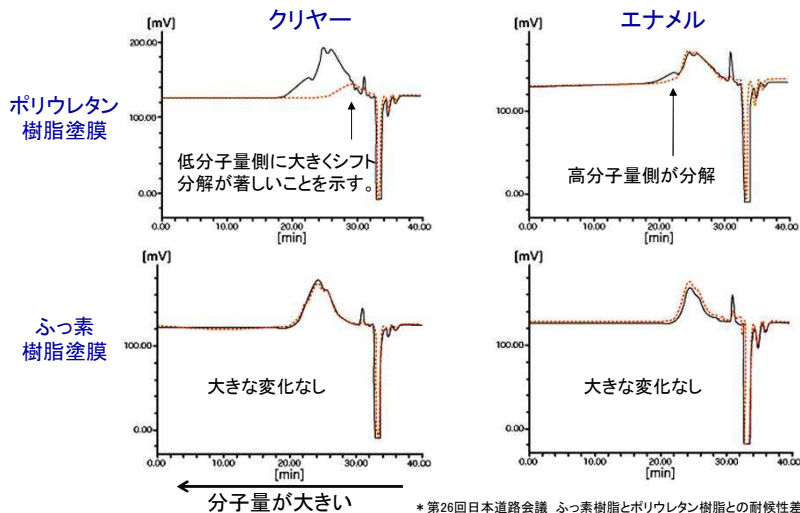
* 自然光の紫外線最大エネルギー411KJ/mol

10

3. ふっ素樹脂塗料

ふっ素樹脂とポリウレタン樹脂の海上暴露3年後の分子量変化*

(分子量分布測定 硬化剤未配合 黒色実線:初期, 赤色点線:3年後)



顔料を含むエナメルよりも樹脂単独の方が紫外線等の影響を直接受けやすい

3. ふっ素樹脂塗料

ふっ素樹脂とポリウレタン樹脂の海上暴露3年後の分子量変化*

	ふっ素樹脂				ポリウレタン樹脂			
	クリアー		エナメル		クリアー		エナメル	
暴露年数	0	3	0	3	0	3	0	3
Mn	9,000	8,400	7,500	7,800	3,600	600	3,300	3,500
Mw	41,300	57,300	18,700	21,300	59,800	1,200	78,200	16,400
Mw/Mn	4.6	6.7	2.5	2.7	16.6	2.0	23.7	4.7

Mn :数平均分子量 Mw: 重量平均分子量 Mw/Mn: 分散

ポリウレタン樹脂塗膜の分子量変化はクリアーで 1/6 になっている。
 ふっ素樹脂塗膜では、ほとんど分子量変化が無い。

* 第26回日本道路会議 ふっ素樹脂とポリウレタン樹脂との耐候性差検討結果より引用

3. ふっ素樹脂塗料

フタル酸樹脂塗装の実橋調査(広島県 第一向山橋新設橋梁)

橋梁名	第一向山橋	区分	工程	塗料	膜厚(μ)
所在地	広島県安芸高田市	工場	素地調整	プラスト処理(1種ケレン)	—
所在地環境	山間部		1次プライマー	長ばく形エッチングプライマー	20
区分	新設		2次素地調整	動力工具処理	—
塗装年月	1986年8月		下塗1層	鉛系さび止めペイント	35
			下塗2層	鉛系さび止めペイント	35
		中塗	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	30	
現場	上塗	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	25		
合計					125



塗膜の「剥がれ」が著しい。塗装後18年を経過した時点でポリウレタン樹脂塗装系で塗り替えられました。



塗装後16年



13

3. ふっ素樹脂塗料

ふっ素樹脂塗装の実橋調査(広島県 第一向山橋新設橋梁)

橋梁名	第一向山橋	区分	工程	塗料	膜厚(μ)
所在地	広島県安芸高田市	工場	素地調整	プラスト処理(1種ケレン)	—
所在地環境	山間部		1次プライマー	無機ジクロリッドプライマー	20
区分	新設		2次素地調整	スィープラスト処理	—
塗装年月	1987年8月		下塗1層	無機ジクロリッドペイント	75
			(ミストコート)	ミストコート	—
		下塗3層	エポキシ樹脂塗料下塗	60	
現場	下塗4層	エポキシ樹脂MIO塗料	60		
現場	中塗	ふっ素樹脂塗料中塗	25		
現場	上塗	ふっ素樹脂塗料上塗	25		
合計					245



白垂化なし、良好な光沢保持率

		初期	2008年8月
未洗浄	光沢値	52.4	46.5
	光沢保持率	—	88.7%
洗浄後	光沢値	—	49.9
	光沢保持率	—	95.2%



塗装後28年

14

3. ふっ素樹脂塗料

テストピース暴露試験(広島県 中国地方整備局)*

場所:国土交通省中国地方整備局中国技術事務所屋上

所在地:広島県広島市

環境:市街地(海岸より約1km)

暴露開始年月:1987年8月

- A:フタル酸塗装樹脂仕様
 B:塩化ゴム系塗装仕様
 C:ポリウレタン樹脂塗装仕様
 D:ふっ素樹脂塗装仕様



塗装仕様	1層目	2層目	3層目	4層目	5層目	6層目	合計膜厚
A	長ばく形エッチングプライマー(15 μ)	鉛系さび止めペイント1種(35 μ)	鉛系さび止めペイント1種(35 μ)	鉛系さび止めペイント1種(35 μ)	長油性フタル酸樹脂塗料中塗(30 μ)	長油性フタル酸樹脂塗料上塗25 μ	175 μ
B	無機ジंकリッチプライマー(15 μ)	有機ジंकリッチプライマー(15 μ)	塩化ゴム系塗料下塗(45 μ)	塩化ゴム系塗料下塗(45 μ)	塩化ゴム系塗料中塗(35 μ)	塩化ゴム系塗料上塗25 μ	185 μ
C	無機ジंकリッチペイント(70 μ)	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗(50 μ)	エポキシ樹脂MIO塗料(50 μ)	ポリウレタン樹脂塗料用中塗30 μ	ポリウレタン樹脂塗料上塗25 μ	225 μ
D	無機ジंकリッチペイント(75 μ)	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗(60 μ)	エポキシ樹脂MIO塗料(60 μ)	ふっ素樹脂塗料用中塗25 μ	ふっ素樹脂塗料上塗25 μ	245 μ

* 一般社団法人日本鋼構造協会第31回鉄構塗装技術討論会 旭硝子㈱ ふっ素樹脂塗料の性能調査と評価その6

15

3. ふっ素樹脂塗料

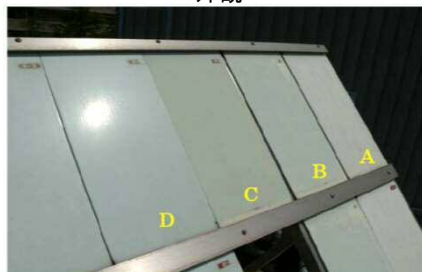
テストピース暴露試験(広島県 中国地方整備局)*

暴露20年経過時の状況

- A:フタル酸塗装樹脂仕様
 B:塩化ゴム系塗装仕様
 C:ポリウレタン樹脂塗装仕様
 D:ふっ素樹脂塗装仕様

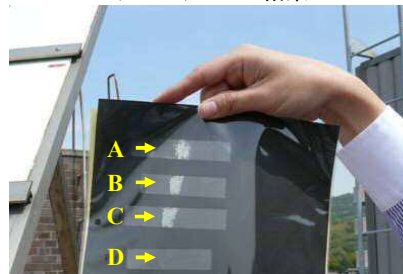


外観



ふっ素(D)以外は一部上塗り塗膜が消失していた。

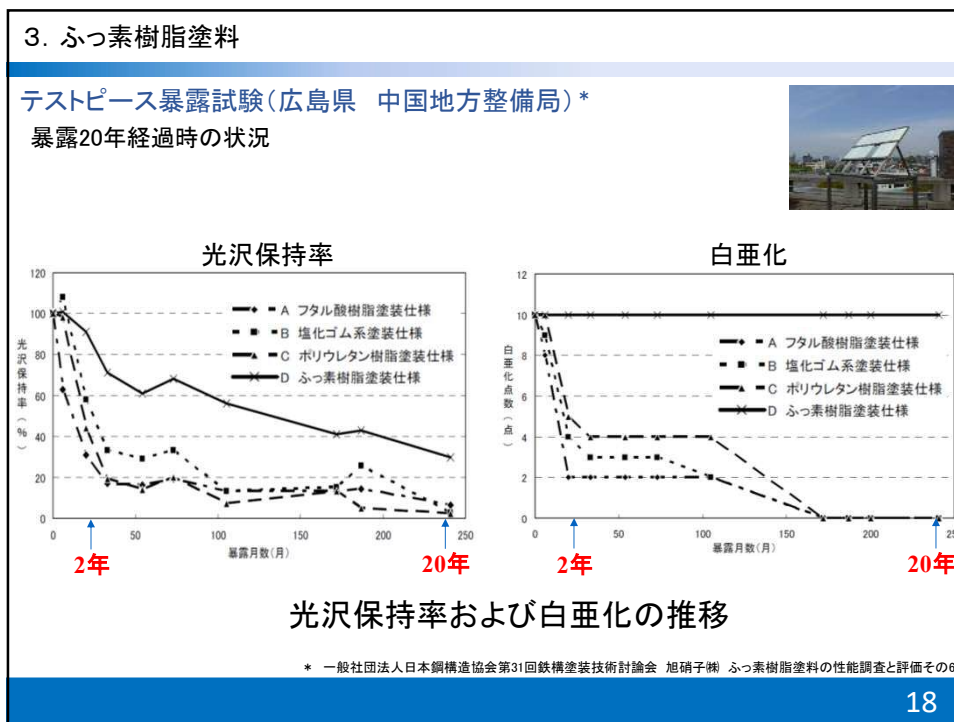
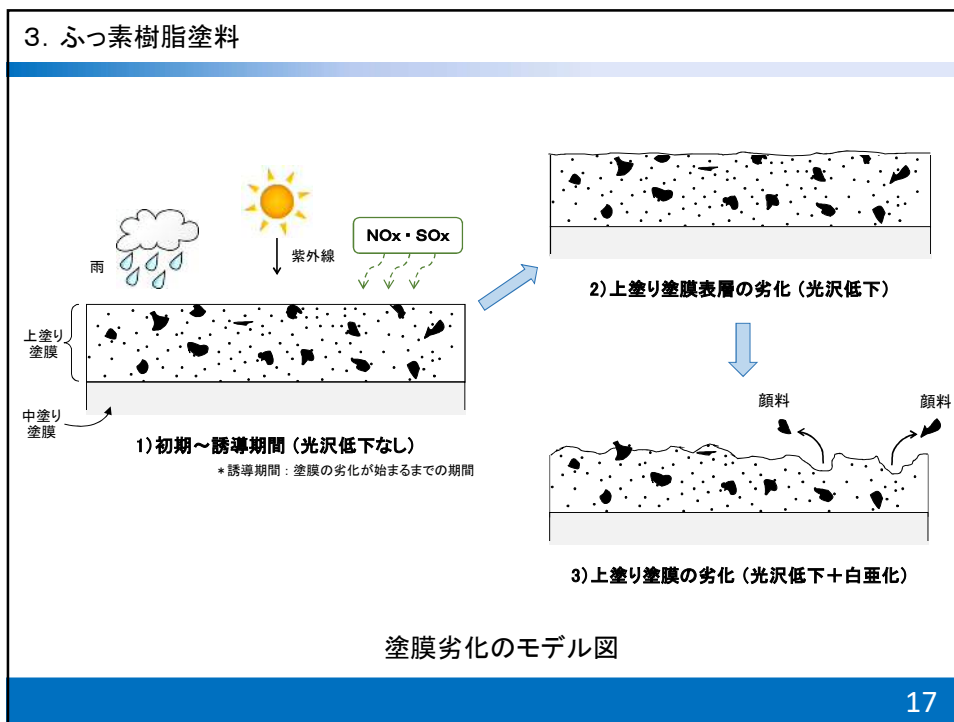
テープテストの結果



ふっ素(D)は白亜化なし。
 ふっ素以外は著しい白亜化あり。

* 一般社団法人日本鋼構造協会第31回鉄構塗装技術討論会 旭硝子㈱ ふっ素樹脂塗料の性能調査と評価その6

16



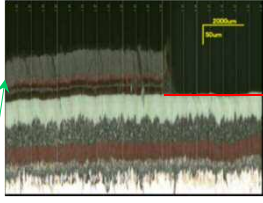
3. ふっ素樹脂塗料

テストピース暴露試験(広島県 中国地方整備局)*

暴露15年経過時の膜厚減耗量

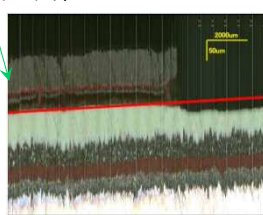
光遮蔽部との境界(横比例尺1/20)

ふっ素樹脂塗膜



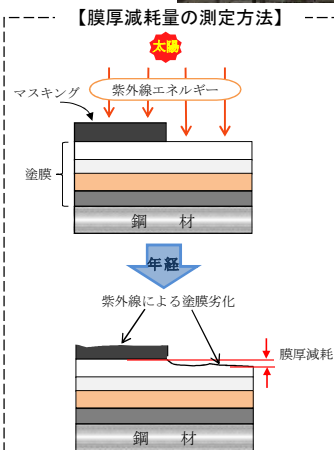
膜厚減耗量
0.0~0.1 μm/年
(0~1.1 μm/15年)

ポリウレタン樹脂塗膜



膜厚減耗量
1.7~2.2 μm/年
(22~28 μm/15年)

【膜厚減耗量の測定方法】



紫外線エネルギー

マスキング

塗膜

鋼材

年経

紫外線による塗膜劣化

膜厚減耗

* 一般社団法人日本鋼構造協会第31回鉄構塗装技術討論会 旭硝子㈱ ふっ素樹脂塗料の性能調査と評価その6

3. ふっ素樹脂塗料

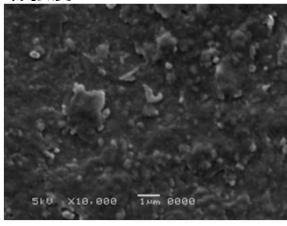
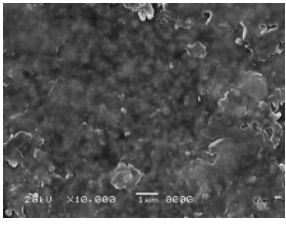
テストピース暴露試験(広島県 中国地方整備局)*

暴露15年経過時の膜厚表面状態

塗膜表面の電子顕微鏡観察 10000倍

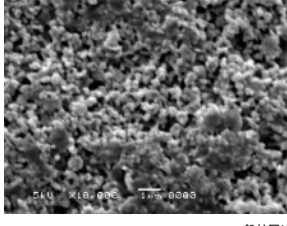
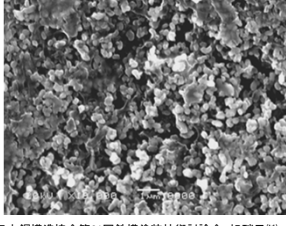
電子線強度 5kv 20kv

ふっ素樹脂塗膜

樹脂劣化はあまり見られない

ポリウレタン樹脂塗膜

樹脂が劣化し、顔料が露出している

* 一般社団法人日本鋼構造協会第31回鉄構塗装技術討論会 旭硝子㈱ ふっ素樹脂塗料の性能調査と評価その6

1. はじめに
2. 重防食塗料が求められる社会的背景
3. ふっ素樹脂塗料
- 4. 重防食塗装系における耐候性**
5. 塗料・塗装規格の変遷
6. 耐候性低下の懸念
7. 近年実用化されている技術

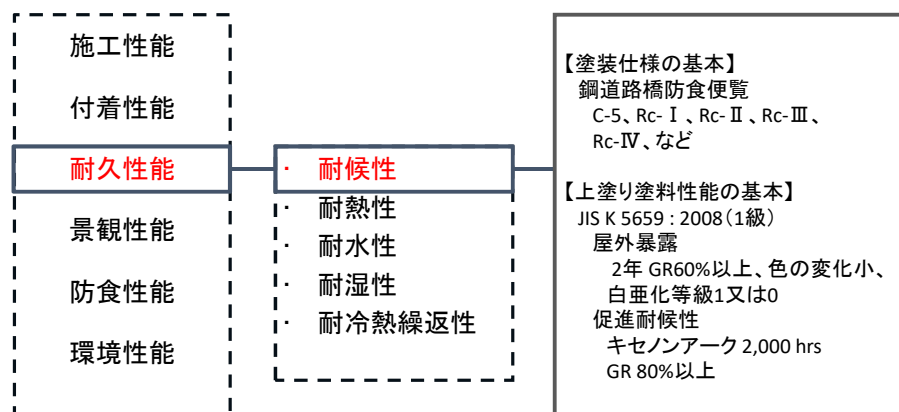
21

4. 重防食塗装系における耐候性

重防食塗装系に求められる性能

大きく分けて6つの要求性能がある

耐久性能とは「本来の塗膜の性能を長期にわたって維持できる」性能である



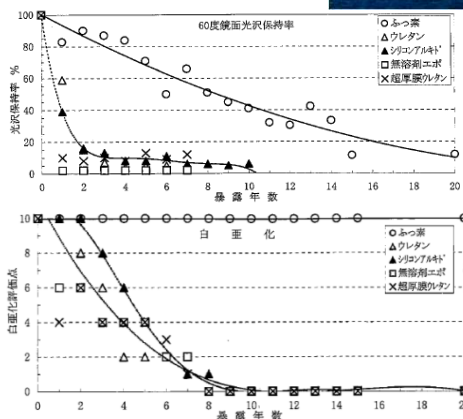
22

4. 重防食塗装系における耐候性

重防食塗装系に求められる耐候性

◎海洋構造物の耐久性向上技術に関する共同研究報告書

駿河湾の暴露試験結果

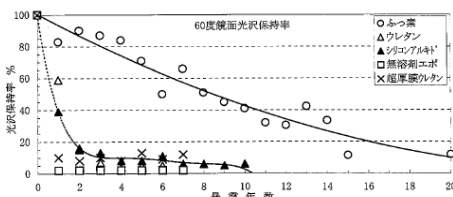


海洋技術総合研究施設(駿河湾)における20年の暴露試験結果

出典：重防食塗装系の駿河湾海上暴露20年の結果 守屋 進 鋼橋塗装 Structure Painting Vol.34 No.1 (2006) p.12
 海洋構造物の耐久性向上技術に関する共同研究報告書 独立行政法人土木研究所 財団法人土木研究センター H19/1月

4. 重防食塗装系における耐候性

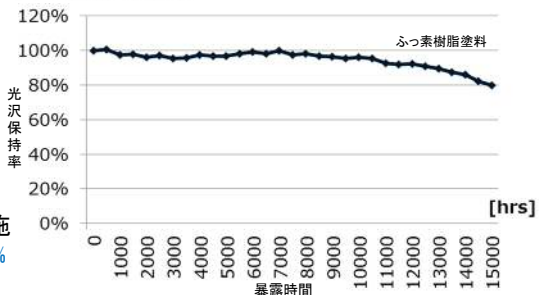
重防食塗装系に求められる耐候性



海洋技術総合研究施設(駿河湾)における20年の暴露試験結果



駿河湾の暴露試験と同様の
 ふっ素塗料を用いて
 キセノンウェザーメーターを実施
 15,000時間で光沢保持率は80%



ふっ素樹脂塗料の促進耐候性試験結果(XWM)

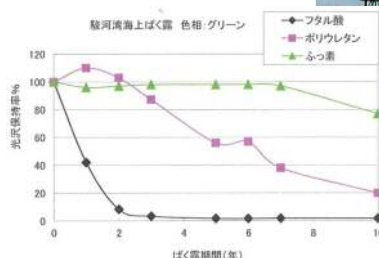
4. 重防食塗装系における耐候性

重防食塗装系に求められる耐候性

駿河湾海上暴露16年の膜厚減耗量*



駿河湾海上暴露16年のふっ素樹脂塗膜の断面図



駿河湾海上暴露16年の光沢保持率(グリーン)

塗膜の消耗は、光沢低下が開始した時期と考える
 ふっ素樹脂塗料: 7年目より
 ポリウレタン樹脂塗料: 2年目より

膜厚減耗量

塗膜の種類	膜厚減少度/年あたり
ふっ素樹脂塗膜	0.33-0.43 μm
ポリウレタン樹脂塗膜	2 μm

* 重防食塗料ガイドブック(一般社団法人日本塗料工業会)p.141-143より引用

4. 重防食塗装系における耐候性

塗膜期待耐用年数 団体の評価年数(一般環境)

団体	ふっ素樹脂塗装	ポリウレタン樹脂塗装
(一社)日本塗料工業会*1	60年(景観)	18年(景観)
(一社)日本鋼構造協会*2	50年	30年
(一社)日本橋梁建設協会*3	60年	40年

*1 (一社)日本塗料工業会 重防食塗料ガイドブック 2002年3月第2版1刷

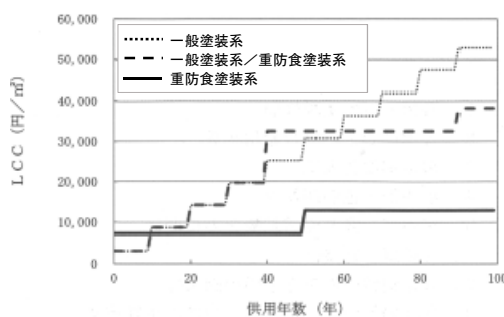
括弧内の景観とは中塗り露出10~15%の時点を示す

*2 (一社)日本鋼構造協会 JSSCテクニカルレポートNO.55 鋼橋塗装のLCC低減のために 2002年8月

*3 (一社)日本橋梁建設協会 一改定一橋梁技術者のための塗装ガイドブック 2006年11月

4. 重防食塗装系における耐候性

重防食塗装系のライフサイクルコスト*



一般塗装系と重防食塗装系のLCC比較

〔一般塗装系〕

- ・新設塗装後10年ごとに塗替塗装 (塗替仕様)

下塗り(補修)+下塗り×2+中塗り+上塗り

〔重防食塗装系〕

- ・新設塗装後50年ごとに塗替塗装 (塗替仕様)

下塗り+中塗り+上塗り

〔一般塗装系 / 重防食塗装系〕

- ・供用40年目に重防食塗装系に切り替え

(それぞれ素地調整、足場・防護工費用を含む)

重防食塗装系は一般塗装系と比較してLCCを大きく低減することが出来る

* (一社) 日本塗料工業会 重防食塗料ガイドブック 2013年3月第4版1刷

27

1. はじめに
2. 重防食塗料が求められる社会的背景
3. ふっ素樹脂塗料
4. 重防食塗装系における耐候性
5. 塗料・塗装規格の変遷
6. 耐候性低下の懸念
7. 近年実用化されている技術

28

5. 塗料・塗装規格の変遷

鋼橋に用いられている重防食塗装系の塗装仕様は鋼道路橋防食便覧、塗料性能はJIS K5659(1級)が採用されている

【塗装仕様の基本】

鋼道路橋防食便覧

C-5、Rc-Ⅰ、Rc-Ⅱ、Rc-Ⅲ、
Rc-Ⅳ、など

【上塗り塗料性能の基本】

JIS K 5659 : 2008(1級)

屋外暴露

2年 GR60%以上、色の变化小、
白亜化等級1又は0

促進耐候性

キセノンアーク 2,000 hrs

GR 80%以上



29

5. 塗料・塗装規格の変遷

JIS規格と防食便覧の変遷

年	規格名	主な耐候性規格
2002年	JIS K 5657 鋼構造物ポリウレタン樹脂塗料	・キセノンウェザーメーター500hで光沢保持率70%以上 ・屋外暴露2年で光沢保持率30%以上 ・ NCO基の定性 など
	JIS K 5659 鋼構造物用ふっ素樹脂塗料	・キセノンウェザーメーター1000hで光沢保持率80%以上 ・屋外暴露2年で光沢保持率60%以上 ・ ふっ素の定量15%以上 など
2005年	鋼道路橋塗装・防食便覧 (C-5、Rc-Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Rzc-Ⅰ)	上塗りは(弱溶剤)ふっ素樹脂塗料 塗料性能は2002年JIS K 5659に準ずる
2008年	JIS K 5659 鋼構造物用耐候性塗料	2002年のJIS K 5657及びJIS K 5659を統合 NCO基の定性、ふっ素の定量は無くなり性能規定となる など
2013年	鋼道路橋防食便覧 (C-5、Rc-Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Rzc-Ⅰ)	上塗りは(弱溶剤)ふっ素樹脂塗料 塗料性能は2008年JIS K 5659に準ずる

それまでは材料の規格であったJIS規格が、2008年に鋼構造物用耐候性塗料用途における性能規格となった。

(NCO基の定性やふっ素定量などの材料を規定するための項目は無くなる)

30

5. 塗料・塗装規格の変遷

JIS K5659:2008における耐候性規格

種類	等級
上塗り塗料	1級 2級 3級
中塗り塗料	—

上塗り塗料の原料は、ふっ素系樹脂、シリコン系樹脂又はポリウレタン系樹脂とする。
塗料は、上塗り塗料と中塗り塗料とを組み合わせ用いる。上塗り塗料及び中塗り塗料のいずれも、主剤と硬化剤を混合し硬化させて用いる。

項目	JIS K5659上塗り塗膜の品質		
	1級	2級	3級
促進耐候性	照射時間2000時間の促進耐候性試験に耐える。 光沢保持率 $\geq 80\%$	照射時間1000時間の促進耐候性試験に耐える。 光沢保持率 $\geq 80\%$	照射時間500時間の促進耐候性試験に耐える。 光沢保持率 $\geq 80\%$
屋外暴露耐候性	暴露2年で光沢保持率が60%以上で白垂化の等級が1又は0	暴露2年で光沢保持率が40%以上で白垂化の等級が1又は0	暴露2年で光沢保持率が30%以上で白垂化の等級が1又は0

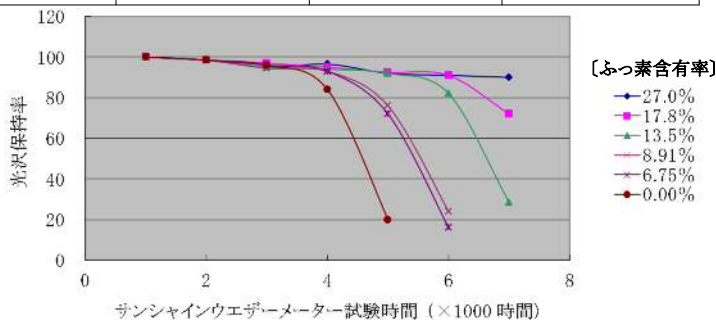
31

1. はじめに
2. 重防食塗料が求められる社会的背景
3. ふっ素樹脂塗料
4. 重防食塗装系における耐候性
5. 塗料・塗装規格の変遷
- 6. 耐候性低下の懸念**
7. 近年実用化されている技術

32

6. 耐候性低下の懸念

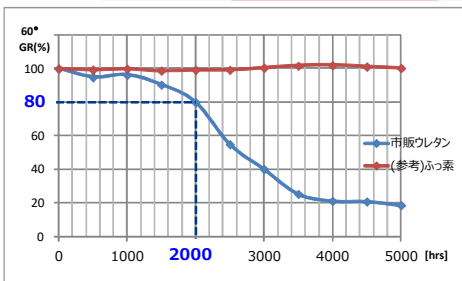
項目	JIS K5659上塗り塗膜の品質		
	1級	2級	3級
促進耐候性	照射時間2000時間の促進耐候性試験に耐える。 光沢保持率 $\geq 80\%$	照射時間1000時間の促進耐候性試験に耐える。 光沢保持率 $\geq 80\%$	照射時間500時間の促進耐候性試験に耐える。 光沢保持率 $\geq 80\%$
屋外暴露耐候性	暴露2年で光沢保持率が60%以上で白亜化の等級が1又は0	暴露2年で光沢保持率が40%以上で白亜化の等級が1又は0	暴露2年で光沢保持率が30%以上で白亜化の等級が1又は0



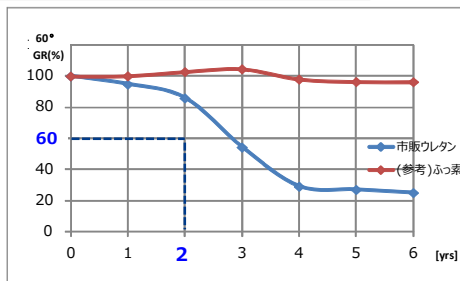
ふっ素の定量が無くなったことにより、耐候性の低下が懸念される

6. 耐候性低下の懸念

項目	JIS K5659上塗り塗膜の品質		
	1級	2級	3級
促進耐候性	照射時間2000時間の促進耐候性試験に耐える。 光沢保持率 $\geq 80\%$	照射時間1000時間の促進耐候性試験に耐える。 光沢保持率 $\geq 80\%$	照射時間500時間の促進耐候性試験に耐える。 光沢保持率 $\geq 80\%$
屋外暴露耐候性	暴露2年で光沢保持率が60%以上で白亜化の等級が1又は0	暴露2年で光沢保持率が40%以上で白亜化の等級が1又は0	暴露2年で光沢保持率が30%以上で白亜化の等級が1又は0



市販ウレタン塗料とふっ素の比較(XWM)



市販ウレタン塗料とふっ素の比較(銚子)

市販ウレタン塗料でも1級の性能を満たすものもあるが、JIS規定時間直後に著しい光沢値の低下

ここまでのまとめ

- ①高齡橋の数が急速に増加していく社会背景において、耐久性の高い重防食塗装系はLCC低減に寄与する役割を担っている。
- ②ふっ素樹脂塗料は、その優れた塗膜性能と過去の長期にわたる検証により、重防食塗装系の上塗りとして数多く採用されている。
- ③JIS規格の変遷により材料規定から性能規定へ変化した結果、性能規格内容の重要性が増した。
- ④現存のJIS K5659:2008上塗り塗料1級の耐候性規格は、重防食塗装系の上塗りとして過去より検証され、本来期待される耐候性に満たないものを含む余地がある。
- ⑤今後、市場競争の激化等を理由に重防食塗装系の上塗りとして耐候性能を低下させることなく、LCC低減を実現可能な過去より検証された技術レベルの維持が重要である。

35

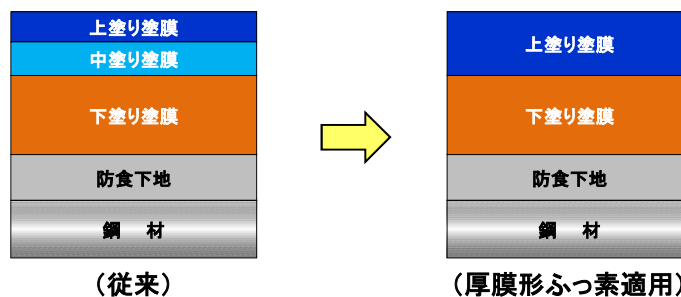
1. はじめに
2. 重防食塗料が求められる社会的背景
3. ふっ素樹脂塗料
4. 重防食塗装系における耐候性
5. 塗料・塗装規格の変遷
6. 耐候性低下の懸念
7. 近年実用化されている技術

36

7. 近年実用化されている技術

厚膜形ふっ素樹脂塗料

- ・従来よりも**厚膜**での施工が可能となるように配合設計されたふっ素樹脂塗料
⇒塗膜減耗量の少ない塗料を厚く塗布することで更なるLCC低減に寄与する
- ・中塗り+上塗りの2工程を1工程に短縮する**省工程化**が可能
⇒1工程削減による**工期短縮・施工費の低減**に寄与する



37

7. 近年実用化されている技術

厚膜形ふっ素樹脂塗料

厚膜形ふっ素樹脂塗料を適用した塗装仕様例(新設時)

	東京都VOC対策ガイド [※] 記載 C-5塗装系(現行)		厚膜形ふっ素樹脂塗料システム (省工程仕様)		厚膜形ふっ素樹脂塗料システム (環境負荷低減省工程仕様)		
	塗料名	標準膜厚 (μm)	塗料名	標準膜厚 (μm)	塗料名	標準膜厚 (μm)	
工程	素地調整	プラスト処理ISO Sa2 1/2	—	プラスト処理ISO Sa2 1/2	—	プラスト処理ISO Sa2 1/2	—
	プライマー	無機シンクワッチプライマー	(15)	無機シンクワッチプライマー	(15)	無機シンクワッチプライマー	(15)
	2次素地調整	プラスト処理ISO Sa2 1/2	—	プラスト処理ISO Sa2 1/2	—	プラスト処理ISO Sa2 1/2	—
	防食下地	無機シンクワッチペイント	75	無機シンクワッチペイント	75	有機シンクワッチペイント	75
	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗	—	エポキシ樹脂塗料下塗	—	—	—
	下塗	エポキシ樹脂塗料下塗	120	エポキシ樹脂塗料下塗	120	エポキシ樹脂塗料下塗	120
	中塗	ふっ素樹脂塗料中塗	30	厚膜形ふっ素樹脂塗料上塗	55	厚膜形ふっ素樹脂塗料上塗	55
上塗	ふっ素樹脂塗料上塗	25	—	—	—	—	
合計	—	250	—	250	—	250	
塗装工程数	6工程		5工程		4工程		
VOC排出量(g/m ²)	899		773		618		
VOC削減率(%)	基準		14%		31%		

- ・耐候性の優れた(塗膜の減耗量の少ない)ふっ素樹脂塗料を厚膜で施工
→ 長期間に渡って下層塗膜を健全な状態で維持

⇒ 塗装時の**省工程化、VOC削減、塗り替え周期の更なる長期化**が可能

VOC: 揮発性有機化合物(Volatile Organic Compounds) * 東京都VOC対策ガイド[建築・土木工事編](2013)より引用

38

7. 近年実用化されている技術

高耐久性ふっ素樹脂塗料

- ・淡彩系の色相(ライトグレー、アイボリーなど薄い色相)においては、塗膜中に白色顔料の酸化チタンが多量に配合されている。



環境影響(高温、多湿)を受けた酸化チタンの光触媒作用に起因すると推測される上塗り塗膜の劣化が想定以上に早いことが課題であった。



従来よりも優れた耐候性を有するふっ素樹脂塗料を開発

- ・本州四国連絡高速道路株式会社では、暴露試験(宮古島、大鳴門橋)および実橋試験塗装の結果を踏まえ、「高耐久性ふっ素樹脂塗料上塗(暫定)」の塗料規格を制定

〔屋外暴露耐候性の規格条件〕

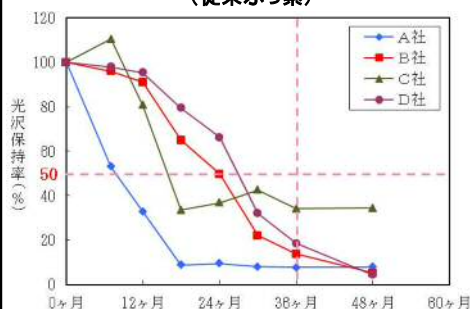
「宮古島試験場での光沢保持率が、暴露期間3年で50%以上」

39

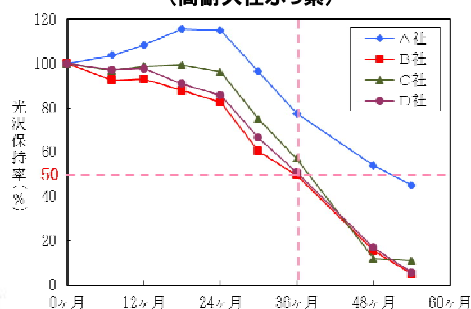
7. 近年実用化されている技術

高耐久性ふっ素樹脂塗料

(従来ふっ素)



(高耐久性ふっ素)



宮古島暴露試験での光沢保持率変化*

→ 従来ふっ素では暴露期間3年(36ヶ月)での光沢保持率の大半が20%以下

➡ 「高耐久性ふっ素樹脂塗料上塗(暫定)」における屋外暴露試験条件(3年で光沢保持率50%以上)が非常に厳しいことが伺える。

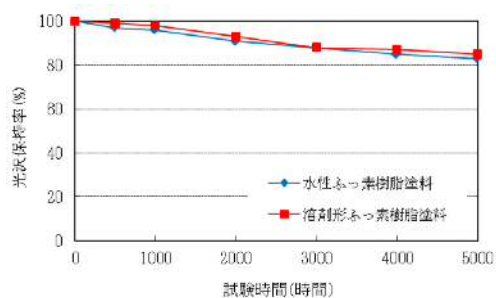
* 環境に配慮した塗料の開発。本四技報(2014)より引用

40

7. 近年実用化されている技術

水性ふっ素樹脂塗料

- ・塗料配合中の溶媒が水である**環境対応型**のふっ素樹脂塗料
- ・従来の溶剤形ふっ素樹脂塗料と同等の耐候性(キセノンランプ法)



促進耐候性試験結果(キセノンランプ法)

41

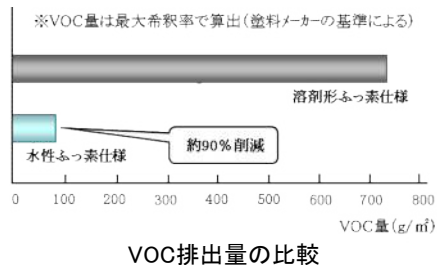
7. 近年実用化されている技術

水性ふっ素樹脂塗料

- ・水性ふっ素樹脂塗料の下層となる防食下地から中塗りをすべて水性化した**水性重防食塗装仕様**の場合、塗装時における揮発性有機化合物(VOC)の排出量を従来の溶剤形と比べて、**約90%削減**できる。

水性重防食塗装仕様

		塗料名	標準膜厚 (μm)
工程	素地調整	ブラスト処理ISO Sa2 1/2	—
	防食下地	水性有機ジンクリッチペイント	75
	下塗り第1層	水性エポキシ樹脂塗料下塗	60
	下塗り第2層	水性エポキシ樹脂塗料下塗	60
	中塗り	水性ふっ素樹脂塗料用中塗	30
	上塗り	水性ふっ素樹脂塗料上塗	25
合計膜厚		—	250



42

8. まとめ

- ・今回、重防食塗装系の上塗りとして採用されているふっ素樹脂塗料の優れた塗膜性能について説明した。
- ・また、近年実用化され、地球環境に配慮したLCC低減を果たす技術として期待される新たなふっ素樹脂塗料についても紹介した。



JIS規格の変遷により、現存のJIS K5659:2008上塗り塗料1級の耐候性規格は、重防食塗装系の上塗りとして過去より検証され、本来期待される耐候性に満たないものを含む余地がある。



急速に増加していく高齢橋の長寿命化を支えていく為、重防食塗装系の上塗りとしての耐候性能を低下させることなく、LCC低減を実現可能な過去より検証された技術レベルの維持が重要である。

43

ご清聴ありがとうございました。

44