

# 少飛散スプレー塗装工法の開発

少飛散スプレー塗装開発分科会

## 1 はじめに

公共工事に対して品質向上やコスト縮減が求められていて、各業界で対策が検討され、対応できない業界は取り残されるおそれがある。鋼橋塗装においても維持管理費用の増大にともなってその対応が必要となっている。

このため、現場塗装の効率化のために、塗装の機械化（スプレー塗装）について検討することにした。現場でスプレー塗装を行う場合の問題点は塗着効率が低い、いいかえればロスつまり飛散が多いと云うことである。

現場では、多少の風は避けられないので、その条件下で塗着効率の高い塗装機の開発をめざした。同時に、現状の塗装工法である刷毛塗りに対して効率がよく経済的であることにも配慮した。

スプレー塗装では塗料を細かい霧状にして塗付するため、空気の流れに乗って塗料ミストが舞ってしまい、無駄になる塗料が多く、また塗料ミストが施工現場の外にでてトラブルの原因になることもある。今回、本分科会では塗装機の開発をはじめとして、少飛散スプレー塗装システムの開発にあたった。その結果、開発目標を満足する結果を得たので報告する。

## 2 開発目標

### 2.1 開発のねらい

開発のねらいを分科会で検討し、以下の10項目を重点項目とした。

- 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比較的容易に塗装できる。
- ④仕上がり外観がよい。
- ⑤速乾性の塗料も塗装できる。
- ⑥刷毛塗り塗装よりも、厚膜塗装ができる
- ⑦システムの価格がリーズナブルである。
- ⑧従来の足場構造で作業が可能である。
- ⑨高価な特殊な養生を必要としない。
- ⑩安全性が高い。

## 2.2 数値目標

開発のねらいでかかげた項目のうち、数値化できる項目については、数値化して目標を設定した。

- ①塗装効率 塗装面積は、500 m<sup>2</sup>/日（刷毛塗りの5倍）
- ②飛散 風速3 m/秒で、塗着効率が80%以上
- ③ -
- ④仕上外観 現状以上
- ⑤ -
- ⑥膜厚 膜厚60 μm/回
- ⑦ -
- ⑧ -
- ⑨ -
- ⑩ -

一日に塗装できる面積を、刷毛塗りの5倍とするには、一日の稼働時間、実稼働率、塗装効率を考慮すると、表1のように、単位時間当たりの塗装面積は刷毛塗りの約1.4倍の5 m<sup>2</sup>/分が必要である。

表1 塗装面積の比較

	塗装面積 m <sup>2</sup> /分	一日の 稼働時間	実稼働率	塗着効率	一日に塗装 できる面積
刷毛塗り	0.35	7時間	0.7	0.95	100 m <sup>2</sup>
スプレー塗り	5	6時間	0.35	0.8	500 m <sup>2</sup>

## 3 塗装機の開発

塗装機は、目標値を提示して旭サナック社に開発を依頼した。

開発の過程で、分科会は評価を行って改善点を指摘した。室内試験によりほぼ実用性のある塗装機が開発できたと考えられたので、モデル桁と実橋とで塗装試験を行った。

開発した塗装機のベースとなる塗装システムを図1に示す。機器は、エアラップ式静電ハンドガンと高電圧コントロールユニットとエアレスポンプからなるシンプルなものである。

図1 開発した塗装システム

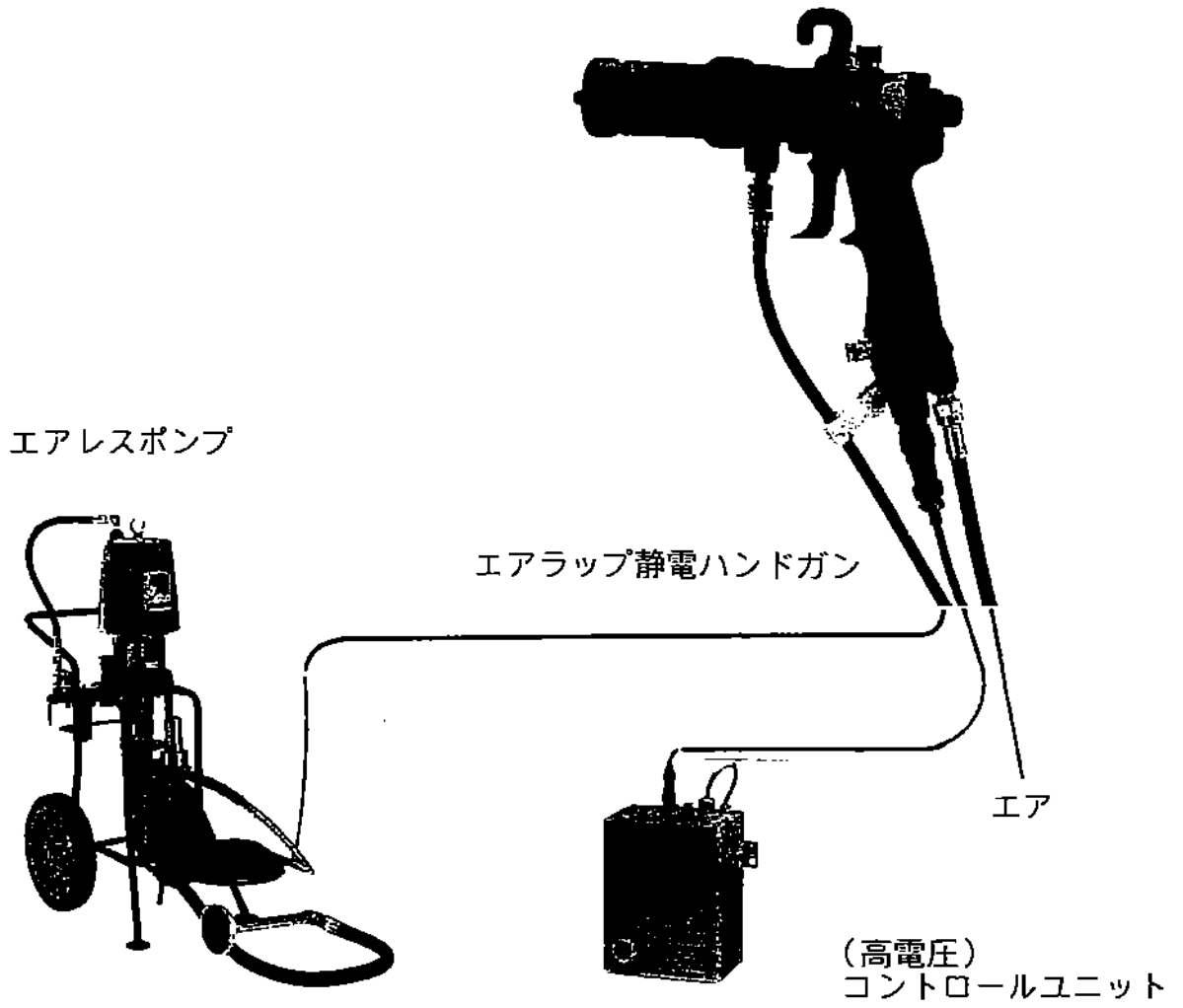


図2 開発した塗装機と従来のエアレススプレー塗装機の比較

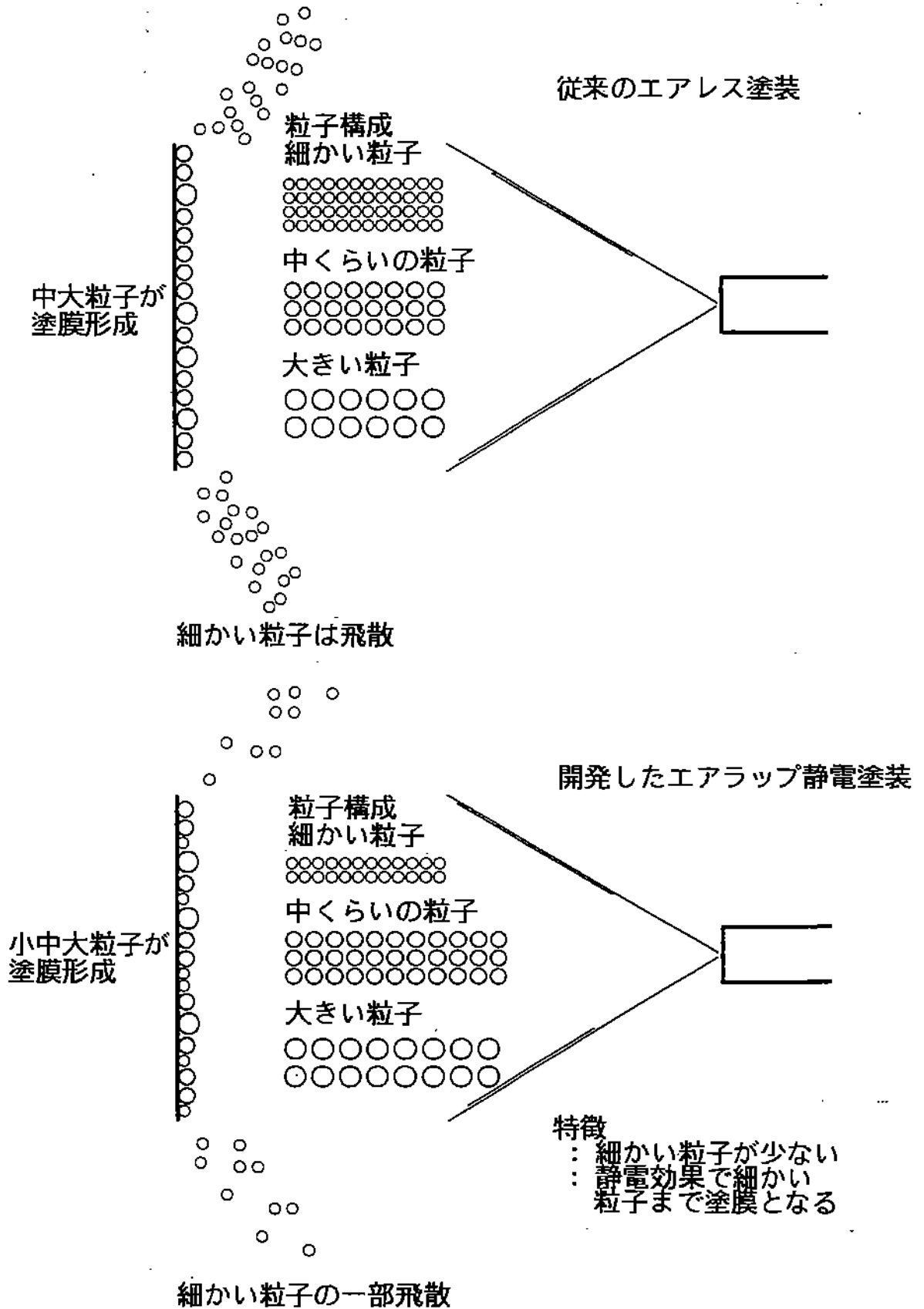


図2に、従来のエアレススプレー塗装方式と開発した塗装機の比較を示す。開発した塗装システムは、従来の塗装機と比べて次のような特長がある。

- ①細かい塗料粒子の発生を少なくした。
- ②二次塗装圧を低くして、塗料粒子のはね返りを少なくした。
- ③発生した細かい塗料粒子も静電気により付着させるようにして、ロス粒子の発生を抑えたものになっている。

開発した塗装機により、次のような効果が期待できる。

- ①エアレススプレー方式と同様に多量の塗料の塗装が可能である。
- ②微少な粒子の発生を抑え低圧力塗装で塗装することによりロスが少ない。
- ③静電化により塗着効率がよい。
- ④刷毛塗りやローラー塗りよりも均一な塗膜が得られる。

また、この塗装システムはエアレスポンプからガンまでの距離が100 mまで、高電圧コントロールユニットからガンまでの距離が30 mまで離れることが可能なので、施工性が損なわれることがない。安全性については、高電圧発生器がガングリップに内蔵されているのでスパークや電気ショックがなく、通常のスプレー塗装機で作業ができる。

#### 4 塗装試験

開発した塗装システムの目標適合性を評価するために、室内試験、屋外試験、実橋試験を行った。

##### 4.1 室内試験

5種類の塗料（有機ジンクリッチペイント、エポキシ樹脂塗料下塗、ポリウレタン樹脂塗料上塗）を使用して、仮設風洞内で塗装を行い、仕上り外観と塗着効率について確認した。試験は、旭サナック社の塗装技術センターで行った。

##### 4.1.1 仕上り外観

5種類の塗料により、表2に示す仕様で塗装を行った。塗料の粘度を調整しながら塗装を行い、表3のような試験結果を得た。

この試験では、粘度を調節すれば、塗装二次圧が3～5 MPaの低圧でも、刷毛塗りを上回る仕上り外観を得ることができた。

表2 室内塗装試験の仕様

試験項目	内 容
試験の目的	仕上り外観の確認
試験日	平成9年8月6日
試験場所	旭サナック（株）塗装技術センター
塗装システム	エアラップ静電塗装システム（旭サナック製）
使用塗料	有機ジンクリッチペイント（日本ペイント製） エポキシ樹脂塗料下塗（同上） ポリウレタン樹脂塗料上塗（同上） エポキシ樹脂塗料下塗（トウベ製） ポリウレタン樹脂塗料上塗（同上）
試験板	みがき鋼板 600×900×1.6mm
膜 厚	有機ジンクリッチペイント 75 μm エポキシ樹脂塗料下塗 100 μm ポリウレタン樹脂塗料上塗 30 μm

表3 試験結果

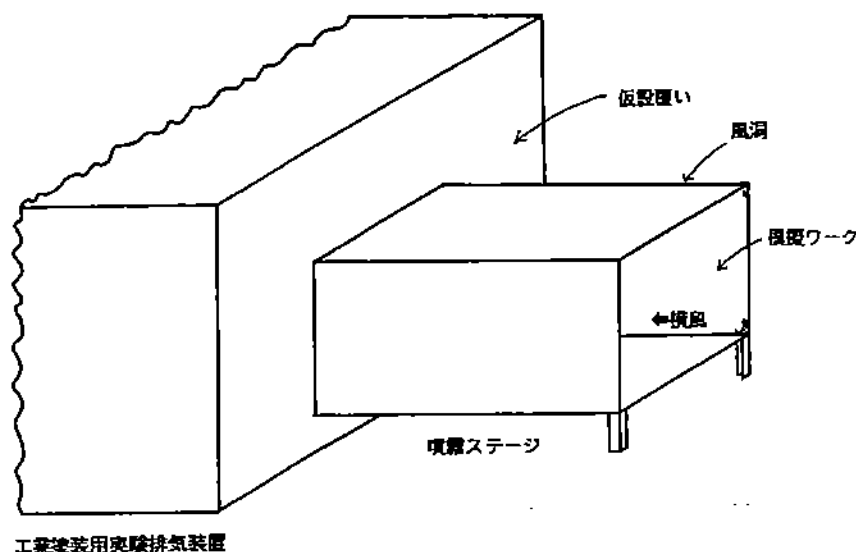
塗料名 項目	有機ジンクリッチペイント (日本ペイント)	エポキシ樹脂塗料下塗 (同左)	ポリウレタン樹脂塗料上塗 (同左)	エポキシ樹脂塗料下塗 (トウベ)	ポリウレタン樹脂塗料上塗 (トウベ)
希釈率/塗料 100	5	10	9	10	20
粘度 NK2カップ	19秒	34秒	23秒	66秒	測定せず
塗料電気抵抗値 mΩ-m	5	53	0	4	700
ノズル	AEN25C13	AEN25C13	AEN16C13	AEN25C13	AEN16C13
ラップエア圧 Mpa	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
ガン先端圧 Mpa	5.0	2.5	3.0	5.0	3.0
塗出量 g/min	1462	測定せず	314	757	423
スプレー距離 m	200	200	200	200	200
印加電圧 KV	-40	-60	-60	-60	-60
膜厚測定値 μm	68	44	28	45	17
光沢	測定せず	測定せず	91	測定せず	90
仕上り外観	良好	良好	良好	良好	良好

#### 4.1.2 塗着効率

仕上り外観の試験と同じ塗装条件で、風速のある状態での塗着効率の測定を行った。

試験は、図3に示すような仮設の風洞を作って、この中で0.5、3 m/secの風を安定して出せるようにして、塗着効率の測定を行った。

図3 試験に使用した仮設の風洞



試験は、塗料の種類、風速、吹付距離、印加電圧をそれぞれ2水準選んで塗着効率を測定した。

表4に試験仕様を示す。

表4 塗着効率の試験仕様

項目	試験仕様
塗装システム	エアラップ静電ハンドガンを使用し、ラップエア圧力0.3Mpa、ガン側塗料圧力3.0 Mpaとした。
塗着効率の測定	1000×1000mmのアルミ箔に数秒塗装して、塗料の吐出量と付着乾燥重量から下記により求めた。 塗着効率 (%) = 乾燥付着重量 / 塗料吐出量の不揮発分 × 100
塗料の種類	①エポキシ樹脂塗料下塗 ②ポリウレタン樹脂塗料上塗
風速 (m/s)	①0.5 ②3.0
吹付距離 (cm)	①20 ②50
印加電圧 (KV)	①0 ②-60

塗着効率の測定結果を表5に示す。

表5 塗着効率 (%) の測定結果

塗料の種類		エポキシ樹脂塗料下塗			
風速		0.5		3.0	
吹付距離		20	50	20	50
印加電圧					
0		90.9	84.8	84.8	64.0
-60		90.9	88.6	88.9	71.5

塗料の種類		ポリウレタン樹脂塗料上塗			
風速		0.5		3.0	
吹付距離		20	50	20	50
印加電圧					
0		92.5	80.9	83.5	43.1
-60		94.1	87.2	87.4	57.1

塗着効率については、次のような結果が得られた。

- ①塗着効率に影響の大きい条件は吹付距離で、距離が長くなると塗着効率が低くなった。
- ②風速が0.5 (m/s) では、すべての条件で目標の塗着効率 (80%以上) は満足したが、風速が3.0 (m/s) になると、吹付距離を50cmにすると、目標の塗着効率に達しなかった。
- ③印加電圧を-60KV とすると塗着効率が改善され、静電塗装の効果が認められた。

#### 4.2 モデル桁塗装試験

千葉県稲毛に設置されている、日本鋼橋塗装専門会の試験用モデル桁を使用して塗装試験を行った。

試験は4種類の塗料を屋外で塗装して、室内試験と同様にアルミ箔に塗装して塗着効率を測定し、モデル桁の塗膜を見て仕上り状態を調べた。モデル桁の周辺には黒い紙において塗料ミストの飛散状態も調べた。



表6に試験結果を示す。

表6 モデル桁の試験結果

塗料の種類	吐出量 (g/min)	塗着効率 (%)	仕上り状態
エポキシ樹脂塗料下塗 (日本ペイント)	1160	99	良好
エポキシ樹脂塗料下塗 (トウベ)	1130	92	良好
ポリウレタン樹脂塗料上塗 (日本ペイント)	728	98	良好
ポリウレタン樹脂塗料上塗 (トウベ)	669	93	良好

- ①吐出量は目標値 ( $\text{m}^3/\text{分}$ ) を十分に満足する値である。
- ②塗着効率は非常に高い値を示し、多少の誤差はあったとしても目標値 (80%以上) は満足しているものと考えられる。
- ③仕上り状態は良好であった。
- ④塗料ミストはほとんど見られなかった。同時に塗装してみた通常のエアレススプレー塗装では、はね返りが多く塗料ミストが充満した。
- ⑤ただし、周辺においた黒色の紙には塗料ミストの付着があり、周辺への影響を考えれば、防護設備の設置が必要である。

#### 4.3 実橋塗装試験

実橋の塗装現場の一部で塗装試験を行った。

塗装条件は、表7に示すようで、室内試験やモデル桁試験とほぼ同様である。

塗料ミストは少なく、仕上り状態も良好であった。また、部材の凹部と凸部にもほぼ均一に塗装された。

表7 実橋塗装試験条件

項目	塗装条件
塗料の種類	塩化ゴム系塗料 (関西ペイント)
風速測定値 ( $\text{m}/\text{sec}$ )	1~2
印加電圧 (KV)	-60
ラップエア圧 (MPa)	0.5
ガン側塗料圧力 (MPa)	5

## 5 まとめ及び今後の課題

開発した少飛散スプレー塗装システムは、室内試験、モデル桁試験、実橋試験で、平板部の塗装においては、ほぼ目標の性能を満足することが確認できた。

これからは、現場実橋塗装試験を重ねて、さらに性能を確認するとともに綾材、スチフナー、フランジなどの塗装条件を設定したい。

また、塗装効率向上の数値的把握も行う。

今後の課題としては、作業場内の汚染防止と外部への塗料ミスト流出の完全防止のための防護設備の開発も必要である。

なお、この研究は中部地区の地区委員会を中心に行われ、関係者は次のようであった。

高橋 守雄	(大豊塗装(株))	研究会主査
鈴木 登志男	(墨田塗装工業(株))	地区技術委員長
市川 茂樹	(大同塗装(株))	
佐野 利夫	((株)佐野塗工店)	
谷口 恵三	(磯部塗装(株))	
中根 巧	(三好塗装工業(株))	
長岡 幸吉	(明治塗工(株))	
福井 利典	((株)中部塗装)	
白田 昇男	(トウベ(株))	
安井 正宏	(日本ペイント(株))	
杉本 久	(旭サナック(株))	
安藤 浩一	(旭サナック(株))	
阿部 米男	((社)日本鋼橋塗装専門会)	
伊藤 貴広	((社)日本鋼橋塗装専門会)	