

## 第2章 全工場塗装の仕様と問題点

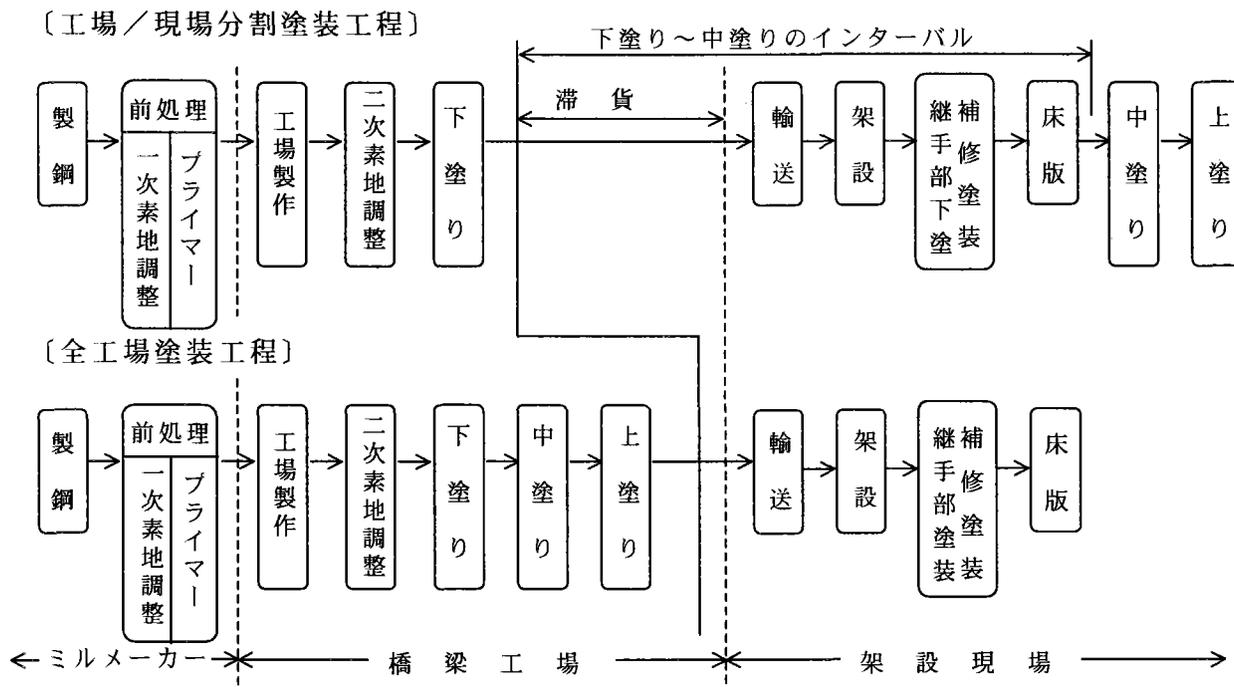
### 2-1 全工場塗装の概要と特徴

#### 2-1-1 全工場塗装採用の経緯

##### 1) 全工場塗装採用の経緯

新設鋼橋の塗装は、図2-1-1に示すとおり工場/現場分割塗装方式と全工場塗装方式に大別される。従来は、製作工場にて2次素地調整後下塗り塗装まで施工した後、現場で架設完了後、添接部塗装（下塗りまで）を施工し、床版施工後、中・上塗りという方法が大半を占めていた。製作工場にて2次素地調整～下塗り塗装～中・上塗り塗装まで施工するのは、大ブロック輸送・架設が可能な沿岸・海上部等の橋梁に採用されるケースが多く、一般の橋梁に採用される事例は少なかった。

図2-1-1 新設橋梁の塗装工程



これは、製作工場にて中・上塗り塗装まで施工した場合、輸送・架設・床版施工中の塗装面への損傷、および、工場塗装上塗り部と現場継手部・塗装面損傷部などの現場塗装上塗り部との、塗装時期の差による光沢差、色差を配慮したものである。

しかし、近年建設コストの縮減、塗膜品質の向上、現場施工の工期短縮等を図るため、一般橋梁においても、全工場塗装が採用されるケースが増加している。

全工場塗装方式は、工場/現場分割塗装方式に比べ、コストについては、

- ・エアレス塗装となり、現場での刷毛塗りに比べ施工費用の削減される。
- ・現場施工時の足場設置等の削減が期待できる。

塗膜の品質向上については、

- ・ 工場で施工する場合、塗装用建屋等を使うため、降雨等からの保護が可能。
- ・ 屋外施工に比べ品質の均一化が期待できる。
- ・ 下塗り・中塗り間の層間剥離の危険性を回避できる。

等のメリットがある。また、塗装に関して、現場施工は、添接部塗装に限られる為、工期の短縮も期待できる。

以上のような事が、全工場塗装採用の主な理由と考えられる。

## 2) 公団・公社の全工場塗装採用状況

日本道路公団においては、平成9年より、全工場塗装が採用された。従来、一般的な環境に用いられていたA塗装系は、試験施工により、塗膜が柔らかく、輸送・架設中に損傷を受けやすい為、全工場塗装に適さないと判断され、A塗装系に変わる一般環境用全工場塗装仕様のI塗装系が採用され、同時にC塗装系についても全工場塗装仕様のみとなった。

首都高速道路公団では、平成10年に従来の下塗り：工場塗装～中・上塗り：現場塗装のRE-C塗装系に代わり、厚膜型エポキシ樹脂塗料を使ったAF-C塗装系を採用し、全工場塗装に移行している。

阪神高速道路公団でも、中・上塗り：現場塗装の塗装仕様は残っているものの、全工場塗装での施工が大半を占めると思われる。名古屋高速道路公社、福岡北九州高速道路公社においても全工場塗装が採用されており、公団・公社は全て全工場塗装が基本となっている。

## 3) 国土交通省の全工場塗装採用状況

国土交通省においては、平成9年頃からパイロット工事として全工場塗装の試験施工が実施される等、全工場塗装採用の取り組みは行われている。しかし、現在でも明確な採用基準は設けていないものと思われ、また各地方整備局によっても対応が統一されておらず、現段階では完全実施には至っていない。

## 4) 地方自治体の全工場塗装採用状況

県、市町村等の地方自治体においては、コスト削減を意識した全工場塗装採用より架設場所の条件（足場設置が困難等）による工場塗装の採用が多いと思われ、原則として、工場／現場分割塗装を採用していると考えられる。

現在、全工場塗装の採用は公団・公社を中心に実施されている。しかし、建設コストの縮減、塗装の性能規定化の流れから、今後は、国土交通省・地方自治体においても、拡大していくと予測される。

## 2-1-2 全工場塗装の特徴

全工場塗装は、建設コストの低減、塗装品質の向上などを目的に一般橋梁への採用が増加している。工場／現地分割塗装との違いによる、全工場塗装の効果、特徴について比較例を挙げながら、検討してみたい。

### 1) 経済性について

全工場塗装と工場／現地分割塗装とは、その塗装方法が大きく異なる。工場塗装は、エアレススプレーによる塗装が基本であり、刷毛塗りは狭隙部、フランジこぼ面などの先行塗装等、補助的な箇所限定される。それに対し、現場塗装では、基本的に全て刷毛塗りであり、その作業効率の差は歴然としている。全工場塗装の場合、長期滞貨後の水洗い、輸送・架設後の補修塗装の増加など、分割塗装に比べコスト増はあるものの、トータルでは、やはりコスト削減につながると考えられる。以下に、全工場塗装と工場／現地分割塗装の経済性について、比較検討した事例を示す。

#### ① 比較事例1 (「関西鋼構造物塗装研究会 「鋼橋塗装の今後の方向(新橋の全工場塗装) 平成10年4月」より抜粋)

鋼道路橋塗装便覧のC-1, 3塗装系をモデルに、全工場塗装と工場／現地分割塗装の塗料費及び施工費について、積算単価により比較したのが、以下である。

##### a) 【塗料費】

工場塗装ではスプレー工法であるが現場塗装ではハケ塗りとなり中・上塗りの塗料使用量は全工場塗装のほうが増加する、しかしC塗装系では工場／現地分割塗装の場合、工場塗装の最終層は「エポキシ樹脂MIO塗料」で高価であるが、全工場塗装の場合、「エポキシ樹脂塗料下塗」となる。対比結果は、表2-1-1のとおり。

表 2-1-1 C塗装系(ポリウレタン塗装系)における塗料使用量と材料コスト比較

工程の種類 塗料の種類		工場／現地分割塗装		全工場塗装	
		使用量 (kg/m <sup>2</sup> )	単価 (円/m <sup>2</sup> )	使用量 (kg/m <sup>2</sup> )	単価 (円/m <sup>2</sup> )
第1層	無機ジンクリッチペイント	0.700	805.0	0.700	805.0
第2層	ミストコート	0.160	202.1	0.160	202.1
第3層	エポキシ樹脂塗料下塗	0.300	456.0	0.300	456.0
第4層	エポキシ樹脂MIO塗料(*1)	0.360	648.0	0.300	456.0
	エポキシ樹脂塗料下塗(*2)	適用(*1)	適用(*1)	適用(*2)	適用(*2)
第5層	ポリウレタン樹脂塗料用中塗	0.140	239.4	0.170	290.7
第6層	ポリウレタン樹脂塗料上塗	0.120	246.0	0.140	287.0
塗料費合計(円/m <sup>2</sup> )		2596.5		2496.8	

注1：塗料単価は、建設物価技術資料((財)建設物価調査会)より引用した。

注2：第5層～第6層の使用量は、工場／現地分割塗装はハケ塗装、全工場塗装は、スプレー塗装による使用量で示す。

b) 【 塗装費 】

塗装費は、全工程をスプレーで行う全工場塗装が、中・上塗をハケ塗りで行う、工場／現場分割塗装に比べ、当然の事ながら、安価となる。比較結果は、表 2-1-2 のとおり。

表 2-1-2 C 塗装系（ポリウレタン塗装系）における塗装費比較

塗料の種類		工場／現地分割塗装		全工場塗装	
		施工面積 (㎡/人)	単価 (円/㎡)	施工面積 (㎡/人)	単価 (円/㎡)
第1層	無機ジンクリッチペイント	70	501.8	70	805.0
第2層	ミストコート	70	386.0	70	202.1
第3層	エポキシ樹脂塗料下塗	70	501.8	70	456.0
第4層	エポキシ樹脂MIO塗料(*1)	70	501.8	70	456.0
	エポキシ樹脂塗料下塗(*2)	適用(*1)	適用(*1)	適用(*2)	適用(*2)
第5層	ポリウレタン樹脂塗料用中塗	45	599.0	70	386.0
第6層	ポリウレタン樹脂塗料上塗	45	599.0	70	386.0
塗料費合計(円/㎡)		3089.4		2663.4	

注1：塗装費単価は、建設物価技術資料（(財)建設物価調査会）より引用した。

注2：第1層、第3層、第4層は厚膜型塗料のため積算資料の30%割増しとした。

注3：第5層～第6層の塗装費は、工場／現地分割塗装はハケ塗装、全工場塗装は、スプレー塗装による単価で示す。

注4：全工場塗装工程における第5層、第6層のスプレー塗装費は工場塗装の下塗りの塗装費に準じた。

c) 【 塗料費・塗装費合計 】

表 2-1-3 に、C 塗装系（ポリウレタン塗装系）における塗料費と塗装費合計の比較を示す。

表 2-1-3 C 塗装系（ポリウレタン塗装系）における塗料費・塗装費合計比較

コスト	工 程	
	工場／現地分割塗装	全工場塗装
塗装費・塗料費合計(円/㎡)	5685.9	5160.2
コスト指数	100	91

② 比較事例2

実橋での試験施工により、経済性について比較検討された事例もある。その事例を以下に示す。

【(日本橋梁建設業協会防食部会「全工場塗装の提案と施工上の留意点」平成11年4月)より抜粋】

a) 調査橋梁の概要

表 2-1-4 工事の概要

工 事 件 名	中 島 出 入 路 橋	神 戸 高 架 橋
発 注 者	阪神高速道路公団	日本道路公団
形 式	3 径間連続鋼床版箱桁 橋 長： 196m 製作重量： 1,048ton	4 径間連続鋼桁 橋 長： 148.2m 製作重量： 875ton
出路・外廻り	全工場塗装工法； 工場塗装面積： 3,474m <sup>2</sup> 現場塗装面積： 251m <sup>2</sup>	全工場塗装工法； 工場塗装面積： 7,471m <sup>2</sup> 現場塗装面積： 329m <sup>2</sup>
入路・内廻り	(現場塗装工法) 工場塗装面積： 3,474m <sup>2</sup> 現場塗装面積： 3,725m <sup>2</sup>	(全工場塗装工法) 工場塗装面積： 8,806m <sup>2</sup> 現場塗装面積： 358m <sup>2</sup>
架設場所	大阪市西淀川区中島2丁目付近 (海浜地区)	自) 埼玉県川口市大字道 至) 埼玉県川口大字神戸
架設工法	トラッククレーン工法	トラッククレーン・バンド工法

表 2-1-5 塗装仕様の比較

工 事 件 名	中島出入路橋		神戸高架橋	
	塗装工程	膜厚	塗装工程	膜厚
第1層	無機質ゾンリッチプライマー	15	長ばく型エッチングプライマー	15
第2層	厚膜型有機質	50	鉛系さび止めペイント1種(下塗)	35
第3層	厚膜型エポキシ樹脂塗料	50	鉛系さび止めペイント1種(下塗)	35
第4層	エポキシ樹脂系MIO塗料	50	超長油性フタル酸樹脂塗装(中塗)	30
第5層	ポリウレタン樹脂塗料中塗	30	長油性フタル酸樹脂塗装(上塗)	25
第6層	ポリウレタン樹脂塗料上塗	25		—
合 計		220		140

注：膜厚の単位、 $\mu\text{m}$ とする。

b) 経済性の比較

表 2-1-6 経済性の評価

	中島出入路		神戸高架橋	
	全工場塗装工法	現場塗装工法	全工場塗装工法	現場塗装工法
工場塗装費	0.66(1.37)	0.49(1.00)	0.47(1.81)	0.26(1.00)
現場塗装費	0.05(0.20)	0.25(1.00)	0.22(0.54)	0.41(1.00)
現場足場費	0.19(0.71)	0.26(1.00)	0.25(0.76)	0.33(1.00)
合計	0.90	1.00	0.94	1.00
構造形式	連続鋼床版箱桁、部材が少ない。		連続板桁橋で部材が多い。	
塗装系	C2系(ジンク+エポキシウレタン系)		A1系(鉛系さび止め+フタル酸樹脂)	
足場架設	部分足場(添接部のみ)		全面足場	

③ 全工場塗装の施工コスト増要因について

全工場塗装の経済性について比較検討の事例を2ケース紹介したが、当然のことながら、工場／現場分割塗装方式に比べ全工場塗装方式のほうが優位である事は間違いないと考えられる。塗装費のみならず、橋梁の形式、現場の条件等によっては、足場設置費の大幅な削減も期待できる。しかし、一方で全工場塗装の場合、上塗面の品質保持に対する費用が発生するのもまた事実である。以下に例を示す。

- ・現場接合部摩擦面の厚膜ジンク塗装が未計上の場合
- ・上フランジ上面の再塗装（プライマー）
- ・長期滞貨後の清掃（水洗、化粧塗り等）
- ・塗装期間の長期化への設備拡充（塗装ヤード、塗装用建屋、等）
- ・滞貨、輸送時の養生

などである。

- a) 現場接合部は、全工場塗装の特質を考慮すると、厚膜ジンク塗装を積算上計上した方が望ましい。
- b) JHで採用している、「I 塗装系」は第1層に厚膜有機ジンクを採用している。有機ジンクは、摩擦接合面へ塗装すると所定のすべり係数の得られないため、無機ジンクとの塗り分けが必要であり、その作業性の悪さが問題となっている。現在、高摩擦型有機ジンク（摩擦接合部のすべり係数値が0.45以上得られる有機ジンク）の開発・改良が進められており、数例実橋での使用例もあるが、一般的には未だ認知されていない。
- c) 塗装便覧の塗装仕様にはないものの、一部で全工場塗装に採用されている、A 塗装系及びB 塗装系は、第1層にエッチングプライマーを使用しているため、現場接合部は原則無塗装となっており、全工場塗装には適さない塗装系と考えられる。

## 2) 塗膜品質について

### ① 全工場塗装の塗膜品質に対する利点

全工場塗装方式と工場／現場分割塗装方式を、塗膜品質の観点から、比較してみる。

全工場塗装方式の場合は、下塗りから上塗りまで一連の工程のなかで施工されるケースが大半を占め、下塗り施工後長期間暴露される事は少ないと考えられる。また、塗装場所についても、建屋内もしくは、塗装用上屋を使つての塗装と考えられる。

それに対し、工場／現場分割塗装方式の場合は、工場下塗り施工後、上塗りを施工するまで、工場滞貨～架設～床版施工の期間、長期に渡つて屋外に暴露される事となる。また、施工場所も当然のことながら、屋外での施工となる。

全工場塗装方式の塗膜品質に対する利点は、下塗り～上塗まで屋内若しくはそれに準じた降雨等の影響を受けにくい状態で施工でき、各塗膜間に付着する介在物を最小限に抑える事に有ると考えられる。工場／現場分割塗装方式では避けられない、下塗り完了後の長期間の屋外暴露状態を受けることなく、安定した品質が期待できる。

### ② 工場／現場分割塗装方式の不具合事例

以下に示す不具合事例は、工場／現場分割塗装方式の下塗り～中塗り間の層間剥離に関するもの、および下塗り～中塗り間の塗装期間が長期化した場合のものである。

(「後藤正承 鋼橋塗装の今後の方向 平成10年4月」より一部要約し抜粋)

#### 【事例1：工場MIO／現地中塗り間の異物介在による塗膜剥離事例】

兵庫県道高速湾岸線（5号湾岸線）において、MIO／中塗り間の層間剥離が発生した。平成9年度に剥離発生状況及び原因究明の調査業務を行った。

調査対象は、353径間の上部工及び145基の鋼製橋脚で、剥離は353径間中39径間、橋脚は145脚中9脚で認められた。調査の結果、剥離の原因は工場MIOと現地中塗りの層間に介在した塩分である事が判明した。剥離界面より採取した水可溶性付着物のイオン分析結果から、検出された塩素イオンのNaCl換算値による平均付着量は管理基準値（100mg/m<sup>2</sup>以下）の約5倍に相当する塩化イオンが検出された。

#### 【事例2：工場塗装から現地中・上塗りまでの期間が長期となり

##### 下塗り塗装を増塗りした事例】

大阪府道・兵庫県道高速大阪池田線（延伸部）猪名川第1橋梁鋼桁工事において、工場塗装から現地塗装までの期間が4年～5年間の長期間となり現地中・上塗り前に処理および対策検討の必要性から調査を行った。その結果、MIO塗膜表面には多量の白色結晶物（CaSO<sub>4</sub>）の付着が認められた。塩素イオン検知管法によるNaCl量は、5～100mg/m<sup>2</sup>が検出された。

調査の結果から下塗り塗膜に対する防食性の補強処置としてHDK塗装設計施工基準「塗装間隔が長期化した場合の処置」に従い下記補修仕様を提案した。

表 2-1-7 猪名川第 1 橋梁の補修塗装仕様（案）

工程	構造	鋼床版箱桁	R C 床版箱桁
素地調整		一般部は高圧水洗処理後、清掃、目粗しを行い、さび発生部はパワーツール処理（ISO St3）	一般部は高圧水洗処理後、清掃、目粗しを行い、さび発生部はパワーツール処理（ISO St3）
補修塗装系		変性エポキシ樹脂塗料増塗り（さび発生部は原形復帰）	1 案：鉛系さび止め塗料増塗り 2 案：変性エポキシ樹脂塗料増塗り（耐久性向上案）

### 3) その他の特長

全工場塗装方式は、経済性、塗膜品質において、工場／現場分割塗装方式と比べ優位であることを述べてきたが、その他の特長について、以下に述べる。

#### ① 景観（美観）について

塗装に求められる品質の中で、景観（美観）も重要な要素である事は間違いない。この点において、全工場塗装方式は、工場で塗り施工時期と現場接合部の塗装時期の違いから、その期間が長いほど色差が生じてしまうため、景観（美観）好ましくない。また、輸送、架設完了後の塗装傷の補修箇所も工場／現場分割塗装方式と比べると目立ってしまう。しかし、色差は経年変化とともに目立たなくなっていく事から現在のところ、全工場塗装方式の採用を妨げる要因とは考えられていないようである。

#### ② 塗膜の保護

全工場塗装方式は、上塗塗装が完了した後、工場滞貨～輸送～架設～床版等の状態に晒される為、工場／現場分割塗装方式と比べ、より以上の塗膜保護対策が必要となってくる。以下に各工程での主な塗膜保護対策を挙げてみたい。

##### a) 工場滞貨時の保護対策

工場滞貨期間中の保護対策例

- i) 部材移動時は吊り金具を使用し、塗装面で吊る場合は塗膜を損傷しないよう養生材を使うなど十分注意する。
- ii) 受け台高さを考慮し、地面からの跳上げがかからないよう配慮する。  
また、受け台高さに勾配を付け、雨水等溜まらないよう調整する。

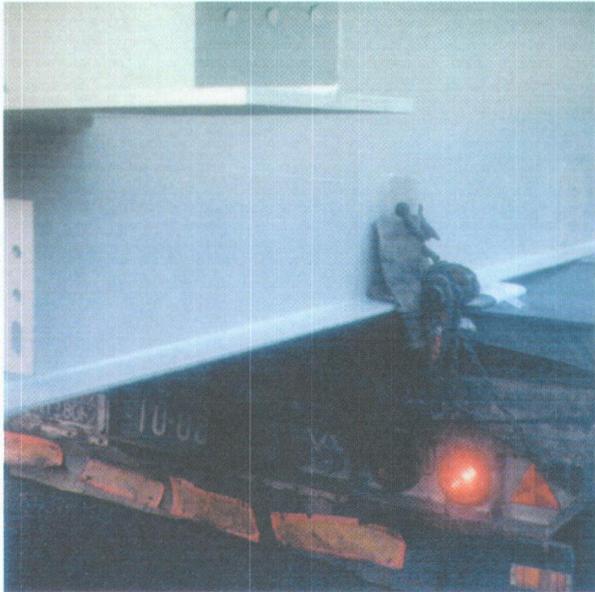
b) 輸送中の保護対策

- i) 輸送時の台木部およびワイヤー固縛部の養生を特に注意し、必要に応じてシート等により養生する。

( 輸送時の養生例 )

写真 2-1-1 荷締め養生例

写真 2-1-2 泥除けシート養生例



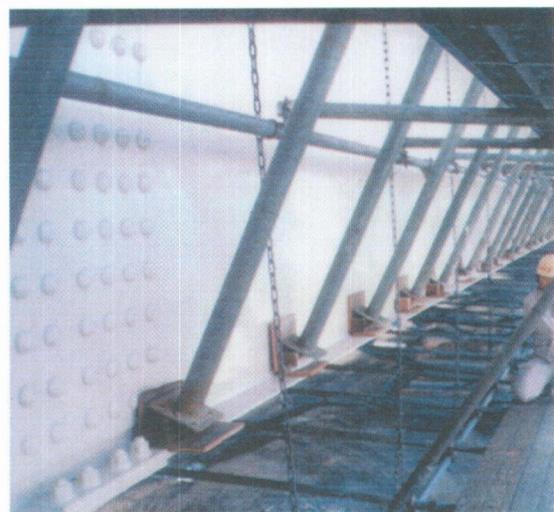
C) 架設工・床版工施工時の保護対策

- i) 荷卸時や架設時に塗装面で支持する箇所は緩衝材を用いるなどして塗膜を保護する。
- ii) 足場の吊りチェーン、クリップ、バイス、パイプと部材との接触部には緩衝材を入れる。
- iii) 床版形枠支保工と塗装面との接触部には緩衝材を敷き塗膜損傷を極力軽減する。

( 足場設置・床版施工時の養生例 )

写真 2-1-3 足場材部養生例

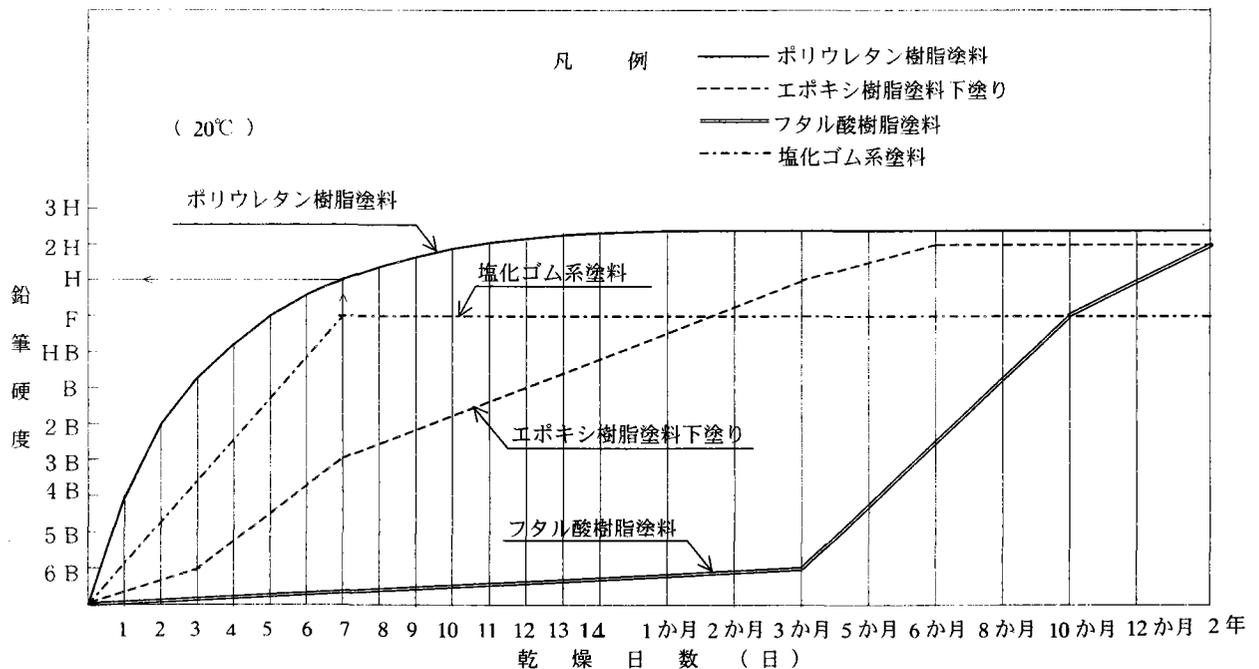
写真 2-1-4 床版型枠支保工例



### ③ 塗装系の違いによる塗膜硬さの違い

全工場塗装方式に採用されている塗装系は、塗装便覧ではC-2・4の2塗装系で中・上塗の塗料は違うものの、第1層に厚膜型無機ジンクを使った重防食塗装系となっている。公団・公社で採用している塗装系も、JHのI塗装系を除き、すべてC-2・4塗装系と同様若しくはそれに類する塗装系をなっている。これは、塗膜の硬化期間に関係があり、JHで実施した東京外環自動車道の実橋での試験施工の報告にも有るように、A塗装系やB塗装系はその塗膜硬化時間が遅い為、全工場塗装には適さない塗装系とされている。JHでは、この試験施工からA塗装系での全工場塗装方式の採用を避け、それに代わる一般環境用全工場塗装仕様として、I塗装系を採用した経緯がある。塗膜の硬化時間の遅さは、輸送・架設中の塗膜損傷の増大につながるからである。下記に塗膜の乾燥日数とその硬度の関係の図を示す。【(今泉安雄「東京外環自動車道の鋼橋塗装」平成 4年 9月)より抜粋】

図 2-1-1 乾燥日数と塗膜（鉛筆硬度との関係）



このような、塗膜の特長にもかかわらず、A塗装系やB塗装系を全工場塗装方式に採用する事例が少なくない。その採用を控えるよう訴えていく必要があると考える。

## 2-2 全工場塗装の仕様について

現在、新橋の一般外面において採用されている全工場塗装を適用図書（発注者）別に下記に示す。

### 2-2-1（社）日本道路協会／鋼道路橋塗装便覧の仕様

#### 1) A-1 塗装系

本来、工場塗装（下塗）＋現場塗装（中・上塗）の塗装仕様であり、全工場塗装仕様として望ましくないが採用されることもある。

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前処理	一次素地調整	ブラスト処理(ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	長ばく形エッチングプライマー	130	15	～3カ月
工場	二次素地調整	動力工具処理(ISO S t 3)			
	下塗	鉛系さび止めペイント1種	170	35	2日～10日
	下塗	鉛系さび止めペイント1種	170	35	～6カ月
現場	中塗	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	120	30	2日～10日
	上塗	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	110	25	

#### 2) B-1 塗装系

本来、工場塗装（下塗）＋現場塗装（中・上塗）の塗装仕様であり、全工場塗装仕様として望ましくないが採用されることもある。

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前処理	一次素地調整	ブラスト処理(ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	長ばく形エッチングプライマー	130	15	～3カ月
工場	二次素地調整	動力工具処理(ISO S t 3)			
	下塗	鉛系さび止めペイント1種	170	35	2日～10日
	下塗	鉛系さび止めペイント1種	170	35	2日～10日
	下塗	フェノール樹脂MIO塗料	300	45	～12カ月
現場	中塗	塩化ゴム系塗料中塗	170	35	1日～10日
	上塗	塩化ゴム系塗料上塗	150	30	

### 3) C-2 塗装系

ポリウレタン系は塗膜が比較的硬く損傷しにくいこと、下塗りの無機ジンクリッチペイントは防錆力が強く塗膜損傷部の錆も広がりにくいことなどの特徴から、全工場塗装仕様として塗装便覧にて採用されている。

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前 処 理	一次素地調整	ブラスト処理(ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	200	15	～6カ月
工 場	二次素地調整	ブラスト処理(ISO Sa 2.5)			
	下 塗 り	無機ジンクリッチペイント	700	75	2日～10日
	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗	160	—	1日～10日
	下 塗 り	エポキシ樹脂塗料下塗	300	60	1日～10日
	下 塗 り	エポキシ樹脂塗料下塗	300	60	1日～10日
	中 塗 り	ポリウレタン樹脂塗料中塗	170	30	1日～10日
	上 塗 り	ポリウレタン樹脂塗料上塗	140	25	

### 4) C-4 塗装系

ふっ素系は塗膜が比較的硬く損傷しにくいこと、下塗りの無機ジンクリッチペイントは防錆力が強く塗膜損傷部の錆も広がりにくいことなどの特徴から、全工場塗装仕様として塗装便覧にて採用されている。

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前 処 理	一次素地調整	ブラスト処理(ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	200	15	～6カ月
工 場	二次素地調整	ブラスト処理(ISO Sa 2.5)			
	下 塗 り	無機ジンクリッチペイント	700	75	2日～10日
	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗	160	—	1日～10日
	下 塗 り	エポキシ樹脂塗料下塗	300	60	1日～10日
	下 塗 り	エポキシ樹脂塗料下塗	300	60	1日～10日
	中 塗 り	ふっ素樹脂塗料中塗	170	30	1日～10日
	上 塗 り	ふっ素樹脂塗料上塗	140	25	

## 2-2-2 日本道路公団／構造物施工管理要領の仕様

現在、新設橋梁一般外面用は全て全工場塗装仕様が採用されている。  
仕様には、C-2, C-4, I 塗装系の3種類ある。

### 1) C 2 塗装系

鋼道路橋塗装便覧に同じである。

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前 処 理	一次素地調整	ブラスト処理(ISO Sa 2.5)			~2時間
	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	200	15	~6カ月
工 場	二次素地調整	ブラスト処理(ISO Sa 2.5)			~2時間
	下塗り第1層	無機ジンクリッチペイント	700	75	2日~10日
	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗り	160	—	1日~10日
	下塗り第2層	エポキシ樹脂塗料下塗り	300	60	1日~10日
	下塗り第3層	エポキシ樹脂塗料下塗り	300	60	1日~10日
	中塗り	ポリウレタン樹脂塗料中塗り	170	30	1日~10日
	上塗り	ポリウレタン樹脂塗料上塗り	140	25	1日~10日

※素地調整のブラスト後の塗装時間は「2時間以内」とする。但し、温度・湿度が管理されている屋内の場合には「4時間以内」とする。

※下フランジ及び下フランジと接するウェブ部分（立ち上がり10cm）については下塗りを1層増し塗りする。

※ミストコートは、エポキシ樹脂塗料を50%重量のシンナーで希釈し用いる。

※中／上塗りをシリコン変性アクリル樹脂塗料中／上塗りに変更されることがある。

### 2) C 4 塗装系

鋼道路橋塗装便覧に同じである。

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前 処 理	一次素地調整	ブラスト処理(ISO Sa 2.5)			~2時間
	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	200	15	~6カ月
工 場	二次素地調整	ブラスト処理(ISO Sa 2.5)			~2時間
	下塗り第1層	無機ジンクリッチペイント	700	75	2日~10日
	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗り	160	—	1日~10日
	下塗り第2層	エポキシ樹脂塗料下塗り	300	60	1日~10日
	下塗り第3層	エポキシ樹脂塗料下塗り	300	60	1日~10日
	中塗り	ふっ素樹脂塗料中塗り	170	30	1日~10日
	上塗り	ふっ素樹脂塗料上塗り	140	25	1日~10日

※素地調整のブラスト後の塗装時間は「2時間以内」とする。但し、温度・湿度が管理されている屋内の場合には「4時間以内」とする。

※下フランジ及び下フランジと接するウェブ部分（立ち上がり10cm）については下塗りを1層増し塗りする。

※ミストコートは、エポキシ樹脂塗料を50%重量のシンナーで希釈し用いる。

### 3) 1 塗装系

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前処理	一次素地調整	G-a (ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	機能性プライマー	200	17	～2時間
工場	二次素地調整	溶接部、プライマー損傷部：G-a (ISO Sa 2.5) 活膜部：スリーブブラスト (ISO Sa 1程度)			～6カ月
	下塗り	有機ジンクリッチペイント	700	75	～2時間
	中塗り	ポリウレタン樹脂塗料中塗	170	30	2日～10日
	上塗り	ポリウレタン樹脂塗料上塗	140	25	1日～10日

※素地調整のブラスト後の塗装時間は「2時間以内」とする。但し、温度・湿度が管理されている屋内の場合には「4時間以内」とする。

※下フランジ及び下フランジと接するウェブ部分（立ち上がり10cm）については下塗り（変性エポキシ樹脂塗料下塗）を1層増し塗りする。

※中／上塗りをシリコン変性アクリル樹脂塗料中／上塗りに変更されることがある。

### 2-2-3 首都高速道路公団／鋼橋塗装設計施工基準の仕様

平成10年4月の『全工場塗装の適用について（通知）』により、全工場塗装が採用された。現在、新設橋梁一般外面は全て全工場塗装仕様：AF-C塗装系が採用される。

#### 1) AF-C塗装系

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前処理	一次素地調整	ブラスト処理(ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	200	15	ブラスト後直ちに ～6カ月
工場	二次素地調整	ブラスト処理(ISO Sa 2.5)			ブラスト後直ちに
	下塗り第1層	無機ジンクリッチペイント	700	75	2日～10日
	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗	160	—	1日～10日
	下塗り第2層	厚膜形エポキシ樹脂塗料下塗	540	120	1日～10日
	中塗り	ポリウレタン樹脂塗料中塗	170	30	1日～10日
	上塗り	ポリウレタン樹脂塗料上塗	140	25	1日～10日

※ミストコートは、エポキシ樹脂塗料下塗りまたは厚膜形エポキシ樹脂塗料160g/m<sup>2</sup>を80g/m<sup>2</sup>のシンナーで希釈し用いる。

2-2-4 阪神高速道路公団／土木工事共通仕様書の仕様

1) A-5 塗装系

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前処理	一次素地調整	G-a (ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	無機ゾンクリッチプライマー	200	15	～6カ月
工場	二次素地調整	G-c (ISO Sa 2.5)			
	第 1 層	無機ゾンクリッチペイント	700	75	2日～10日
	第 2 層	ミストコート	160	—	1日～10日
	第 3 層	ポキシ樹脂塗料下塗り	300	60	1日～10日
	第 4 層	ポキシ樹脂MIO塗料	360	60	1日～12ヶ月
	第 5 層	ポリウレタン樹脂塗料中塗り	170	30	1日～10日
	第 6 層	ポリウレタン樹脂塗料上塗り	140	25	

※ミストコートは、ポキシ樹脂塗料下塗りをシンナーで希釈（20～50%）したものを用いる。

※第4層～第5層間の塗装間隔が1日～10日で塗り重ね可能場合は、第4層をポキシ樹脂塗料下塗り（300g/m<sup>2</sup>、60μm）に変更する。

2) A-7 塗装系

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前処理	一次素地調整	G-a (ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	無機ゾンクリッチプライマー	200	15	～6カ月
工場	二次素地調整	G-c (ISO Sa 2.5)			
	第 1 層	無機ゾンクリッチペイント	700	75	2日～10日
	第 2 層	ミストコート	160	—	1日～10日
	第 3 層	ポキシ樹脂塗料下塗り	300	60	1日～10日
	第 4 層	ポキシ樹脂MIO塗料	360	60	1日～12ヶ月
	第 5 層	ふっ素樹脂塗料中塗り	170	30	1日～10日
	第 6 層	ふっ素樹脂塗料上塗り	140	25	

※ミストコートは、ポキシ樹脂塗料下塗りをシンナーで希釈（20～50%）したものを用いる。

※第4層～第5層間の塗装間隔が1日～10日で塗り重ね可能場合は、第4層をポキシ樹脂塗料下塗り（300g/m<sup>2</sup>、60μm）に変更する。

2-2-5 本州四国連絡橋公団／鋼橋等塗装基準・同解説の仕様

1) A 3 塗装系

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前処理	一次素地調整	原板ブラスト(ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	200	20	～6カ月
工場	二次素地調整	パワーツールなど(ISO St 3)			
	第 1 層	変性ポキシ樹脂塗料外面用下塗	350	90	1日～10日
	第 2 層	変性ポキシ樹脂塗料外面用下塗	350	90	1日～10日
	第 3 層	ポキシ樹脂塗料中塗	170	30	1日～10日
	第 4 層	ポリウレタン樹脂塗料上塗	140	25	

2) E 塗装系

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前処理	一次素地調整	原板ブラスト(ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	200	20	～6カ月
工場	二次素地調整	製品ブラスト(ISO Sa 2.5)			
	第 1 層	厚膜型無機ジンクリッチペイント	700	75	2日～10日
	第 2 層	ミストコート	160	—	1日～10日
	第 3 層	厚膜型ポキシ樹脂塗料下塗	300	60	1日～10日
	第 4 層	厚膜型ポキシ樹脂塗料下塗	300	60	1日～12ヶ月
	第 5 層	ポキシ樹脂塗料中塗	170	30	1日～10日
	第 6 層	ふっ素樹脂塗料上塗	140	25	

※ミストコートは、厚膜型ポキシ樹脂塗料下塗りをシンナーで約 50%希釈したものを使用する。

## 2-2-6 名古屋高速道路公社／塗装設計施工基準の仕様

現在、名公社は工場塗装（下塗）＋現場塗装（中・上塗）の塗装仕様だけであるが、最近全工場塗装が採用されることが多い。

本年（平成14年）新基準が発行予定であり、新設橋梁一般外面は全工場塗装仕様のみとなる。

### 1) N-04F 塗装系

新基準で採用となる仕様。

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前処理	一次素地調整	原板ブラスト(ISO Sa 2.5)			3時間以内
	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	200	15	
工場	二次素地調整	製品ブラスト(ISO Sa 2.5)			2日～6カ月
	第1層	無機ジンクリッチペイント	700	75	3時間以内
	第2層	ミストコート	160	—	2日～1ヶ月
	第3層	ポキシ樹脂塗料下塗り	300	60	1日～10日
	第4層	ポキシ樹脂塗料下塗り	300	60	1日～10日
	第5層	ポリウレタン樹脂塗料中塗	170	30	1日～10日
	第6層	ポリウレタン樹脂塗料上塗	140	25	1日～10日

※ミストコートは、ポキシ樹脂塗料下塗りを30～50%のシンナーで希釈したものをを用いる。

### 2) N-06F 塗装系

新基準で採用となる仕様。

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前処理	一次素地調整	原板ブラスト(ISO Sa 2.5)			3時間以内
	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	200	15	
工場	二次素地調整	製品ブラスト(ISO Sa 2.5)			2日～6カ月
	第1層	無機ジンクリッチペイント	700	75	3時間以内
	第2層	ミストコート	160	—	2日～1ヶ月
	第3層	ポキシ樹脂塗料下塗り	300	60	1日～10日
	第4層	ポキシ樹脂塗料下塗り	300	60	1日～10日
	第5層	ふっ素樹脂塗料用中塗	170	30	1日～10日
	第6層	ふっ素樹脂塗料上塗	140	25	1日～10日

※ミストコートは、ポキシ樹脂塗料下塗りを30～50%のシンナーで希釈したものをを用いる。

2-2-7 福岡北九州高速道路公社／構造物設計基準の仕様

1) A-3 塗装系

阪神高速道路公団（A-5系）に同じである。

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前 処 理	一次素地調整	G-a (ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	無機ゾンクリッチプライマー	200	15	2日～6カ月
工 場	二次素地調整	G-c (ISO Sa 2.5)			
	第 1 層	無機ゾンクリッチペイント	700	75	2日～1ヶ月
	第 2 層	ミストコート	160	—	
	第 3 層	エポキシ樹脂塗料下塗	300	60	1日～10日
	第 4 層	エポキシ樹脂MIO塗料	360	60	1日～10日
	第 5 層	ポリウレタン樹脂塗料中塗	170	30	1日～12ヶ月
第 6 層	ポリウレタン樹脂塗料上塗	140	25	1日～10日	

※ミストコートは、エポキシ樹脂塗料下塗りを希釈して用いる。希釈率は50%以下とする。

2) A-4 塗装系

阪神高速道路公団（A-7系）に同じである。

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前 処 理	一次素地調整	G-a (ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	無機ゾンクリッチプライマー	200	15	2日～6カ月
工 場	二次素地調整	G-c (ISO Sa 2.5)			
	第 1 層	無機ゾンクリッチペイント	700	75	2日～1ヶ月
	第 2 層	ミストコート	160	—	
	第 3 層	エポキシ樹脂塗料下塗	300	60	1日～10日
	第 4 層	エポキシ樹脂MIO塗料	360	60	1日～10日
	第 5 層	ふっ素樹脂塗料中塗	170	30	1日～12ヶ月
第 6 層	ふっ素樹脂塗料上塗	140	25	1日～10日	

※ミストコートは、エポキシ樹脂塗料下塗りを希釈して用いる。希釈率は50%以下とする。

3) A-7 塗装系

首都高速道路公団 (AF-C系) に同じである。

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前処理	一次素地調整	G-a (ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	無機ゾンクリッチプライマー	200	15	
工場	二次素地調整	G-c (ISO Sa 2.5)			2日～6カ月
	第 1 層	無機ゾンクリッチペイント	700	75	
	第 2 層	ミストコート	160	—	2日～10日
	第 3 層	厚膜形エポキシ樹脂塗料下塗	540	120	1日～10日
	第 4 層	ポリウレタン樹脂塗料中塗	170	30	1日～10日
	第 5 層	ポリウレタン樹脂塗料上塗	140	25	1日～10日

※ミストコートは、エポキシ樹脂塗料下塗りまたは厚膜形エポキシ樹脂塗料を希釈して用いる。希釈率は50%以下とする。

4) A-8 塗装系

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前処理	一次素地調整	G-a (ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	無機ゾンクリッチプライマー	200	15	
工場	二次素地調整	G-c (ISO Sa 2.5)			2日～6ヶ月
	第 1 層	無機ゾンクリッチペイント	700	75	
	第 2 層	ミストコート	160	—	2日～10日
	第 3 層	厚膜形エポキシ樹脂塗料下塗	540	120	1日～10日
	第 4 層	ふっ素樹脂塗料中塗	170	30	1日～10日
	第 5 層	ふっ素樹脂塗料上塗	140	25	1日～10日

※ミストコートは、エポキシ樹脂塗料下塗りまたは厚膜形エポキシ樹脂塗料を希釈して用いる。希釈率は50%以下とする。

2-2-8 鉄道総合技術研究所／鋼構造物塗装設計施工指針の仕様

1) B-2 塗装系

『全工場塗装として明記されている。』

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
工場	素地調整	原板ブラスト or 製品ブラスト(ISO Sa 2.5)			
	第 1 層	エッチングプライマー2種又は3種	130	15	12時間～3カ月
	第 2 層	鉛系さび止めペイント	170	35	2日～1ヶ月
	第 3 層	鉛系さび止めペイント	170	35	2日～6カ月
	第 4 層	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	140	30	24時間～15日
	第 5 層	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	130	25	

2) H-2 塗装系

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前処理	一次素地調整	原板ブラスト(ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	200	20	
工場	二次素地調整	製品ブラスト(ISO Sa 2.5)			
	第 1 層	厚膜型無機ジンクリッチペイント	700	75	2日～3ヶ月
	第 2 層	ミストコート (第3層の塗料)	150	—	16時間～2日
	第 3 層	厚膜型エポキシ樹脂塗料下塗	300	60	24時間～15日
	第 4 層	厚膜型エポキシ樹脂塗料下塗	300	60	24時間～15日
	第 5 層	ポリウレタン樹脂塗料中塗	160	30	24時間～15日
第 6 層	ポリウレタン樹脂塗料上塗	140	30		

3) J-2 塗装系

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前処理	一次素地調整	原板ブラスト(ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	200	20	
工場	二次素地調整	製品ブラスト(ISO Sa 2.5)			
	第 1 層	厚膜型エポキシ樹脂ジンクリッチペイント	700	75	2日～3ヶ月
	第 2 層	ミストコート (第3層の塗料)	150	—	16時間～2日
	第 3 層	厚膜型エポキシ樹脂塗料下塗	300	60	24時間～15日
	第 4 層	厚膜型エポキシ樹脂塗料下塗	300	60	24時間～15日
	第 5 層	ポリウレタン樹脂塗料中塗	160	30	24時間～15日
第 6 層	ポリウレタン樹脂塗料上塗	140	30		

4) K - 2 塗装系

	塗装工程及び区分	塗料種類及び規格	使用量 (g/㎡)	標準膜厚 (μ)	塗装間隔
前 処 理	一次素地調整	原板ブラスト(ISO Sa 2.5)			
	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	200	20	
工 場	二次素地調整	製品ブラスト(ISO Sa 2.5)			
	第 1 層	厚膜型無機ジンクリッチペイント	700	75	2日~3ヶ月
	第 2 層	エッチングプライマー1種	130	—	1時間~12時間
	第 3 層	フェノール樹脂系ジンクロメト さび止めペイント	150	30	12時間~7日
	第 4 層	フェノール樹脂系MIO塗料	300	50	16時間~1ヶ月
	第 5 層	フェノール樹脂系MIO塗料	300	50	2日~12ヶ月
	第 6 層	シリコンアルキド樹脂塗料中塗	150	35	24時間~15日
	第 7 層	シリコンアルキド樹脂塗料上塗	140	25	

## 2-3 全工場塗装の採用状況

### 2-3-1 全工場塗装の採用状況

#### 1) 全工場塗装の実績調査

日本道路公団、首都高速道路公団等すでに全工場塗装の採用を決定し、実施している発注者については、現在、原則として、全工場塗装仕様にて発注されていると予想される。しかし、その他については、どの程度の割合で全工場塗装仕様の工事が発注されているか把握できていない。

このような状況を踏まえ、全工場塗装の採用状況、また採用塗装仕様の実態を把握する為、鋼橋技術研究会 施工部会員の所属会社（工場）を対象に、全工場塗装、耐候性橋梁の採用状況に関するアンケート調査を実施した。調査対象は、平成11・12年度の2年間に製作した工事である。

アンケート実施結果の回答状況は、下記の通り。

1. 有効回答：26社

2. 回答データ集計表（発注者別の製作重量・工事件数一覧表）

上段：重量（t）

下段：工事件数（件）

発注者	平成11年度	平成12年度	平成11・12年度合計
公団・公社	137,271 t	144,337 t	281,608 t
	102件	104件	206件
国土交通省	85,632 t	70,600 t	156,232 t
	150件	120件	270件
地方自治体	125,271 t	99,784 t	225,055 t
	391件	303件	694件
その他	12,449 t	8,685 t	21,134 t
	44件	43件	87件
合計	360,623 t	323,406 t	684,029 t
	687件	570件	1,257件

公団・公社：道路公団、首都公団、阪神公団、本四公団、名古屋公社、  
福岡北九州公社

国土交通省：旧建設省、旧運輸省、北海道開発局、沖縄開発局

地方自治体：都道府県、市町村、県道路公社

その他：鉄建公団、JR、水資源開発公団、民間 他

今回のアンケートでは、平成11年度が36万t、平成12年度が32万t分のデータを得る事が出来た。この重量は各年度の発注量のほぼ1/2に相当する。このことからその集計結果は全発注工事の傾向を示すものと考えて差し支えないと思われる。

## 2) 防錆処理の比率

アンケート回答結果を、年度ごとに、その防錆処理方法により分類した。  
その区分は、

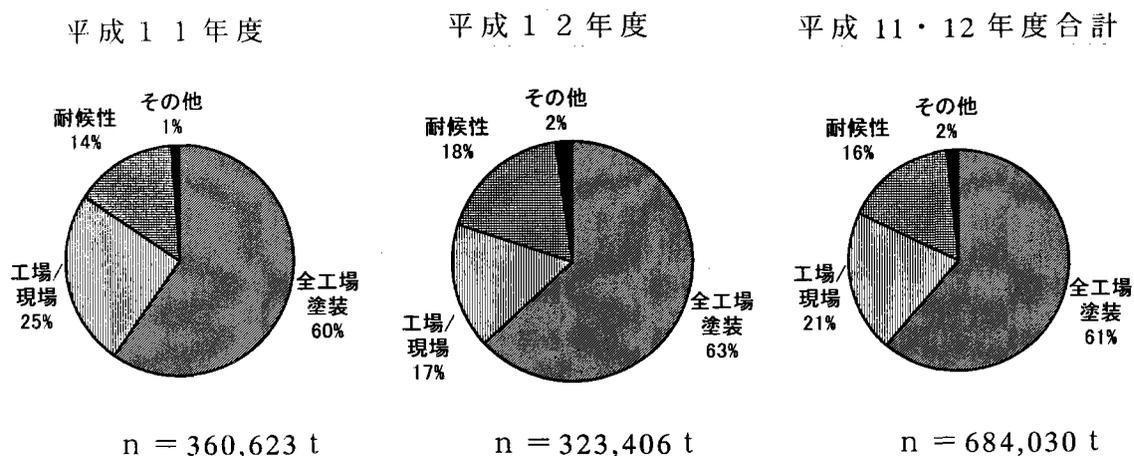
1. 全工場塗装
  2. 工場／現場分割塗装
  3. 耐候性（裸仕様・化成処理等すべて含む）
  4. その他（熔融亜鉛めっき・亜鉛アルミ溶射・熔融亜鉛めっき＋塗装 他）
- である。

### ① 全体の防錆処理の比率

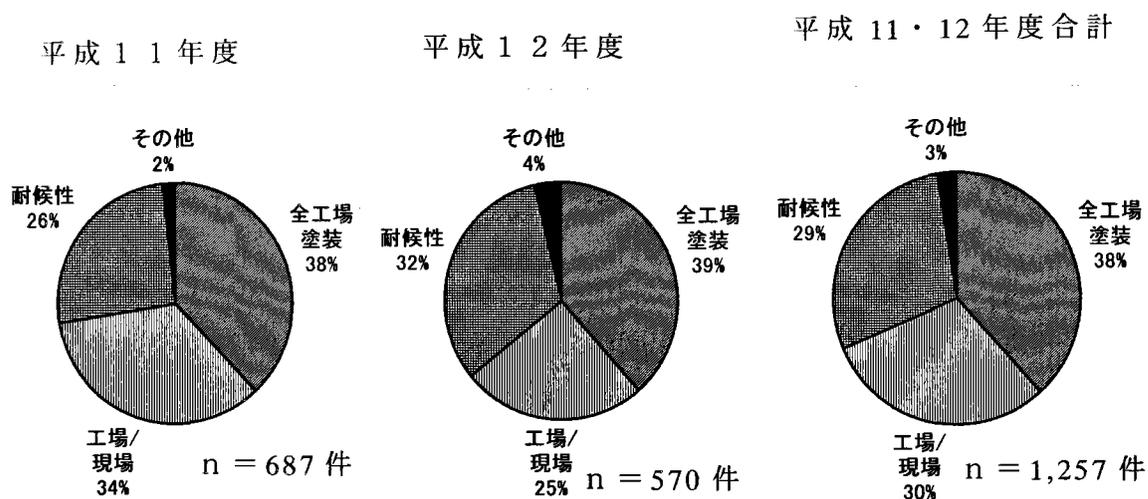
全データを、防錆処理方法により分類集計し、重量比および工事件数比で表したのが、図 2-3-1 である。

図 2-3-1 防錆処理の比率（全工事）

#### (1) 重量比



#### (2) 工事件数比



重量比・工事件数比と、二つの特性ごとに分類したのは、1工事当り重量が数千トンから数十トンとばらつきが大きい為、傾向が偏ってしまうことを懸念した事による。

この集計結果から、

1. 防錆処理の主流は、全工場塗装・工場／現場分割塗装を含め塗装である。
2. 全工場塗装は、塗装のなかで重量比では7割強を占めるのに対し、工事件数比では5割となっている。これは、公団・公社と地方自治体との1工事当りの重量差によるものと思われる。
3. 塗装に次ぐ防錆処理として、耐候性橋梁の増加が顕著。

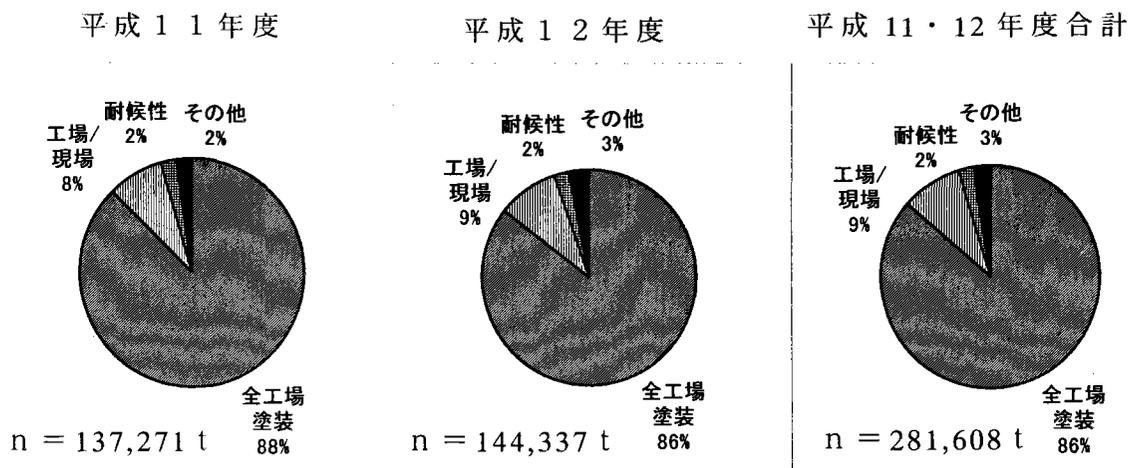
## ② 発注者別の防錆処理の比率

次に、発注者を公団・公社、国土交通省、地方自治体と三つに分類し、それぞれの防錆処理方法により分類集計し、重量比で表したのが、図 2-3-2 である。

以降、工事件数比の集計結果は省略する。

図 2-3-2 発注者別の防錆処理比率

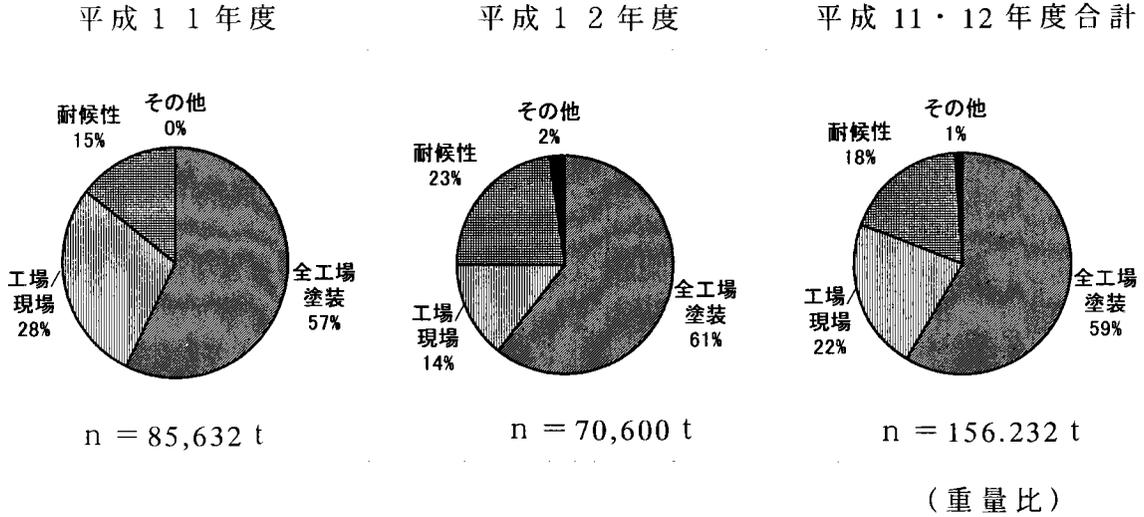
(公団・公社)



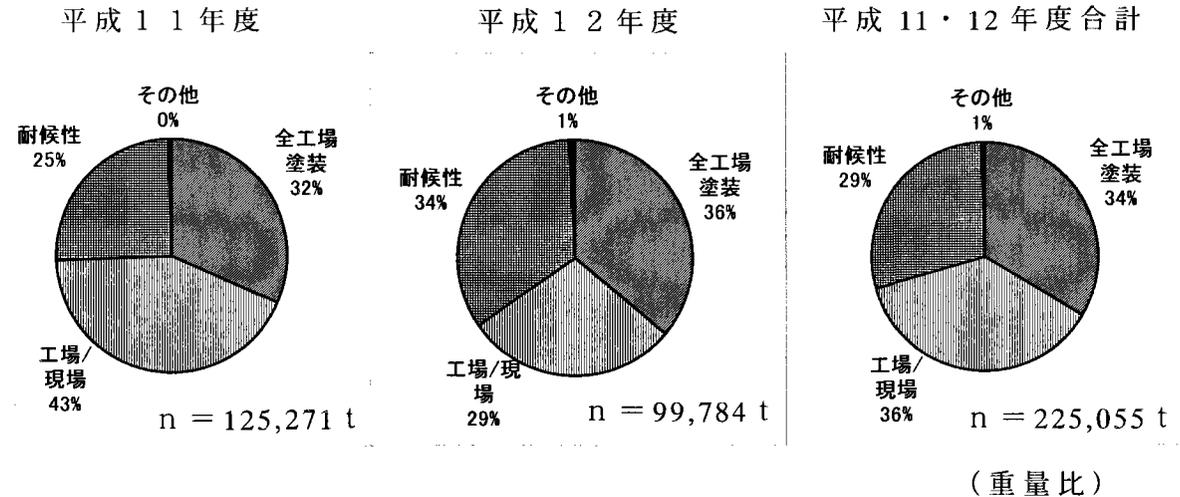
(重量比)

図 2-3-2 発注者別の防錆処理比率

(国土交通省)



(地方自治体)



この集計結果から、

1. 公団・公社での全工場塗装の普及率は現状 85% 程度であるが、これは全工場塗装採用前に受注した工事、および採用が遅れた名古屋公社発注の工事が含まれている為と思われ、今後全工場塗装の比率は 90% を超えると予想される。
2. 国土交通省においても全工場塗装の採用は進んでいる。また耐候性橋梁の増加傾向も顕著。
3. 地方自治体発注の工事では、全工場塗装は約 30% 程度に留まっており、全工場・工場/現場分割・耐候性がほぼ同じ比率を占めている。

地方自治体発注の工事では、全工場塗装の採用増加よりも、耐候性橋梁の採用が増加傾向にある。

### 3) 全工場塗装における塗装仕様の比率

次に、全工場塗装のみに絞って、その採用されている塗装仕様によって集計を行った。

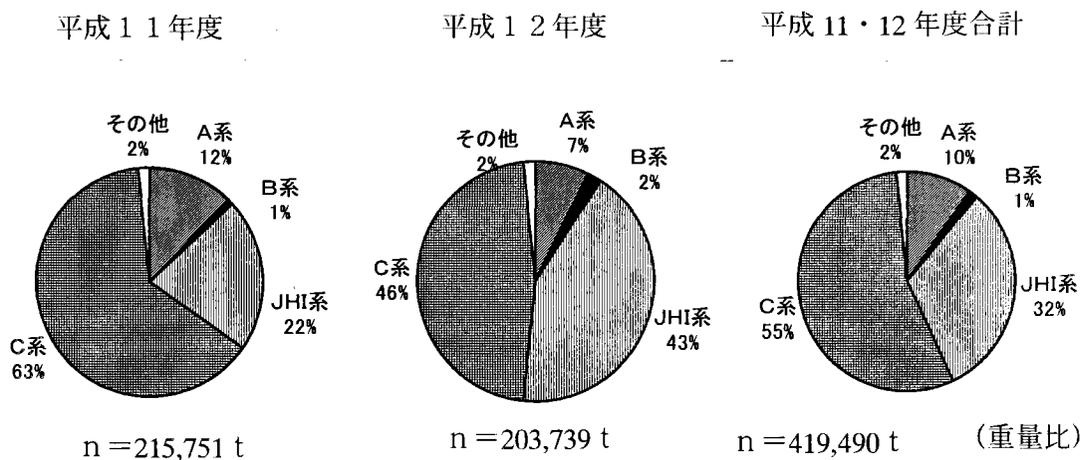
塗装系は、塗装便覧で規定しているものに加え、各公団・公社が独自に規定している為多岐にわたる。そこで傾向を明確にする為、下記の区分にて集計を行った。

1. A系：塗装便覧で規定している工場／現場分割塗装系のA 1～4 塗装系で現場塗装の中・上塗りを工場で施工した塗装系、およびそれに類する塗装系。
2. B系：塗装便覧で規定している工場／現場分割塗装系のB 1 塗装系で現場塗装の中・上塗りを工場で施工した塗装系、およびそれに類する塗装系。
3. JHI系：日本道路公団（以下 JH）が規定している、I 塗装系。
4. C系：塗装便覧で規定しているC 2・4 塗装系、およびそれに類する各公団・公社にて規定している塗装系。  
（首都高速道路公団（以下SDK）および福岡北九州高速道路公社（以下FDK）で採用されている、厚膜型エポキシ樹脂塗料を用いた塗装系も含む。）
5. その他：日本旅客鉄道、沖縄モノレール仕様 等

#### ① 全体の塗装系別の比率

全工場塗装に限ったデータを、その塗装仕様により分類集計し、重量比で表したのが、図 2-3-3 である。

図 2-3-3 全工場塗装工事の塗装仕様の比率（全体）

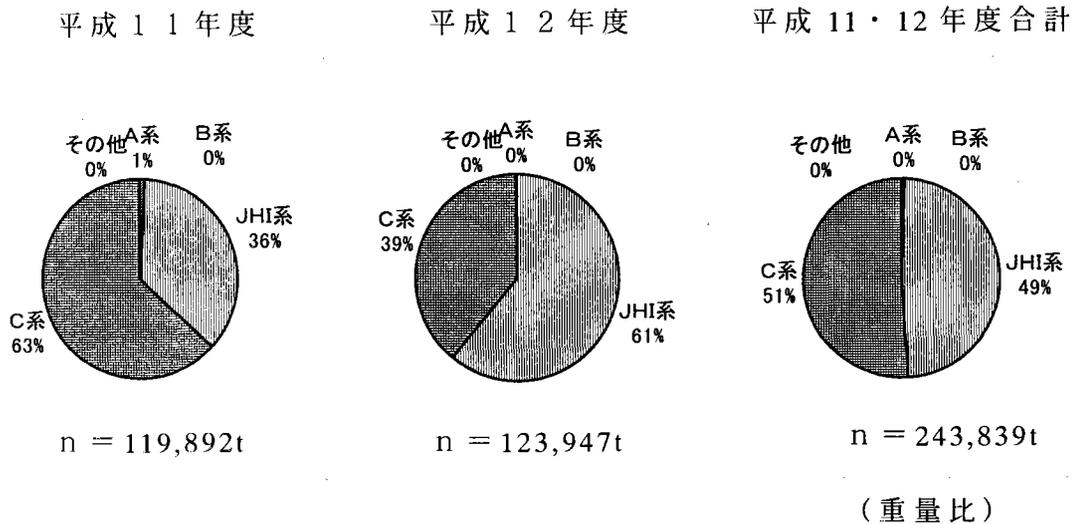


全体ではやはりC塗装系が主流であるが、JHの発注量が多く、I塗装系の増加傾向が著しい。

② 公団・公社発注工事の塗装系別の比率

公団・公社発注工事に限って、塗装仕様別に集計し、重量比で表した。

図 2-3-4 公団・公社発注工事の全工場塗装仕様の比率

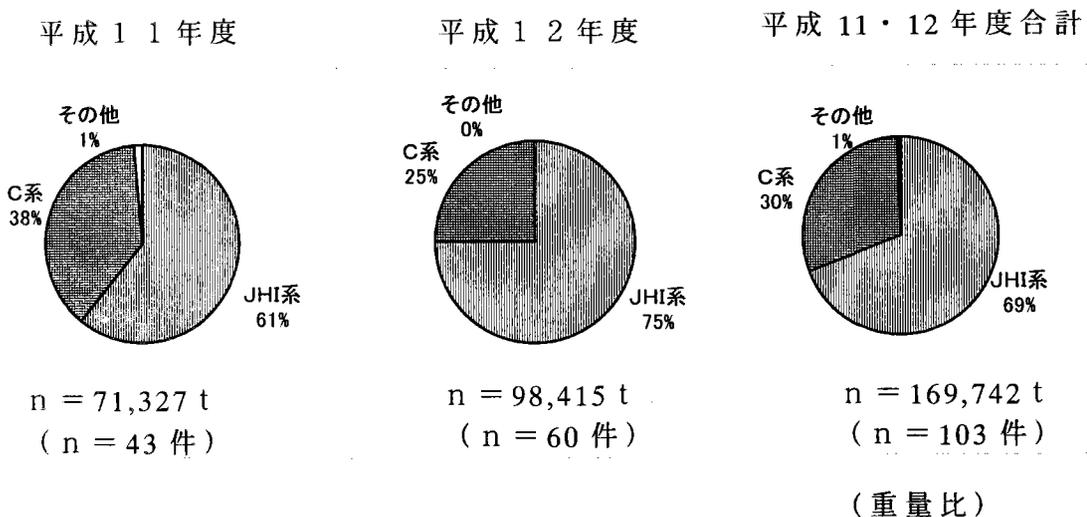


公団・公社に限って集計すると、JHI 塗装系の占める割合が約 50% となる。

平成 11 年度から 12 年度にかけての増加傾向も顕著である。各発注者の発注量の影響もあると考えられる。

下記の、図 2-3-5 は、JH 発注の工事のみを集計した結果である。

図 2-3-5 JH 発注工事の全工場塗装仕様の比率



この結果により JH においては、I 塗装系主流となっていることがわかる。

### ③ SDK・FDK発注工事の塗装系別の比率

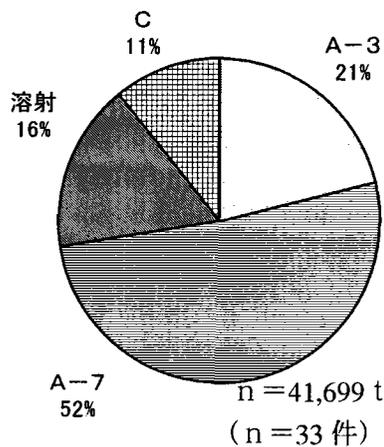
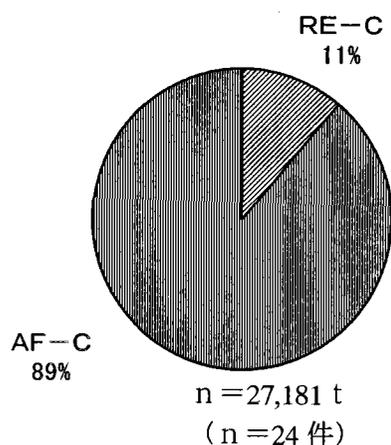
公団・公社のなかで、厚膜型エポキシ樹脂塗料を採用しているのは、SDKとFDKのみである。また、FDKにおいては福岡5号線において、亜鉛アルミ溶射の採用している。図2-3-6はSDKに限った集計、図2-3-7はFDKに限った集計を表わしている。

図2-3-6 SDKの全工場塗装の比率

図2-3-7 FDKの全工場塗装の比率

( H11. 12年度合計 )

( H11. 12年度合計 )



(重量比)

RE-C・A-3 : 従来の「エポキシ樹脂塗料」を使った塗装系

AF-C・A-7 : 「厚膜型エポキシ樹脂塗料」を使った塗装系

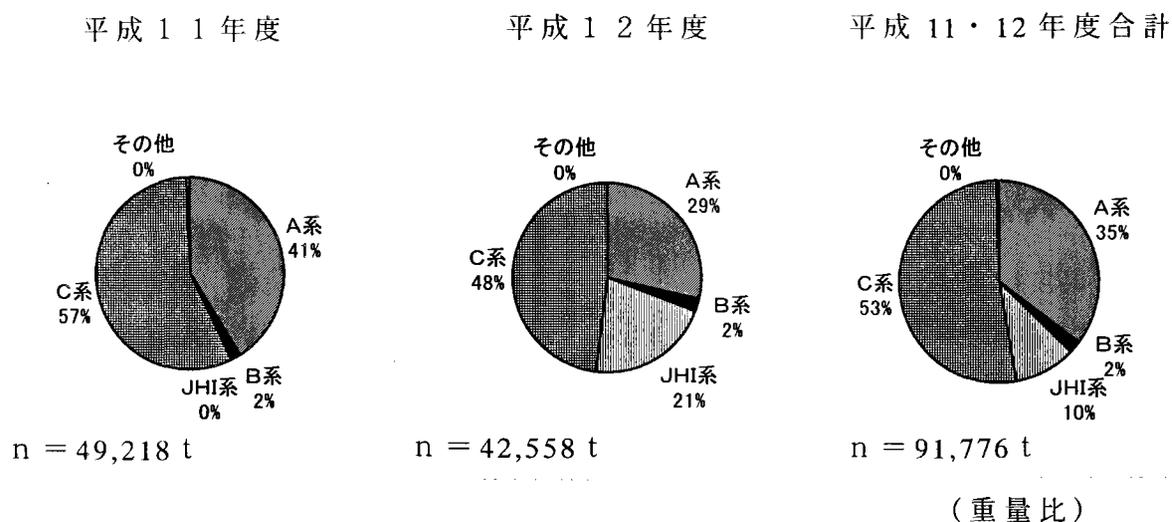
厚膜型エポキシ樹脂塗料は、従来2回塗りで行っていた工程を、厚膜型とすることで1回塗りとしたものである。2回分の塗布量を、1回で塗布しなければならず、狭隘部の膜厚確保には十分注意して施工する必要がある。また、採用当初は「ミストコート」の施工が不十分であるとピンホールが発生するなどのトラブルが生じた経緯もあり、施工者としては、課題の多い塗装系である。

FDKでは、国内で初めて新設鋼橋への亜鉛アルミ溶射の本格採用を実施した。現在実橋での施工が行われており、今後の動向が注目される。

### ③ 国土交通省発注工事の塗装系別の比率

国土交通省発注工事の、塗装仕様別に集計し、重量比で表したのが、図2-3-8である。

図 2-3-8 国土交通省発注工事の全工場塗装仕様の比率

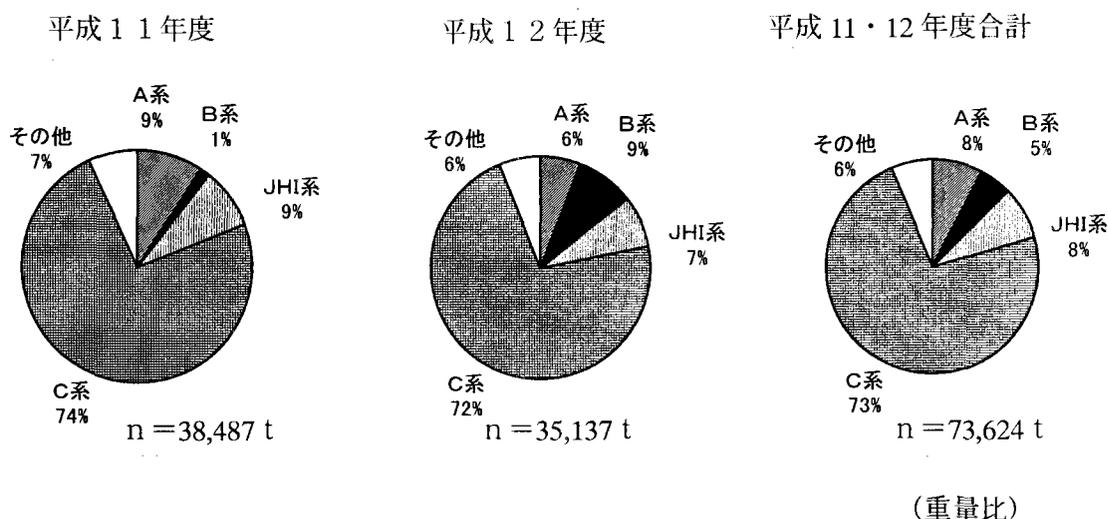


国土交通省発注の工事ではA系の占める割合の高さが特徴的である。平成11年度から12年度に掛けては減少傾向とも読み取れるが、JHの委託工事の、I塗装系増加の影響によるものとも考えられる。

#### ④ 地方自治体発注工事の塗装系別の比率

地方自治体発注工事の、塗装仕様別に集計し、重量比で表したのが、図 2-3-9 である。

図 2-3-9 地方自治体発注工事の全工場塗装仕様の比率



地方自治体発注の工事では、C塗装系の占める割合の高さが特徴的である。要因としては、全工場塗装採用の理由として、大型プロジェクトでの重防食塗装系採用によるケースや、跨線橋等足場設置の制約がある場合などが考えられるが、塗り替えサイクルを考慮した、維持費用の削減策とも考えることが出来る。予想外であったのは、A塗装系での全工場塗装の割合が10%以下と、採用率が非常に低いことである。

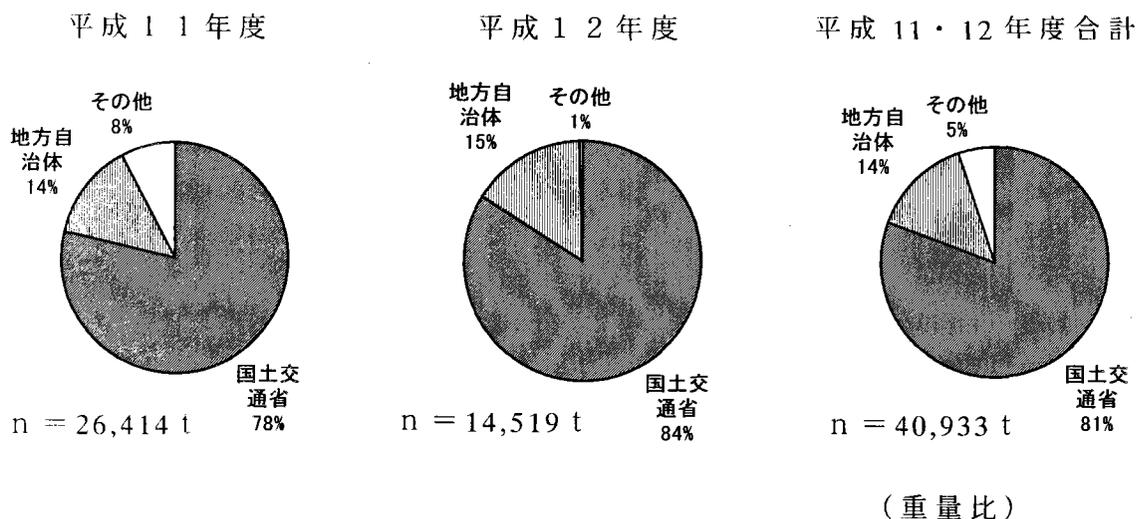
また、他の発注者では見られないB塗装系での全工場塗装施工も特徴的である。B塗装系の中・上塗りに使用する塩化ゴム系塗料は、その製造過程での有害物質発生を理由に採用を敬遠する傾向がある。平成11年度から12年度にかけての増加傾向には、疑問が残る。

#### 4) A 塗装系全工場塗装における発注者別の比率

A 塗装系は、その塗料の特性から全工場塗装への適用が望ましくない塗装系であり、塗装便覧においても全工場塗装としての仕様が規定されていないにもかかわらず、全工場塗装に採用される場合がある。

図 2-3-10 に、A 塗装系全工場塗装の発注者別比率を示す。

図 2-3-10 A 塗装系全工場塗装の発注者別比率



前節の発注者別の全工場塗装採用塗装系比率からも予想されたが、全工場塗装での A 塗装系採用の約 80% は国土交通省発注工事である。

平成 11 年度から 12 年度にかけては全体としては、26 千トンから 14 千トンと大幅に減少しているが、今後も少なからず施工されていくと思われる。

現在進められている塗装便覧の改定により、A 塗装系は廃止される可能性もあるが、それを待つまでもなく全工場塗装への採用は避けるべきと考える。

## 2-3-2 今後の動向

### 1) 鋼道路橋塗装便覧の改定

近年、公共事業のコスト縮減に対する要求が高まっており、初期費用（イニシャルコスト）の低減にみでなく、維持費用（ランニングコスト）・撤去費を含めたライフサイクルコストの低減が求められている。

鋼橋においてもコスト縮減への取り組みが進められているが、防錆処理についても、初期コストの低減と合せて、防錆力・耐用年数の向上に対する要求が高まっていくと思われる。

一方、現在、土木・建築構造物の設計・施工基準に関し、「性能規定化」・「性能照査型設計法」への移行に向けての取り組みが各分野において行われており、道路橋においても、性能規定化を盛り込んだ道路橋示方書の改定が行われた。塗装に関しても、現在、性能規定化を盛り込んだ「鋼道路橋塗装便覧」（以下、塗装便覧）の改定作業が進められていると思われる。

### 2) 塗装の性能規定化

性能規定とは、求める目標を明らかにし、それに対する要求性能・性能規定を決定し、その検証方法を規定することである。

従来、鋼橋の塗装仕様は、架設場所の腐食環境に基づいて、選択・決定されていた。しかし性能規定では、塗装に求める性能（目標）が明示され、求められた性能を満足する為の、使用塗料、塗り回数、塗布膜厚を提案し、その施工方法が要求した性能を満足するかを証明しなければならない。

この性能規定が改訂後の塗装便覧には取り入れられると思われるが、要求性能が明らかにされても検証方法が確立されなければ、提案された材料、施工方法が要求性能を満足するか判定できない。また、検証に多くの費用と時間を費やさなければならない事も考えられる。そのため、道路橋示方書と同様「みなし適合」の考え方が導入されると思われる。「みなし適合」とは、要求性能を示した上で、それを満足するとみなされる塗装系を規定し、その塗装系であればその要求性能を満足するというものである。

性能規定化を盛り込んだ塗装便覧の改訂で、「みなし適合」に採用される新設橋の塗装系はC塗装系またはそれに類する重防食塗装系の全工場塗装と予想されている。

### 3) 公団・公社の今後の動向

公団・公社については、すでに全工場塗装を採用しており、また、独自の塗料規定および塗装仕様を制定していることから、塗装便覧改定に合せた性能規定化の動きがあるか否かは、現段階で予想することは困難である。しかし各公団・公社が採用している外面塗装系は、厚膜型エポキシを採用している首都高速道路公団のAF-C塗装系、福岡北九州高速道路公社のA-7塗装系を含め、塗装便覧のC2・C4塗装系に該当し、みなし適合で採用されると予想されている塗装系と同等であると見ることが出来るため、大きな仕様変更は実施されないのではとも考えられる。

一方、日本道路公団において、平成9年より採用され、現在も多くの鋼橋に適用されている、一般環境用のI塗装系は、全工場塗装に不向きなA塗装系に代わって採用されたもので、防食性能はA塗装系より高いと考えられているが、C-2, 4塗装系と比較すれば、その性能は劣っている。また、第1層に厚膜型有機ジンクリッチペイントを使う事により、添接部について厚膜型無機ジンクリッチペイントとの塗り分けの煩雑さの課題も残っている。

改訂版塗装便覧が発刊され、性能規定化のみなし適合の塗装系が現在のC塗装系およびそれに類する塗装系となった場合の、I塗装系の取り扱いが注目される。

## 2-4 全工場塗装の問題点、課題とその対策について

現在、採用されている様々な全工場塗装仕様において問題点・課題点を明らかにし、そのより良い対処方法を明確にすることを目的に、鋼技研施工部会各社を対象にアンケート調査を実施した。以下よりアンケート結果を中心に問題点・課題とその対策について各塗装系別に取りまとめ報告する。

(アンケート実施時期：平成13年8月、有効回答：24社)

### 2-4-1 A・B塗装系（鋼道路橋塗装便覧）について

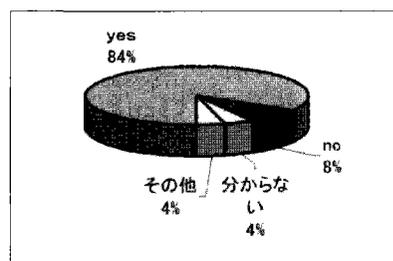
A・B塗装系は、その塗料特性から全工場塗装仕様への適用が望ましくない塗装系であり、塗装便覧においても全工場塗装仕様としての仕様が規定されていないにもかかわらず全工場塗装として採用されるケースがある。そこで、何が問題であるか、どのような対処方法が適当であるか、明確にする必要がある。

#### 1) 『A, B塗装系の全工場塗装は止めてほしいですか?』

##### ①一番の問題点（止めてほしい理由）は？

(複数回答有り)

- a. 塗膜が柔らかく、傷が付きやすい。：12社  
(タッチアップ多く、美観上・防錆上問題である。)
- b. もらい錆が多く、水洗い・補修塗装等必要となる。  
：6社
- c. 乾燥・硬化が遅く、塗装工程が長期化する。硬化まで6ヶ月かかる。：4社
- d. 鉛系・塩ゴム系とも環境に良くない。：1社
- e. 下塗り乾燥不足による中熟みで受台跡が剥がれやすい。(B系)：1社
- f. RC床版の場合、アルカリ分のためコンクリート打設後清掃(水洗い等)補修塗装が必要となる。：1社
- g. 工場サイドで考えるなら採用OK。但し、トータルで考えると全工場には不向き。：1社



#### 2) 『塗膜の軟らかさで損傷トラブルが多いですか?』

##### ①発生状況

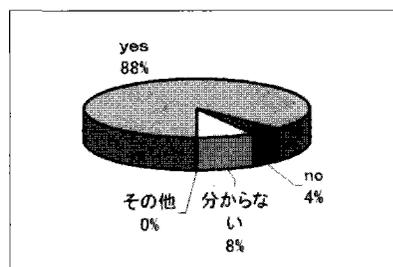
油性系・塩ゴム系は、ふっ素・ポリウレタン系と比較して塗膜硬度が小さく(軟らかく)キズの発生率が高くなり、その程度も大きくなるのが明らかにされている。また、厚塗り時、低温時等では乾燥・硬化が遅くなり、さらにキズ発生率が高まる。

・キズの発生時期と部位：

(仮置き時、工場保管時) 盤木・架台跡、小物部材の段重ね箇所等。

(横持ち運搬時、輸送時) 盤木・架台跡、ラッシング部。

(架設時) 足場用吊り金具、現地吊り足場のクランプ跡、足場用チェーン干渉部



- ・不具合例) 長期保管になり架台跡に塗膜の膨れが生じた。
- ・不具合例) タッチアップ箇所が多く外観上問題となった。

②対策・解決方法

- a. 工程管理：余裕を持った塗装工程とする。（塗膜が少しでも硬化してキズの程度を極力小さくするため。）
- b. 盤木・架台跡のキズに対して：
  - ・無塗装部で架台を受ける。（現場添接部等）
  - ・塗装部で受ける場合、養生材（柔ら、ミラーマット、エサシート、ゴムシート等、より厚い方が可）を使用する。
- c. 輸送時のキズに対して：
  - ・ラッシングが緩まないよう確実にする。
  - ・塗装部と干渉する場合、養生材（柔ら、ミラーマット、エサシート、ゴムシート等、より厚い方が可）を使用する。



横構の発送荷姿

盤木+エサシート(5mm厚)、被覆番線



盤木（輸送・荷造り用）

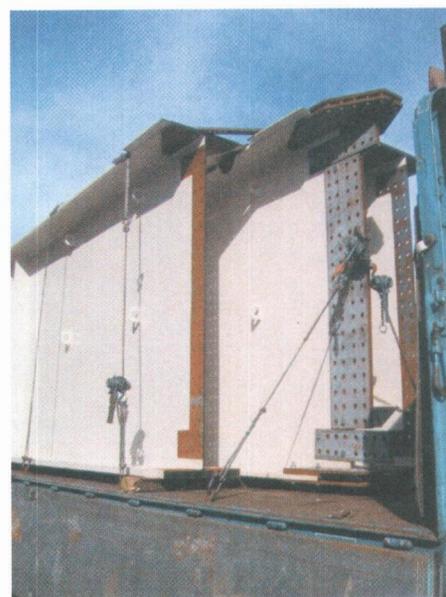
左側：盤木+エサシート

右側：盤木+養生テープ



盤木（輸送用）

盤木+ゴムシート+養生テープ



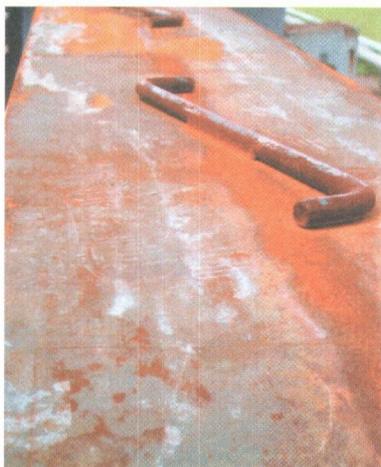
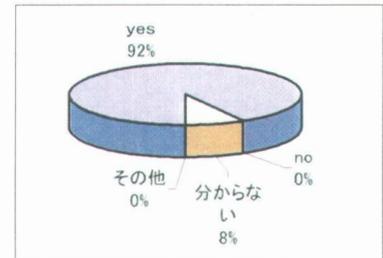
輸送時ラッシング状況

- d. 補修塗装について：出荷前・現地架設後等に塗膜損傷箇所の点検漏れがない様に入念に調査し、損傷程度に応じ補修塗装範囲・仕様・要領を決定する。外観上補修塗装部が目立たない様に周辺の段差に注意しサンドペーパー掛け等を行う。
- e. 全工場塗装仕様時は従来の工場／現場分割方式に対して特別の配慮が必要であることを作業者に教育して取扱いに注意する。（キズ発生を極力減らす。）

3) 『摩擦面・上フランジ面の無塗装による錆汁で  
困っていますか？』

①発生状況

- ・原板プライマーとして屋外暴露に対する防錆効果持続期間が3ヶ月程度であるエッチングプライマーを採用しているが、仮組立・塗装・保管・架設等で屋外暴露期間が通常3ヶ月を越えることから錆が発生する。



上フランジ上面の錆発生状況

(仮組立～保管：5ヶ月经過)

- ・現場添接部の摩擦面処理が無塗装（プライマー除去）となるため、錆が発生する。



現場添接部からの錆汁状況

## ②対策・解決方法

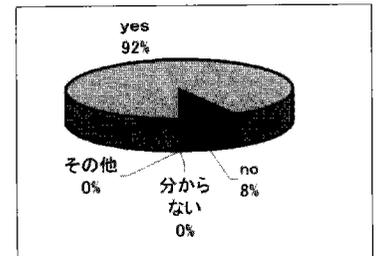
- a. 上フランジ上面にプライマー等を塗布する。
  - ・使用塗料：エッチングプライマー、無機ジンクリッチプライマー／ペイント（ジンク採用は客先に変更／承諾申し入れする。）
  - ・塗装時期：下塗り前に全面塗布、あるいは上塗り後に損傷部のみタッチアップする。
- b. 現場添接部にプライマー等塗布する。（スプライス表面、孔コバ等）
  - ・使用塗料：エッチングプライマー
  - ・塗装時期：スプライス本体取付前、あるいは出荷前にタッチアップする。（但し、現地にてHTB締付け時共回りの課題あり。）
- c. 長期保管時、現場添接部（接触面）はプライマーのまま保管し出荷前にプライマーを除去する。
- d. 現場添接部は養生している。（添接部のみ養生、ブロック全体をオーニングする。）
- e. なるべく発送に合わせた塗装工程を組み、塗装後の保管期間を短縮する。（1ヶ月以内を目安）
- f. 出荷前に水洗い、最終層の塗料にて化粧塗り等行う。

## 4) 『油性系の乾きにくさで困っていますか？』

### ①発生状況

鉛系・油性系等の乾燥機構は酸化重合乾燥であり、空气中の酸素の作用で塗料の表面から硬化し塗膜が形成される。よって、厚く塗り過ぎると酸素と接触している表面だけが乾燥して内部がいつまでも乾燥しなかつたり塗膜にしわを生じたりする。また、気温が5℃以下になると酸化重合反応は遅くなり乾燥時間が長くなる。以上のことから、厚塗りした場合、低温時等には乾きにくく塗装工程が長くなる傾向にある。

- ・不具合例) 下塗り乾燥不十分状態で塩化ゴム系塗料の様に乾燥の早い塗膜を重ねると中熟み状態が発生し塗膜の剥がれ、亀甲肌が生じた。
- ・不具合例) 下塗り1層目が乾燥不十分で2層目を塗布してしまい剥離した。



### ②対策・解決方法

- a. 工程管理：極力余裕を持った塗装工程、インターバルとする。たとえば、冬期間（低温時）には鉛と鉛等のインターバルを3，4日取っている。
- b. 設備による対応：温風乾燥、ジェットヒーター、工場内昇温装置、乾燥小屋、移動上屋等を利用する。

5) 『コンクリート床版時の打設後清掃、

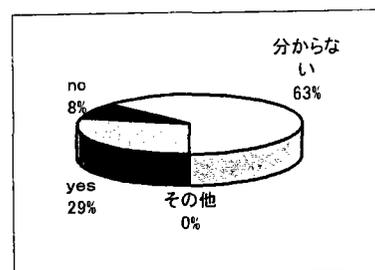
アルカリ反応等で問題が生じましたか?』

①発生状況

油性系は、耐アルカリ性が弱くコンクリート床版からの漏水の様にアルカリ分を含む水に触れると塗膜に膨れが生じることがある。

②対策・解決方法

- a. 耐アルカリ性塗装仕様に変更する。
- b. コンクリート打設後、速やかに水洗いし付着物等を除去する。
- c. 損傷部は点検漏れがない様に入念に調査し、アルカリ浸食塗装部を除去し補修塗装（タッチアップ）する。



6)その他問題点等

- ・清掃や補修塗装、養生、無塗装部へのプライマー等積算されない工数が増える。
- ・塩ゴム系を刷毛塗りする場合、中・上塗料色の濃淡差により色むらがしやすい。
- ・油性系は耐水性が弱く（＝透湿度が高く）、降雨・湿度の高い環境下で水分の滞水箇所・結露の多い箇所で剥離することがある。  
不具合例）長時間の降雨により水分が透過し層間付着力が一時的に低下した状態で、高圧洗浄機により水洗いを行い、中塗／上塗の層間で剥離した。
- ・現場塗装を減らし、品質管理しやすい工場にて塗装を行うメリットある。

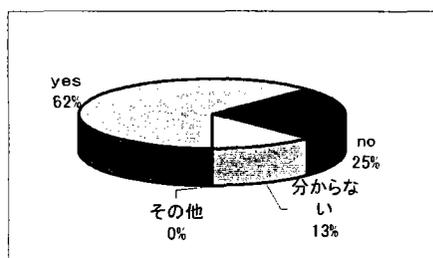
7) A, B仕様の全工場塗装を採用した施主名（最近1年程度で）

- ・北海道開発局、東北・関東・北陸・中部・中国・四国・九州地整  
北海道、茨城県、埼玉県、東京都、群馬県、岐阜県、福井県、大阪府、盛岡市、新潟市、金沢市、大津市、京都府美山町

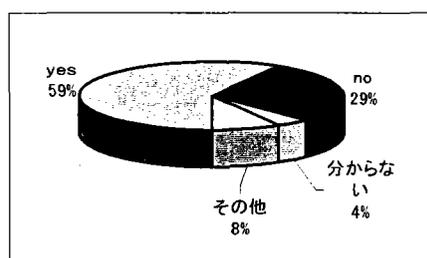
## 2-4-2 I 塗装系（日本道路公団）について

日本道路公団では、平成9年より一般環境における塗装系としてA塗装系に代わりI塗装系を採用している。この仕様は、塗り回数の低減、機能性プライマーの採用、スweepブラスト+有機ジンクリッチペイントの採用等塗装の省力化（=コスト縮減）を考慮し適用されたものであり、今後その採用が拡大される可能性がある中で何か問題点は無いか検討していく。

1) 『I仕様は摩擦接合面等を除けば、施工が簡便でよい仕様だと思いますか？』



2) 『摩擦面が無機ジンクリッチペイント仕様の場合、何か対策を取っていますか？』



JHでは現場添接部摩擦面は原則『塗料があってはならない部分』であり、『但し、無機ジンクリッチペイントを塗装しても良い』と記述されているので承諾となることが多い。他、施工上本仕様においては下記の様な問題が生じる。

《現場添接部周辺に無機ジンクと有機ジンクの塗り分けが発生する。》

### ①発生状況

桁本体は有機ジンク、現場添接部が無機ジンクとなり、その塗り重ねが手間である。

### ②対策・解決方法

- a. 製品ブラスト後、（一般部を養生し）摩擦面に無機ジンクリッチペイントを塗布し、摩擦面周辺部にミストコート塗布、摩擦面を逆養生し一般外面に有機ジンクリッチペイント塗布する。（客先積算にミストコートは計上されていない。）
- b. 製品ブラスト後、（一般部を養生し）摩擦面に無機ジンクリッチペイントを塗布（摩擦面周辺部は薄く塗布）、摩擦面を逆養生し一般外面に有機ジンクリッチペイント塗布する。
- c. 高摩擦有機ジンクリッチペイントを採用する。（一般部、現場添接部とも同じ塗料で塗布する。）

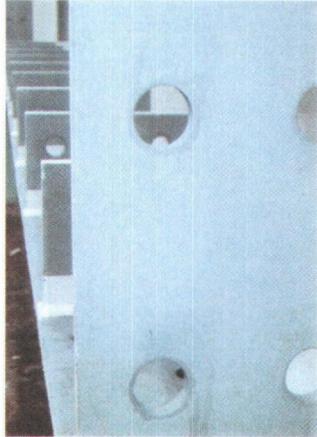
《現場添接部ボルト孔の中から錆が発生する。》

①発生状況

現場添接部の高力ボルト用孔の中にブラスト施工、無機ジंकリッチペイント塗布が困難である。

②対策・解決方法

孔コバからの錆汁を防ぐため、有機ジंकによる刷毛塗りを施工する。



現場添接部孔コバ状況

《スプライスの表裏塗り分けが面倒である。》

①発生状況

スプライスの表面側は有機ジंकリッチペイント、摩擦面側は無機ジंकリッチペイントとなり、塗料の使い分け・両面のブラスト施工等が手間である。

②対策・解決方法

- a. スプライスは表裏とも無機ジंकリッチペイントを塗布する。（承諾にて）
- b. 特に対策無し。スプライスは塗装仕様通り有機／無機を塗り分ける。（塗装後表裏の表示必要となる。）
- c. 高摩擦有機ジंकリッチペイントを採用する。（表面、摩擦面とも同じ塗料で塗布する。）

3) 『摩擦面が無塗装仕様の場合、

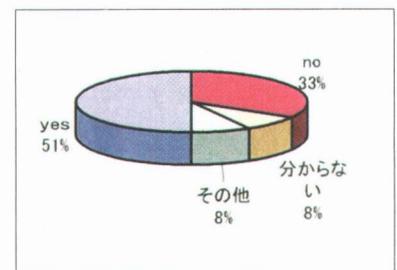
錆汁対策をしていますか？』

①発生状況

現場添接部の摩擦面処理が無塗装(プライマー除去)となるため、錆が発生する。



主桁ウェブ&下フランジ添接部錆発生状況



## ②対策・解決方法

- a. (承諾にて) 無機ジंकリッチペイントを塗布する。
- b. 無機ジंकリッチペイント塗布を客先へ申し入れ(協議)、変更受け入れられない場合は塗布しない。
- c. ビニールシート、養生テープ等で出荷前までしっかり養生する。



上フランジ上面の養生



上フランジ下面&ウェブ面の養生

- d. もらい錆は、程度に応じ出荷前に水洗い・化粧塗り等施工する。

## 4) 『長期保管時の錆対策で、上フランジ上面・鋼床版 上面・現場溶接塗り残し部に何か処置を施しますか?』

### ①発生状況

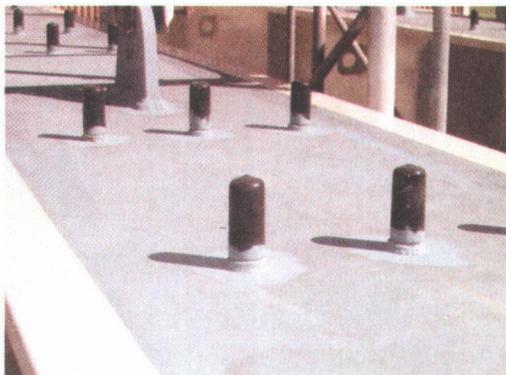
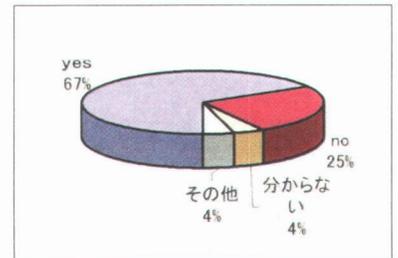
原板プライマーとして機能性プライマーを採用しているが、仮組立・塗装・保管・架設等で屋外暴露期間が長期間になることから錆が発生する。

### ②対策・解決方法

- a. 上フランジ上面・鋼床版上面に対して

- ・使用塗料：無機/有機ジंकリッチペイント、有機ジंकリッチプライマー
- ・塗装時期：製品ブラスト後上面全面に塗布、塗装完了後損傷部のみタッチアップ、出荷前全面塗布 or タッチアップする。

(JH要領では、コンクリート接触面は『プライマーが残っていて良い部分』であり、原則無塗装となっている。)



### 上フランジ上面施工状況

- ・製品ブラスト後有機ジंक塗布  
+ 損傷部タッチアップ。
- ・スタッドボルト養生キャップ使用。



### 鋼床版上面施工状況

異形スタッドに有機ジンクハケ塗り。

#### b. 現場溶接部、周辺部に対して

- ・使用塗料：有機ジンクリッチペイント or プライマー
- ・塗装時期：製品ブラスト後塗布、出荷前に程度により塗布 or タッチアップする。

(現場溶接部は周辺部も含めて現場塗装箇所であり、工場では無塗装。また、周辺部は超音波探傷施工のため塗膜厚に注意を要する。薄く ( $\sim 20 \mu\text{m}$ ) 管理する必要がある。)

#### c. 現場溶接開先部に対して

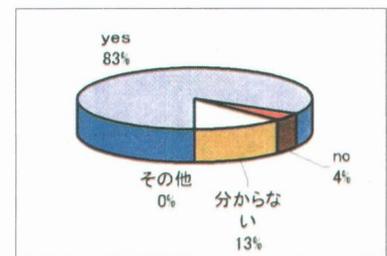
開先防錆剤 (クリンウェルド、タセトシルバー等) を塗布する。

### 5) 『有機ジンクリッチペイントの

ダスト対策を取っていますか?』

#### ①発生状況

有機ジンクリッチペイントはダストが多く、中・上塗も膜厚が薄いため有機のダストが外観に大きな影響を与える。



#### ②対策・解決方法

- a. 全塗布面にマジックロン、サンドペーパー等を念入りに掛ける。有機面を清浄に、平滑にすることが仕上がりに影響大きい。
- b. ダストがひどい場合はバフ掛け等を行う。(バフの他、バブルアクションサンダー等使用。)
- c. 下フランジ塗布→ウェブのダスト清掃→ウェブ塗布の順序で塗布する。
- d. 桁高が 3 m クラスの場合は、ウェブを上下 2 段に分けて二人で同時に施工する。

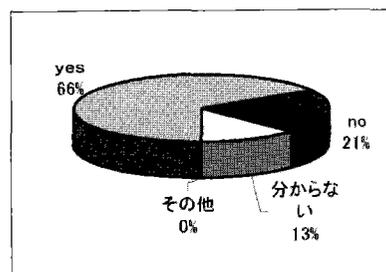
6) 『塗り回数が少ないため塗膜厚確保が難しいですか?』

①発生状況

下塗り1層、中塗り1層、上塗り1層の計3層塗りのため、塗膜厚の確保に注意が必要である。

②対策・解決方法

- a. 下塗りの有機ジンクリッチペイントの塗膜厚管理をしっかりと行う。(有機ジンクを厚く90~100 $\mu$ m目標に管理する、ウェットゲージで確認しながら塗布する等。)
- b. 下塗りの有機ジンクを2回塗布する。
- c. 中塗りのポリウレタンを厚く管理する。
- d. フランジ・ウェブ等一般面は問題なし。狭隘部・板コバ面等は難しいので先行ハケ塗り等で対処する。



7) その他問題点・要望等

- ①摩擦面無機ジンク、添接部周辺部、上フランジ上面、現場溶接周辺部等積算計上されない仕様・箇所がある。

: 塗装仕様を無機ジンクリッチペイントに統一し積算計上してほしい。

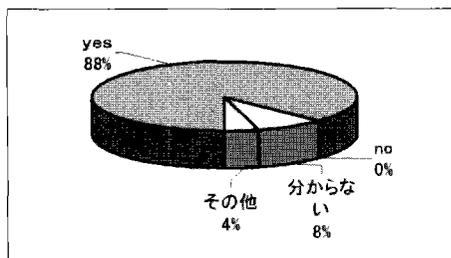
- ②下塗りの塗料性状でC塗装系と比較して光沢が得られない(外観上差がある)が、同程度の光沢(外観)を要求される。

: 外観重視箇所はC塗装系としてほしい。あるいはI仕様の外観程度を理解してほしい。

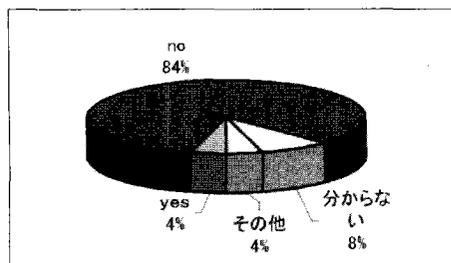
- ③摩擦面無機ジンク仕様の場合は塗装工程短縮にはならない。

: 高摩擦有機ジンクリッチペイントを採用してほしい。高摩擦と通常タイプの価格が同一なら使用したい。

- a. 『摩擦接合面に高摩擦有機ジンクリッチペイントの採用を希望しますか?』



- b. 『摩擦接合面に高摩擦有機ジンクリッチペイントを採用した実績はありますか?』

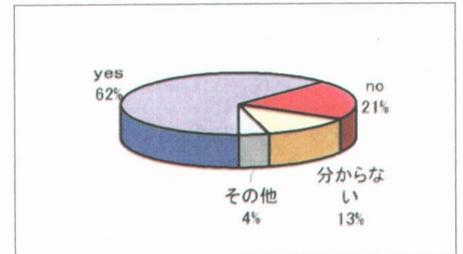


- ・ H 1 3 年 8 月 時 点 の 施 工 例：
  - ①（発注者名） J H 九 州 支 社  
（製作重量） 約 900ton  
（橋梁形式） 鈹桁
  - ②（発注者名） J H 中 部 支 社  
（製作重量） 約 1,650ton  
（橋梁形式） トラス
  - ③その他、鉄骨工事で実績有り。
- ・ H 1 4 年 7 月 時 点 の 施 工 例：
  - ④（発注者名） J H 中 部 支 社  
（製作重量） 約 100ton  
（橋梁形式） 鈹桁
  - ⑤（発注者名） J H 中 部 支 社  
（製作重量） 約 400ton  
（橋梁形式） 鈹桁
- ・ 何 か 特 別 の 配 慮 、 注 意 事 項 等：  
ダレやざらつき等、外観の仕上がり感に注意必要。

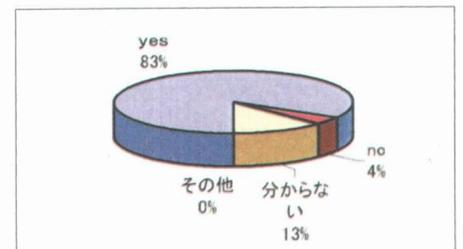
### 2-4-3 A F - C仕様（首都高）・A - 7（福北公社）について

首都高速道路公団においては平成10年より採用された塗装系で、従来型R E - C塗装系と比較して下塗りのエポキシ樹脂塗料2層塗りを1層塗りに塗り回数の削減、塗装の省力化を考慮した塗装系であり、新設橋梁においては全て本A F - C塗装系の採用となる。また、福北公社においても同様に平成11年より採用されている。

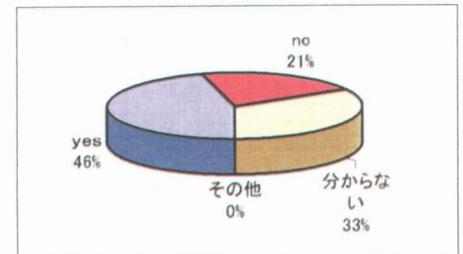
1) 『下塗りの厚膜エポキシ樹脂塗料は1回塗りでの塗膜厚120 $\mu$ mは施工しづらいですか？』



『下塗りの厚膜エポキシ樹脂塗料は狭隘部、複雑部の塗膜厚確保が難しいですか？』

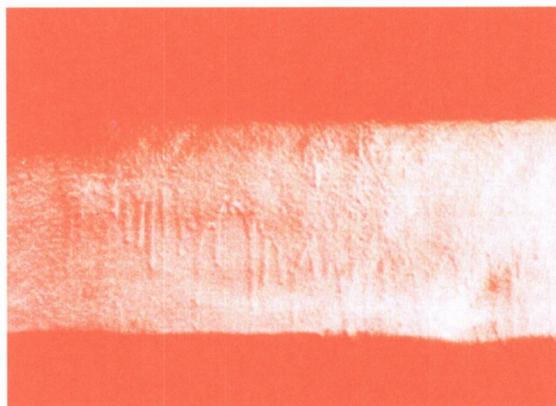


『下塗りの厚膜エポキシ樹脂塗料は塗膜厚を付けすぎるとユズ肌になることが多いですか？』



#### ①発生状況

- ・狭隘部等塗膜厚不足の箇所がでる。
- ・一層で付けようとするとダレ・ユズ肌が生じるなど、膜厚が厚過ぎても不具合があるので塗膜厚管理が難しい。



ウェブ面の厚膜エポキシ施工状況  
(タレ発生状況)

## ②対策・解決方法

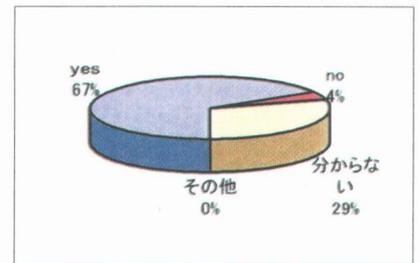
- a. 下塗りの厚膜エポキシ樹脂塗料をスプレーで増し塗り（2回塗り）する。
- b. 下塗りの厚膜エポキシ樹脂塗料をハケ等で先行塗装する。
- c. ウェットゲージを使用し不足しない様、また多すぎない様十分注意し施工・管理する。
- d. 詳細施工要領（基準膜厚を確保するために）
  - ・塗料の粘度管理を確実にする。
  - ・スプレーガンと塗布面との距離に注意する。
  - ・首振りエアレスガンの使用と圧力の調整で対応する。

## 2) 『下塗りの厚膜エポキシ樹脂塗料は（低温時）

ピンホール等の欠陥がでやすいですか？』

### ①発生状況

基本的要因は、無機ジンクリッチペイントの封孔処理が不十分であるために発生することであり、特に低温時ピンホールが出やすいのは、ミストコートが乾燥不十分な状態で次の下塗りを塗り重ね、空隙を閉じこめられないからである。



ウェブ面の厚膜エポキシ施工状況

（ピンホール＝バブル発生）

## ②対策・解決方法

- a. ミストコート管理が複雑になるが、施工管理を確実にすること（塗布量、シンナー希釈率＝粘度管理、タイミング、スケが無いかな等施工後の確認等）が基本である。
- b. ミストコートを2回塗りする。シンナー希釈率を40～50%で調整し、wet on wet方式で80（g/m<sup>2</sup>）／回を30～60分間隔で2回に分けて塗装する。  
ミスト後の養生期間は通常1日以上、冬場では3日以上が望ましい。
- c. ミストコートでシンナー希釈率を30～40%で調整する。（通常より少なめ）
- d. 空隙の少ない無機ジンク塗膜を作る。ダスト・厚膜化とも空隙を多くするので膜厚管理・ダスト処理に十分注意し施工する。

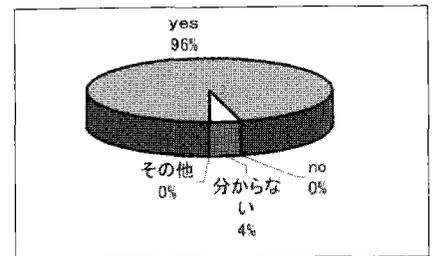
### 3) その他問題点・要望等

- ① 首都公団の仕様は繁雑であり、さらに上・下部の色分けがあるため施工管理が大変である。
- ② 厚膜型塗料であっても狭隘部等に1層で塗れる塗膜厚には限界有り。  
：コスト縮減は理解できるが塗装品質（塗膜厚のバラツキ、不具合等）を考慮すると従来仕様のエポキシ樹脂塗料2回塗りの方がベターか。
- ③ 特に冬期間は塗装工程を充分に取る必要があり、塗装工程が長くなる。
- ④ 一般部では特に問題ない。

#### 2-4-4 その他全工場塗装全般について

##### 1) 『出荷時水洗いは必要に応じて施工しますか？』

『分からない』の回答は工事会社であり、100%の会社で工場保管後の出荷時に汚れの程度により水洗いを施工している。



##### 2) 『長期保管後で雨だれ跡等

比較的汚れのひどい場合はどうしますか？』

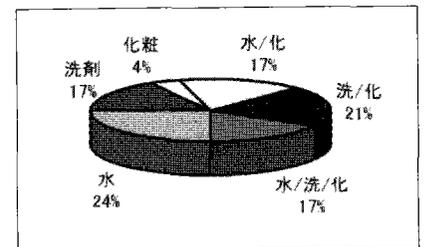
汚れの程度により、

- ① 水洗いのみ
- ② 洗剤を用いて水洗い
- ③ 化粧塗り

の3方法を約半数の会社が使い分けしている。

施工基準は各社各様である。

J V 工事、隣接工区等注意が必要である。



##### 3) 『現場添接部塗装・損傷部補修塗装時の色合わせ、

光沢差が出た場合はどの様に対処しますか？』

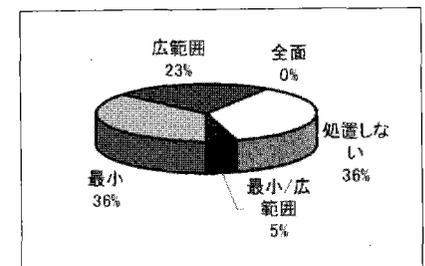
補修塗装の範囲・部位等により、

- ① 特に処置しない
- ② 補修必要な最小部分のみ施工
- ③ 補修部分が目立たぬ様に広範囲に施工

の3施工方法にほぼ均等に分かれた。

施工基準は各社各様である。

J V 工事、隣接工区等注意が必要である。



#### 4)その他全工場塗装全般について

##### ①要望事項

- ・補修工事におけるメンテナンス塗装の場合、面積が少ないのが通常。少量でも同じような品質管理を要求されるので管理項目の省略・見直し等実施してほしい。
- ・全工場塗装仕様の場合、無塗装箇所を無くし摩擦面は無機 or 高摩擦有機ジンク、上フランジ上面・鋼床版上面は塗装仕様に応じて無機 or 有機ジンク等積算計上してほしい。
- ・全工場塗装仕様の場合、摩擦面の無機ジンクペイント仕様、防錆ボルト仕様で発注してほしい。
- ・構造形式を考慮して全工場塗装仕様を採用してほしい。
- ・全工場塗装仕様の場合、A・B仕様は不採用とし、C仕様で摩擦面は無機ジンク仕様を採用してほしい。

##### ②その他問題点に対する対策

- ・長期保管の場合、孔食防止のため添接板を外して保管する。
- ・鋼床版上面の異形スタッド等もプライマー塗布する必要があるが、膜厚・防錆力等問題有り。
- ・プレキャスト床版時の上フランジ上面にてスタッドボルトの養生が大変である。またケレン作業&ブラスト作業が困難である。

## 2-4-5 施工上の注意事項

### 1) 無機〈有機〉ジンクリッチペイントの塗装

#### ① 塗装環境

- ・ 温度制限：0〈10〉℃以下は作業しない。
- ・ 湿度制限：50%以下〈85%以上〉は作業しない。
- ・ 風速制限：5～6m/秒を越えると、溶剤蒸発が速く、スプレーミスト発生が多くなり平滑性が低下し正常な塗膜形成が難しくなる。

#### ② 希釈率

- ・ 希釈率が多くなるほどスプレーミスト発生が多くなる、5～10%以下が望ましい。
- ・ 塗装時期に合わせて夏用等を選択する。（低温時は濡れ時間が長く空隙率の低い塗膜が形成されるが、高温時は溶剤蒸発が速くなり空隙率が高い塗膜となる。）

#### ③ 塗装要領

- ・ エアレス圧は100 kg/cm<sup>2</sup>以下、ノズルチップは小さいほどスプレーミストは少なくなる。（作業効率と反比例）
- ・ スプレーガンは被塗物に対して直角に近い角度、30～40 cmの距離、移動は被塗面と出来るだけ平行が望ましい。
- ・ 塗装中、塗膜が濡れた状態になっていることを確認しながら塗装する。
- ・ 厚膜にならない、ダストコートを生じないこと、空隙の少ない・清浄な塗膜を確保することがポイント。
- ・ 生じたダストはマジックロン・サンドペーパー等により除去する。

### 2) ミストコート（エポキシ樹脂塗料下塗 or 厚膜形エポキシ樹脂塗料下塗）の塗装

#### ① 塗装環境

- ・ 温度制限：10℃以下は作業しない。
- ・ 湿度制限：85%以上は作業しない。
- ・ 風速制限：5～6m/秒を越えると、希釈率が高いため溶剤蒸発が速く、スプレーミスト発生が多くなり塗着効率の極端な低下等によりカスレ、塗り残し等発生しやすくなる。

#### ② 希釈率

- ・ 希釈率は塗料・メーカー等で多少差はあるが30～50%。
- ・ 塗装時期に合わせて夏用等を選択する。（低温時は濡れ時間が長く空隙率の低い塗膜が形成されるが、高温時は溶剤蒸発が速くなり空隙率が高い塗膜となる。）

#### ③ 塗装要領

- ・ エアレス圧は100 kg/cm<sup>2</sup>以下、ノズルチップは小さいほどスプレーミストは少なくなる。（作業効率と反比例）

- ・ スプレーガンは被塗物に対して直角に近い角度、30～40 cmの距離、移動は被塗面と出来るだけ平行が望ましい。
- ・ 塗装中、塗膜が濡れた状態になっていることを確認しながら塗装する。
- ・ 塗布量 160g/m<sup>2</sup>を平均に、カスレ、塗り残し等ジンの露出が無く完全に隠蔽された塗膜を確保することがポイント。
- ・ 厚膜形の場合、**wet on wet**方式の2回塗り（80g/m<sup>2</sup>程度をシングル1,2回塗装し、30～60分後同様に80g/m<sup>2</sup>程度をシングル1,2回塗装する。）が最良であるが、作業効率に問題あり。
- ・ 塗膜硬化後、ピンホール、タレ等確認する。

### 3) 厚膜形エポキシ樹脂塗料の塗装

#### ① 塗装環境

- ・ 温度制限：10℃以下は作業しない。
- ・ 湿度制限：85%以上は作業しない。
- ・ 風速制限：5～6m/秒を越えると、希釈率が高いため溶剤蒸発が速く、スプレーミスト発生が多くなり塗着効率の極端な低下等によりカスレ、塗り残し等発生しやすくなる。

#### ② 希釈率

- ・ 希釈率は塗料・メーカー等で多少差はあるが5～10%。
- ・ 過剰な希釈はミストコート層を再溶解させバブル発生の原因となる。

#### ③ 塗装要領

- ・ スプレーガンは被塗物に対して直角に近い角度、30～40 cmの距離、移動は被塗面と出来るだけ平行が望ましい。
- ・ 塗装中、塗膜が濡れた状態になっていることを確認しながら塗装する。
- ・ 狭隘部・エッジ部は必ず先行塗装する。
- ・ ウェット膜厚（250～300 μm）で管理する。中上塗装で膜厚不足を補うのは困難であり、この塗膜層にて必要に応じ増し塗りすることがポイント。
- ・ 塗膜硬化後、ピンホール等確認する。ピンホールあればこの時点で手直しする。（要領：サンドペーパーで目荒らしし再度ミストコートを行う。）
- ・ 下塗りのダストはマジックロン・サンドペーパー等により十分に除去し、平滑な下地状態にする。（外観対策）

参考文献・資料

- 1) 社) 日本道路協会「鋼道路橋塗装便覧」1990年6月
- 2) 日本道路公団「構造物施工管理要領」1999年7月
- 3) 首都高速道路公団「鋼橋塗装設計施工基準」1997年4月  
「全工場塗装の適用について(通知)」1998年4月  
「鋼橋塗装設計・施工要領」2002年6月
- 4) 阪神高速道路公団「土木工事共通仕様書」1996年4月
- 5) 本州四国連絡橋公団「鋼橋等塗装基準・同解説」1994年10月
- 6) 名古屋高速道路公社「塗装設計施工基準」1997年1月 & 2002年4月
- 7) 福岡北九州高速道路公社「構造物設計基準」1997年10月  
「全工場塗装による塗装系追加通知」1999年11月
- 8) 財) 鉄道総合技術研究所「鋼構造物塗装設計施工指針」1993年
- 9) 社) 日本橋梁建設協会「全工場塗装の提案と施工上の留意点」1999年5月
- 10) 社) 日本橋梁建設協会「改訂 橋梁技術者のための塗装ガイドブック」  
2000年3月
- 11) 社) 関西鋼構造物塗装研究会「鋼橋塗装の今後の方向(新橋の全工場塗装)」  
1998年4月
- 12) 今泉安雄「東京外環自動車道の鋼橋塗装」(鋼橋塗装 Vol20) 1992年9月
- 13) 安松敏雄「塗装仕様と性能規定」(鋼橋塗装 Vol27) 1999年4月
- 14) 守屋 進「鋼構造物塗装の性能規定化」(鋼橋塗装 Vol27) 2001年1月