

高塗着スプレーシステムの適用

加藤雅宏¹⁾、伊藤秀嗣²⁾
大柴雅紀³⁾、後藤宏明³⁾、新谷憲正³⁾、二股誠³⁾

1. はじめに

鋼橋の塗装に於いてエアレス塗装方式は刷毛やローラー塗りに比べて施工能率が高く塗装仕上がり品質も良い反面、スプレーミストの飛散が多いため現場で使われることが少なかった。

高塗着スプレーシステムはエアレス塗装のエアアシスト方式に加え静電塗装による高塗着の実現と導電性飛散防護メッシュシートの採用により、浮遊ミストを遮断することが出来、施工能率の高い塗装工法を可能にしたものである。

この方式の特長と実際の塗料での実験による比較データを示すことで導入の効果を示し、鋼橋の塗装で高い適用性が認められることを報告する。

2. 静電塗装の原理

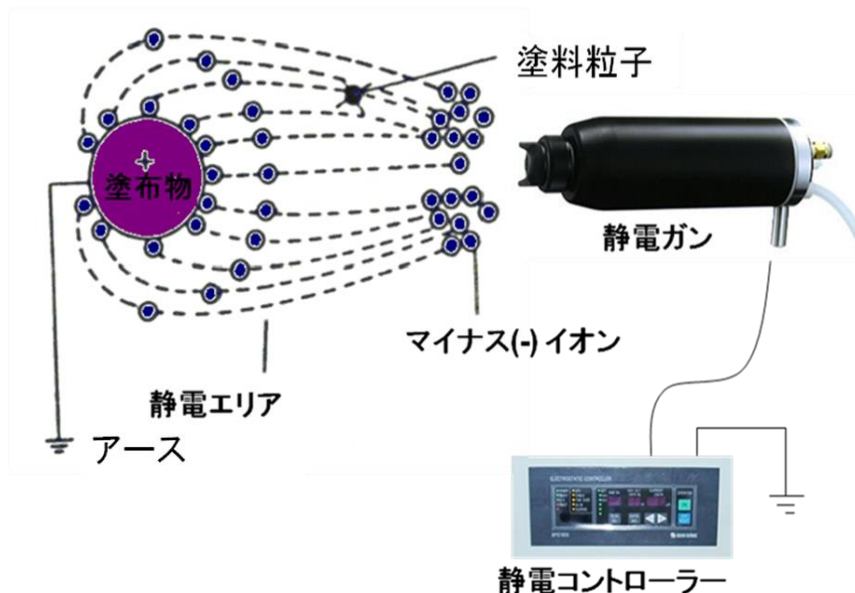


図1 静電塗装の原理

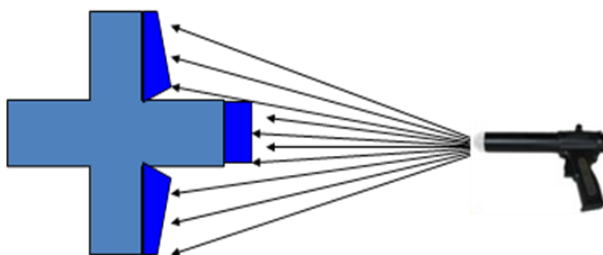
-
- 1) 旭サナック株式会社 塗装機械事業部技術開発部 部長
 - 2) 同上 同上 主査
 - 3) (一社) 日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会賛助会員 塗料メーカー4社

高塗着スプレーシステムは静電塗装を応用し効率的に塗装する方式である。そこで、以下に静電塗装の原理を説明する。

静電塗装は、ガン先端の電極に高電圧を印加すると接地された被塗物との間に電界が形成され、電界が集中する電極近傍ではコロナ放電が発生する。その結果、電極近傍の空気がイオン化され、そこを通過する微粒化された塗料粒子がマイナスに帯電して、被塗物に効率的に塗料を付着させる塗装方法である。

また図2は凹凸のある被塗装物を塗装した時の静電の効果を表したもののだが、静電の効果により側面や裏面への塗料付着を可能とし、塗着効率の向上や塗料使用量の削減のほか塗料の回り込み効果によりガンの動作の簡素化による生産効率の向上も図ることが可能となる。

エアのベクトル



静電のベクトル

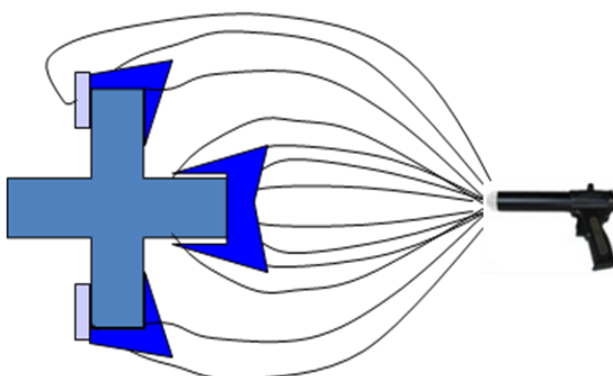


図2 エアと静電のベクトル

3. 静電塗装の活用状況

この静電塗装は、エア静電方式やエアレス静電塗装方式などで自動車産業を始め工場内での塗装方法の主流となっている。

その理由としては、静電塗装は単なるエアスプレーガンでの塗装に比べて前述の通り大幅な塗着効率の向上を図ることが出来、塗料使用量の削減が可能となり、現場のコスト低減と環境改善の両立を図ることが出来るためである。

図3は、自動車塗装の現場でエアスプレーガンから静電ガンに入れ替えた時の塗着効率の比較データであるが、現場の条件により異なるが静電化により塗料使用量を20～50%削減と大幅に削減できる。

静電ハンドガンのメリット:塗着効率例

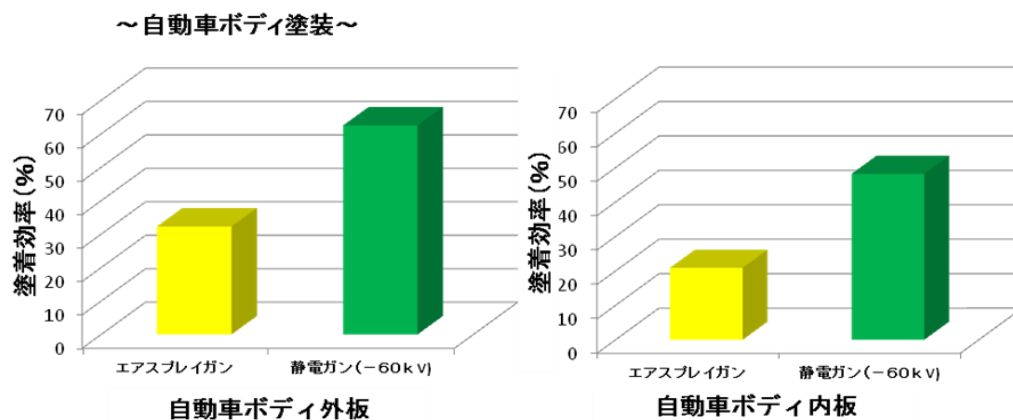


図3 静電ハンドガンの塗着効率

4. 高塗着スプレーシステムの特長と基本構成

高塗着スプレーシステムで使用されている霧化方式はエアレス塗装に低圧の補助エア（ラップエア）を加えることで比較的低い液圧力で均一なパターン分布を形成させることができる。このため、風の影響を受けて飛散しやすい小粒子の発生を抑えることができる。

さらにガン先端にある電極に最大 -60 kV の高電圧を印加させることにより、スプレーミストにマイナスの静電気を帯電させ、アースされた被塗装物との間に生じる静電気を利用して、スプレーミストを構造物など被塗装物に吸着させることができるものである。

電流値は最大 $-80\text{ }\mu\text{A}$ とごく僅かであり、アース物体や人体などがガン先に近づくと静電異常検出し高電圧を遮断させる安全機能が搭載され、安全性が確保されている。

図4にエアラップ静電のメカニズムを示す。

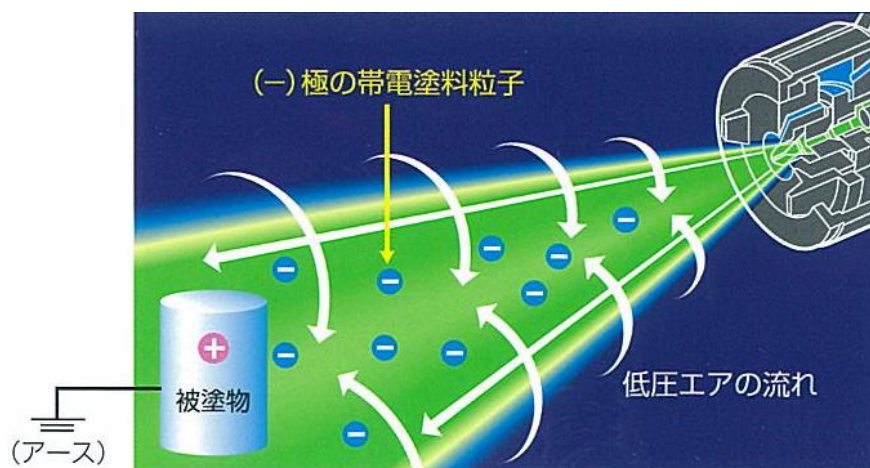


図4 エアラップ静電のメカニズム

エアラップ静電の効果の確認を行った基礎実験での塗着効率データを図5に示す。この実験では、無限平面に塗装した時のエアラップ及び静電の効果を確認したものである。

このグラフから静電による塗着効率向上の効果は明確であるが、ラップエアの効果については興味深い傾向が確認できる。それはスプレー距離が250mmと近い場合には、ラップエアにより若干塗着効率が低下することになるが、500mmまで遠くなるとラップエアが無ければ塗着効率は大幅に低下しスプレーミストの飛散が増加するが、ラップエアありでは塗着効率の低下が殆ど見られない。この理由としては、エアレス霧化のみで塗料粒子と空気との衝突によりスプレー距離が遠くなると粒子速度が大幅に低下してしまうが、エアーが付加されることで、粒子速度の低下を抑えることが出来るためである。

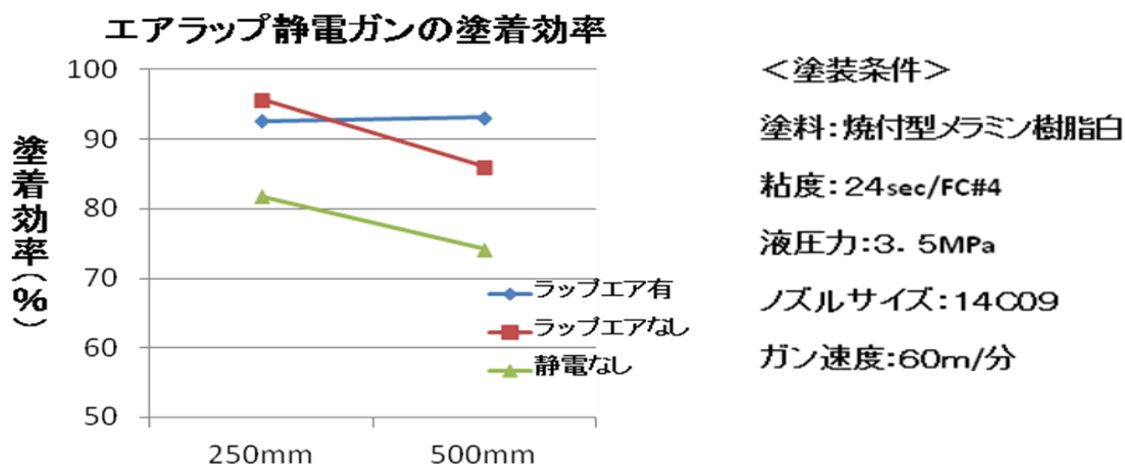


図5 エアラップ静電の塗着効率

このエアラップ静電の噴霧方法では高い塗着効率を確保することが可能になるが、スプレーミストの飛散を無くしてしまうことは出来ない。

高塗着スプレーシステムは、このエアラップ静電の噴霧方法に加えて塗装作業エリアを導電性飛散防護メッシュシートで被い、浮遊する塗料ミストを捕捉することが出来るようになっている。

静電塗装では、前述の通り塗料がマイナスの電気が帯電しており、導電性メッシュシートをアースさせておくことで、ここに塗料を吸着させミストが通り抜けることを防ぐものである。

図6に高塗着スプレー塗装工法の全体のシステムを示す。

このシステムは、エアラップ静電ガンの他、静電コントローラ、エアレスポンプ、エアーコンプレッサーとこの導電性飛散防護メッシュシートで構成されている。

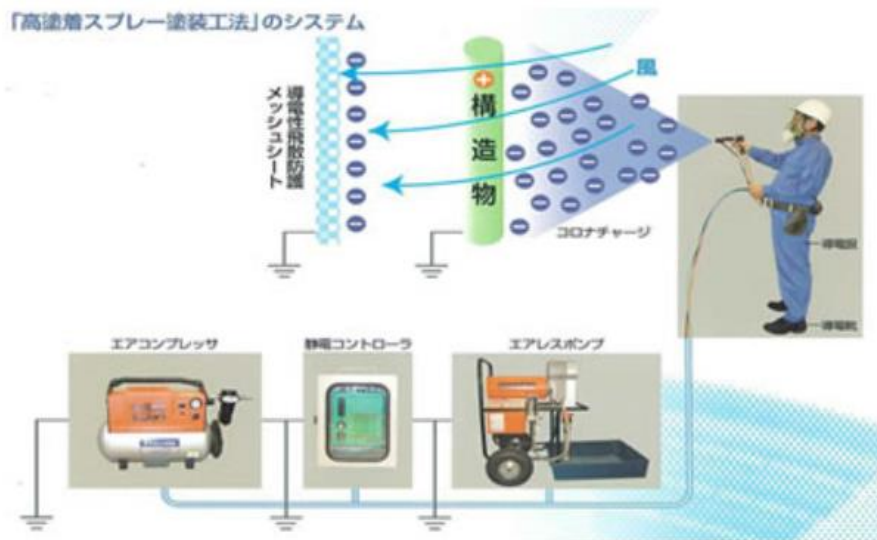


図6 高塗着スプレー塗装工法のシステム

5. 高塗着スプレーシステムの実験例

最新の鋼橋塗装用塗料を用いて高塗着スプレーシステムでの塗装実験を行い、塗着効率及びミスト飛散率の測定を行ったので以下に紹介する。

下塗りではエポキシ樹脂塗料を上塗りではフッ素樹脂塗料を使用した。その塗料条件を表1に示す。

表1 塗料条件

	下塗り塗料	上塗り塗料
塗料種類	エポキシ樹脂二液	フッ素樹脂二液
希釈割合 (主剤 : 硬化剤 : シナー)	90 : 10 : 9	90 : 10 : 9
希釈塗料粘度 (sec/NK2)	120	65
塗料抵抗値 (MΩ-cm)	1000	500

また実験では条件の精度や再現性を確保するため、塗装ロボットにエアラップ静電ガンを取り付けて実験を行った。

図7に実験レイアウトを示す。

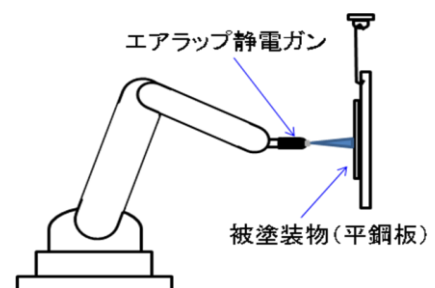


図7 実験レイアウト

実験条件は表 2 の通りだが、変動させた要因として一点目は塗装方式で一般的なエアレス霧化とエアラップ静電、二点目がスプレー距離で 250 mm、500 mm、750 mm の三水準とした。

表 2 塗装条件

塗装方式	下塗り		上塗り	
	エアラップ [®] 静電	エアレス	エアラップ [®] 静電	エアレス
ノズル型式	GN14C09	ENH16C09	GN09C09	ENH12C09
液圧力 (MPa)	6.0	12.0	6.0	12.0
吐出量 (g/min)	701	1050	609	665
アシストア圧 (MPa)	0.12	—	0.12	—
ハーターンエア圧 (MPa)	0.15	—	0.15	—
印加電圧 (kV)	60	—	60	—
ガン速度 (m/min)	600		600	

この実験での塗着効率測定結果を図 8 に示す。

下塗り塗料、上塗り塗料ともエアレスに比べてエアラップ静電で塗着効率が大幅に向上することが改めて分かった。特にスプレー距離が遠くなるとその差が顕著になることが明確になった。

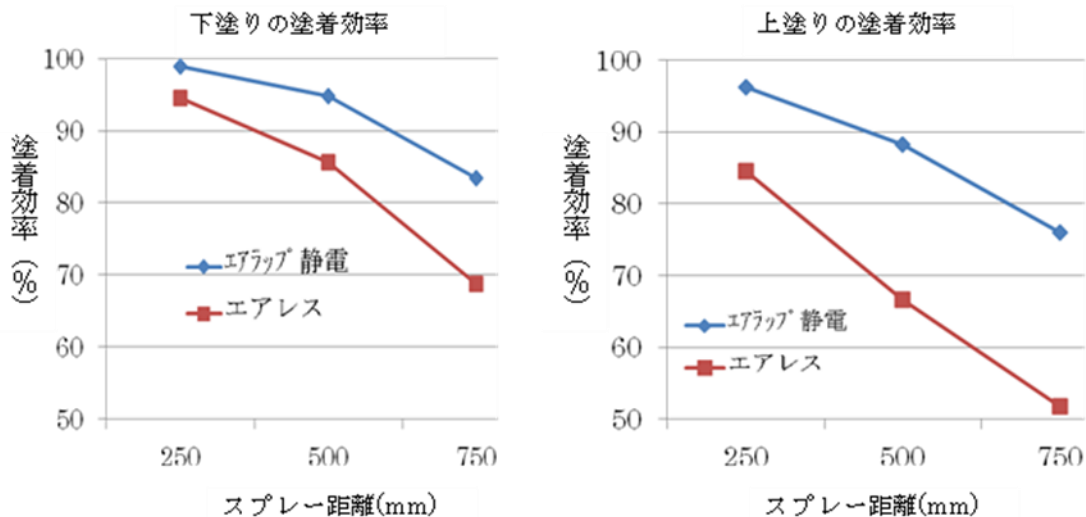


図 8 塗着効率比較結果

次に飛散率を指標として比較してみると、やはりエアレスに比べてエアラップ静電により飛散率を大幅に低下させることができ、特にスプレー距離が遠くなるとエアレス塗装では高い飛散率となってしま

が、エアラップ静電にすることで飛散率を30～50%と大幅に低減させることが可能であることが確認できた。(図9参照)

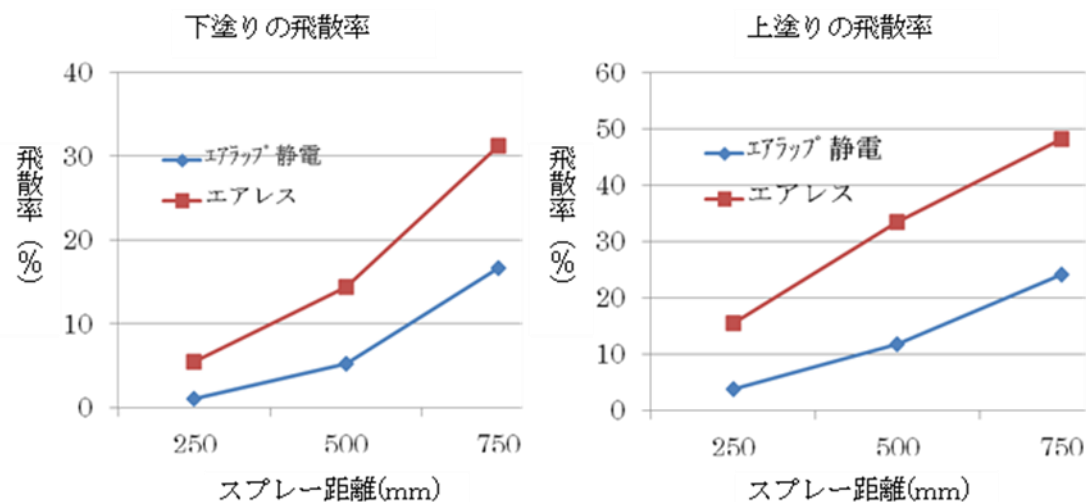


図9 飛散率比較結果

6. おわりに

スプレー塗装は従来、スプレーミストの飛散があることから屋外での使用は考えられなかったが、エアラップ静電と導電性飛散防護メッシュシートを組み合わせた高塗着スプレーシステムで鋼橋塗装の現場でスプレー塗装を可能にしたことで施工能率を大幅に向上することが可能となった。

さらに本システムは実験例で示したように高い塗着効率を確保することが出来、一般のエアレス塗装方式に比べて塗料ロスを低減させることが出来るため、ランニングコストとしても高い効果が見込めるものである。

しかし、刷毛やローラー塗りからこのような静電を利用したスプレー塗装への移行には、安全教育も含めた現場作業者のトレーニングが重要となるため、この高塗着スプレーシステムの普及のため、マニュアルなどの資料の整備と共に教育・訓練の体制構築にも協力して進めて行きたい。