

# 現場スプレーの実橋への適用

高塗着スプレーシステム開発分科会

## 1. はじめに

当分科会では公共工事に対しての品質向上、コストの縮減及び近い将来おとずれる労働力不足への対応のため、昨年度より現場でのスプレー塗装についての開発を検討してきた。

昨年この技術発表会では、開発の主旨及び室内実験・ポリテクセンターのモデル桁での試験結果を発表した。

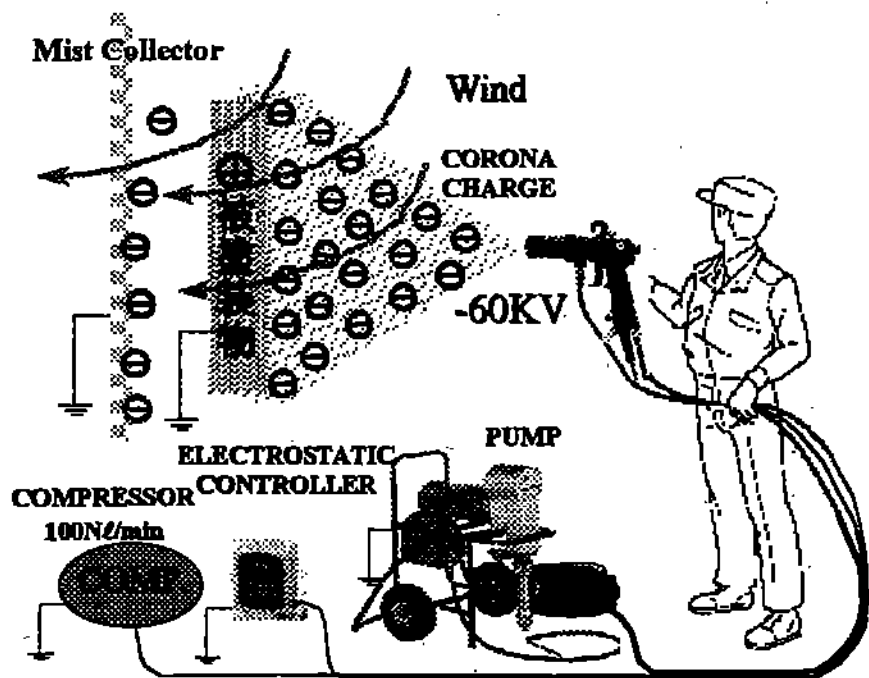
今回は先の試験結果に基づいて行った実橋試験について発表する。実橋試験は名古屋高速道路公社のご好意により、正規に発注された現場でのテストとなった。そのため、より良好な成果物として引き渡さなければならなかった。

## 2. 昨年度の結果

ここでおさらいのつもりで「高塗着スプレーシステムの概要」と「開発のねらい」及び「昨年の試験結果」について振り返ってみる。

### 2-1 高塗着スプレーシステム

このシステムを極めて簡略に説明するならば、スプレーガンの先から粉霧される塗料に（-）の電気イオンを帯びさせ、被塗物にはアースを設置して電気イオンを（±）0にして塗料が被塗物に付着するというシステムである。



## 2-2 開発のねらい

- (1) 刷毛塗りよりも効率のよい塗装ができる。
- (2) 塗料の飛散が少なく周辺を汚さない。
- (3) 比較的容易に塗装が出来る。
- (4) 仕上がり外観がよい。
- (5) 速乾性の塗料も塗装できる。
- (6) 刷毛塗りよりも厚膜に塗装できる。
- (7) システムの価格がリーズナブルであること。
- (8) 従来の足場構造で作業が出来る。
- (9) 高価な特殊養生を必要としない。
- (10) 安全性が高い。

・以上の10項目を開発の目標に掲げた。

## 2-3 試験結果

上記の10項目の内(1)~(6)迄の項目をモデル桁で行った。  
その結果を下記の表に示す。

塗料の種類	塗着効率 (%)	仕上がり 状況
エポキシ樹脂塗料下塗 (N社)	99	良好
エポキシ樹脂塗料下塗 (S社)	92	良好
ポリウレタン樹脂塗料上塗 (N社)	98	良好
ポリウレタン樹脂塗料上塗 (S社)	93	良好

- (1) 塗着効率は非常に高い値を示した。
- (2) 仕上がり感は良好。
- (3) ミストの浮遊はほとんど見られず、同時に使用した従来のエアレススプレーでは跳ね帰りが多くミストが浮遊した。
- (4) 但し、周辺に設置した黒色試験紙には多少付着があり、防護工の検討が必要と感じられた。
  - ・以上の結果を念頭におき、実橋試験の実施に移した。その結果を次項から示す。

### 3. 実橋試験

本章では名古屋高速道路公社の現場実橋試験についての概要を示す。

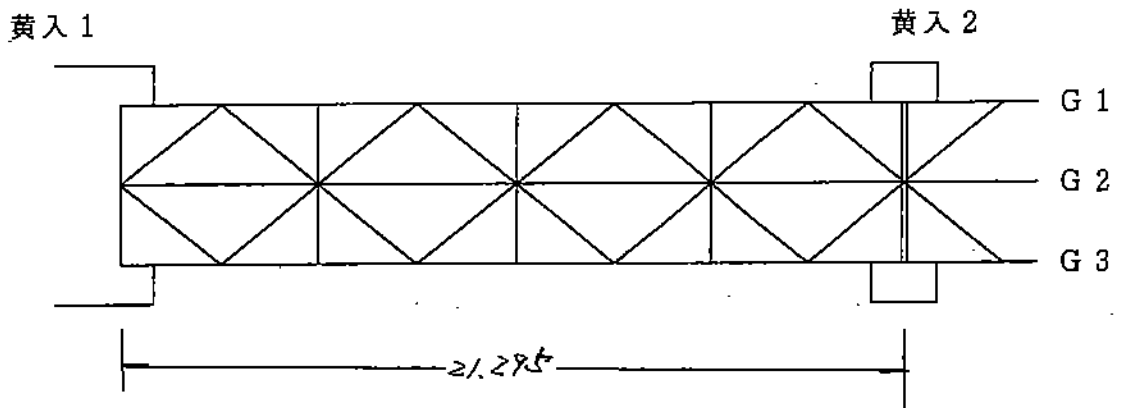
#### 3-1 試験場所

名古屋高速道路（万場線）S黄入1（黄入1～黄入2）

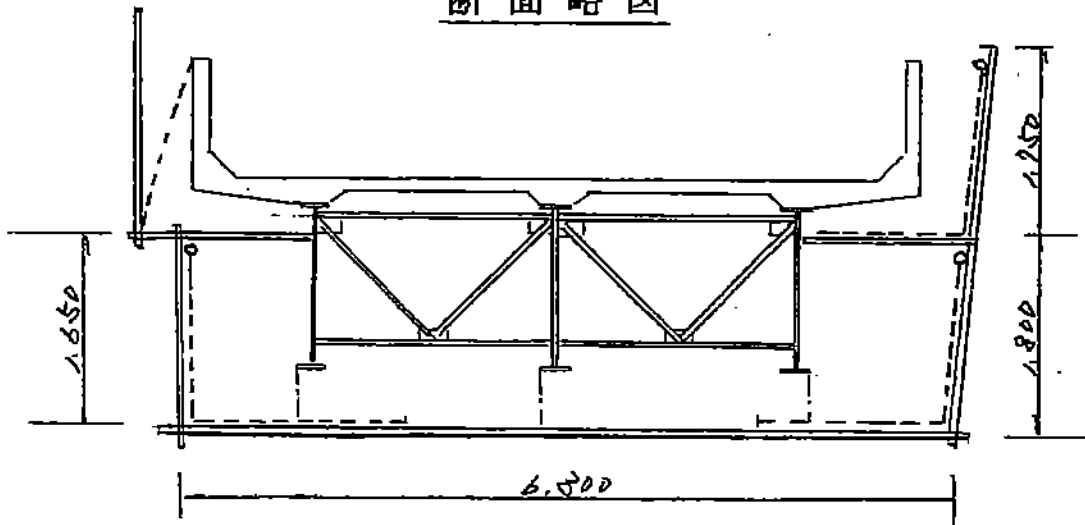
工事名 鋼桁・高欄等塗装補修10-6

試験面積 約340㎡

#### 平面略図



#### 断面略図



### 3-2 試験日

- (1) 第1日目 平成10年10月13日(火)
- ・試験塗料 ポリウレタン樹脂中塗用塗料
  - ・天 候 くもり
  - ・気 温 22℃
  - ・湿 度 75%
  - ・風 力 1~2 (防護工内は0)
- (2) 第2日目 平成10年10月23日(金)
- ・試験塗料 ポリウレタン樹脂上塗塗料
  - ・天 候 晴れ
  - ・気 温 19℃
  - ・湿 度 65%
  - ・風 力 2~3 (防護工内は0)

### 3-3 試験塗装の状況

	中 塗 工	上 塗 工
塗 料	NYポリンK中塗	NYポリンK上塗
希 釈 率	7.5%	15.0%
粘 度	1.0 秒(リヨン#30-タ)	39S (NK-2)
N V 値	原 液 62% 希釈塗料 57.7%	原 液 63% 希釈塗料 54.8%
ノ ズ ル	40C13	40C13
塗料圧送圧力	6MPa	8MPa
エア圧力	0.4MPa	0.4MPa
エアつまみ	1.5回転もどし	1.5回転もどし

### 3-4 試験内容

- ①塗着効率 ②飛散状況 ③防護シート ④有機溶剤濃度  
⑤作業性 ⑥仕上り観
- ・以上6項目について調査検討をした。

## 4. 試験結果

本章では実橋試験で得られたデータを示すとともに、そのデータを基に当分科会で検討した内容について発表する。

### 4-1 塗着効率について

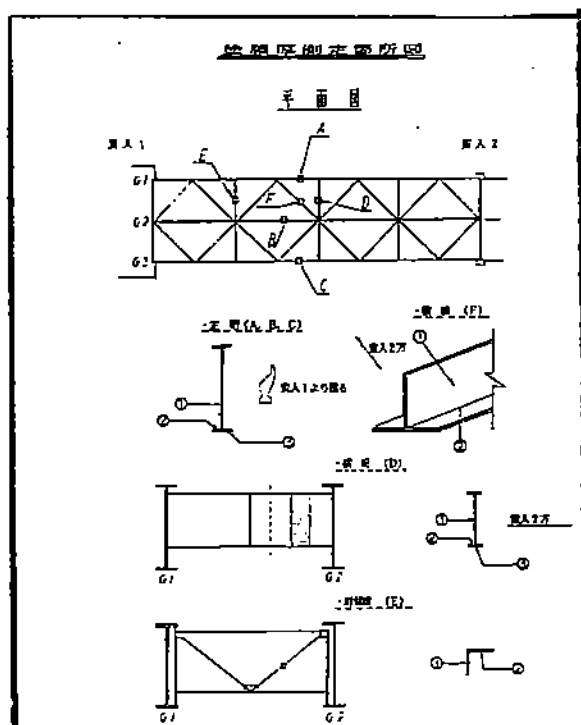
		中 塗 工	上 塗 工
A	塗 装 面 積	21.3 m <sup>2</sup>	21.3 m <sup>2</sup>
T2	塗 装 後 膜 厚	453 μ	492 μ
T1	塗 装 前 膜 厚	412 μ	453 μ
d	塗 料 比 重	1.7 g/cm <sup>3</sup>	1.5 g/cm <sup>3</sup>
W	使 用 塗 料 重 量	2880 g	2595 g
NV	塗 料 固 形 分 割 合	0.577%	0.548%

※ 塗着効率計算式

$$\{A \times (T2 - T1) \times d \div NV\} \times 100$$

故に 中塗塗着効率 ≒ 89.3%  
上塗塗着効率 ≒ 87.6% という数値となった。

◎ 尚、塗膜厚については下図の位置でウェット及び乾燥膜厚を測定した。



# 中塗後膜厚測定記録

塗料塗膜 - 塗膜厚測定記録

Page 1

工事名称	鋼橋、高層等建設工事 10-6					0002	平均値 X および標準偏差 S			
測定時点	中塗完了(試験時)						標準厚 = 30 μ > 27 μ			
対象部材	S 貫入 1						平均値 = 57 μ > 76 μ			
測定年月	年 月 日		測定者			最大値 = 44 μ > 21 μ				
測定値										
測定位置	1	2	3	4	5	計	平均	標準	標準平均	
1) A-1	460	370	350	400	320	1900	380	322	58	
2) A-2	480	420	440	420	460	2220	444	382	62	
3) A-3	480	440	420	440	480	2260	452	376	76	
4) B-1	420	390	390	440	390	2030	406	346	60	
5) B-2	490	460	460	440	460	2310	462	402	60	
6) B-3	460	400	420	440	420	2140	428	364	54	
7) C-1	380	380	390	350	420	1920	384	338	46	
8) C-2	430	460	480	460	440	2270	454	400	54	
9) C-3	420	440	420	400	480	2160	432	388	44	
10) D-1	400	440	460	360	380	2050	410	348	62	
11) D-2	460	420	440	380	490	2180	436	392	44	
12) D-3	480	440	500	500	440	2360	472	410	62	
13) E-1	490	420	480	480	490	2360	472	406	66	
14) E-2	300	340	330	330	340	1640	328	282	46	
15) F-1	400	420	520	530	530	2400	480	426	54	
16) F-2	460	420	420	400	410	2110	422	364	58	
17)										
18)										
19)										
20)										
21)										
22)										
23)										
24)										
25)										
合計						34310	6862	5946	916	

ヒストグラム

クラス  
4 4 5 5 5 5 6 6 6 6 7 7 7 7  
4 7 0 3 6 9 2 5 8 1 4 7  
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1  
4 4 5 5 5 6 6 6 6 7 7 7 7 7  
6 9 2 5 8 1 4 7 0 3 6 9

原数 4 2 2 2 4 1 1

# 上塗後膜厚測定記録

塗料塗膜 - 塗膜厚測定記録

Page 1

工事名称	鋼橋、高層等建設工事 10-6					0002	平均値 X および標準偏差 S			
測定時点	上塗完了(試験時)						標準厚 = 35 μ > 23 μ			
対象部材	S 貫入 1						平均値 = 48 μ > 56 μ			
測定年月	年 月 日		測定者			最大値 = 38 μ > 18 μ				
測定値										
測定位置	1	2	3	4	5	計	平均	標準	標準平均	
1) A-1	510	420	400	450	370	2150	430	380	50	
2) A-2	520	470	470	500	490	2450	490	444	46	
3) A-3	520	470	450	500	520	2460	492	452	40	
4) B-1	460	440	440	480	420	2240	448	406	42	
5) B-2	550	500	500	480	490	2520	504	462	42	
6) B-3	520	480	460	500	460	2420	484	428	56	
7) C-1	420	420	420	400	460	2120	424	384	40	
8) C-2	470	500	510	500	480	2460	492	454	38	
9) C-3	460	480	460	440	520	2360	472	432	40	
10) D-1	440	490	500	430	450	2300	460	410	50	
11) D-2	490	460	500	430	540	2420	484	436	48	
12) D-3	520	490	550	540	500	2600	520	472	48	
13) E-1	530	460	520	530	530	2570	514	472	42	
14) E-2	360	400	380	400	380	1920	384	328	56	
15) F-1	450	470	580	580	580	2560	512	480	52	
16) F-2	500	470	470	440	450	2330	466	422	44	
17)										
18)										
19)										
20)										
21)										
22)										
23)										
24)										
25)										
合計						37980	7596	6862	734	

ヒストグラム

クラス  
3 4 4 4 4 4 5 5 5 5 5 5 6  
8 0 2 4 6 8 0 2 4 6 8 0  
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1  
3 4 4 4 4 4 5 5 5 5 5 5 6  
9 1 3 5 7 9 1 3 5 7 9 1

原数 1 3 3 1 1 2 2 1 2

### § : 塗着効率についての検討

このデータから当初の目標値 80% (刷毛塗 90%) を充分満足させる数値が得られた。しかし今回の試験では現場の都合上、塗着効率を測定する対象面積が少ないため精密度に若干の不安を感じる。対象面積が多くなれば精密度は増すが数値的には+になるか-になるか、現段階では想定できない。

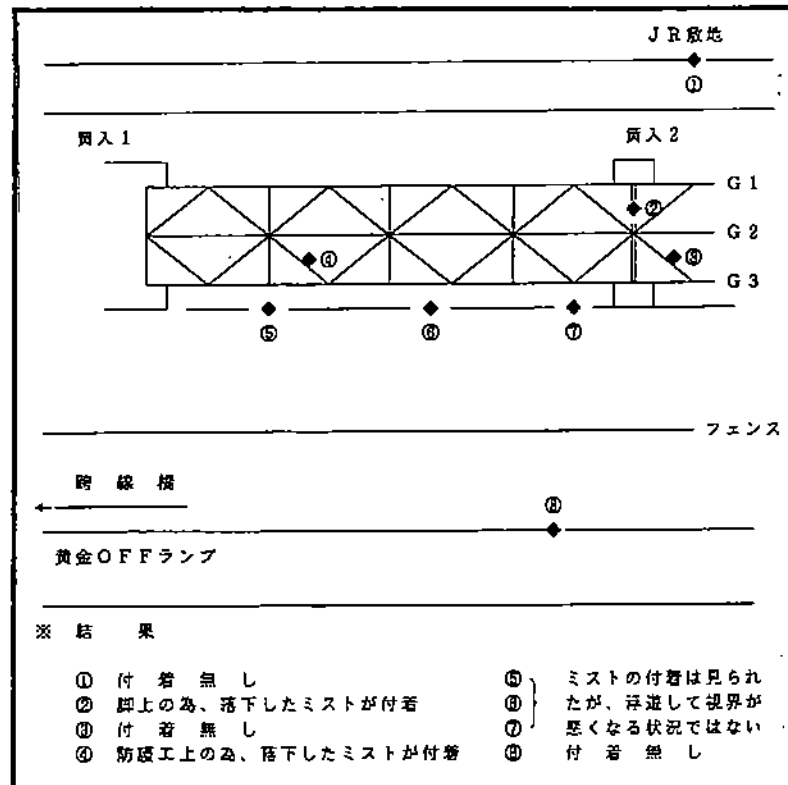
また塗膜厚については、平均値・最小値ともクリアする数値となった。(標準偏差はN値が少な過ぎる)

ウェット管理でも 75~125 を計測した。

故に、従来の塗料標準使用量で塗膜厚が確保できると考えられる。

### 4-2 飛散状況について

このスプレーシステムを使用するに当たりもっとも懸念される塗料の飛散について調査するため、下図のように黒色試験紙を設置した。尚、現場防護工は近隣への影響も考え従来より一層多い防護を施した。





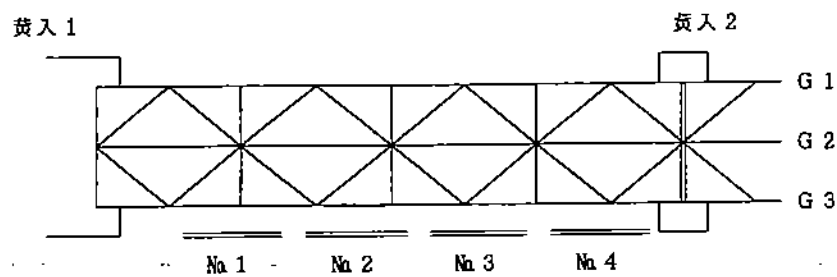
## § : 飛散状況についての検討

これについては従来のエアレススプレーより浮遊するミストが少量であるので、防護工外へ飛散する恐れは従来よりかなり少ないと考えられる。その反面塗着効率が高いため足場防護資材への塗料の付着が多く、その養生の問題にコストが係わってくると思われる。

### 4-3 防護シートについて

今回この実橋試験を行うに当たり、従来の防護シートではなく浮遊したミストをより効率的に付着させる防護シートの検討も行った。(仮称 導電性防護シート・ミストコレクター等)

導電性防護シートの設置状態



導電性防護シートの物性表

導電性防風ネット物性表		
(1) 材質	ポリエチレン	
(2) 製造商	ラッセル社	
(3) 寸法	1.8m×1.9m/シート	
(4) 重量	1.60g/m <sup>2</sup>	
(5) 強度		
試験項目	値	値
①伸張強さ (kg)	80	15
②伸張率 (%)	50	70
③引張強さ (kg)		
(6) 試験方法		
①、②	JIS L-1086	
	サンプル	50mm×500mm
③	JIS L-1086	
	サンプル	100mm×250mm
※(1) 荷重は導電性養生工現場を指しています。		
※(2) 上記強度は、測定サンプルの平均値であり、最低値ではありません。		

## 8 : 防護シートについての検討

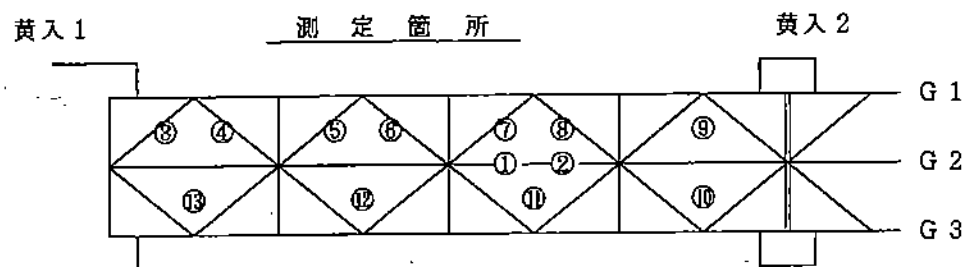
中上塗工とも従来のメッシュシートより塗料の付着が多いように感じられた。(但し、目視による調査)

この現場では比較を行わなかったため、他の現場(JH豊川橋)にて比較試験を行った。その結果従来のメッシュシートにはスプレーより直接吐出した塗料だけが付着しているのに対して、このシートには浮遊したミストも万遍なく付着しているように感じられた。

### 4-4 有機溶剤濃度の測定

次に従来の刷毛塗り工法に比べ、防護工により一層の密閉度を増すスプレー塗装においては、安全面で有機溶剤濃度が懸念される。よって塗装中における有機溶剤濃度の計測を行った。

#### (1) 中 塗 工

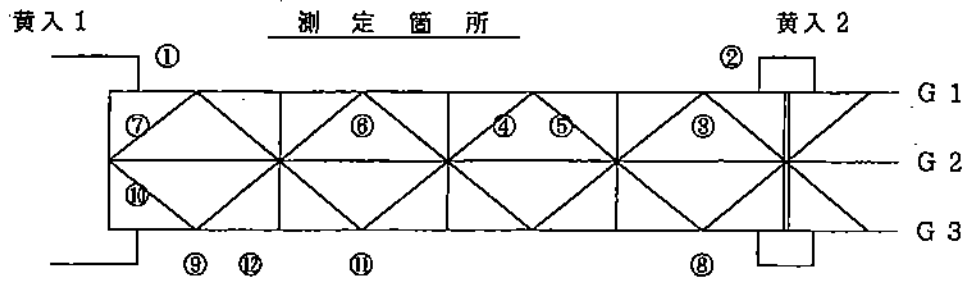


#### 測定結果

測定箇所	溶剤濃度(ppm)	測定箇所	溶剤濃度(ppm)
①	100 *	⑧	30
②	10	⑨	30
③	20	⑩	50
④	70	⑪	30
⑤	70	⑫	30
⑥	70	⑬	40
⑦	30	平均	44.6

\*は従来形のスプレー塗装機、その他は高塗着形スプレー塗装機

(2) 上 塗 工



測 定 結 果

測定箇所	溶剤濃度 (PPM)	記 事
①	15	
②	30	
③	100	
④	10	
⑤	30	
⑥	120	
⑦	50	
⑧	10	G2 - G3間 施工中に 朝顔上部で測定
⑨	5	
⑩	100	
⑪	120	G3外側 施工中に 朝顔上部で測定
⑫	80	
平均	55.8	

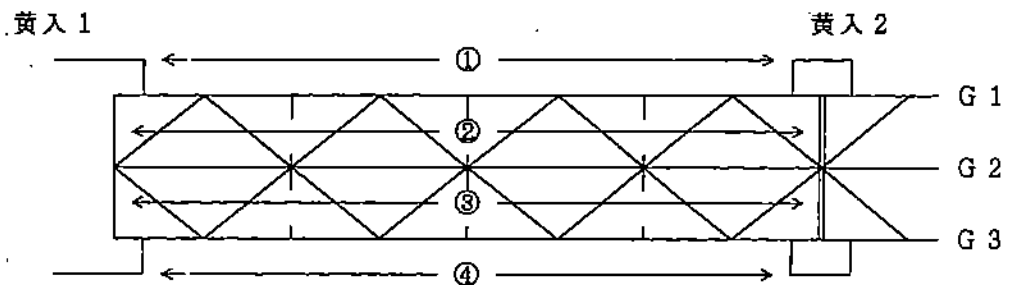
§ : 有機溶剤についての検討

データの数値だけで検討すれば、安全基準には達していると考えられる。しかし臭気は従来のスプレー塗装と同様であるので、適切な保護具の使用を必要とする。

尚、現場外への影響はなかった。

#### 4-5 作業性について

この観点は開発目標の重要な課題である。近い将来にあり得る「少子高齢化による労働力不足」「コストの縮減」に大いに関わってくる。今回の実橋試験においての調査だけで結論付けることは早計であると考え。ここでは今回の試験での調査と検討だけを発表する。



計測箇所	中途工	上塗り工	面積	記事
①	10分	7分	≒ 30 m <sup>2</sup>	補助 2名
②	40分	42分	≒ 140 m <sup>2</sup>	補助 2名
③	40分	32分	≒ 140 m <sup>2</sup>	補助 1名
④	5分	5分	≒ 30 m <sup>2</sup>	補助 1名

- 作業性を調べるため上記の図と表の示すように時間を計測した。

但し、実作業以外にも下記のような作業に時間を費やした。

- 刷毛による先行塗装（上フランジ・沓付近）  
5人 × 4h
- 床版・足場資材等の養生  
5人 × 4h
- 塗装機の設置  
3人 × 0.5h

## § : 作業性についての検討

データの数値によれば実作業（ここでは被塗物への塗装）にかかる時間は刷毛塗り工法よりはるかに短縮されている。しかし準備作業に時間が費やされるので、今回の試験だけで、検討するのは困難であると考えられる。

今後より大規模な現場での調査を数回繰り返し、精密度の高い資料を作成することが望ましい。

## 4-6 仕上がり観について

いくら良いスプレーシステムで塗装して高い重防食能力が得られても、塗装の本来の目的でもある美観を損なうことではいけない。従来スプレー塗装において厚膜厚が得られると言うことは、塗装時にタレ・ナガレ等の現象が発生するように思われる。そこで、塗装中、塗装後に目視による検査をした。

## § : 仕上がり観についての検討

今回の試験では中塗工において作業員（吹き手）がそのスプレーガンの使用について不慣れであったため、少々のタレがみられた。また添接部やガセット付近でも多少のダメがあった。しかし上塗工においてはそれらの現象は発生しなかった。故に作業員がスプレーガンの使用に習慣付けられれば問題ないものと考えられる。

上記に付け加えスプレー塗装においては、塗料の調合を頻繁に要求される。塗料の調合は最終的な仕上がりに関係するので、むだなく適切に調合を行えるエキスパート的な作業員も必要かと考えられる。

## 5. その他

### 5-1 コストの縮減と省力化

前述とも多少重複するかもしれないが、この事についての検討を発表する。

「省力化」については工期の短縮を含め明らかに可能かと考えられる。しかし、「コストの縮減」については当初の目標である10%の縮減に達していると想像できるものの防護工設備・足場材の養生・塗装機械の価格及び維持費等諸々の費用のことを考えると、近年公共事業において要求されている15%～20%の縮減に達することが出来るか疑問視される感がある。

### 5-2 環境への影響

(1) 騒音 今回の試験では防音型のウェルダーを使用し、特に問題はなかった。

(2) 臭気 防護工内では刷毛塗りよりもあるが、現場外への影響はなかった。  
但し、排気用ファンの設置方法には充分周辺への注意が必要である。

#### (3) 浮遊ミスト量の調査

参考程度であるが、JH豊川橋にて浮遊ミスト量の計測をした。

1立米当たり9mgであった。

## 6. おわりに

2年間、この塗装システムについて開発検討を行って、ほぼ最初に設定した開発目標に合致するものが得られた。

ただ、本来目的とするコスト縮減の効果については、もう少し現場の塗装データを収集して検討することが必要である。

本分科会による開発検討は一応の区切りとし、今後は多くの現場に適用して行く予定である。

### 分科会関係者

分科会長	谷口 恵三	磯部塗装 (株)
委 員	佐野 利夫	(株) 佐野塗工店
	光井 敏行	大豊塗装工業 (株)
	福井 利典	中部塗装 (株)
	長岡 幸吉	明治塗工 (株)
	仲根 巧	三好塗装工業 (株)
	市川 茂樹	大同塗装工業 (株)
	安井 正宏	日本ペイント (株)
	白田 昇男	(株) トーペ
	高橋 守雄	大豊塗装工業 (株)
	福島 稔	(社) 日本鋼橋塗装専門会
	阿部 米雄	(社) 日本鋼橋塗装専門会

### 協力者

杉本 久	旭サナック (株)
安藤 浩一	旭サナック (株)

## 高塗着スプレー塗装



高塗着スプレーの  
実橋塗装状況



導電性防護シート



導電性防護シート