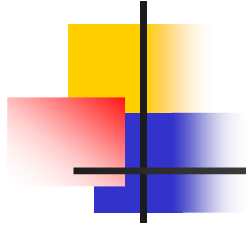




平成27年度佐賀県建設支援機構研修会

鋼橋塗装の現状 と 長寿命化の取組み

一般社団法人 日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会



鋼橋の現状

16万橋 / 15m < 道路橋

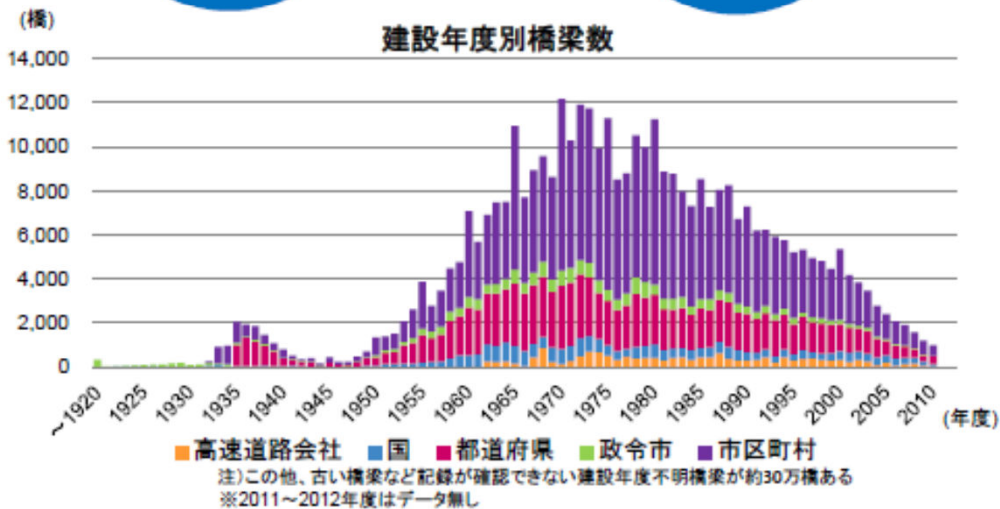
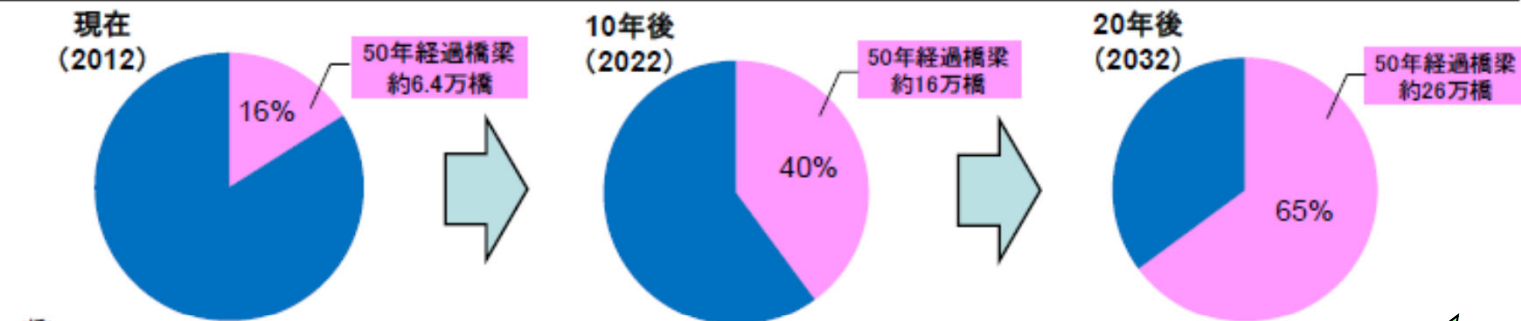
70万橋 / 2m < 道路橋

腐食状況と塗装系変遷

橋梁の現状

国交省、国総研より

- ・我が国の橋梁(橋長2m以上)は約70万橋※
- ・全国の橋梁における築後50年以上割合は16%存在(2012年時点)
10年後(2022年)には40%、20年後(2032年)には65%



※出典:国土交通省調べ
 ・建設年度不明橋梁を除く
 ・橋長2m以上対象、1箇所において
 上下線分離している場合2橋でカウント

鋼橋の腐食状況



ウェブ



桁端部



桁端部



支承部



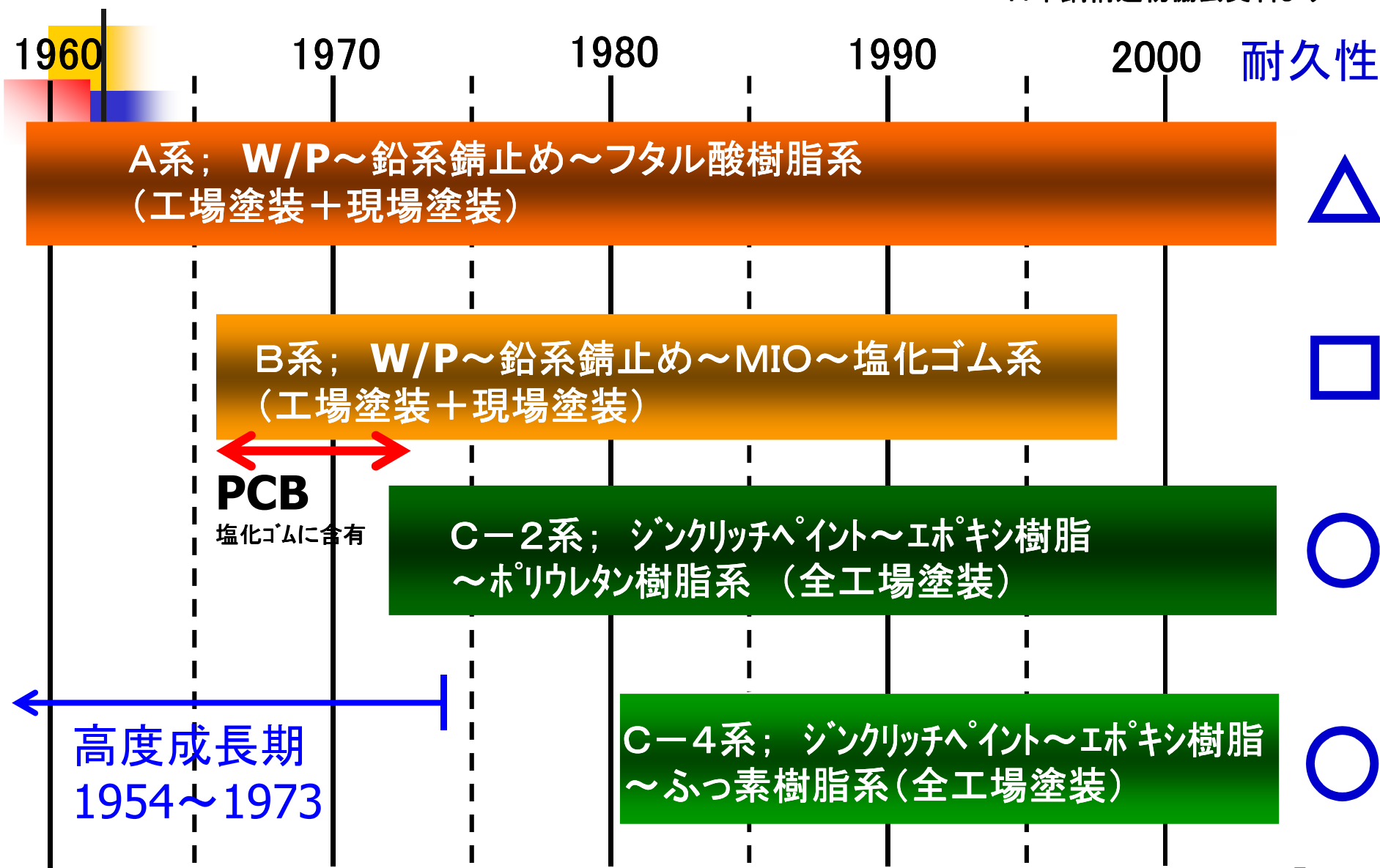
伸縮装置



下フランジ

塗装系の変遷（新設一般外面）

日本鋼構造物協会資料より



橋梁構造や部位による耐久性 (A、a、B、b系の一般塗装系の場合)

橋梁塗装専門会 & 日本鋼構造物協会資料より

表-2.4 各要因における塗膜の耐久性の相対比較例

各種要因	分類	耐久性
橋梁構造	箱桁	10
	鈹桁	9
	トラス桁	8
橋梁部位	桁腹板外面	10
	下フランジ下面	5
	添接部	5
	桁端部	5

構造、部位によって耐久性が異なる

水、塩分が滞留する箇所

表-2.1 経過年数とさびの程度の事例 (写真-2.1)

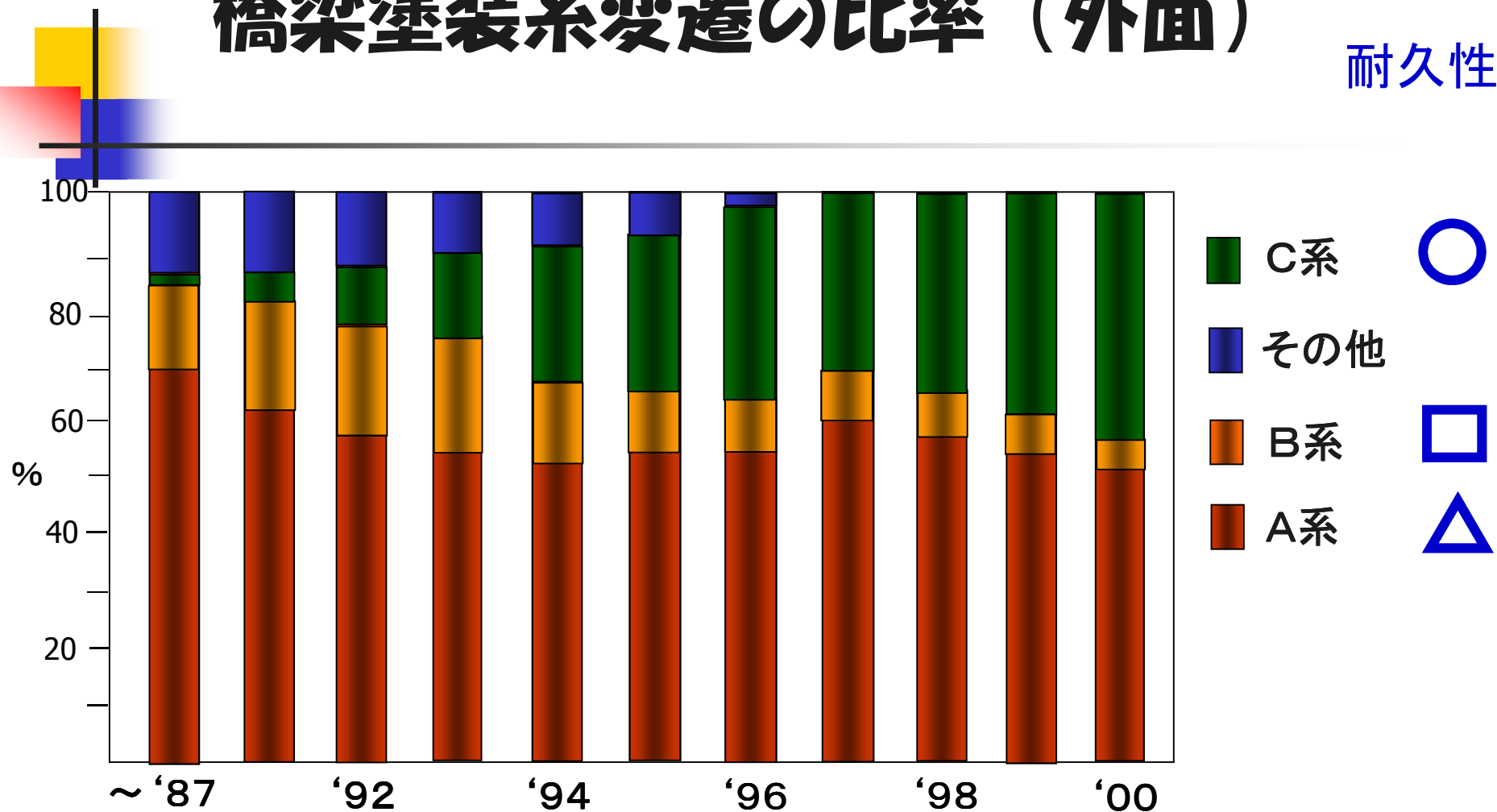
構造部位	新設橋	塗替橋
腹板	10~15年	8~10年
下フランジ下面	5~7年	4~6年
添接部、桁端部	4~8年	3~7年

塗替するとさび発生が早まる

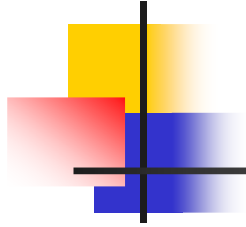
耐久性の低い塗装系で塗替え

橋梁塗装系変遷の比率（外面）

耐久性



耐久性が低いA系、B系の橋梁が約50%あり、橋梁の延命やLCCの観点からもC系への移行が必要である。

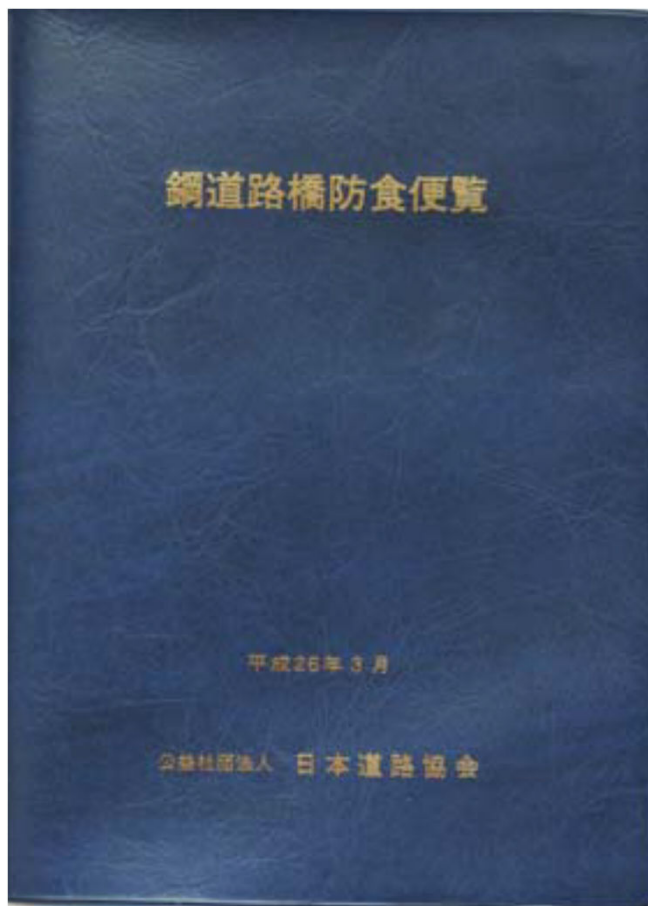


鋼道路橋防食便覧

H26. 3版の概要

発刊の主旨

H26.03
鋼道路橋防食便覧



- 道路橋示方書・同解説との整合性
- 鋼道路橋における唯一の防食技術書

- ・重大な腐食損傷事故の発生防止
(鋼橋架替え理由の50%が腐食)
- ・点検・診断と予防保全への転換

防食法が具備すべき条件

- ・防食性能の信頼性
防食原理、耐久性等が明らかな技術や材料
- ・維持管理性
供用中に点検・診断、補修等が可能なもの
- ・環境への配慮
Pb、Cr化合物、PCB等の有害物質に対する安全

A5版:7,500円税別、592頁、5月中～下旬発刊

防食便覧の構成

第Ⅰ編 共通編

- ・適用の範囲
⇒道路橋 鋼製の上部構造と橋脚
- ・鋼材の腐食と防食法
⇒防食原理や耐久性が明らかで実績のある4つの防食対策
- ・防食設計
⇒各防食法の飛来塩分量程度による適用範囲、景観、維持管理からの設計
- ・施工管理
- ・維持管理
⇒検査路、鉛、クロム、PCB

第Ⅱ編 塗装編⇒H2、H17の見直しと統廃合

- ・塗装による防食
- ・塗料の組み合わせ⇒コンクリ面の留意事項
- ・構造、製作、施工上の留意点⇒現場継手部のブラスト処理
- ・新設塗装⇒C-5とA-5
- ・維持管理
- ・塗替え塗装⇒塗替え塗装系の選定手順フロー

第Ⅲ編 耐候性鋼材編

- ・防食の原理
- ・適用環境⇒使用限界を解説
- ・構造、製作、施工上の留意点
- ・鋼材表面の調整等施工⇒ブラスト処理工数3～4倍
- ・維持管理

第Ⅳ編 溶融亜鉛めっき編

- ・防食の原理
- ・適用環境
- ・構造、製作、施工上の留意点⇒付属物、検査路
- ・めっき施工
- ・維持管理

第Ⅴ編 金属溶射編

- ・防食の原理
- ・適用環境⇒新しい防食法
- ・構造、製作、施工上の留意点
- ・金属溶射施工⇒溶射ガンの留意点
- ・維持管理

鋼道路橋の防食法の適用環境比較

防食法		劣化因子/劣化促進因子	環 境	
			飛来塩分量が少い環境 (長い ← 耐用年数	⇔ 飛来塩分量が多い環境 → 短い)
塗装	一般塗装	紫外線、水、酸素/ 塩分、亜硫酸ガス等	適用可能範囲	適用可能範囲
	重防食塗装	紫外線、水、酸素/ 塩分、亜硫酸ガス等	適用可能範囲	適用可能範囲
耐候性鋼材		水、酸素/塩分、亜硫酸ガス等	適用可能範囲	適用可能範囲
溶融亜鉛めっき		水、酸素/塩分、亜硫酸ガス等	適用可能範囲	適用可能範囲
金属溶射	封孔処理	水、酸素/塩分、亜硫酸ガス等	適用可能範囲	適用可能範囲
	重防食塗装	紫外線、水、酸素/ 塩分、亜硫酸ガス等	適用可能範囲	適用可能範囲

新設塗装系

橋梁工場で管理された環境で塗装⇒塗装品質の確保

C-5塗装系 重防食塗装系

	工程	塗料名	使用量 g/m ²	目標膜厚 μm	塗装間隔
製鋼工場	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2.5			4Hr以内
	プライマー	無機ジंकプライマー	160	15	6ヶ月以内
橋梁製作工場	2次素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2.5			4Hr以内
	防食下地	無機ジंकリッチペイント	600	75	2~10日以内
	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗	160	—	1~10日以内
	下塗	エポキシ樹脂塗料下塗	540	120	1~10日以内
	中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗	170	30	1~10日以内
	上塗	ふっ素樹脂塗料上塗	140	25	—
合計膜厚				250	

重防食塗装系とは、ブラスト処理し、ジंकリッチペイントを塗装されていること

ふっ素塗料が塗装されているか否ではない

A-5塗装系 一般塗装系

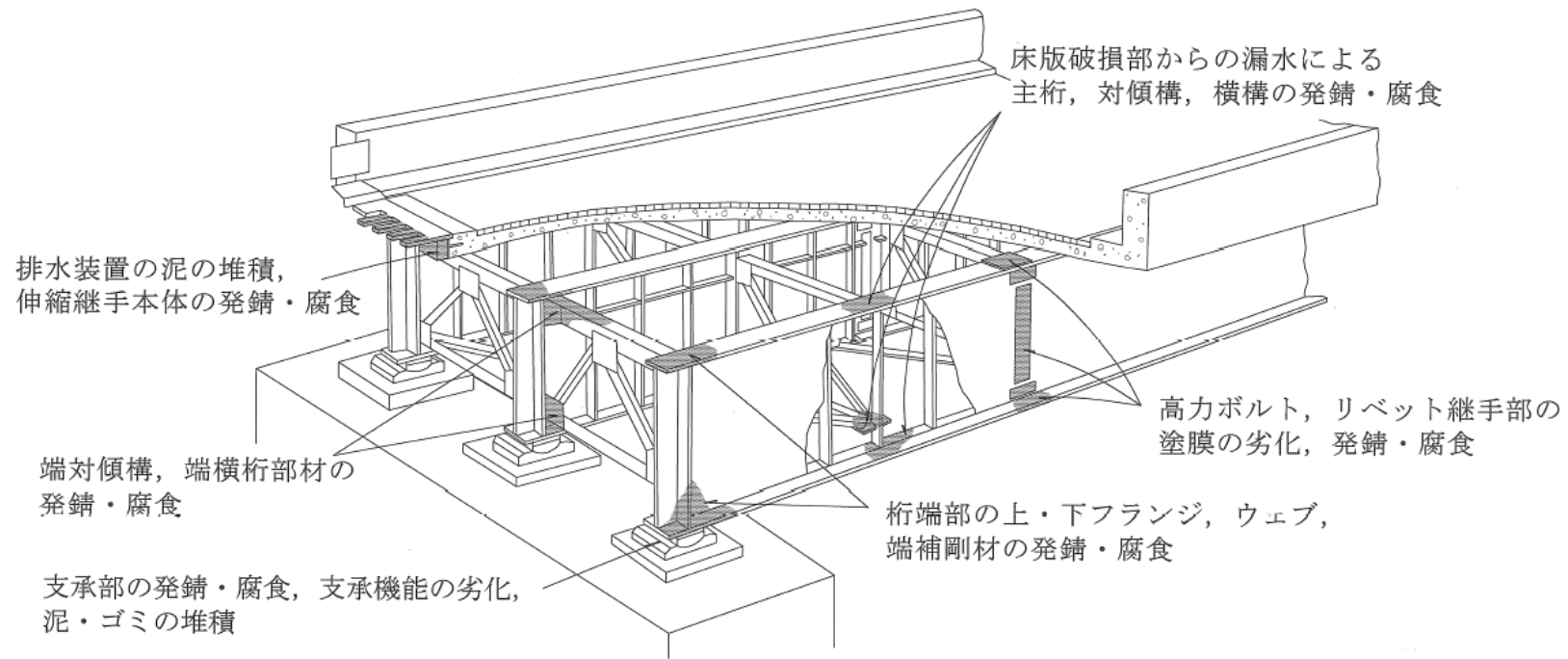
	工程	塗料名	使用量 g/m ²	目標膜厚 μm	塗装間隔
製鋼工場	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2.5			4Hr以内
	プライマー	長曝形エッチングプライマー	160	15	3ヶ月以内
橋梁製作工場	2次素地調整	動力工具処理 ISO St3			4Hr以内
	下塗	鉛クロムフリー錆止めペイント	170	35	2~10日以内
	下塗	鉛クロムフリー錆止めペイント	170	35	1~10日以内
	中塗	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	120	30	1~10日以内
	上塗	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	110	25	—
合計膜厚				125	

瀬戸大橋の20年の耐久性結果実績から

- ・さび発生なし
- ・ポリウレタン上塗と中塗の膜厚減耗

ふっ素上塗適用

重要点検箇所



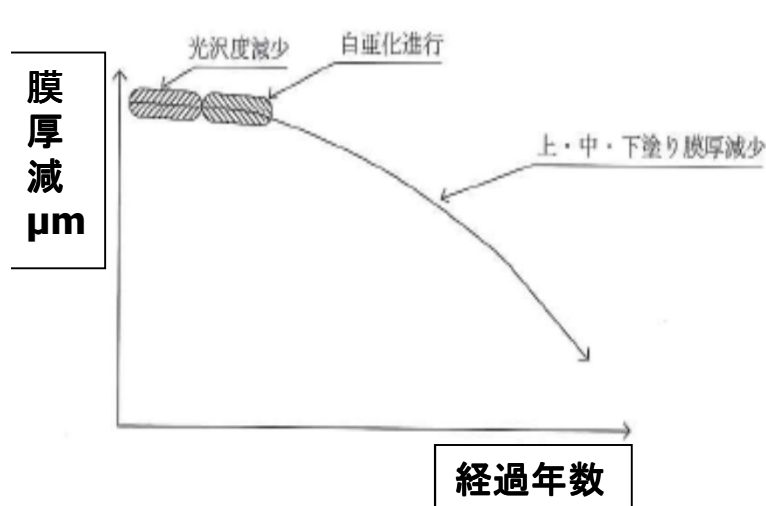
注：海岸地域に位置する橋梁に関しては，主桁内側面，対傾構，横桁，横構部材の発錆・腐食をチェックすること

長い濡れ時間や塩分付着・ゴミ堆積等の特定部位が腐食劣化

塗膜点検／評価方法

一般塗装系の塗膜劣化程度は
さび・はがれ・変退色・汚れ・われ・膨れで評価する

防食下地がある重防食塗装系の塗膜劣化程度は
白亜化・膜厚の消耗程度で評価する

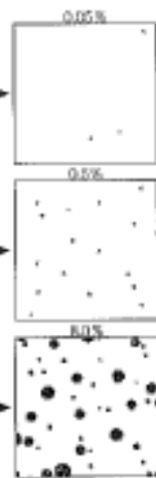


塗膜点検／評価方法

さび・はがれ・変退色・汚れ・われ・膨れで評価

さびの評価基準

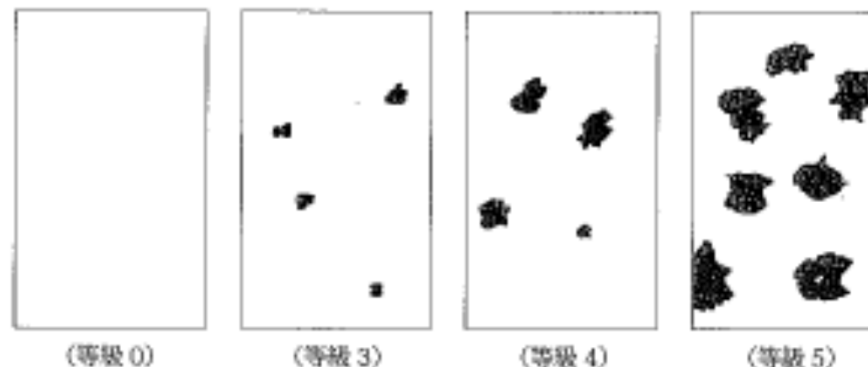
評価	発生状態		JIS K 5600-8-3 さびの等級 (さびの面積%)
	発生面積 (%)	外観状態	
1	$X < 0.05$	さびが認められず、塗膜は健全な状態	R11 (0.05%)
2	$0.05 \leq X < 0.5$	さびが僅かに認められるが、塗膜は防食機能を維持している状態	R12 (0.5%)
3	$0.5 \leq X < 8.0$	さびが顕在化し、塗膜は一部防食機能が損なわれている状態	R13, R14 (1.0%, 8.0%)
4	$8.0 \leq X$	さびが進行し、塗膜は防食機能が失われている状態	R14 以上 (8.0%以上)



図一II.6.3 さび発生限度標準図²⁴⁾

はがれの評価基準

評価	JIS K 5600-8-5 : 1999 はがれの量の等級	はがれの面積 (%)
1	0	0
2	3	1
3	4	3
4	5	15



() 内は JIS K 5600-8-5 : 1999 はがれの等級を示す。

塗膜点検票の例および塗替え時期判定

橋梁名	路線名		工事種別		区画		調査日					
所在地	架設環境		海沖部	都市部	田舎部	山間部	調査日					
橋梁形式	桁	箱桁	トラス	その他〔 〕		架設条件	調査日					
架設年	年	架設経過年数	年	架設調査結果								
塗料系	外装〔 〕		鋼床底面〔 〕		現場検字部〔 〕		その他					
総合評価	さび〔 〕、はがれ〔 〕、変退色〔 〕、汚れ〔 〕に該当するものは、調査時に記録する。同一区画に複数箇所を調査する場合は、その箇所を併記する。											
項目	部位		対橋脚	橋手部	橋脚部	支保	鋼床底面	水平材	鋼面材	合計	平均	備考
	橋板	下桁/下蓋										
第一区画	さび											
	はがれ											
	変退色											
	汚れ											
第二区画	さび											
	はがれ											
	変退色											
	汚れ											

①当面塗替えの必要はない

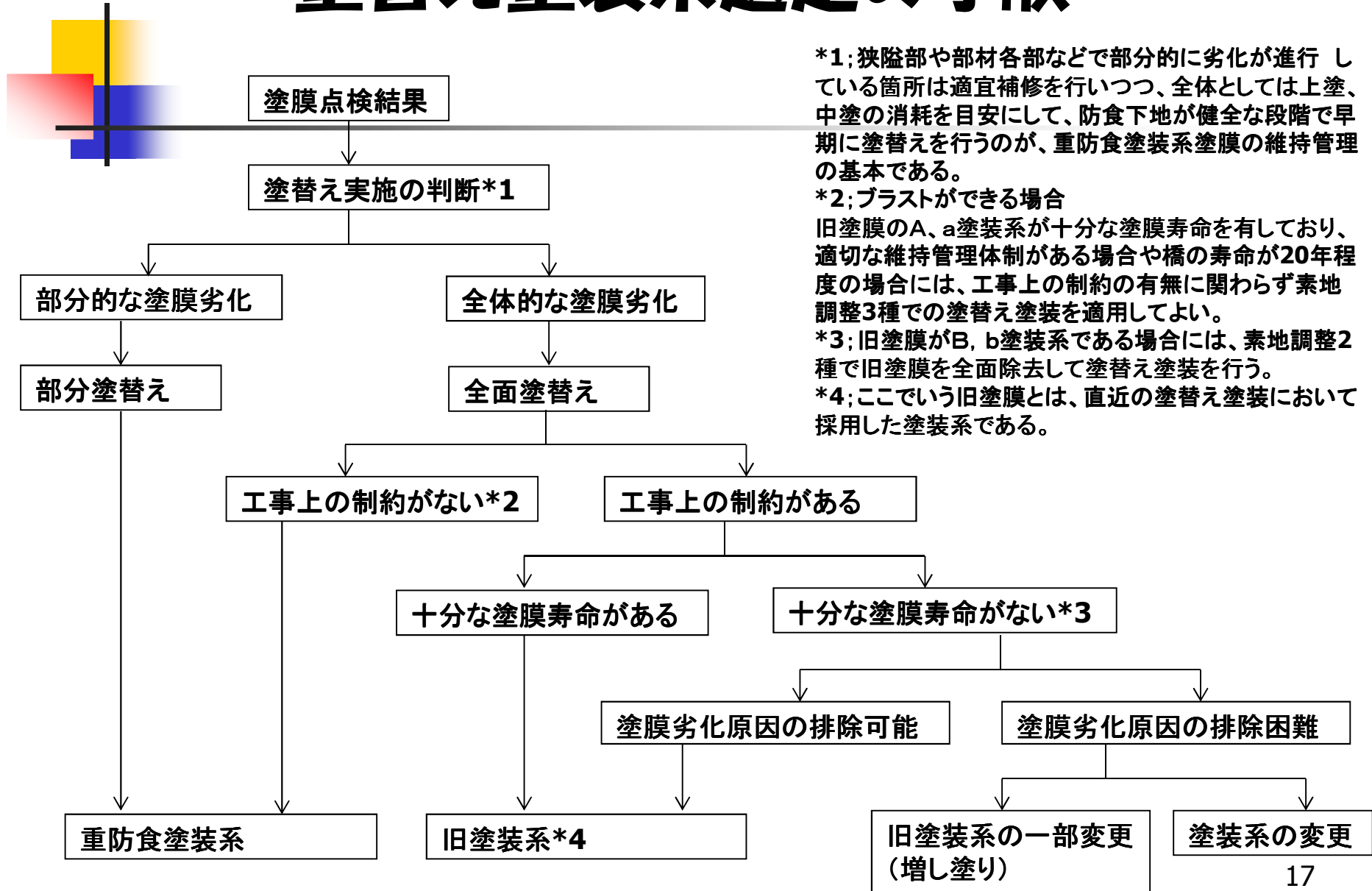
②数年後に塗替えを計画する

③早い時期の塗替えを検討する

塗替え時期の判定

		はがれの程度			
		1	2	3	4
さびの程度	1	①		②	
	2	①		②	
	3	②		③	
	4	②		③	

塗替え塗装系選定の手順





塗替え方式

● 全面塗替え

塗膜は一様に劣化することなく部位によって塗膜劣化程度が異なるのが一般的である。橋の機能に影響がない場合は、部分的な劣化は許容し、適切な時点で全面塗替えする。

● 部分塗替え／橋全体の健全性の平準化

桁端部、連結部、下フランジ下面などの特定部位が著しく腐食し、橋の安全性に与える影響が大きい場合には、腐食部位のみ部分塗替えを行う。この場合には部分塗替えと全面塗替えの両者について、足場費を含めた長期的な維持管理費用を試算し判断する。

国交省「鋼道路橋の部分塗替え塗装要領(案)」H21.9参照

全面塗替と部分塗替の防護工 およびフラスト工法

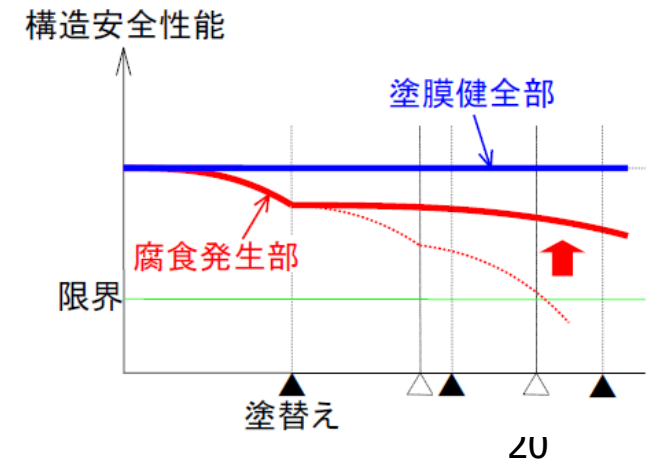
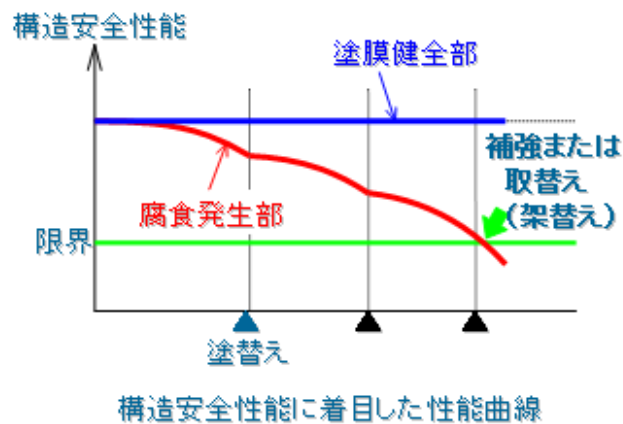
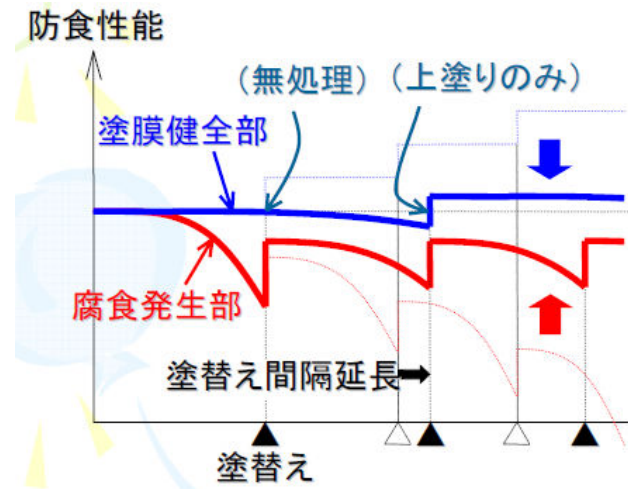
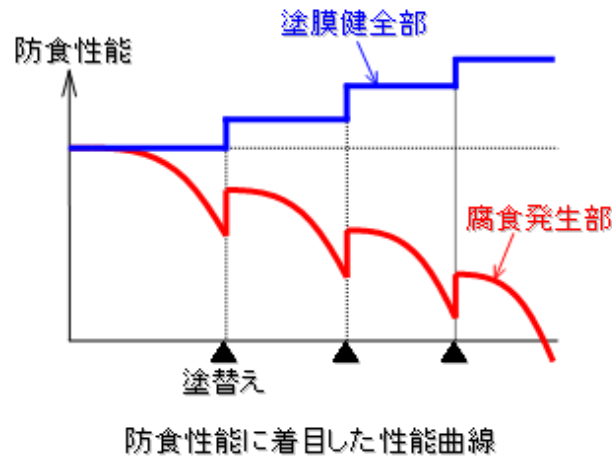


Rc-III 問題点と部分塗替えの考え方

(一財)土木研究センター資料より

Rc-III 全面塗替

部分塗替



便覧で使用される塗料

赤字は一般塗装系A、a系の新設、塗替の塗料。

黒字は重防食塗装系C系の新設塗料。 青字は重防食塗装系C系塗替塗料。

プライマー	長ばく形エッチングプライマー
	無機ジंकリッチプライマー
防食下地	無機ジंकリッチペイント
	有機ジंकリッチペイント
下塗塗料	鉛クロムフリーさび止めペイント
	エポキシ樹脂塗料下塗 変性エポキシ樹脂塗料下塗
	変性エポキシ樹脂塗料下塗 超厚膜形エポキシ樹脂塗料
	亜鉛めっき面用エポキシ樹脂塗料下塗
	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗
	無溶剤形変性エポキシ樹脂塗料
中塗塗料	長油性フタル酸樹脂塗料中塗
	ふっ素樹脂塗料用中塗
	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗
上塗塗料	長油性フタル酸樹脂塗料上塗
	ふっ素樹脂塗料上塗
	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗

弱溶剤形塗料とは、塗料中の溶剤の質(成分)を表している。トルエン、キシレン、アルコール等を含まず、第3種有機溶剤を主な溶剤で構成され、溶解力が弱く、旧塗膜を侵し難いた塗料。塗替えで適用。

記述がない塗料は、トルエン、キシレン、アルコール等の第2種有機溶剤を含む塗料。主に新設に適用。

低溶剤形塗料とは、塗料中の溶剤の量が少ない塗料を言う。

水性塗料は溶剤の代わりに水を主成分とする塗料である。

塗替え塗装系

防食便覧(H26年版)

Rc-I 塗装系(1種ケレン、原則はスプレー) **基本塗装系**
(旧便覧A, a, B, b系で耐久性向上の場合)

H2年版 鋼道路橋塗装便覧の塗替え塗装系

塗装系	ケレン	下塗	中、上塗
a	1	2種 鉛系さび止め×2回	長油性フタル酸樹脂塗料中、上塗
		3種 T/U鉛系さび止め×1回	
		4種 鉛系さび止め×1回	
a	3	2種 鉛系さび止め×2回	シリコンアルキッド樹脂塗料中、上塗
		3種 T/U鉛系さび止め×1回	
		4種 鉛系さび止め×1回	
b	1	2種 鉛系さび止め×2回	塩化ゴム樹脂塗料中、上塗
		3種 +フェノールMIO	
		4種 -	
c	1	2種 有機ジンク+変性エポキシ	ポリウレタン樹脂塗料用中塗、上塗
		3種 T/U+変性エポキシ×2回	
		4種 変性エポキシ×1回	
c	3	2種 有機ジンク+変性エポキシ	ふっ素樹脂塗料用中塗、上塗
		3種 T/U+変性エポキシ×2回	
		4種 変性エポキシ×1回	

工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	塗装間隔 (20℃)
素地調整	1種		4時間以内
下塗	有機ジンクリッチペイント	600	1日～10日
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	1日～10日
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	1日～10日
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	170	1日～10日
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	140	

Rc-III 塗装系(3種ケレン、ハケ・ローラー) **耐久性劣る**
(1種ケレン、スプレーができない場合)

工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	塗装間隔 (20℃)
素地調整	3種		4時間以内
補修	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	(200)	1日～10日
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	200	1日～10日
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	200	1日～10日
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	140	1日～10日
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	120	

15の塗装系

塗替え対象となる旧塗膜は、これらの塗装系が殆どである

塗替え塗装系

防食便覧(H26年版)

Ra-Ⅲ 塗装系(3種ケレン、ハケ・ローラー)
(橋梁の延命を図る必要がない場合)

旧塗膜のA、a塗装系が十分な塗膜寿命を有して且つ適切な維持管理体制がある場合や橋の寿命が20年程度の場合に適用する

工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	塗装間隔 (20℃)
素地調整	3種		4時間以内
補修	鉛・クロムフリーさび止めペイント	(140)	1日～10日
下塗	鉛・クロムフリーさび止めペイント	140	1日～10日
下塗	鉛・クロムフリーさび止めペイント	140	1日～10日
中塗	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	120	1日～10日
上塗	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	110	

Rc-Ⅱ 塗装系(2種ケレン、ハケ・ローラー)
(旧便覧B、b系でシンクプライマーと下塗との層間剥離し、且つRc-Ⅰが適用できない場合)

効率が悪く大面積には不向きであり、素地調整2種は行わない方がよい

工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	塗装間隔 (20℃)
素地調整	2種		4時間以内
下塗	有機シンクリッチペイント	600	1日～10日
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	1日～10日
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	170	1日～10日
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	140	

耐候性橋梁の点検と劣化状態

2009.8 第2回CASER講演会資料/琉球大学より

全景/遠目から

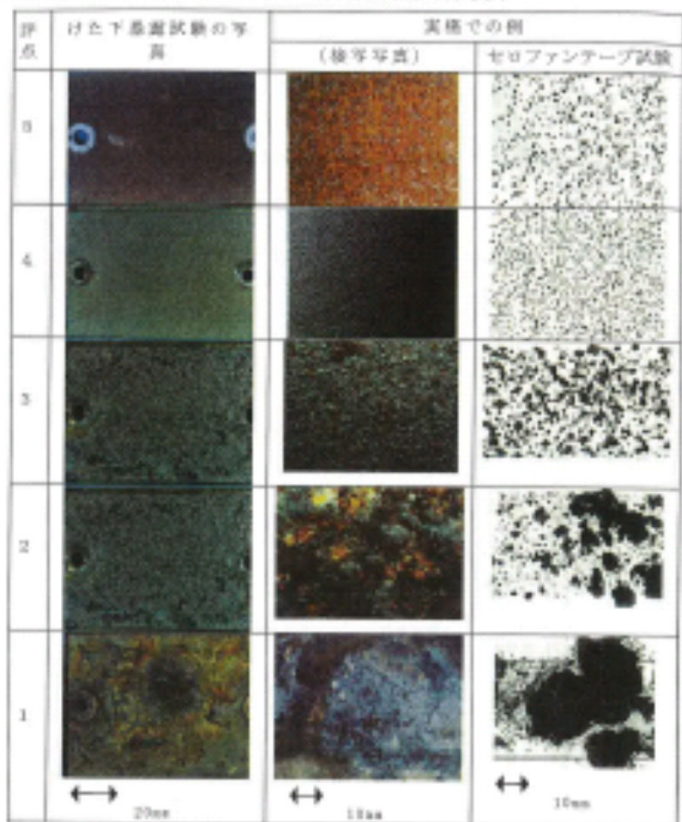


近接から



耐候性鋼のさび評価基準

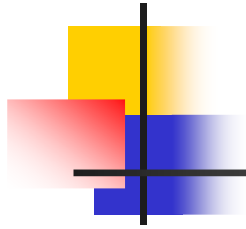
鋼道路橋防食便覧から



5	1mm>	200 μ >
4	1mm	400 μ >
3	1~5mm	400 μ >
2	5~25mm	800 μ >
1	はくり錆	800 μ <

耐候性鋼のさび除去作業は普通鋼さびの2倍以上の工数を要する。

評点2以下の場合には早急に対応策(Rc- I 塗装)を講じる必要がある。

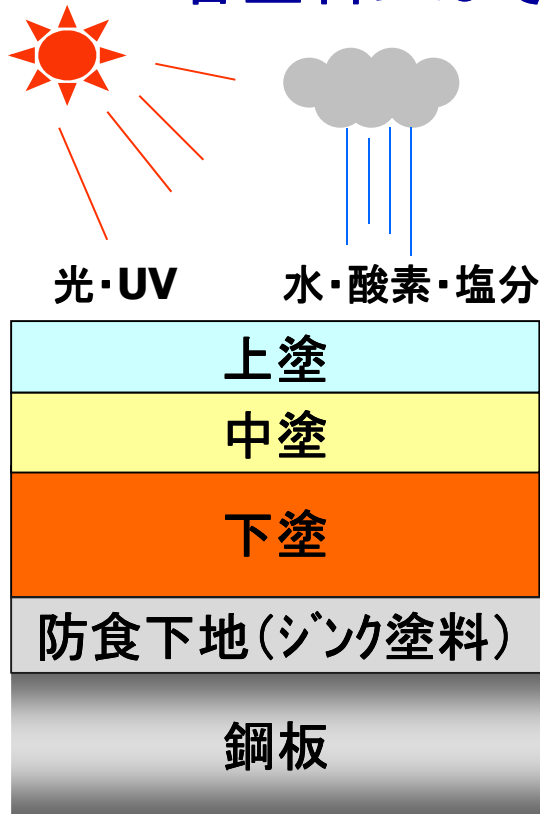


塗料・塗装系と 品質（性能）

鋼構造物用の

塗膜・塗装系の構成と役割

塗装系は防食下地、下塗、中塗、上塗塗料からなり
各塗料にはそれぞれ役割分担がある



○上塗塗料

- ・耐候性がよい
- ・耐水性がよい
- ・仕上り性がよい



美観保持性

○中塗塗料

- 下塗と上塗塗料との付着性が良い



付着性

○下塗塗料・防食下地

- ・防さび力が高い
- ・鋼材に対する付着性が良い

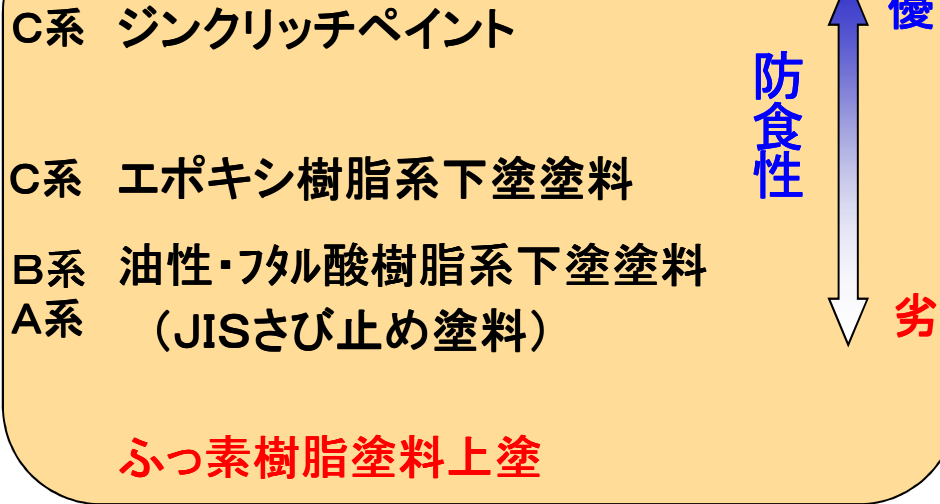


防食性

構造物用塗料の性能レベルと評価

防食下地・下塗の機能⇒さびを防ぐ＝防食性

下塗塗料



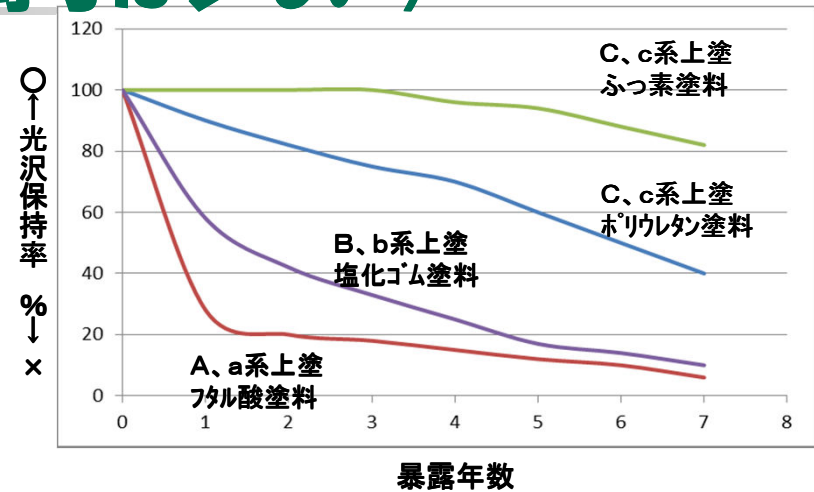
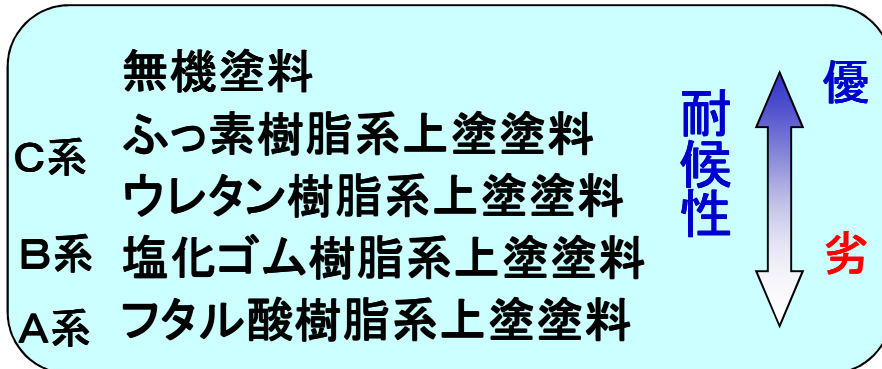
防錆性一番はジンクリッチペイント。
防食便覧の重防食塗装系は基本的には高性能の塗料で構成される。

		変性エポキシ～ふっ素塗装系	
		有機ジンクリッチペイントの有無	
		なし	あり
表面	①-1		⑤-1
	⑤-1		
断面	①-1		⑤-1
	⑤-1		

構造物用塗料の性能レベルと評価

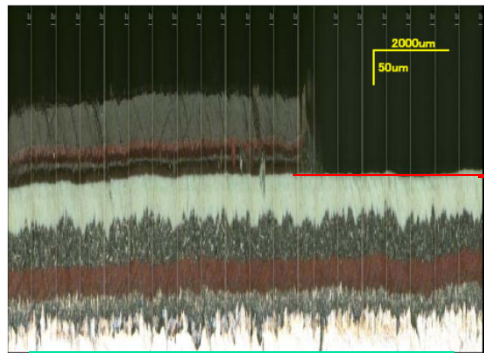
上塗の機能⇒美観を保持する=耐候性
 (上塗の防食性への寄与は少ない)

上塗塗料

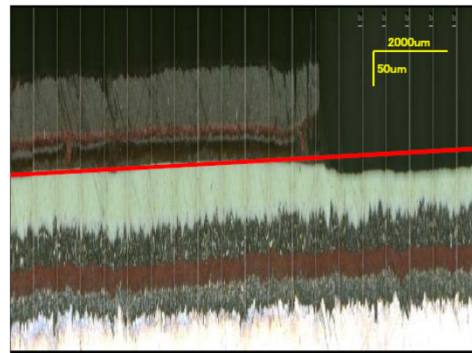


暴露15年塗膜減耗量 (塗膜断面写真)

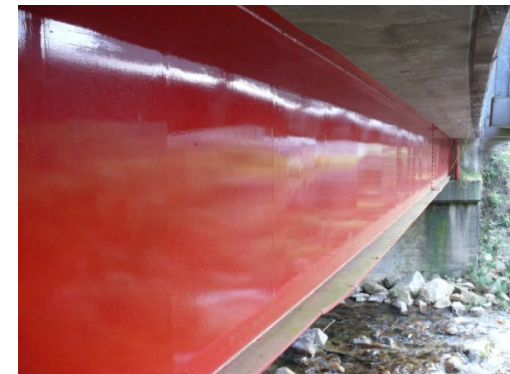
旭硝子株より



ふっ素樹脂塗料
0.1~1.1µm/15年



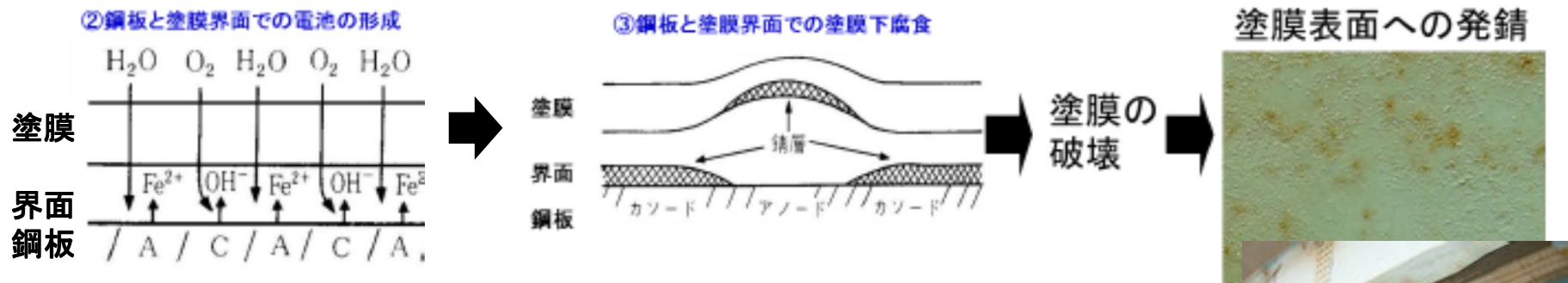
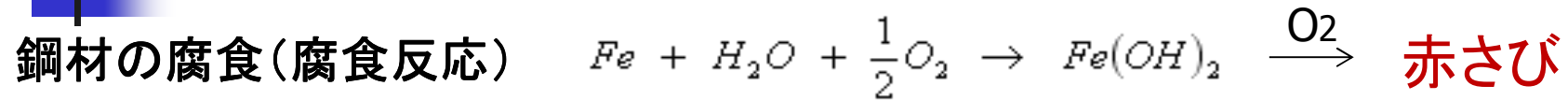
ポリウレタン樹脂塗膜
22~28µm/15年



ふっ素樹脂塗料
供用20年経過光沢保持率≒100%

塗料、塗装による

腐食、劣化のメカニズムと防食方法



塗膜による防食方法

①腐食因子の遮断効果

- 遮断能力強化 → 厚膜化、塗料の選択
- 鋼材との付着強化 → 素地調整と塗料の選択

②ジンクリッチペイントによる犠牲防食効果

- ジंक(亜鉛)が鉄の代りに腐食し鉄の腐食を防止する → 効果大

③鉛系さび止め塗料による不動態化など



防食性に及ぼす要因

Case-1 鋼道路橋塗装防食便覧より

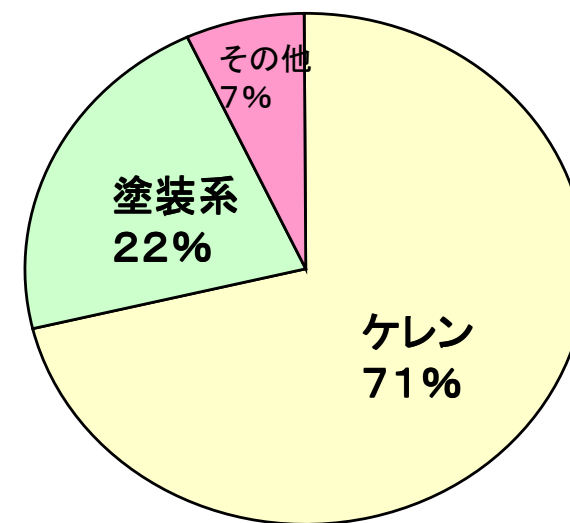
(関西鋼構造物塗装研究会)

素地調整程度が塗膜防食性に及ぼす影響

要因	水準	寄与率(%)
素地調整	1種ケレンと2種ケレンの差異	49.5
塗装回数	1塗りと2回塗りの差異	19.1
塗料の種類	塗装系の差異	4.9
その他	塗装技術、気候等	26.5


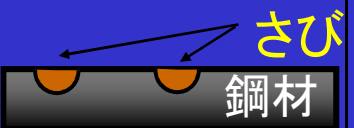


Case-2

エポキシ～ウレタン塗料系

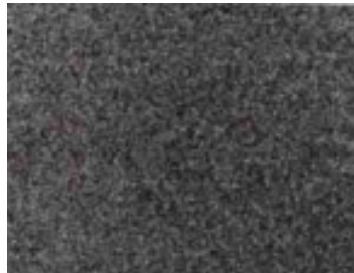


- 塗替塗装した塗膜の防食性は素地調整の寄与が高い
- 塗替は素地調整2種や3種が多いので早期に錆びる

塗替前の素地調整基準

種別	1種	2種	3種	4種
作業内容	さび/塗膜を完全に除去し、清浄な鋼材面とする	さび/塗膜を除去し、鋼材面を露出させる。ただし窪み部などにさび/塗膜が残存する	さび/劣化塗膜を除去し、鋼材面を露出させる。但し劣化していない塗膜(活膜)は残す	粉化物/付着物を落とし、劣化していない塗膜(活膜)は残す
作業方法	ブラスト工法	ディスクサンダー/ワイヤホイール等の動力工具と手工具の併用	同左	同左
素地状態				

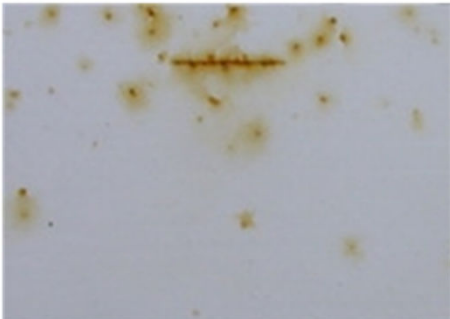

表面状態



さび (ガン細胞) が残る ⇒ 耐久性確保困難

試験板による

素地調整と防錆性結果例

塗装系	素地調整程度、膜厚	塗膜構成	海浜暴露3年の状態					
便覧 Rc系	2種ケレン (ディスクサンダー) 膜厚175μ	<table border="1"> <tr><td>フッ素系上塗 25μ</td></tr> <tr><td>エポキシ中塗 30μ</td></tr> <tr><td>エポキシ下塗 60μ</td></tr> <tr><td>エポキシ下塗 60μ</td></tr> <tr><td>鋼板 錆残存 少</td></tr> </table>	フッ素系上塗 25μ	エポキシ中塗 30μ	エポキシ下塗 60μ	エポキシ下塗 60μ	鋼板 錆残存 少	
フッ素系上塗 25μ								
エポキシ中塗 30μ								
エポキシ下塗 60μ								
エポキシ下塗 60μ								
鋼板 錆残存 少								
便覧 Rc系	1種ケレン (ブラスト) 膜厚175μ	<table border="1"> <tr><td>フッ素系上塗 25μ</td></tr> <tr><td>エポキシ中塗 30μ</td></tr> <tr><td>エポキシ下塗 60μ</td></tr> <tr><td>エポキシ下塗 60μ</td></tr> <tr><td>鋼板</td></tr> </table>	フッ素系上塗 25μ	エポキシ中塗 30μ	エポキシ下塗 60μ	エポキシ下塗 60μ	鋼板	
フッ素系上塗 25μ								
エポキシ中塗 30μ								
エポキシ下塗 60μ								
エポキシ下塗 60μ								
鋼板								

2種(ディスクサンダー)は1種(ブラスト)に比べ塗膜耐久性が劣る。
耐久性向上には1種を施す必要がある。

実橋における

素地調整と防食性結果例

(一財)土木研究センター資料より

素地調整の程度の比較



1種ケレン(プラスト使用)



3種ケレン(動力工具使用)

モニタリング調査(重防食塗装後、1年経過時の発錆状況比較)



発錆の兆候なし

1種ケレン(Rc-I)実施箇所



発錆の兆候あり

3種ケレン(Rc-III)実施箇所

ブラスト処理と動力工具処理の違い



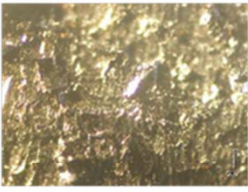
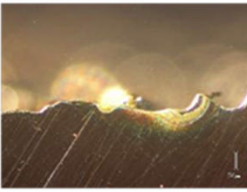
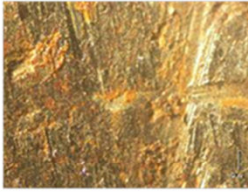
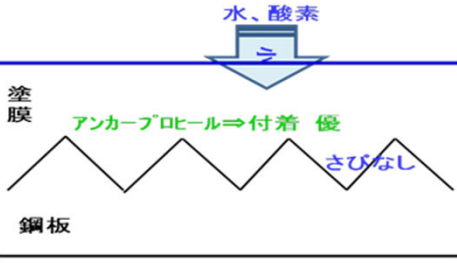
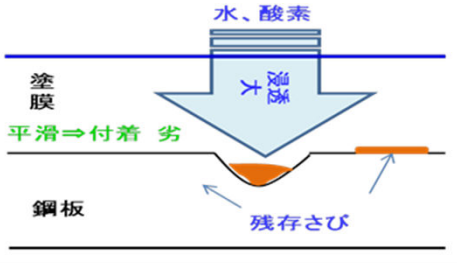
	ブラスト処理	動力工具処理
素地調整程度	○ 1種 / ISO Sa2.5	△ 2種 / ISO St3 ~ St2
塗膜の耐久性	○ 優れる	△ 劣る / 早期劣化
取扱い	△ 大変 / 作業負担	○ 簡単
飛散・騒音	× 大きい / 周辺環境対策	□
産業廃棄物	× 多量 / 研削材・さび・塗膜	○ 僅か / さび・塗膜



ブラスト面動力工具
(素地調整1種相当)



素地調整程度と塗膜耐久性の関係

		ブリストルブラスター処理 or ブラスト処理	動力工具処理 (ディスクサンダー処理)	
さび部の 素地調整 の品質	清浄度	錆がない		錆が残存
	粗面形成	凹凸面(アンカープロフィール)		平滑面
	素地調整程度	素地調整 1種		素地調整 2種
	拡大写真	表面 	断面 	表面 
耐久性 の理由	浸透速度	腐食因子の浸透速度が小さい		腐食因子の浸透速度が大きい
	付着力	凹凸面のため大きい		平滑面のため小さい
	概念図			
塗膜の耐久性		◎ 優		劣 △

付着塩分と水洗い効果

旧塗膜上に50mg/m²以上の塩分が付着していると塗替え塗装した場合に塗膜欠陥を生じやすい。そのため旧塗膜の付着塩分量を測定し、50mg/m²以上であれば水洗いする必要がある。

環境別塩分付着量

橋梁名	経過年数	環境	測定値 (NaCl mg/m ²)
和加江	5年	海岸道路上	337(1215)
谷津	5年	海岸河川上	241(607)
銚子	5年	海岸河川上	136(204)
猿沢	5年	山間道路上	45(61)
富雄	5年	田園河川上	63(104)

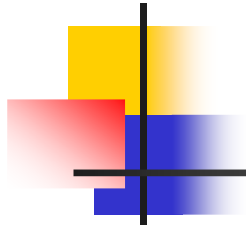
測定値は平均値。()は最大値 JSSC:Vol12,No122より

処理方法による塩分付着量の違い

水洗い前 (NaCl mg/m ²)	処理後の付着塩分量(NaCl mg/m ²)					
	水洗い		動力工具		動力工具とウェス拭きの併用	
	塩分量	除去率	塩分量	除去率	塩分量	除去率
218	20	90%	110	49%	52	76%

付着塩分量は、22ヶ所の平均値

塩分付着量の測定法は、ガーゼ拭き取り法、電導度法、ブレッセル法のいずれかで行う。



塗替え工事における 現在の課題と対策

フラスト処理ができない場合の
鉛粉じん対策と首都高での火災事故

厚労省・国交省のH26.5.30通達

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

基安労発 0530 第 2 号
基安化発 0530 第 2 号
平成 26 年 5 月 30 日

国 官 技 第 5 8 号
平成 2 6 年 5 月 3 0 日

別記の関係団体 殿

北海道開発局 事業振興部長 殿
各地方整備局 企画部長 殿

厚生労働省労働基準局安全衛生部
労働衛生課長
化学物質対策課長
(契印省略)

国土交通省 大臣官房技術調査課長

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

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

日頃から安全衛生行政の推進に格段の御理解、御協力を賜り厚く御礼申し上げます。

発注者は

- ・塗膜中の鉛等の有害化学物質の有無について把握している情報を施工者に伝えること
- ・塗膜中の有害物の調査やばく露防止対策について必要な経費等の配慮を行うこと

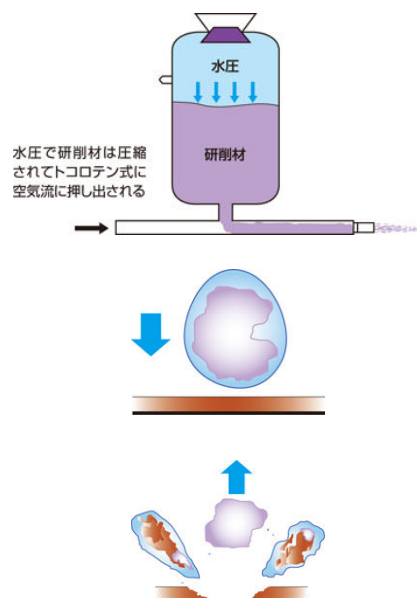
受注者は

- ・塗膜中の有害化学物質の有無は発注者に問合せること
- ・鉛中毒障害予防規則等に従い、湿式による作業、作業主任者の選任と有効な保護具着用
- ・粉じん濃度が高濃度になる隔離区域内作業場では次の措置を講ずる
 - 1) 湿潤化して行う 困難な場合は粉じん濃度まで低減させる方策を
 - 2) 集じん排気装置を設ける
 - 3) 粉じんを外部に持ち出さない(エアージャワー、洗浄機等)
 - 4) 電動ファン付呼吸用保護具等の着用
 - 5) 呼吸用保護具の適切な保管と管理 等々
- ・法令に基づいた従事者のあまり健康診断、医師の診断など

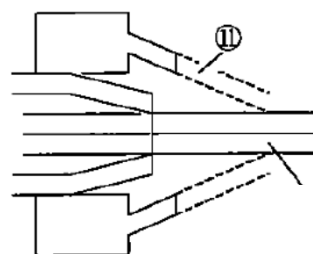
厚労省の鉛粉じん対策⇒湿潤化法

湿潤化ブラスト工法と施工能率

湿粒ブラスト モイスチャーブラスト



ノズル部分の拡大図



研削材

ウォーターブラスト
非回収タイプ

回収タイプ



高架橋での各種ブラスト工法の施工能率(福岡北九州高速道路公社の報文)

ブラスト工法	研削材	施工能率 (m ² /日)	研削材の 転用 (再利用)	研削材の 廃棄物量 (kg/日)
オープンブラスト	ガーネット	24	なし	744
	フェロニッケルスラグ	18		558
湿粒ブラスト	ガーネット	5		155
ミストブラスト	ガーネット	5		155
バキュームブラスト	アルミナ	7	あり	28

課題

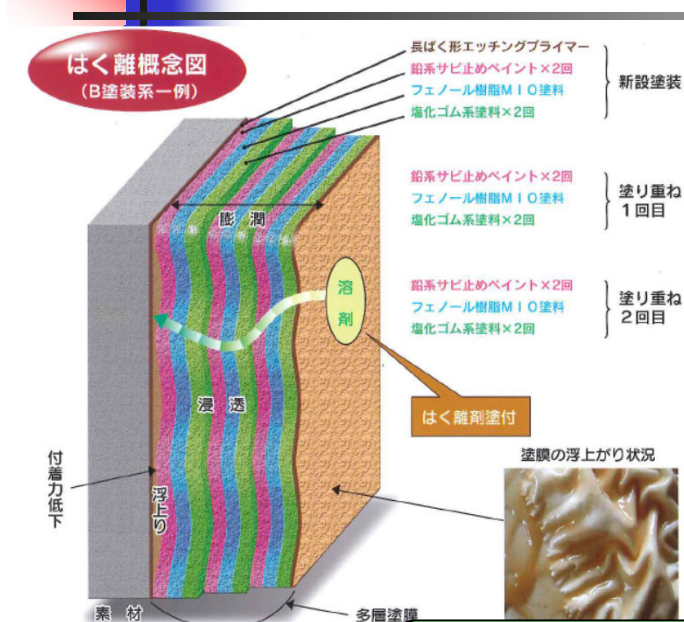
水の処理、戻り錆対策(防錆剤と塗装可否判断)や鋼橋での実績など

PCB、アスベスト 鉛粉じん対策

ジクロロメタン等の塩素系有機溶剤を含まない

塗膜剥離剤の概要

剥離機構、成分、課題、作業工程



剥離のメカニズム ;

- 剥離剤が塗膜に浸透し、剥離剤成分によって塗膜を膨潤させる機構

剥離剤の成分 ;

- 各メーカーやタイプ(溶剤系・水系)ともベンジルアルコールやセロソルブ等の有機溶剤である⇒塗料と同様に火災や溶剤中毒に注意する必要あり
塗装・養生・剥離・廃棄まで作業において対策や注意が必要(別紙参照)

剥離剤の課題 ;

- 次の除去できない塗膜がある。数回処理を行う必要がある。
ウォッシュPr、ジンクPr、ジンクペイント、鉛丹、超厚膜エポキシ、ガラスフレーク
- 低温下で剥離性が大きく低下する
- 塗膜の膜厚や塗装履歴によって剥離性が大きく異なる⇒使用量を規定不可
- 塗膜剥離後、動力工具やブラストで、塗装前の素地調整をする必要がある
- 塗装から剥離までの作業において危険物を取り扱っているとの意識が低い
- 塗付量が多く、数回塗付する必要があるため塗装系に比べ多量の溶剤が揮発する

作業工程

首都高速7号線での剥離剤での剥離作業中に火災事故発生
課題も多く非経済のため首都高速としては他の方法で検討中



鉛粉じん対策+耐久性Up対策-1

全面除去し重防食仕様とする方法

工程-1

鉛粉じん対策+粗い除去

①



+



集塵機能付きダイヤモンドディスクサンダー

②



塗膜剥離剤による吹付と剥離

工程-2

素地調整1種相当処理



ブラスト面形成動力工具による
素地調整1種処理

ダイヤモンドサンダーや塗膜剥離剤等で、荒い処理した後にはブラスト面形成動力工具で処理する。素地調整1種が確保され、効率アップが図れ、有機ジंकからのRc-1塗装とする。

鉛粉じん対策＋耐久性Up対策－2

さび部のみを重防食仕様とする方法

	現行		提案	
素地調整程度	3種		3種(1種+4種)	
基準	さび、塗膜われ、塗膜ふくれは除去し、活膜は残す			
対象箇所	さび、劣化部	活膜部	さび、劣化部	活膜部
作業方法	ディスクサンダー、ワイヤブラシ	ディスクサンダー、ワイヤブラシ	ブラスト面形成動力工具	ディスクサンダー、ワイヤブラシ
具体的な素地調整程度	ISO St2～St3 凹部にさびが残る	目粗し(4種)	ISO Sa2.5相当 アンカープロフィール形成 さびのない清浄面	目粗し(4種)
効果	△ この部分が耐久性の弱点となる	○	○ この部分の耐久性が向上する	○

- ①素地調整3種において、活膜部は従来動力工具を用い、さび部、劣化部だけをブラスト面形成動力工具を使用することによって塗替え塗装の耐久性が向上する。(さび部なので鉛粉じん対策不要)
- ②ブラスト面形成動力工具で処理した1種面は、有機ジンを塗装する。

さび面適性塗料についての疑問

性能や品質が精査されていないので防食便覧に掲載されない

メーカー	表現	塗料名	溶媒系	樹脂系	助剤
日本ペイント	さび面素地調整補助剤	ハイポンサビスタ	溶剤形	エポキシ	不明
関西ペイント	さび固定化剤	エスコラストフリーザー	溶剤形	エポキシ	ケチミン
大日本塗料	素地調整軽減剤	サビシャット	溶剤形	ウレタン	キレート
信越産業	錆転化型防錆剤	ラスクリア	水性	不明	キレート
クスノキ	錆転換型防食塗装	エポガードシステム	水性	エポキシ	キレート
日興	さび安定化防錆	NK-100	水性	不明	キレート
日本パーカーライジン	錆転換型塗料	トリック	水性	エポキシ	キレート
バンジ	錆転換型塗料	サビキラー	水性	不明	不明

- さびの残存がない1種ケレン、2種ケレンに比べ効果があるのか？
- さび転換(マグネタイト⇒ヘマトイト)が検証されているのか？
- 一般的にキレートはpH3以下の酸性条件下で発現する筈で酸性塗料なのか？
- どんな塗料を塗装しても塗膜となり、さびは固定化されるのでは？
- 1種ケレン塗膜と3種ケレン以下＋さび面塗膜との防食性差異が提示されているか？



**適切な点検と信頼できる
技術で橋梁の長寿命化を**

ご静聴ありがとうございました

お問合せ先
一般社団法人 日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会
TEL03-6231-1910 <http://www.jasp.or.jp/>