

C O N T E N T S

- ➔ 橋梁例の紹介
- ➔ 実橋試験～20年の比較～
- ➔ ライフサイクルコスト (LCC)の検証
- ➔ その他バックデータ
- ➔ だからルミフロン
- ➔ 鋼道路橋塗装・防食便覧【改訂！】



日本の橋を 守りたい

～ふっ素樹脂塗装の威力～

美しい景観の維持と

より長い橋梁の保護の為に、
私たちはふっ素樹脂塗装を
推奨致します。

その効果を実感下さい。

橋梁例の紹介

日本の海上長大橋ではふっ素樹脂塗装の採用が標準的となっています。
世界最長のつり橋である明石海峡大橋では、主塔、桁だけでなく、メインケーブル、ハンガーロープなどほぼ全ての外面にルミフロン系ふっ素樹脂塗料が塗装されています。
韓国でも空港連絡橋の永宗大橋に採用されています。

明石海峡大橋



世界最長のつり橋 (Span Length)

来島第一、第二、第三大橋



世界最長の連続橋

多々羅大橋



世界最長の斜張橋 (Span Length)

東京湾横断道路 (アクアライン)



レインボーブリッジ



白鳥大橋



永宗大橋 韓国



実橋試験～20年の比較～

ルミフロンは、長年に渡る実曝試験に支えられています

国土交通省、日本道路公団などの官公庁との共同研究として、
1985年より北海道から沖縄まで約30ヶ所の橋梁(テストピース含む)に塗装し、
5年間の追跡調査を行いました。
調査項目は、光沢、色差、白垂化、はがれ、さびなどです。
5年間の調査報告以後も追跡調査を行っており、
代表的な橋梁についてご紹介します。



水郷大橋 19年の状況

橋梁名	水郷大橋			
施工時期	1986年1月			
環境	平野			
新設/塗替	新設			
塗装仕様	ルミフロン系ふっ素樹脂塗装			
	区分	工程	処理・塗料等	
	工場	素地調整	ブラスト処理(1種ケレン)	—
		一次プライマー	ジンクリッチプライマー	20
		二次素地調整	スweepブラスト処理	—
		下塗第1層	厚膜形ジンクリッチペイント	75
		下塗第2層ミストコート	ミストコート	—
		下塗第3層	厚膜形エポキシ樹脂下塗塗料	60
	現場	下塗第4層	エポキシMIO塗料	60
		中塗	常温硬化形ふっ素樹脂塗料	25
現場	上塗	常温硬化形ふっ素樹脂塗料	25	
比較塗装仕様	フタル酸樹脂塗装			
	区分	工程	処理・塗料等	
	工場	素地調整	ブラスト処理(1種ケレン)	—
		一次プライマー	ジンクリッチプライマー	20
		二次素地調整	スweepブラスト処理	—
		下塗第1層	鉛系錆止めペイント	35
		下塗第2層	鉛系錆止めペイント	35
	現場	中塗	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	30
		上塗	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	25
	塩化ゴム系仕様			
	区分	工程	処理・塗料等	
	工場	素地調整	ブラスト処理(1種ケレン)	—
		一次プライマー	ジンクリッチプライマー	15
		二次素地調整	スweepブラスト処理	—
		下塗第1層	塩化ゴム系下塗塗料	45
下塗第2層		塩化ゴム系下塗塗料	45	
現場	中塗	塩化ゴム系中塗塗料	35	
	上塗	塩化ゴム系上塗塗料	30	

水郷大橋 19年の状況

ルミフロン系ふっ素樹脂塗装 / 塩化ゴム系塗装 ▼

フタル酸樹脂塗装 ▼

3年(1989年1月撮影)



左：塩化ゴム系 右：ふっ素



左：ふっ素 右：フタル酸

5年(1991年1月撮影)



左：塩化ゴム系 右：ふっ素



左：ふっ素 右：フタル酸

7年1ヶ月(1993年2月撮影)



光沢良好。



汚れていますが、光沢は良好です。



フタル酸部分：チョーキングが発生しています。

水郷大橋 19年の状況

16年



左：ふっ素保色良好。 右：塩化ゴム系
白亜化が進みいろあ
せています。

フタル酸：剥離が見られます。



左：塩化ゴム系 右：ふっ素

上塗り、中塗りが消失、下塗りと錆も出始めてい
ます。

19年7ヶ月(2005年8月撮影)



左：ふっ素 右：塩化ゴム系

左：塩化ゴム 右：ふっ素



左：ふっ素 右：フタル酸

中島出来島橋 18年の状況

橋梁名	中島出来島橋				
施工時期	1985年11月				
環境	工場				
新設/塗替	塗替				
塗装仕様	ルミフロン系ふっ素樹脂塗装				
	区分	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)	
	現場	素地調整	3種ケレン		—
		補修塗	特殊エポキシ樹脂塗料下塗		(40)
		下塗	特殊エポキシ樹脂塗料下塗		40
		中塗	常温硬化形ふっ素樹脂塗料中塗		25
上塗		常温硬化形ふっ素樹脂塗料上塗		25	
比較塗装仕様	フタル酸樹脂塗装				
	区分	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)	
	現場	素地調整	3種ケレン		—
		補修塗	鉛系錆止めペイント		(35)
		下塗	鉛系錆止めペイント		35
		中塗	超長油性フタル酸樹脂塗料中塗		30
上塗		長油性フタル酸樹脂塗料上塗		25	

ふっ素は塗替えされてませんが、フタル酸はすでに2回塗り替えています。

ルミフロン系ふっ素樹脂塗装 ▼

2年11ヶ月(1988年10月撮影)



左：ふっ素 右：フタル酸



中島出来島橋 18年の状況

ルミフロン系ふっ素樹脂塗装 ▼

16年7ヶ月(2002年6月撮影)



ふっ素(左側)：汚れてはいますが塗膜は傷んでいません。光沢は良好です。



ふっ素：ボルト部にも錆びはありません。

フタル酸樹脂塗装 ▼



フタル酸(右側)：白亜化(チョーキング)しており、汚れが激しくボルト頭には錆びがでています。



フタル酸：剥離が始まっています。

魚崎歩道橋 18年の状況

橋梁名	魚崎歩道橋				
施工時期	1985年8月				
環境	工場				
新設/塗替	塗替				
塗装仕様	ルミフロン系ふっ素樹脂塗装				
	区分	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)	
	現場	素地調整	3種ケレン		—
		補修塗	特殊エポキシ樹脂塗料下塗		(40)
		下塗	特殊エポキシ樹脂塗料下塗		40
		中塗	常温硬化形ふっ素樹脂塗料中塗		25
上塗		常温硬化形ふっ素樹脂塗料上塗		25	
比較塗装仕様	フタル酸樹脂塗装				
	区分	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)	
	現場	素地調整	3種ケレン		—
		補修塗	鉛系錆止めペイント		(35)
		下塗	鉛系錆止めペイント		35
		中塗	超長油性フタル酸樹脂塗料中塗		30
上塗		長油性フタル酸樹脂塗料上塗		25	

ふっ素は塗替えされてませんが、フタル酸はすでに2回塗り替えています。

ルミフロン系ふっ素樹脂塗装 ▼



ふっ素：白亜化はわずかに認められますが、艶もありきれいな状態です。

フタル酸樹脂塗装 ▼



フタル酸：白亜化激しく、白亜化試験のセロテープに劣化した塗膜が付着しています。



フタル酸：雨のあたらないところはさらに汚れが激しく付いています。

温泉大橋塗り替え 17年の状況

橋梁名	温泉大橋				
施工時期	1985年8月				
環境	山間				
新設/塗替	塗替				
塗装仕様	ルミフロン系ふっ素樹脂塗装				
	区分	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)	
	現場	素地調整	3種ケレン		—
		補修塗	特殊エポキシ樹脂塗料下塗		(40)
		下塗	特殊エポキシ樹脂塗料下塗		40
		中塗	常温硬化形ふっ素樹脂塗料中塗		25
上塗		常温硬化形ふっ素樹脂塗料上塗		25	
比較塗装仕様	フタル酸樹脂塗装				
	区分	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)	
	現場	素地調整	3種ケレン		—
		補修塗	鉛系錆止めペイント		(35)
		下塗	鉛系錆止めペイント		35
		中塗	超長油性フタル酸樹脂塗料中塗		30
上塗		長油性フタル酸樹脂塗料上塗		25	

ルミフロン系ふっ素樹脂塗装 ▼



ふっ素：写真左の奥側がふっ素。光沢は良好で錆びは発生していません。

比較塗装仕様 ▼



比較用のフタル酸は10年経過後、塩化ゴム系で塗替えられ、7年が経過しています。



塗りかえられた塩化ゴム系は光沢が大幅に後退し、錆びが出ています。

温泉大橋塗り替え 17年の状況

比較塗装仕様 ▼



7年前に塩化ゴム系に塗装した新橋ですが、すでに失沢しています。ウェブに発錆も見られます。

天鳥橋 11年の状況

橋梁名	天鳥橋				
施工時期	1986年3月				
環境	海上				
新設/塗替	塗替(旧塗膜塗装仕様：フタル酸樹脂塗装)				
塗装仕様	ルミフロン系ふっ素樹脂塗装				
	区分	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)	
	現場	素地調整	ブラスト処理(1種ケレン)		—
		下塗1層	有機ジンクリッチペイント		75
		下塗2層	エポキシ樹脂塗料下塗		60
		下塗3層	エポキシ樹脂塗料下塗		60
		中塗	常温硬化形ふっ素樹脂塗料中塗		25
上塗		常温硬化形ふっ素樹脂塗料上塗		25	
比較塗装仕様	塩化ゴム系塗装				
	区分	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)	
	現場	素地調整	ブラスト処理(1種ケレン)		
		下塗1層	有機ジンクリッチペイント		
		下塗2層	エポキシ樹脂塗料下塗		
		下塗3層	エポキシ樹脂塗料下塗		
		中塗	塩化ゴム系中塗塗料		
上塗		塩化ゴム系上塗塗料			



全景
9年目に護岸工事で海岸線が下がりました。
それまでは海の上でした。

ルミフロン系ふっ素樹脂塗装 ▼

7年8ヶ月(1993年11月撮影)



天鳥橋 11年の状況

ルミフロン系ふっ素樹脂塗装 ▼



ルミフロン系ふっ素樹脂塗装 ▼

塩化ゴム系塗装 ▼

11年



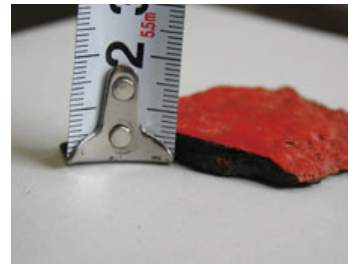
ふっ素：光沢は良好で下廻りの錆びもあまりありません。

塩化ゴム系：光沢は低下して、下廻りの錆びが非常に進行しています。

天鳥橋 塗り替え(塗り替え前調査)



旧塗膜の剥がれ落ち



錆び層は5mm以上あります。

ブラスト状況



ブラストノズル



完全なブラストに課題があります。



4時間内にジンクリッチの塗装を済ませました。

常磐橋 20年の状況

橋梁名	常磐橋				
施工時期	1986年8月				
環境	山間(但し、凍結防止剤を多く撒く)				
新設/塗替	塗替(旧塗膜塗装仕様：塩化ゴム系塗装)				
塗装仕様	ルミフロン系ふっ素樹脂塗装				
	区分	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)	
	現場	素地調整	3種Bケレン		—
		下塗1層	変性エポキシプライマー		40
		下塗2層	変性エポキシプライマー		40
		中塗	ふっ素樹脂塗装		25
上塗		ふっ素樹脂塗装		25	
比較塗装仕様	フタル酸樹脂塗装				
	区分	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)	
	現場	下塗	ポリアミド樹脂系プライマー		—
		中塗	塩化ゴム系中塗り		—
上塗		塩化ゴム系中塗り		—	
外観経過	初期／2年2ヶ月／3年3ヶ月／4年1ヶ月／6年8ヶ月／9年4ヶ月／13年10ヶ月／16年1ヶ月／18年11ヶ月／20年9ヶ月				

ルミフロン系ふっ素樹脂塗装 ▼

2年2ヶ月(1988年10月撮影)



3年3ヶ月(1989年11月撮影)



4年1ヶ月(1990年9月撮影)



常磐橋 20年の状況

6年8ヶ月(1993年4月撮影)



9年4ヶ月(1995年12月撮影)



13年10ヶ月(2000年6月撮影)



16年1ヶ月(2002年9月撮影)



常磐橋 20年の状況

18年11ヶ月(2005年7月撮影)



20年8ヶ月(2007年4月撮影)



テストピース 16年の状況

橋梁名	テストピース			
施工時期	1986年8月			
環境	山間			
新設/塗替	新設			
塗装仕様	フタル酸樹脂塗装			
	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)	
	プライマー	長ばく形エッチングプライマー	15	
	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	
	下塗3層	鉛系さび止めペイント	35	
	中塗	長油性フタル酸樹脂中塗	30	
	上塗	長油性フタル酸樹脂上塗	25	
	塩化ゴム系塗装			
	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)	
	プライマー	無機ジंकリッチプライマー	15	
	下塗1層	有機ジंकリッチプライマー	15	
	下塗2層	塩化ゴム系下塗塗料	45	
	下塗3層	塩化ゴム系下塗塗料	45	
	中塗	塩化ゴム系中塗塗料	35	
	上塗	塩化ゴム系上塗塗料	30	
	ポリウレタン樹脂塗装			
	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)	
	一次プライマー	無機ジंकリッチプライマー	15	
	下塗1層	厚膜形無機ジंकリッチペイント	70	
	下塗2層	ミストコート	—	
	下塗3層	エポキシ樹脂下塗塗料	50	
	下塗4層	エポキシ樹脂MIO塗料	50	
	中塗	ポリウレタン樹脂中塗塗料	30	
	上塗	ポリウレタン樹脂上塗塗料	25	
	ルミフロン系ふっ素樹脂塗装			
	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)	
	一次プライマー	無機ジंकリッチプライマー	20	
	下塗1層	厚膜形無機ジंकリッチペイント	75	
	下塗2層	ミストコート	—	
	下塗3層	厚膜形エポキシ樹脂下塗塗料	60	
	下塗4層	エポキシ樹脂MIO塗料	60	
	中塗	常温硬化形ふっ素樹脂塗料	25	
	上塗	常温硬化形ふっ素樹脂塗料	25	
	外観経過	初期 / 2年2ヶ月 / 3年3ヶ月 / 6年8ヶ月 / 9年4ヶ月 / 13年10ヶ月 / 16年1ヶ月		

テストピース 16年の状況

テストピース ▼

2年2ヶ月(1988年10月撮影)



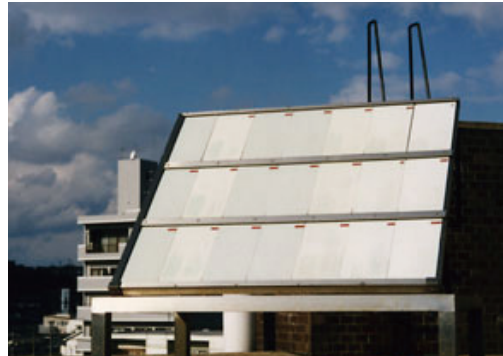
3年3ヶ月(1989年11月撮影)



6年8ヶ月(1993年4月撮影)



9年4ヶ月(1995年12月撮影)



13年10ヶ月(2000年6月撮影)



ふっ素樹脂塗装



ポリウレタン樹脂塗装



塩化ゴム系塗装



フタル酸樹脂塗装

16年1ヶ月(2002年9月撮影)



第一向山橋 19年の状況

橋梁名	常磐橋			
施工時期	1987年8月(ふっ素)、1986年8月(フタル酸)			
環境	山間			
新設/塗替	新設/塗替			
塗装仕様	ルミフロン系ふっ素樹脂塗装			
	区分	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)
	工場	素地調整	ブラスト処理(1種ケレン)	—
		一次プライマー	ジंकリッチプライマー	20
		二次素地調整	スweepブラスト処理	—
		下塗第1層	厚膜形ジंकリッチペイント	75
		下塗第2層ミストコート	ミストコート	—
		下塗第3層	厚膜形エポキシ樹脂下塗塗料	60
	現場	下塗第4層	エポキシMIO塗料	60
		中塗	常温硬化形ふっ素樹脂塗料	25
現場	上塗	常温硬化形ふっ素樹脂塗料	25	
比較塗装仕様	フタル酸樹脂塗装			
	区分	工程	処理・塗料等	膜厚(μm)
	工場	素地調整	ブラスト処理(1種ケレン)	—
		一次プライマー	無機ジंकリッチプライマー	20
		二次素地調整	スweepブラスト処理	—
		下塗第1層	鉛系錆止めペイント	35
		下塗第2層	鉛系錆止めペイント	35
	現場	中塗	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	30
		上塗	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	25
	外観経過	初期/2年2ヶ月/3年3ヶ月/6年8ヶ月/9年4ヶ月/13年10ヶ月/16年1ヶ月/18年11ヶ月/19年9ヶ月		

ルミフロン系ふっ素樹脂塗装 ▼

フタル酸樹脂塗装 ▼

2年2ヶ月(1988年10月撮影)



第一向山橋 19年の状況

ルミフロン系ふっ素樹脂塗装 ▼

フタル酸樹脂塗装 ▼

3年3ヶ月(1989年11月撮影)



6年8ヶ月(1993年4月撮影)



チョーキングが激しくなっています。
徐々にはく離が始まっています。

9年4ヶ月(1995年12月撮影)



第一向山橋 19年の状況

ルミフロン系ふっ素樹脂塗装 ▼

フタル酸樹脂塗装 ▼

13年10ヶ月(2000年6月撮影)



16年1ヶ月(2002年9月撮影)



下フランジ下面是全面に渡ってはく離が生じています。

18年11ヶ月(2005年7月撮影)



ポリウレタン樹脂塗装に2005年1月に塗替えられました。

第一向山橋 19年の状況

ルミフロン系ふっ素樹脂塗装 ▼

19年8ヶ月(2007年4月撮影)



とよみ大橋

橋梁名	とよみ大橋／比較橋 はりゅう橋
施工時期	
環境	海岸
新設/塗替	新設
塗装仕様	ふっ素樹脂塗装
比較塗装仕様	ポリウレタン樹脂塗装

ルミフロン系ふっ素樹脂塗装 ▼



ふっ素：外観良好。

ポリウレタン樹脂塗装 ▼



ポリウレタン：光沢良好。筋は汚れとされます。



添接部の一部にわずかに発錆が見られました。



添接部に一部錆が発生しています。

2006年10月撮影



ふっ素：光沢良好。



とよみ大橋

ポリウレタン樹脂塗装 ▼



ポリウレタン：一部錆が発生しています。

ライフサイクルコストの検証



ルミフロン系ふっ素樹脂塗装の性能とライフサイクルコスト(LCC)の低減効果について、主にポリウレタン樹脂塗装と比較しながら最近のデータ含め取りまとめをご紹介します。

ポリウレタン塗料との比較

LCCの低減効果、寿命予測、基礎的技術データを検討します。

コストダウン

塗替え費用、初期費用を含めてライフサイクルコストを比較するとふっ素樹脂塗装はポリウレタン樹脂塗装の1/2.35と低くなります。

環境への対応

塗膜が、外から受ける因子、環境へ与える因子を解説します。

期待耐用年数

ルミフロン系ふっ素樹脂塗装は、ポリウレタン樹脂塗料の2～3倍の耐用年数が期待されます。

比較アニメーション

塗装後0年～60年までの塗膜の変化を、アニメーションで比較します。

実橋試験でのLCC比較

実際に20年近く経過した橋梁で、LCCの比較をします。

ルミフロン系
ふっ素樹脂塗装の
バックデータ

- ・ 光沢保持率
- ・ 白亜化
- ・ 酸素の遮断効果
- ・ 粘弾性
- ・ インピーダンス
- ・ 分子量と主鎖切断
- ・ イソシアネートの切断
- ・ 耐酸性雨
- ・ ラジカル発生量

ライフサイクルコストの検証

ポリウレタン塗料との比較

■LCCの低減効果検討

塗膜期待耐用年数記載(一般環境)

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

推定年数についての根拠となるデータを、以下に示します。

これらのデータは15年以上の長期暴露試験を根拠としており、この結果を適用するに当たっては、使用されたふっ素樹脂塗料の種類やふっ素含有量を基礎にした技術的認識が必要と考えられます。

■寿命予測の検討 ※参考文献「重防食塗料ガイドブック(社)日本塗料工業会」

1) 塗膜の消耗速度

ふっ素樹脂塗膜の消耗速度検証の為、駿河湾海上ばく露10年後のサンプル板を切断し、初期からの塗膜消耗料を測定しました。塗膜の消耗は光沢低下が始まったときからと考え、誘導期間はふっ素樹脂塗膜が7年、ポリウレタン樹脂塗膜が2年としました。

測定した塗膜消耗料は1～1.3 μm でしたので、消耗速度は0.33～0.43 $\mu\text{m}/\text{年}$ となります。(過去の文献より)ポリウレタン樹脂塗膜、エポキシ樹脂塗膜は各々2 $\mu\text{m}/\text{年}$ 、10 $\mu\text{m}/\text{年}$ の値としました。

膜厚消耗量

塗膜の種類	ふっ素樹脂塗膜	ポリウレタン樹脂塗膜	エポキシ樹脂塗膜
膜厚減少度/年あたり	0.33-0.43 $\mu\text{m}/\text{年}$	2 $\mu\text{m}/\text{年}$	10 $\mu\text{m}/\text{年}$

※尚、ふっ素樹脂塗膜で同時に測定したチタンを含まない濃彩色では全く光沢低下も消耗も認められませんでした。

2) 塩素イオンの遮断効果

塗膜の防食性能を判断する上で、腐食因子である塩素イオンがどの程度遮断されているかの検証を行いました。検証方法は、駿河湾海上ばく露16年後のサンプル板を切断し、塗膜の断面の線分析を行い、塩素イオンの塗膜への浸透状態を観察しました。分析の結果、塩素イオンは無機ジंकリッチペイントや鋼材に達しておらず下塗～上塗塗膜によって遮断され続けていることが分かりました。

3) 無機ジंकリッチペイントに対する保護効果

無機ジंकリッチペイントの亜鉛粒子は犠牲陽極作用により鋼材を腐食から保護していますが、塗膜の防食性能を判断する上でこの亜鉛粒子が健全かどうかの検証を行いました。検証方法は、駿河湾海上ばく露16年後のサンプル板を切断し、電子顕微鏡にて亜鉛粒子の計上を観察しました。分析の結果、ばく露16年後も亜鉛粒子は初期の球状のまま消耗しておらず、健全であることが確認できました。

4) 期待される塗膜寿命

2)、3)の検証により、上塗塗膜が健全な間は防食性能も健全であることが確認できました。よって、期待される塗膜寿命は誘導期間+消耗速度から求めた年数となり、ふっ素樹脂塗装は60年、ポリウレタン樹脂塗装は18年と考えられます。

ライフサイクルコストの検証

ポリウレタン塗料との比較

■基礎的技術データの検討

1) ふっ素樹脂の構造

常温乾燥形の塗料用ふっ素樹脂には、以下の3種類があります。

ふっ素樹脂の種類

化学名	略号	構造の特徴
フルオロエチレンビニルエーテル (ルミフロンはこのタイプです。)	PFEVE	交互構造
フルオロエチレンビニルエステル	PFEVEs	非交互構造

2) ふっ素樹脂とポリウレタン樹脂の結合力の比較

ふっ素樹脂の主鎖結合エネルギーは均一で紫外線エネルギーよりも大きく自然光では原理的に分解しません。これに対し、ポリウレタン樹脂などの主鎖結合エネルギーは自然光の紫外線エネルギーより小さく自然光により切断分解して劣化してしまいます。

ふっ素樹脂、ポリウレタン樹脂の結合エネルギーと自然光のエネルギー

樹脂	主鎖結合	KJ/mol	主鎖以外の結合	KJ/mol
ふっ素樹脂	CF3-CF3	414	F-CF2-CH3	523
	CF3-CH3	424	CF3CH2-H	447
一般樹脂	CH3-CH3	379	CH3CH2-H	411

自然光の最大UV波長エネルギー 411KJ/mol

3) その他の比較項目

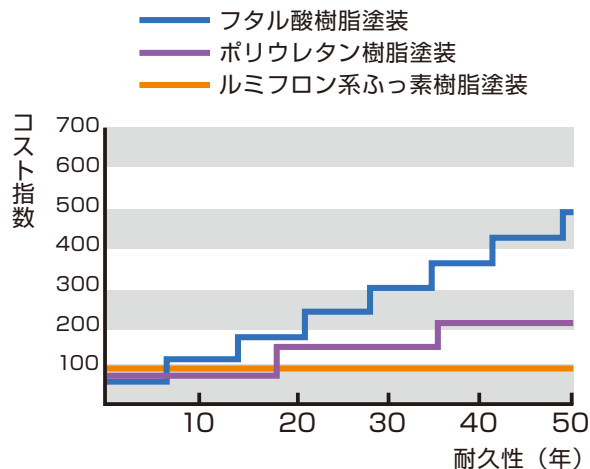
- ・ 光沢保持率
- ・ 粘弾性
- ・ イソシアネートの切断
- ・ 白亜化
- ・ インピーダンス
- ・ 耐酸性雨
- ・ 酸素の遮断効果
- ・ 分子量と主鎖切断
- ・ ラジカル発生量



ライフサイクルコストの検証

コストダウン

少数桁橋をモデルにルミフロン系ふっ素樹脂塗装、ポリウレタン樹脂塗装、フタル酸樹脂塗装の初期コストとライフサイクルコストを比較しました。ルミフロン系ふっ素樹脂塗装はポリウレタン樹脂塗装の100年で半分以下の1 / 2.35と低くなります。



■ 塗装の種類と初期費用およびライフサイクルコスト (円/㎡100年間)

初期塗装費用	ふっ素樹脂塗装	ポリウレタン樹脂塗装	ふっ素/ポリウレタン倍数	フタル酸樹脂塗料
管理費	¥757	¥715		¥321
下地プラスト	¥2,563	¥2,563		¥1,063
ジンクリッチペイント	¥1,405	¥1,405		¥309
エポキシ下塗り	¥1,991	¥1,991		¥902
中塗り	¥604	¥584		¥470
上塗り	¥1,002	¥605		¥470
合計	¥8,322	¥7,863	1.06倍	¥3,535
塗り替え費用(中・上塗)	ふっ素樹脂塗装	ポリウレタン樹脂塗装	ふっ素/ポリウレタン倍数	フタル酸樹脂塗料
足場	¥3,000	¥3,000		3,000
素地調整	¥515	¥515		¥680
下塗り				¥470
中塗り	¥585	¥580		¥470
上塗り	¥920	¥600		¥470
塗り替え費用/1回	¥5,020	¥4,695		¥5,090
100年間での塗り替え回数	(1)	(5)		(14)
100年間の塗り替え費用	¥5,020	¥23,475		¥71,260
100年間でのライフサイクルコスト	ふっ素樹脂塗装	ポリウレタン樹脂塗装	ふっ素/ポリウレタン倍数	フタル酸樹脂塗料
初期費用+塗り替え費用	¥13,342	¥31,338	1/2.35倍	¥74,795
1上部工施工費の価格	ふっ素樹脂塗装	ポリウレタン樹脂塗装	ふっ素/ポリウレタン倍数	フタル酸樹脂塗料
上部工費用(塗装除く)	¥262,952	¥262,952		¥262,952
部工(少数桁橋例)合計	¥271,274	¥270,815	1.0017倍	¥266,487

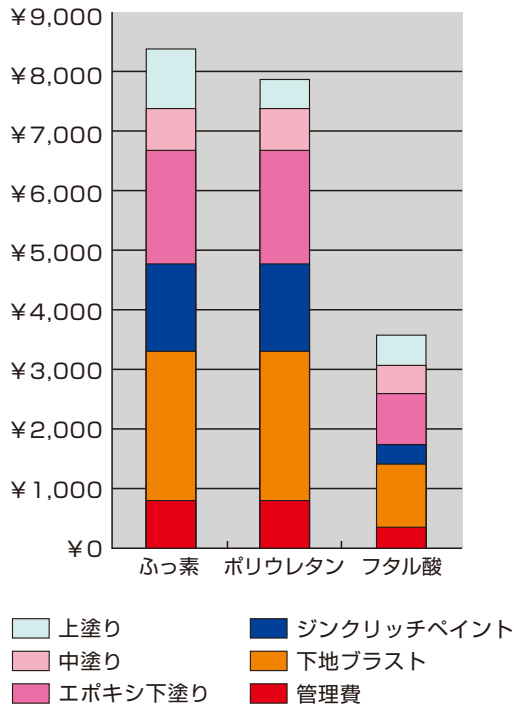
ふっ素樹脂塗装はポリウレタン樹脂塗装に比べて、初期の材料施工費での塗装費用は約500円/㎡(6%)の差で、さらに上部工の製作全体からすると0.17%の差でありますが、寿命は3倍となっています。

塗り替え費用、初期費用を含めてライフサイクルコストを比較するとふっ素樹脂塗装はポリウレタン樹脂塗装の1/2.35と低くなります。

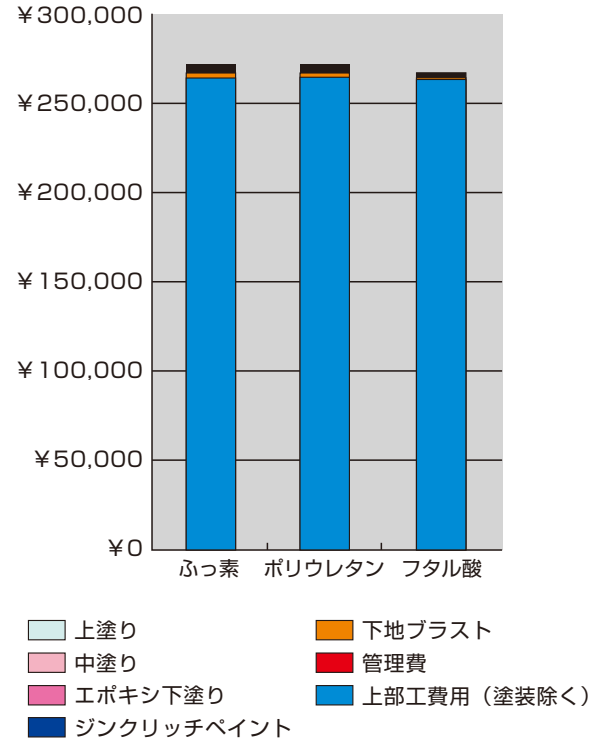
ライフサイクルコストの検証

コストダウン

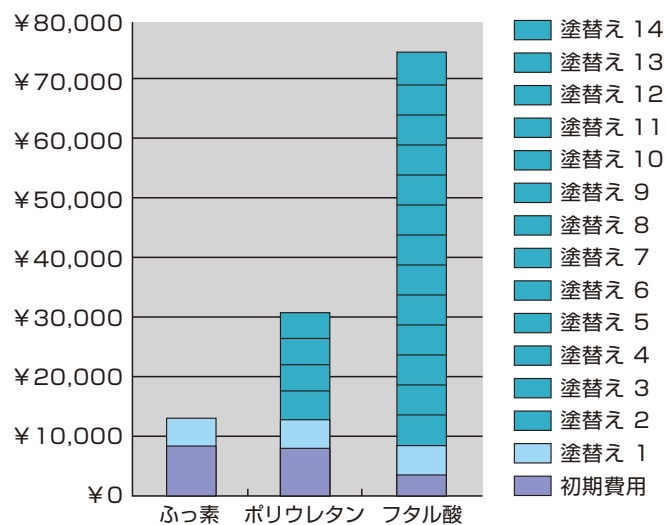
塗装費用 (円/m²)



上部工費用 (円/m²)



100年間の初期および塗り替えを含む
トータル塗装ライフサイクルコスト



ライフサイクルコストの検証

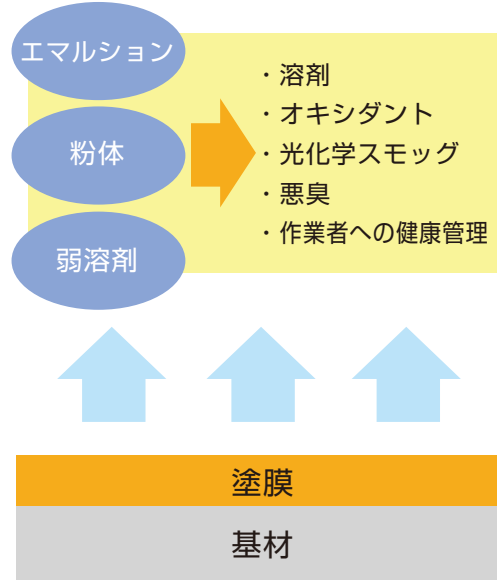
環境への対応

環境からの因子と塗膜の役割



意匠、基材の長期保護
社会環境の保全

塗料の環境への因子



省溶剤、省エネ
自然環境の保全

ライフサイクルコストの検証

耐用年数

■ トータル仕様での耐久性比較 (防食性含む)

景観維持、防食維持の期待耐用年数

環境	仕様	景観維持	防食維持
一般環境	ポリウレタン樹脂塗装	18年	60年
	ふっ素樹脂塗装	60年	105年
腐食環境(参考)	ポリウレタン樹脂塗装	12年	40年
	ふっ素樹脂塗装	45年	70年

ふっ素樹脂塗装はポリウレタン樹脂塗装と比較して・・・

一般環境では 景観年数 **3.3** 倍
防食年数 **1.75** 倍 となります

※主に塗膜全体の消耗年数から計算

景観：上塗塗膜減少度から

防食：全塗膜減少度から

ライフサイクルコストの検証

ふっ素樹脂塗料とポリウレタン塗料の比較



0年



ふっ素樹脂塗料



ポリウレタン樹脂塗料

3年



ふっ素樹脂塗料



ポリウレタン樹脂塗料

表面があれて、光沢が下がってくる。

8~12年



ふっ素樹脂塗料



ポリウレタン樹脂塗料

表面樹脂劣化で、光沢がなくなり色あせ、表面積も大きくなり、劣化因子が塗膜に進入するようになる。

15~20年



ふっ素樹脂塗料



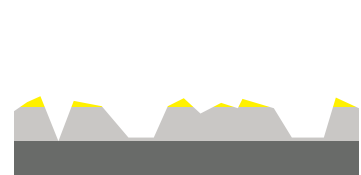
ポリウレタン樹脂塗料

上塗り塗膜が消滅し、中塗り、下塗りのエポキシ樹脂塗膜が消滅し、ジンクリッチペイントの劣化が始まる。

30~60年



ふっ素樹脂塗料



ポリウレタン樹脂塗料

錆びが出てくる。

ライフサイクルコストの検証

実橋試験でのLCC比較

■常盤橋でのLCC比較

工程・適用	ケレンと塗料 および塗装	塗膜	使用量	塗料費用	人件費	工程費用	
		($\mu\text{m}/\text{回}$)	(g/m^2)	($\text{円}/\text{m}^2$)	($\text{円}/\text{m}^2$)	($\text{円}/\text{m}^2$)	
旧塩化ゴム系塗装	素地調整	3種ケレン			1,210	1,210	
	下塗り1	鉛系さび止めペイント	35	140	67	386	453
	中塗り2	塩化ゴム系塗料中塗	35	170	110	600	710
	上塗り	塩化ゴム系塗料中塗	30	150	101	600	701
	塗装小計	($\text{円}/\text{m}^2$)			278	2,796	3,074
	足場費	($\text{円}/\text{m}^2$)				3,297	
	総合計	($\text{円}/\text{m}^2$)			6,371		
	塗替え	(年)				8	
	年当りコスト	($\text{円}/\text{m}^2\text{年}$)					796
常盤橋ふっ素樹脂塗装	素地調整	3種Bケレン			1,210	1,210	
	下塗り1	変性エポキシ樹脂下塗	40	160	360	643	1,003
	下塗り2	変性エポキシ樹脂下塗	40	160	360	643	1,003
	中塗り	ふっ素樹脂塗料用中塗	25	120	502	600	1,102
	上塗り	ふっ素樹脂塗料上塗	25	120	502	600	1,102
	塗装小計	($\text{円}/\text{m}^2$)			1,724	3,696	5,420
	足場養生費	($\text{円}/\text{m}^2$)			3,957		
	総合計	($\text{円}/\text{m}^2$)				9,377	
	現時点耐久年	(年)	良好な状態はつづくと考えられる				>18
年当りコスト	($\text{円}/\text{m}^2\text{年}$)					521	

常盤橋現時点での初期費用とライフサイクルコスト (LCC) の評価結果

項目	単位	ふっ素	塩化ゴム系	ふっ素/塩化ゴム(%)
上塗り	($\text{円}/\text{m}^2$)	502	101	497
塗料全体	($\text{円}/\text{m}^2$)	1,724	278	620
人件費	($\text{円}/\text{m}^2$)	3,696	2,796	132
足場費	($\text{円}/\text{m}^2$)	3,957	3,297	120
費用合計	($\text{円}/\text{m}^2$)	9,377	6,371	147
耐久年数	(年)	>18	8	>225
年コスト	($\text{円}/\text{m}^2$)	521	796	<65

ライフサイクルコストの検証

実橋試験でのLCC比較

■第一向山橋でのLCC比較

項目(単位：円/m ²)		ふっ素樹脂塗装仕様	フタル酸樹脂塗装仕様 (10年で塗り替えと仮定)
初期	ケレン費用	4,745	4,745
	塗料	1,745	357
	人件費	4,339	2,222
	足場	4,946	4,946
	小計	15,775	12,270 (10年)
塗替	ケレン費用	—	1,210
	塗料	—	245
	人件費	—	1,972
	足場	—	4,946
	小計	—	8,373
トータル		15,775	
経過年数		>16年	16年
年間当りコスト		986	1,290

ふっ素の費用比率	76%
----------	-----

その他のバックデータ



ルミフロンの優れた性能とライフサイクルコスト(LCC)の低減効果は、さまざまな実験データにより裏付けされています。以下に代表的なデータをご紹介します。

光沢保持率

暴露試験、促進試験での光沢保持率をグラフで示します。

白亜化

駿河湾海上暴露試験、国交省中国地方整備局、中国技術事務所屋上暴露試験の結果を示します。

酸素の遮断効果

ふっ素樹脂の塗膜は透過率の変化が少なくなっています。

粘弾性

下地を守る強度の保持力が長期にわたり維持されることを示しています。

インピーダンス

耐候性試験後のインピーダンスの低下傾向について各種防食のシステムで比較しました。

分子量と主鎖切断

主剤の樹脂・塗料について硬化剤を配合せずに成膜し暴露前後の分子量の変化を追跡しました。

イソシアネートの切断

1000時間までの暴露で架橋したイソシアネートの切断の発生をアミドⅡの減少でみた報告です。

耐酸性雨

10%硫酸をスポットしたあとの塗膜状態を、アクリルメラミンとふっ素メラミンで比較しました。

ラジカル発生量

分解の開始点とされるラジカル発生の程度をESRによって検知した結果です。

光沢保持率

各種の暴露試験での光沢保持率を示します。

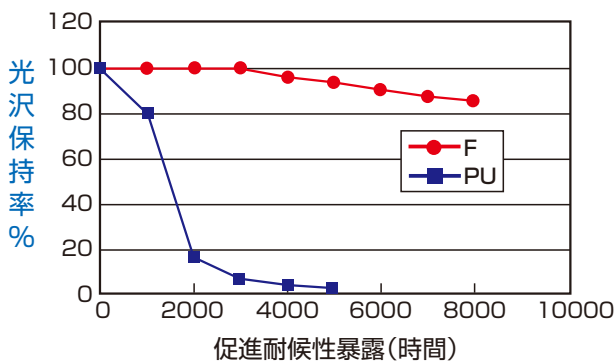
EMMAQUA試験での200万lysの暴露光量は東京20年分の紫外線の量といわれています。

またメタハラはサンシャインウエザーメーターの約12倍、自然暴露100倍の促進性を持つといわれています。

F：ふっ素樹脂塗膜 PU：ポリウレタン樹脂塗膜

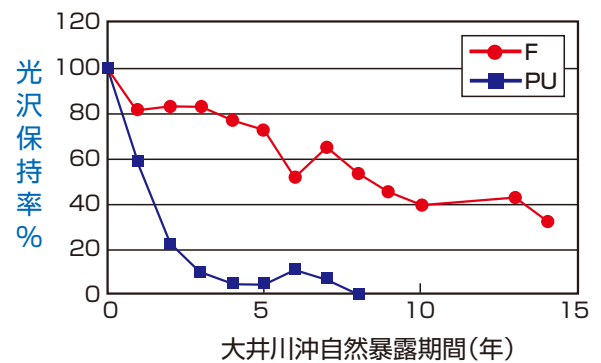
サンシャインウエザーメーター試験

促進耐光試験 結果(8000時間まで)



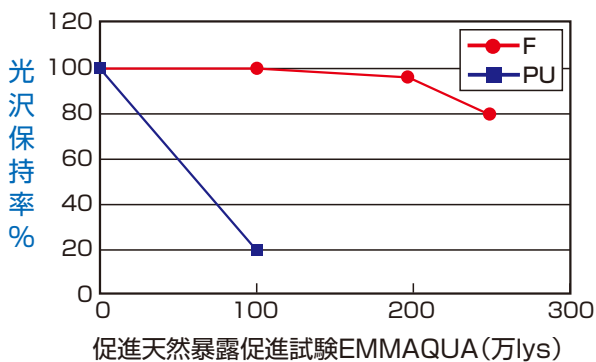
駿河湾海上暴露15年(大井川沖)

屋外自然暴露試験 結果(海上15年)



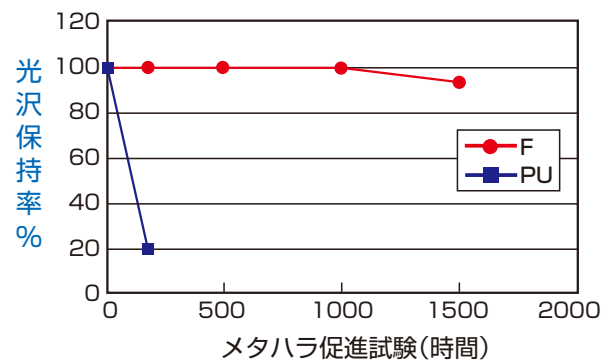
EMMAQUA試験

EMMAQUA天然暴露促進試験結果(250万Lys)



メタハラ促進試験

メタハラ試験結果



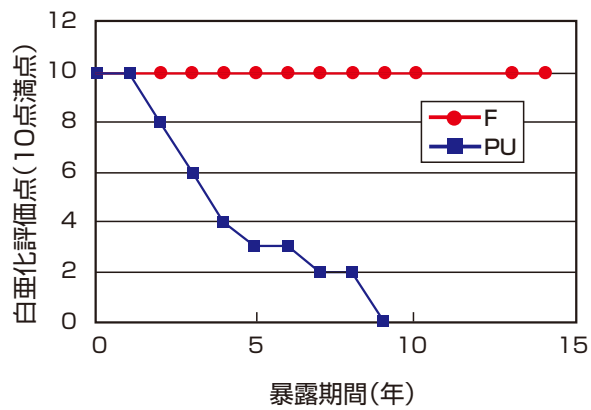
白 亜 化

駿河湾海上暴露試験、中国技術事務所屋上暴露試験の結果を示します。

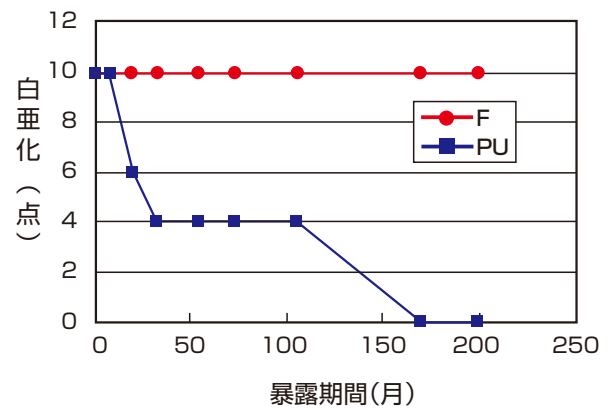
ふっ素樹脂塗装では15年で両場所ともふっ素樹脂塗膜の白亜化の点数は10点であり白亜化は発生していません。それに対しポリウレタン樹脂塗装では10年前後で0点となっています。

F：ふっ素樹脂塗膜 PU：ポリウレタン樹脂塗膜

駿河湾海上暴露15年(大井川沖)



広島暴露試験



酸素の遮断効果

暴露前後の酸素透過係数の変化を示します。
 ふっ素樹脂の塗膜は透過率の変化が少なくなっています。
 これは、酸素の腐食因子を長期に遮断する能力をもっていることを示します。

酸素 (O₂ガス)透過係数の変化(クリアー 25μイソシアネート硬化)

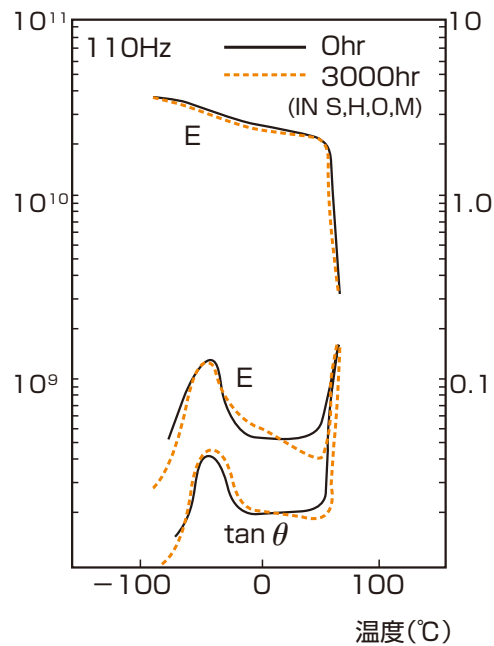
照射時間	初期	5000時間後
F : ふっ素樹脂塗膜	3.4×10^{-15}	3.2×10^{-15} 変化なし
PU: ポリウレタン樹脂塗膜	2.0×10^{-14}	(2000時間で) 破れ

(単位 : $\text{m}^3 \cdot \text{m} / \text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kPa}$)

粘弾性

ふっ素樹脂塗膜はサンシャインウエザーメーター照射3000時間前後で機械的な弾性率、複素弾性率、減衰率がほとんど変わりません。

下地を守る強度の保持力が長期にわたり維持されることを示しています。



機械強度の耐久性

インピーダンス

インピーダンスの低下傾向

耐候性試験後のインピーダンスの低下傾向について各種防食のシステムで比較しました。

試験システムの種類を表1に示します。耐候性試験後のインピーダンスの低下傾向の結果を図1に、期待される防食性の保持期間の相対的比較を表2に示します。

これによると上塗りがふっ素になるだけでシステムはポリウレタンの2.2倍となり、防錆効果の指標とされるインピーダンスの低下が抑制されることが理解できます。

表1 耐候性試験後のインピーダンスの変化測定用の塗装システム

上塗り	中、下塗り	膜厚(μ)
ふっ素樹脂塗膜	有機ジンク/エポキシ2回	250-280
ポリウレタン樹脂塗料	有機ジンク/エポキシ2回	280-300
塩化ゴム系塗料	有機ジンク/エポキシ1回/塩化ゴム中	180-230
フタル酸(アルキド)樹脂塗料	さび止め/フタル酸中	100-130

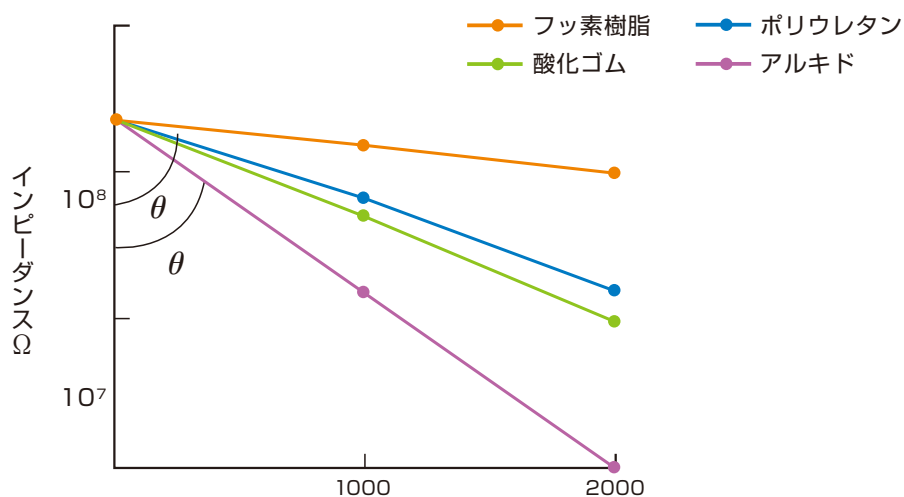


図1 インピーダンスの低下傾向

表2 防食性の保持期間の相対比較

上塗りシステム	$\tan \theta$	倍率
ふっ素樹脂塗膜	5.7	2.2
ポリウレタン樹脂塗料	2.6	1.0
塩化ゴム系	1.8	0.75
フタル酸(アルキド)樹脂	1.3	0.5

分子量と主鎖切断

屋外暴露後の分子量分布変化と主鎖切断(暴露場所：北備讃瀬戸大橋ピアNO4)

主剤の樹脂・塗料について硬化剤を配合せずに成膜し暴露前後の分子量の変化を追跡しました。平均分子量の変化を表1に、そのときのGPCのチャートを図1-4に示します。分子量の変化・分散の値について以下の通りです。ポリウレタンクリアーは主鎖切断により、全体に著しい分子量低下が観測されました。初期の分子量Mnは1/6にまでに分解し、3年の暴露で分子がオリゴマーまで分解していると思われます。ポリウレタンエナメルでは肩の部分の高分子量のポリマーが著しく劣化し消失、低分子に移行し、MWで1/4まで分子量低下しています。ポリウレタンではクリアー・エナメル双方とも分解して著しく低分子量化する方向であした。ふっ素クリアー・エナメルともに著しい分子量変化は違いはなく、ほとんど劣化が認められませんでした。

表1 屋外暴露後の分子量分布の変化

	ふっ素クリアー		ふっ素エナメル		ポリウレタンクリアー		ポリウレタンエナメル	
	0年	3年	0年	3年	0年	3年	0年	3年
Mn	9.000	8.400	7.500	7.800	3.600	600	3.300	3.500
Mw	41.300	56.300	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・・・ $\bar{M}_n = \frac{\sum_{\mu=1}^{\infty} M_{\mu} n_{\mu}}{\sum_{\mu=1}^{\infty} n_{\mu}}$ それぞれの分子量の量総和を分子の数で除したもの。

Mw：重量平均分子量・・・ $\bar{M}_w = \frac{\sum_{\mu=1}^{\infty} M_{\mu}^2 n_{\mu}}{\sum_{\mu=1}^{\infty} M_{\mu} n_{\mu}}$ 分布中の分子量の重量のどの分子量のものが多いを強調した指数

Mw/Mn：分散・・・・・・・・・・ 分子量の広がりを表す。

図1 ふっ素クリアー分子量分布

実線：0年
破線：3年曝露品

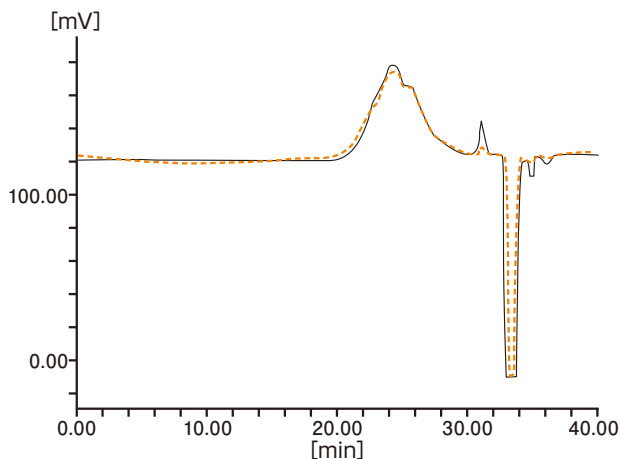


図2 ふっ素エナメル分子量分布

実線：0年
破線：3年曝露品

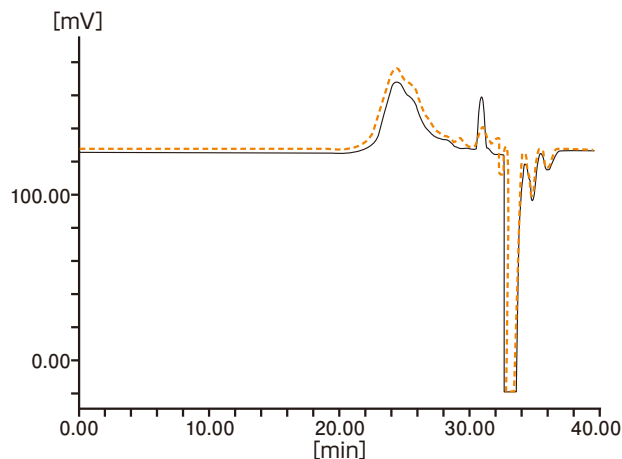


図3 ポリウレタンクリアー分子量分布

実線：0年
破線：3年曝露品

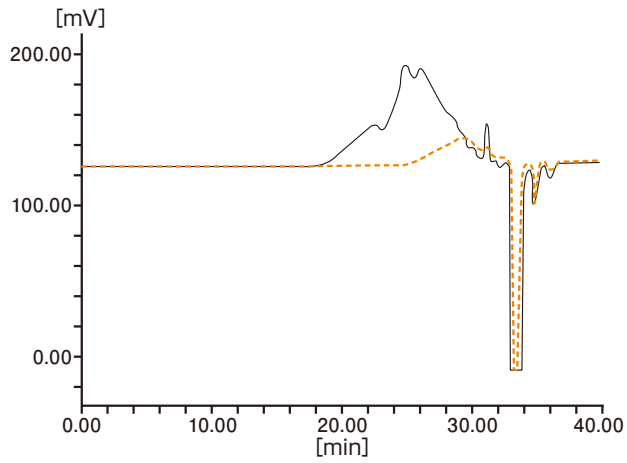
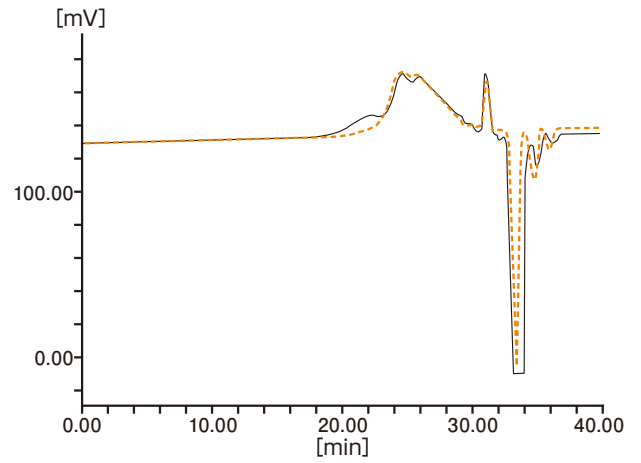


図4 ポリウレタンエナメル分子量分布

実線：0年
破線：3年曝露品



イソシアネートの切断

イソシアネート架橋点の切断劣化

サンシャインウエザーメーターで1000時間までの暴露で架橋したイソシアネートの切断の発生をアミドIIの減少でみた報告があります。

図1にフッ素樹脂塗膜のIR

図2にポリウレタンのIRの変化

図3にアミドIIの残率の結果を示しました。

イソシアネートの配合量と種類はまったく同じですが、フッ素樹脂へ配合されたほうが残存率は大きく、フッ素樹脂はあたかも配合された硬化剤の耐候性を向上させるような働きに見えます。これはラジカル発生をフッ素樹脂が抑制するからだと思われます。

図1 フッ素樹脂塗膜のIR

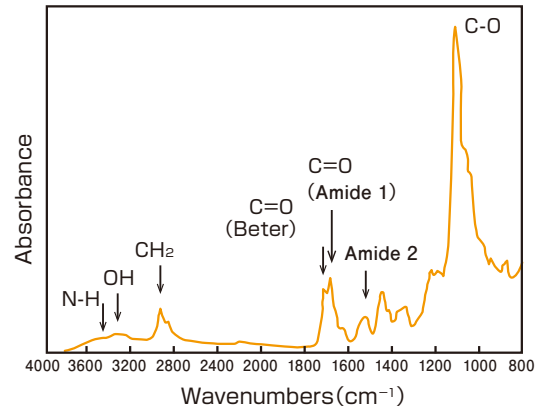


図2 ポリウレタンのIRの変化

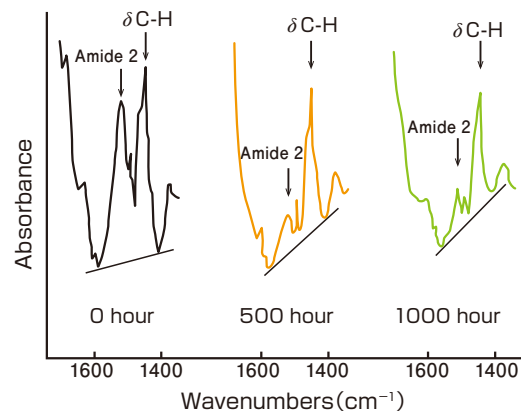
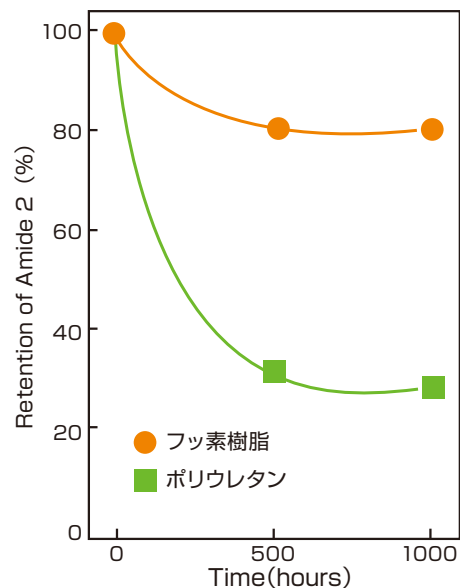
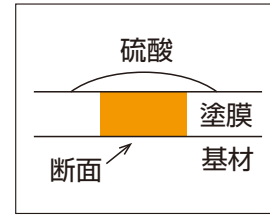


図3 イソシアネートのアミドIIの残率



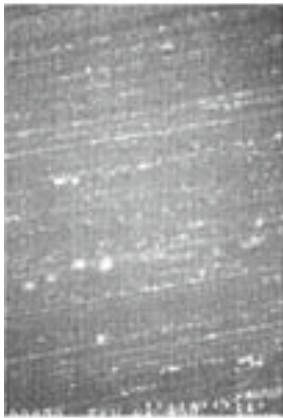
耐酸性雨

10%硫酸をスポットしたあとの塗膜状態の断面写真です。
 アクリルメラミンとふっ素メラミンと比較しました。
 アクリルではスポンジ状に劣化しているのに対し、ふっ素樹脂塗膜では
 変化なくメラミンの硬化剤は保護されています。

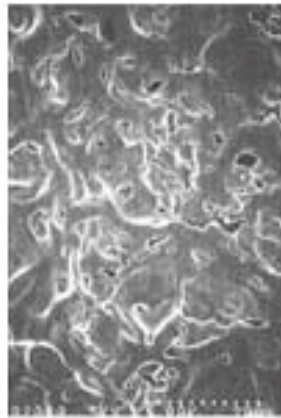


10%硫酸スポット後(70°C×1時間)の塗膜 ふっ素メラミンとアクリルメラミンの比較

表面

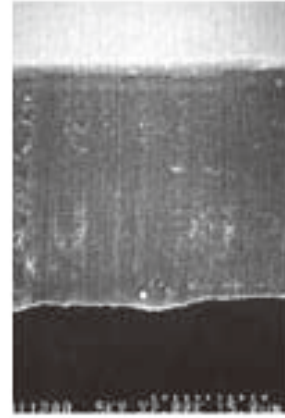


ふっ素表面：
変化なし

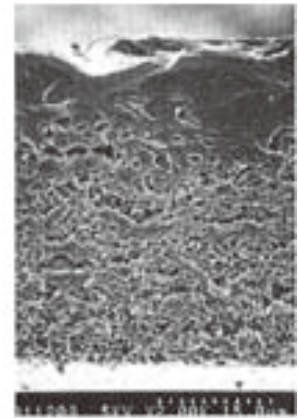


アクリル表面：
穴が空いている

断面



ふっ素表面：
変化なし



アクリル表面：
スポンジ状に劣化している

ラジカル発生量

分解の開始点とされるラジカル発生をESRによって検知した。結果を図1に示します。アクリルをブレンドした場合、アクリルが多くなれば多くなるほどラジカルが多く発生するのがわかります。暴露試験でも同様に耐候性は低下します。(図2、3)

図1 ESRによるラジカル量の測定

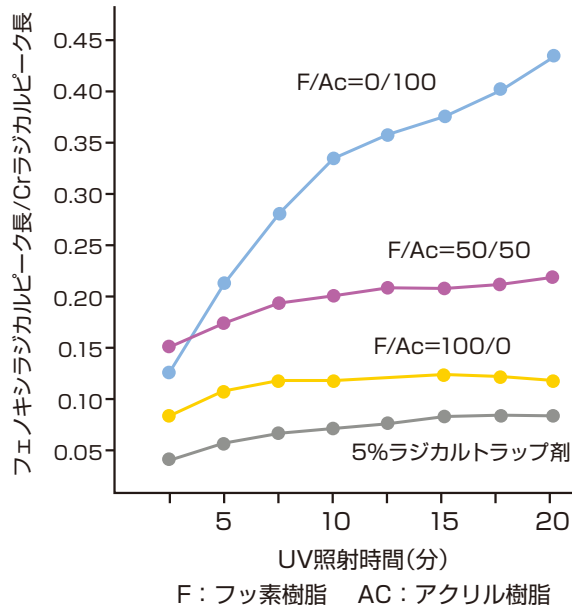


図2 促進耐候性試験

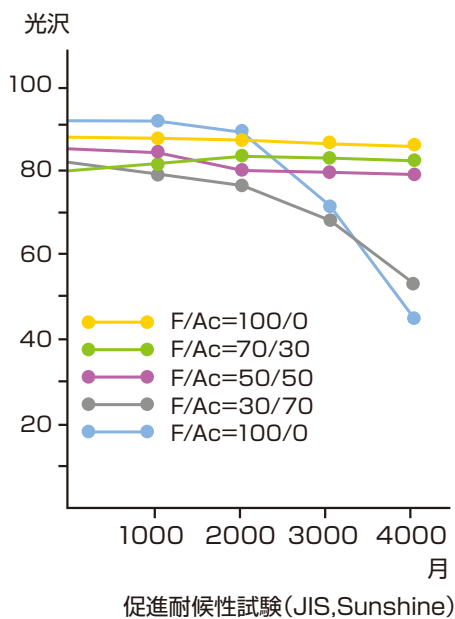
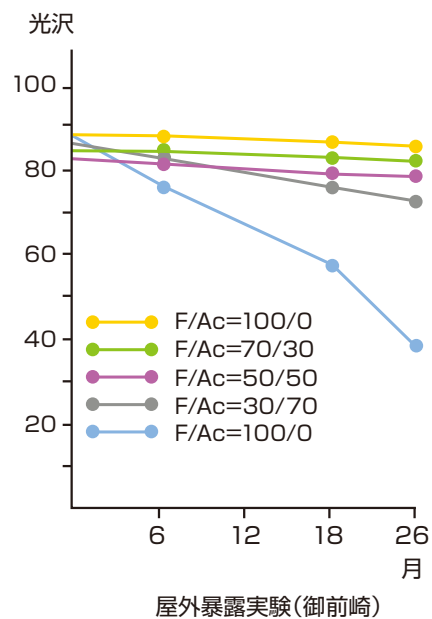


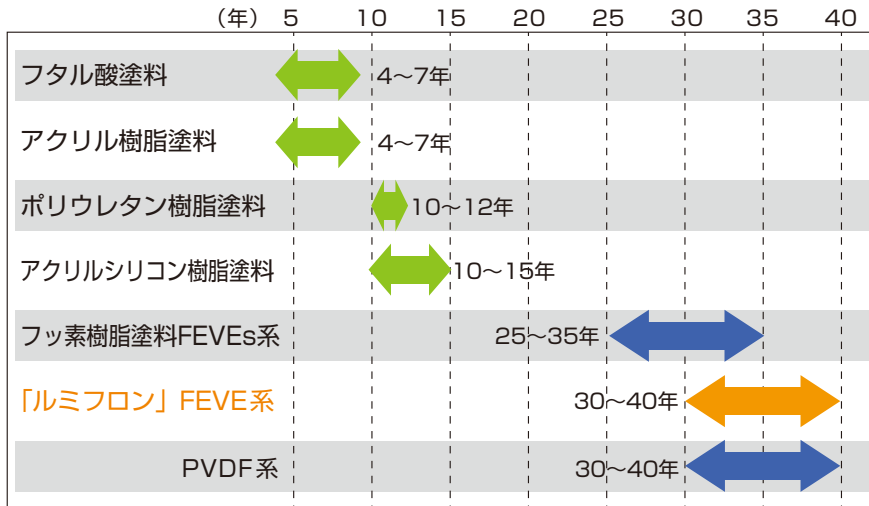
図3 屋外暴露試験



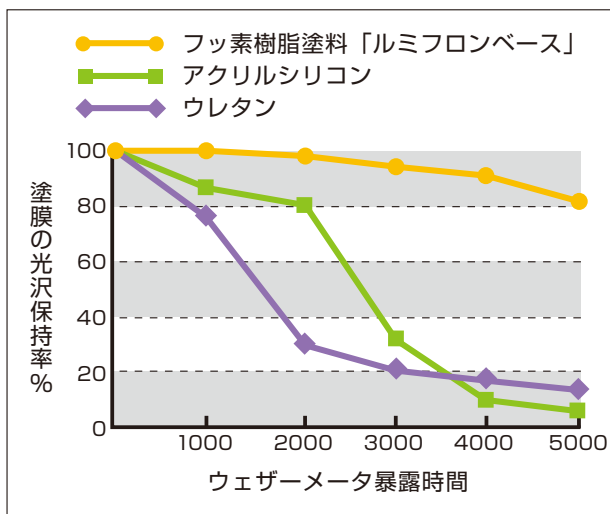
だからルミフロン

1 塗料の塗り替え寿命

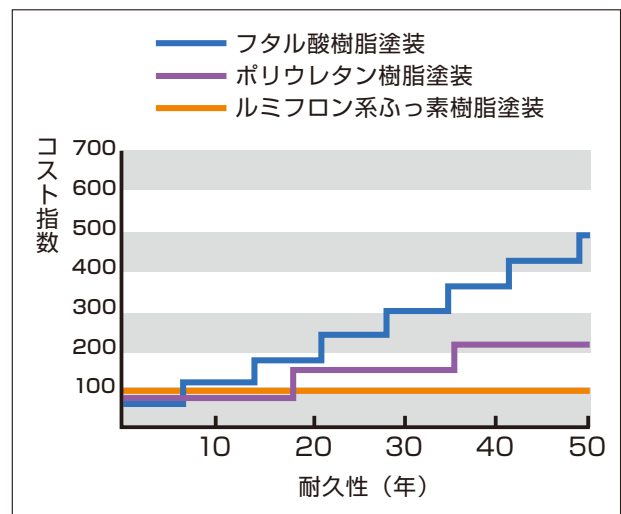
中・上塗りシステムに使用される塗料の塗り替え寿命は、ふっ素樹脂塗料がずば抜け優れており、ふっ素樹脂塗料の中でも分子構造で分けると、**FEVE系(ルミフロン)**、PVDF系が優れています。



2 塗料の促進耐候性試験



3 総合経済比較



4 塗料用ふっ素樹脂塗料の種類と特徴

ルミフロンは、3F系のFEVEの構造からなり、塗料化においてバランスのとれた樹脂であり、総合的に評価が高いことがわかります。20年15万件以上の実績がその証です。

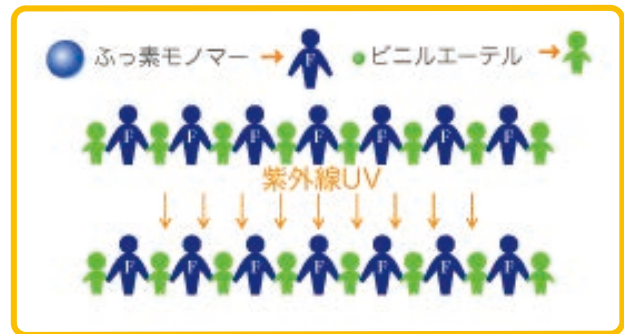
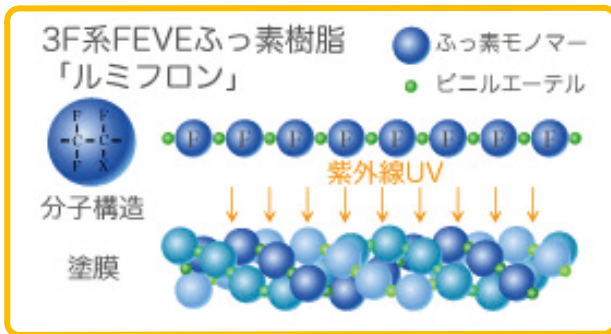
構造式	乾燥温度	顔料分散性	リコート性(補修性)	色彩の幅	価格	耐候性	作業性
3F系FEVE	常温~高温	◎	◎	◎	○	◎	◎
3F系FEVEs	常温~高温	◎	◎	◎	○	○	◎
4F系FEVEs	常温~高温	○	○	◎	○	○	○
2F系PVDF	高温	○	△	△	◎	◎	工場塗装のみ

だからルミフロン

塗料用ふっ素樹脂塗装のイメージグラフィック

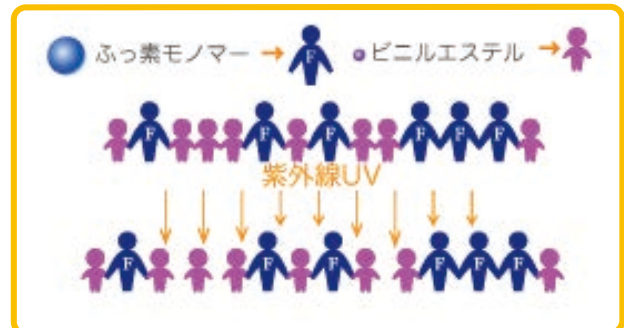
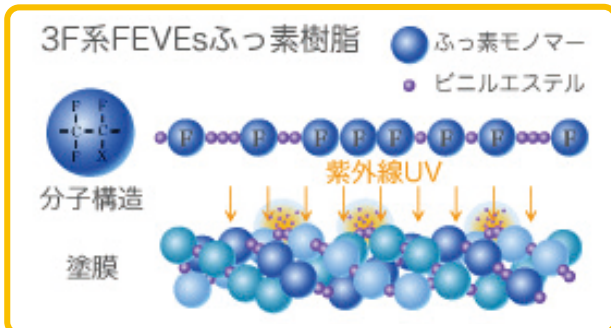
ふっ素樹脂の特徴の高耐候性は、ふっ素モノマーのC-F結合エネルギーの大きさが、紫外線エネルギーより大きいことから得られるものです。下図のグラフィックの球体の大きさは、結合エネルギーの大きさをイメージしています。また、右図は結合エネルギーの大きさを大人と子供で表現しています。

■3F系FEVE「ルミフロン」

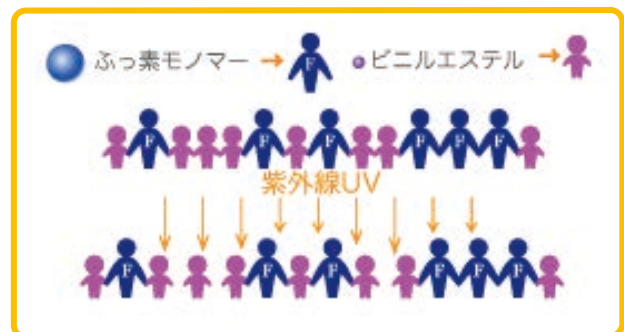
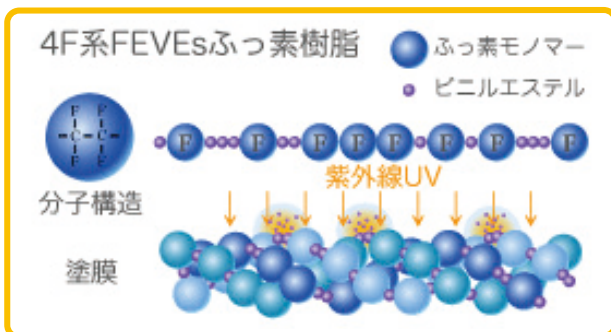


3F系FEVEふっ素樹脂「ルミフロン」は、ふっ素モノマーと塗料化に必要な他モノマーとが**規則的に交互配列**を作る樹脂です。つまり、紫外線に弱いビニルエーテルは紫外線に強いふっ素モノマーに守られています。ふっ素モノマーとビニルエーテルを大人・子供で表現すると、子供が手を離さないように大人は子供の手をしっかり握っているのです。

■3F系FEVEsふっ素樹脂



■4F系FEVEsふっ素樹脂



3F系、4F系FEVEsのふっ素樹脂はふっ素樹脂モノマーとビニルエステルの**交互性がFEVEふっ素樹脂より低い**ことから、一部でビニルエステルどうしの結合部で紫外線エネルギーによる破壊が発生します。

鋼道路橋塗装・防食便覧 改訂!

鋼道路橋塗装・防食便覧（以下、新便覧と示します。）

発売日：平成18年2月7日

発行日：平成17年12月26日

新更新の構成

	ページ数
第Ⅰ編 共通編	73
第Ⅱ編 塗装編	173
第Ⅲ編 耐候性鋼材編	74
第Ⅳ編 溶融亜鉛めっき編	75
第Ⅴ編 金属溶射編	68



新便覧の主旨・背景 ▶

社会資本の維持、LCC低減の為に耐久性向上技術を基本としております。

耐久性向上の手段 ▶

各防食法において耐久性となる手段を示しております。

詳細データ

- ・ 新便覧の基本塗装仕様
 - ・ 溶融亜鉛めっき面
 - ・ コンクリート面の塗装
 - ・ 耐候性鋼材への塗装
 - ・ 金属溶射の塗装仕様の例
- ▶

鋼道路橋塗装・防食便覧 改訂!

新便覧の主旨

1. 鋼道路橋の**耐久性向上**を図り、健全な道路資産の形成と合理的な保全を実現させる。
2. 塗装仕様は、厳しい腐食環境に耐え、**耐久性に優れた塗装系**を基本とする。
3. 橋の機能消失による社会経済的損失を防ぐ為、またライフサイクルコスト(以下、LCCと示します。)低減の為、**新設橋も既設橋も可能な限り延命化を行う**。
4. 腐食による損傷を防止して**耐久性の向上**を図ることが極めて重要である。
5. 塗装以外の防食技術(耐候性鋼材、溶融亜鉛めっき、金属溶射)も取り纏める。

以上のように**耐久性の向上**を強調しております。

※まえがきには「耐久性」という言葉が3度も記されています。

新便覧の背景

補修が必要な高齢化した橋梁が急増する為、新便覧で高耐久性技術を示すことでLCC低減を行い、継続的かつ適切な維持管理費を確保し、健全な社会資本を維持していく必要があります。

高齢化する橋梁の増加

※橋梁数は高度成長期に急増し、50年以上の橋梁が今後膨大な量となります。(図-1,図-2参照)

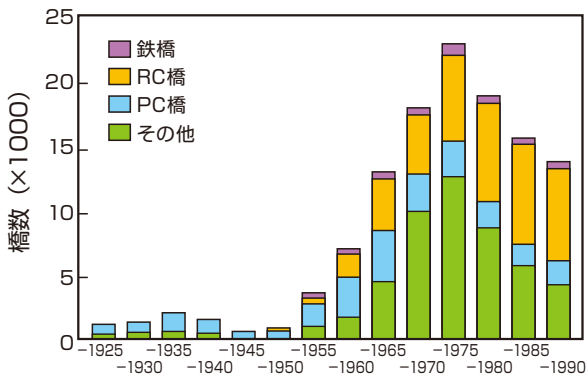


図-1 建設年次別橋梁数

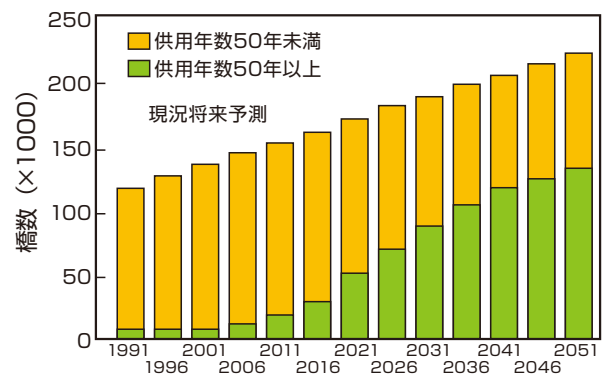
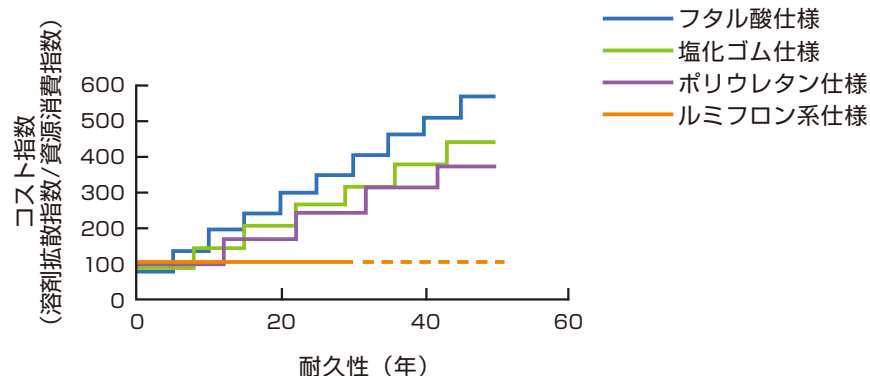


図-2 全橋梁数と老朽化橋梁数の予測

重防食塗装系(上塗ふっ素)のライフサイクルコストの低減



鋼道路橋塗装・防食便覧 改訂!

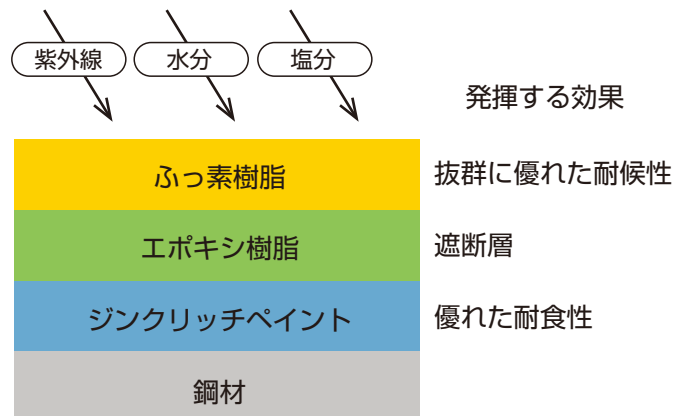
耐久性向上の手段

【第Ⅱ編 塗装】

改訂前の便覧では架設環境別に塗装系を分類していましたが、新便覧ではLCC低減を考慮して、どの環境でも長期耐久性の「ふっ素樹脂塗装仕様」の適用を基本としております。

新便覧の塗装系の基本

1. 上塗り塗料には(新設/塗替共に)耐候性の優れたふっ素樹脂塗料を用いる。
2. ジンクリッチペイントなどを防食下地とした『重防食塗装系』を基本に考える。
3. 塗替え塗料の溶剤は光化学スモッグの発生が少ないとされる弱溶剤形とする。
4. 塗装コスト削減の為、塗り重ね回数を減らした厚膜の塗装系を検討する。
5. 鉛やクロムなどの有害重金属、発癌性の疑いのあるタールを含有する塗料は使用しない。
6. 塗装データベースを作成して合理的・効率的に塗膜を維持管理する。



[塗料仕様はこちら](#)



鋼道路橋塗装・防食便覧 改訂!

新便覧の基本塗装仕様

【鋼橋への外面用塗装仕様】

■新設 C-5 塗装系

⇒ ページII-32 表-II.2.2 を参照下さい。

- ・ポリウレタン樹脂塗料、塩化ゴム系塗料は今回削除されております。
- ・例外適用として一般環境に架設する場合で特にL C Cを考慮しなくて良い橋梁や20年以内に架け替えが予定されている場合は「A-5 塗装系」を使用してもよいとしています。

■塗替え R c-I 塗装系

⇒ ページII-95 表-II.7.1 を参照下さい。

基本的に防食層をブラストによりさび止め塗料を除去しジンクリッチペイントとして長寿命化を計っています。旧塗膜が、「フタル酸樹脂塗料」、「塩化ゴム系」などの『一般塗装系』の防食層として「錆び止め塗料」のA、B、a、b、c系の場合に適用します。

【その他の塗替塗装系】

■塗替え R c-III 塗装系

⇒ ページII-95 表-II.7.2 を参照下さい。

旧塗膜がA、B、a、b、c系の場合で工事上の制約によってブラストできない場合に適用します。耐久性はR c-I系に比べて大幅に劣ると記載されています。(防食層がさび止め塗料の為)

■R c-IV 塗装系

⇒ ページII-95 表-II.7.3 を参照下さい。

旧塗膜がC、c系の場合で、旧塗膜に欠陥がなく美観を改善するために行われます。

【鋼橋に対するその他の注意事項】

1. 上記のほか外面塗装系では 新設A-5、塗替えR c-II、R a-IIIなど、また内面用塗装系などここには挙げてありませんので詳細は「便覧」をご確認ください。
2. 塗装以外に耐候性鋼材、溶射、めっきなどの防食技術も記述されております。
3. Rは塗替えの頭文字(Repaint)以降を塗装系の太文字は新設仕様、小文字は塗替仕様を示します。
4. cはポリウレタン樹脂あるいはふっ素樹脂による3種以下の下地処理によるフタル酸樹脂塗料、塩化ゴム系などの塗替え塗膜であることを意味するので下塗りの防食層は通常、一般塗装系としてのさび止め塗料となっています。

今回、耐候性鋼材への塗装、コンクリート面への塗装、溶融亜鉛めっき面の塗装、金属溶射への塗装、が新たに記述されました。

耐候性鋼材への塗装

■新設 保護性さびが形成されないと考えられる外側面、部位に対する仕様

⇒ ページIII-23 表-III.2.4 を参照下さい。

■塗替え 架設地点の環境が良好でない場合や層状はくりさびの発生原因の特定が困難な場合等に対する補修対策

⇒ ページIII-60 表-III.6.6 を参照下さい。

熔融亜鉛めっき面の塗装(ZC-1)

■新設 景観調和、補修困難な構造物、厳しい腐食環境に対する場合の塗装の仕様

⇒ ページIII-39 表-II.2.6 を参照下さい。

金属溶射の塗装仕様の例

■新設 景観調和、厳しい腐食環境に対する場合の塗装の仕様

⇒ ページII-40 表-II.2.8 を参照下さい。

コンクリート面への塗装仕様

■高欄、地覆などの遮塩、塩害劣化防止。中性化、アルカリ骨材反応抑制、景観要請などでの塗装の場合。
コンクリート部材に多少のひび割れを生ずる恐れのある場合は柔軟型を用いる。

⇒ ページII-42 表-II.2.9 (CC-A)、表-II.2.10 (CC-B)を参照下さい