

電着設備の設計と設備導入のポイント

岩崎 好孝*

1. 電着塗装の特徴

電着塗装は1962年に実用化されて以来、40年以上が経過している。この間、電着塗料の技術革新等を経て、さまざまな製品塗装分野に適用されている。

電着塗装は、塗装後の防蝕効果が高いことなど、数多くの特徴を持っている。この特徴を生かし、いろいろな製品に対して電着塗装設備を導入していくうえでのポイントについて述べてみたい。

(1) 電着塗装の概要

電着塗装は槽内に塗料を分散させ、この中に金属製の被塗装物を浸漬(しんせき)させて直流電圧をかけることで、被塗装物表面に不溶性の塗膜を析出させ、これを乾燥炉で加熱硬化させて塗膜を形成する塗装方法である。

電着塗装設備は、前工程である表面処理から、電着、乾燥までの搬送装置を含んだ一連の構成となっている。この代表的な電着塗装工程を第1図に示す。

このように、電着塗装では連続的に自動で塗装工程を実行している。

(2) 電着塗装を適用することのメリット

電着塗装は、一般的に次のような特徴がある¹⁾。

① 高い防錆性：薄膜でも優れた防錆性を発

揮し、被塗装物の塗装寿命を向上させる。同一膜厚で比較すると、溶剤塗装に比べて2～3倍以上の防錆力がある。

② 良好な付き回り性：水性ディップ方式のため、小さい隙間(すきま)まで浸透し、形状が複雑であっても完全被覆ができる。また、電気的に塗膜が析出するため、順次電気抵抗の小さい未塗装部分に塗膜が析出し、全体が塗装される。

③ 優れた経済性：塗膜厚は電圧により制御可能であり、5 μ m単位で設定ができる。さらに、塗料ロスも少なく、塗着効率は95%以上である。

④ 環境性：水性塗料であるため溶剤型の塗料に比べ、低VOCである。また、非危険物であり火災等の危険性も少ない。

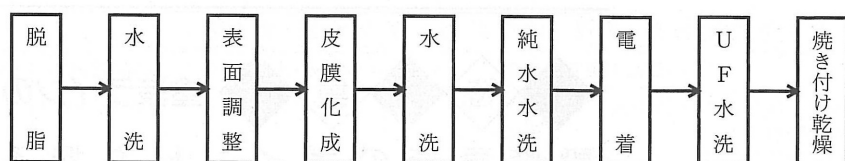
このような特徴から、電着塗装を適用することによる多くのメリットが考えられる。

(3) 電着塗装設備を導入するうえでの注意点
被塗装物や品質等に応じた設備導入のポイントについては後述するが、ここでは一般的な注意点について述べる。

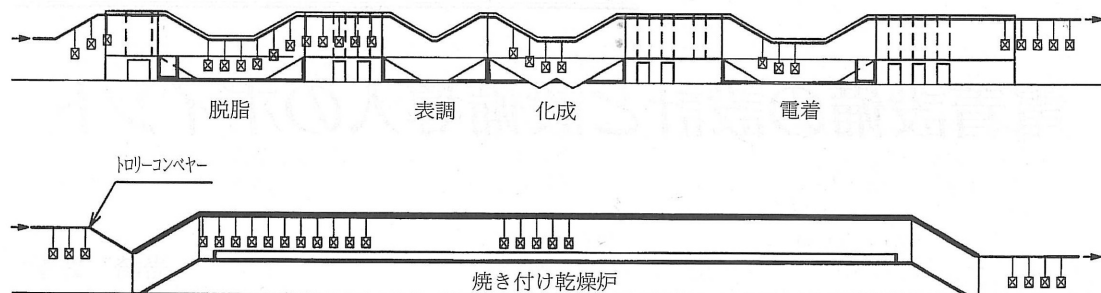
① 生産量がある程度確保できること：電着塗装は、塗装速度のアップが可能であることから、生産量が多くなる。一般に、一日4時間以上の作業量であることが、電着塗装設備導入には望ましい。

② 1コート仕上げで1色：導電性表面でなければ塗装できないので、1コート仕上げでなければならない。また、電着槽に入っ

*いわさき よしたか 東海プラントエンジニアリング(株)
技術開発本部



第1図 電着塗装基本工程



第2図 トロリー方式

ている多量の塗料を替えることは困難なため、1色に限られる。

- ③ 全体が塗装される物：被塗装物によっては、内面は塗装しなくてよい場合もある。しかし、電着塗装では全体が塗装されるため、吹き付け塗装等と塗料の費用を比較する必要がある。

また、将来的な被塗装物の大型化や品質向上を考慮して、電着槽を最初から大きくするような計画も考えられるが、電着塗装にはターンオーバー（電着槽の塗料の入れ替え速度を速くすることが望ましく、槽の大きさは必要以上に大きくしないほうがよい）という制限もあり、プラントメーカーや塗料メーカーとの十分な検討が必要である。

2. 電着塗装設備の方式と特徴

電着塗装設備は、大きく分けて二つに分類される。一つはトロリー方式と呼ばれる連続式タイプであり、もう一つはタクト式と呼ばれるバッチ処理タイプである。以下にそれぞれの方式の概要と特徴について述べる。

(1) トロリー方式（連続式タイプ）

トロリー方式は天井空間を有効活用し、スペースに合わせた自由なレイアウトが可能な方式である。第2図に設備概要を示す。

汎用（はんよう）のオーバーヘッドトロリーコ

ンベヤーを被塗装物の重量、生産量、長さにより選定する。被塗装物の寸法に合わせて吊（つ）り下げハンガーを設け、連続的に塗装を行う。

特徴としては、連続搬送による一括大量処理が可能であり、吊りピッチを変えることにより大小異なる重量物、処理物に対応できる。

また、メンテナンス性に優れた方式でもあるが、タクト方式と比較すると、大スペースを必要とするため多品目、単純形状、大量生産の塗装条件の場合に選択するのが一般的である。

(2) タクト方式

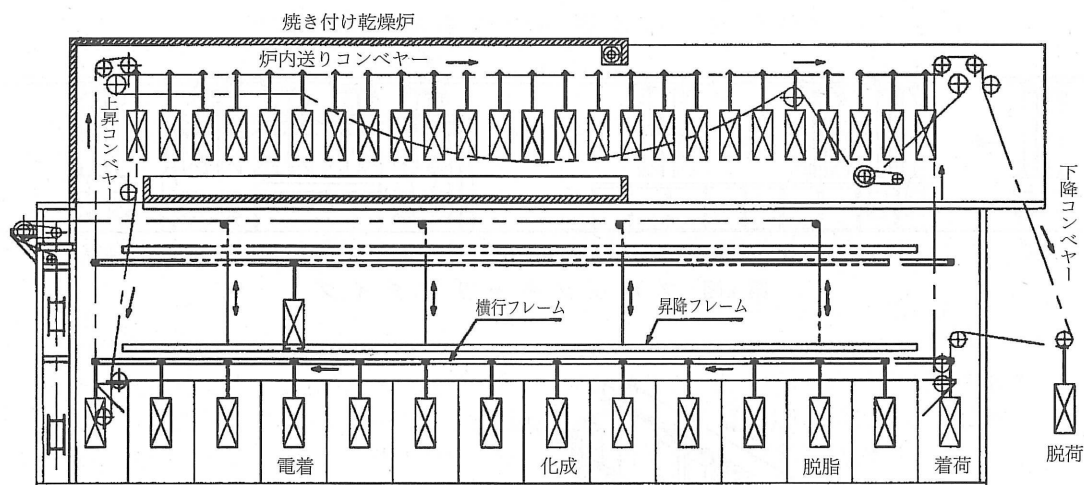
タクト方式は、設置面積がトロリー方式のわずかに1/2～1/5であり、自動乗り換え装置により吊り込み・吊り下ろし作業床が自由に設定可能である。そのため、省スペース・省エネルギーが実現でき、ランニングコストを大幅に低減している。

タイプとしては、ムービングキャリアタイプ、ブロックキャリアタイプ、エレベータータイプなどがあり、目的に応じた方式の採用が可能である。以下に代表的な方式について示す。

① ムービングキャリアタイプ

小物から大型物、長尺物、重量物までと、塗装対象を選ばない汎用の方式である。第3図に設備概要を示す。

基本的なタクトタイム（上昇－前進－下降－後退の1ストロークの時間）は3分であり、前処理～電着～後水洗まで、すべて同じ処理時間



第3図 ムービングキャリアタイプ

で吊りフレームが前後進・昇降し、下降時ごとに各槽内へ被塗装物を預け塗装処理を行う。

乾燥炉を2階に設けることで最小限のスペースで設置することができ、ラインの前後にトrolleyコンベヤーを配置することによりストックヤード等も考慮できる。

また、揺動装置や回転機構のついた方式も実現している。

写真一1に示したように、被塗装物を360度回転させることを可能にした。このため、従来電着塗装が困難であったコップ状や複雑な形状の製品への塗装が可能になった。

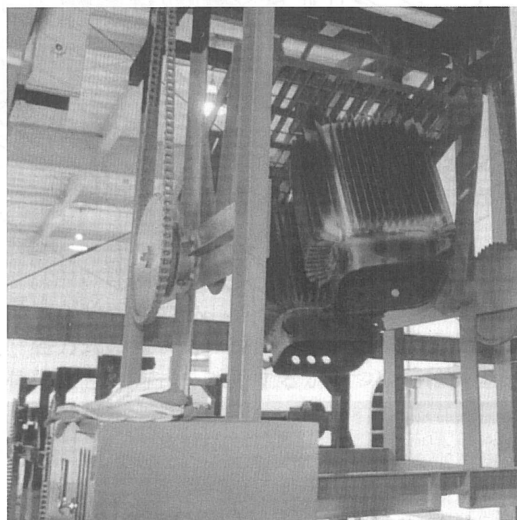
また、液の持ち出し、持ち込みを極限までなくすことにより品質、塗料管理の手間を軽減し、ランニングコストの低減化も図っている。特に、トランスケース、コンデンサー、熱交換器などの塗装に最適である。

② ブロックキャリアタイプ

大型の不定形物への塗装や、被塗装物ごとに処理時間・処理工程が変更可能な塗装方式である。第4図に設備概要を示す。

処理工程の上部にIビームのレールを設け、塗装処理の必要量に合わせた台数のブロックキャリアを走行させ、塗装処理を行う。

汎用品の2点吊りチェーンブロックに各種機能を持たせているため、低コストでの設備提供が可能である。また、2.8tまでの大きなチェーンブロックを使用することで、t単位の重量の被塗装物まで対応可能であり、これにより、



写真一1 回転装置

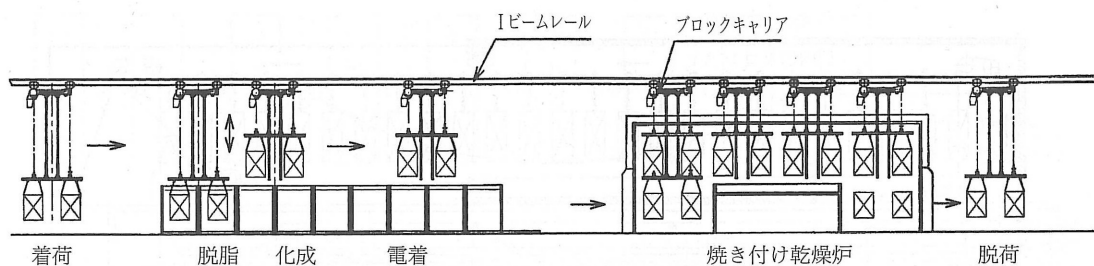
大型かつ重量物への電着塗装が適用できる。

また、鋳造品(マンホール等)のような、重量物で複雑形状の被塗装物の電着塗装に効果を発揮する揺動装置つき方式もある。写真一2に電着槽内での揺動状況を示すが、安定した揺動角度(45度以上も可能)を実現している。

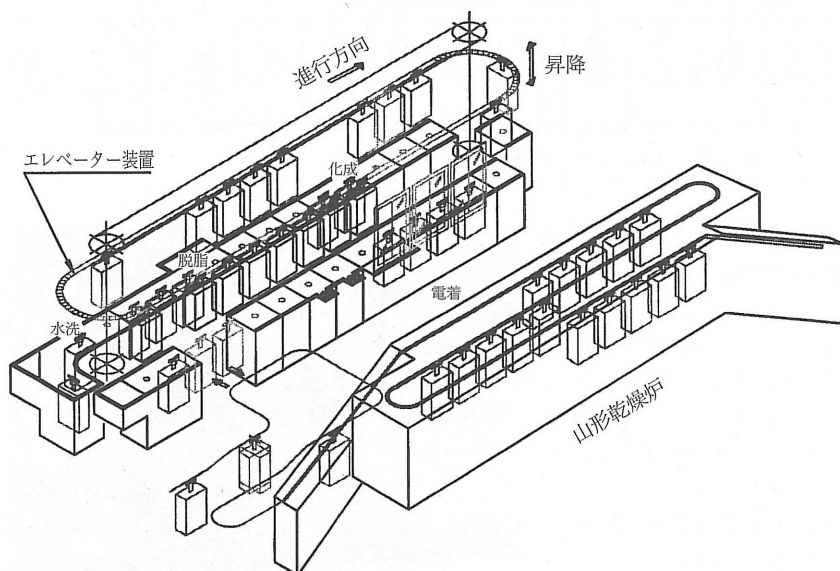
この方式は非常にシンプルな構造を持っており、揺動時のバスケット移動量を削減し、電着槽の小型化を実現している。

③ エレベータータイプ

高速運転(40秒/タクトまで)が可能であり、大量・小ワークに適した塗装方式である。第5



第4図 ブロックキャリアタイプ



第5図 エレベータータイプ

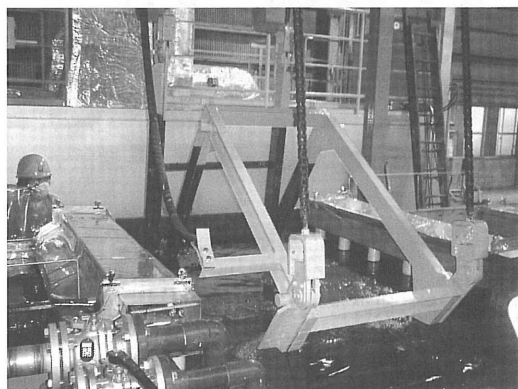


写真-2 揺動装置

図に設備概要を示す。

トラック型に処理槽を設け、ビームを円周回転させて昇降させることにより塗装処理を行い、浸漬横移動も可能なタイプである。

また、乾燥炉をライン内で一体化することに

第1表 電着塗装設備導入の検討項目

項目	検討項目
被塗装物	処理数量・重量・形状・品目・板厚・材質
塗装品質	防錆力・耐候性・膜厚
スペース	設置面積・前後工程との取り合い
環境	排気脱臭装置・排水処理装置

より、小スペースにも設計が可能であり、小物の大量塗装を実現している。

3. 電着塗装設備導入のポイント

以上、さまざまな方式について述べてきたが、実際に電着塗装設備を導入する場合のチェックすべきポイントについて述べてみたい。

電着塗装設備を導入するに当たり、検討すべき項目を第1表に示す。以下に、各項目について何にポイントを置いて検討を行い、どのような観点から方式を決定すべきかについての考え

第2表 電着塗装設備の搬送方式別の特徴

搬送方式		処 理 量	重 量	形 状	品 目	スペース	ロット性	メンテ性
トロリー方式		大	中	単 純	多	大	不	◎
タクト方式	ムービングキャリアタイプ	中	中	複 雑	小	小	不	△
	ブロックキャリアタイプ	小	大	複 雑	中	中	可	○
	エレベータータイプ	大	小	単 純	小	中	不	△

注 複雑形状に対してムービングキャリア・ブロックキャリアタイプは揺動装置・回転機構つきを採用。

方を示す。

(1) 被塗装物

第一の項目は処理数量である。処理数量が多い場合は、連続式タイプのトロリー方式を採用するのが一般的である。しかし、同一形状で処理量が多い場合と、多品目で処理量が多い場合では、採用する方式が異なる場合がある。

また、単品重量も考慮すべき項目であり、重量物の処理には、タクト方式のムービングキャリアタイプやブロックキャリアタイプが適している。

第二の項目は形状である。形状の複雑さやエアポケットの発生等を考慮する必要がある、揺動装置つきや回転機構つきの塗装設備が必要な場合もある。

第三は板厚、材質であり、これにより前処理条件や乾燥炉での焼き付け条件が変わる。

このように、被塗装物の条件がどの塗装方式を採用するかの一歩の条件となる。

(2) 塗装品質

塗装品質には、防錆力や耐候性が考えられる。これは、主に塗料の品種選定に関(か)かわる項目であり、電着塗装設備の方式決定に大きくは影響しない。しかし、塗装膜厚により防錆力や耐候性は変わるため、電着時の電圧設定や通電時間・焼き付け時間の設定等、設備の設計上検討すべき項目となる。

(3) 設置スペース

既設の工場内に設置するに当たっては、おのずと設置スペースが制約される場合が多い。設置スペース的に有利な方式はタクト方式であるが、上下方向への移動を考慮すると、建家の高さが6m以上は必要となる。

また、前後工程との取り合いも重要な検討項目であり、組み立てライン等との組み合わせを考えると、タクト方式が有利な場合が多い。

新設工場に設置する場合は、当該塗装ライン

のスペースだけではなく、余裕のあるロード・アンロードスペースに加え、メンテナンス性、補器類、治具置き場のスペース確保も必要である。また、各種ダクト、配管の設置位置や、排気口の位置なども検討が必要である。

(4) 環境対策

今回は、電着塗装設備導入を主眼に述べているため、環境対策については検討が必要な事項のみを簡単に紹介したい。

VOC 排出規制により、乾燥炉の排気処理や、前処理等で使用する排水処理の検討が必要である。乾燥炉の排気については、脱臭装置の設置等が数多く行われており、排水処理に関しては凝集沈殿方式や蒸発方式など、種々の適用が行われている。

なお、設備導入時には、工場の設置条件等の考慮が必要である。

各方式の大まかな特徴を第2表に示すが、具体的にどの方式を採用するかについては、上記に述べた以外にも、各塗装工場の独自の課題や将来構想等も重要な採用基準となり得る。電着塗装設備のプラントメーカーとの打ち合わせを行い、決定していくことが重要だと考えられる。

4. 電着塗装設備の導入事例と効果

次に、実際に電着塗装設備を導入した事例、および特徴等についていくつか紹介したい。

(1) 盤類のアクリル厚膜電着

ムービングキャリアタイプの電着設備の導入により、制御盤関係の塗装を行っている。写真一3に、塗装工程の状況を示す。

特徴としては、同一色での膜厚 40 μm 以上を狙(ねら)った塗装設備であることから、耐候性に対して効果を発揮している。

(2) マンホールの電着²⁾

ブロックキャリアタイプで、揺動装置つきの

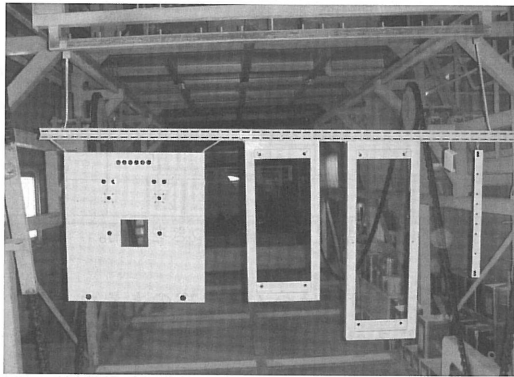


写真-3 盤類の電着設備

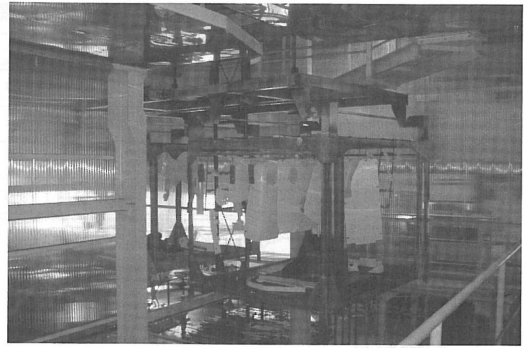


写真-5 建機部品の電着設備

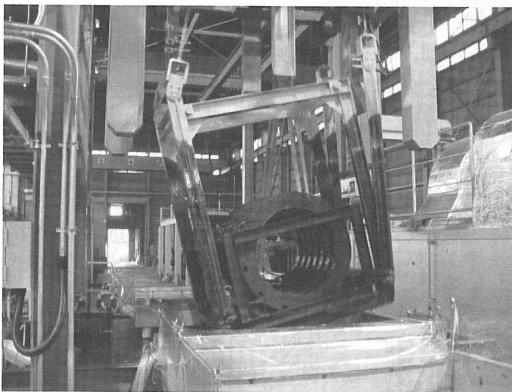


写真-4 マンホールの電着設備

電着設備の導入を行った。鋳造品は鋳肌の関係から、被塗装物同士が面タッチでも電着塗装が可能である。

マンホールの場合はその形状から、液溜(だまり)やエアポケットの解消のため、揺動装置が必須(ひつす)の条件となっている。

写真-4 に、電着槽上における揺動状況を示す。

なお、品質の安定化やコスト削減にも寄与している。

(3) 建機部品の電着

建機1台単位での部品塗装を目的とした電着設備を、ブロックキャリアタイプで導入した。

写真-5 に、この塗装工程の状況を示すが、1台当たりのロット単位での塗装を実現している。

これは、生産性を考慮した結果であり、多形状・軽重量物の部品1台分を、1台のブロックキャリアに装着し処理可能としたものである。

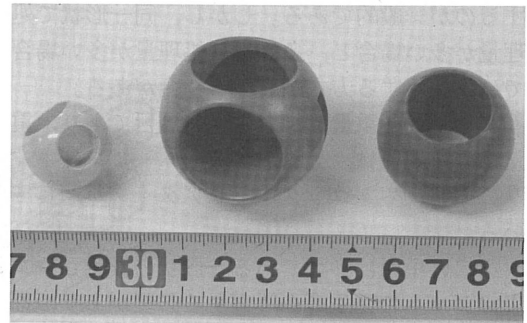


写真-6 弁体の電着塗装

(4) 弁体の電着

コーティングに代替する塗装として、ブロックキャリアタイプの電着設備を導入した。写真-6 に実際に電着塗装を行った弁体を示すが、コーティングと遜色(そんしょく)のない状態となっている。自動で大量処理が可能であり、生産性の向上に寄与している。

以上、実際の導入事例を紹介したが、電着塗装は防錆性や経済性等で多くのメリットが発揮できる塗装方式である。また、塗着効率の面などから、省資源で環境にも優しい設備と考えられる。今後、電着塗装設備の導入に対しての参考にしていただければ幸いである。

《参考文献》

- 1) 日本塗装技術協会編：塗装技術ハンドブック，日刊工業新聞社(1989)
- 2) 岩崎好孝：電着塗装設備における新型揺動装置の導入，塗装技術，44 [13]，pp. 83～87(2005)