

# 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

1962年に電着塗装が実用化されてから40年以上が経過し、電着塗料の技術革新等を経て、さまざまな製品分野に適用されている。電着塗装は、塗装後の防食効果が高いことなど、数多くの特徴を持っており、近年は、品質に対する要求も高くなってきている。

本稿では、この特徴を活かした電着塗装設備の設計上のポイントについて、設備メーカーの視点から考え方を示したい。

#### (1) 電着塗装の概要

電着塗装は槽内に塗料を分散させて、この中に金属製の被塗装物を浸漬(しんせき)し、直流電圧をかけることによって、被塗装物表面に不溶性の塗膜を析出させるものである。

これを、乾燥炉で加熱硬化させて塗膜を形成する。

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になっている。

第1図に、代表的な電着塗装工程を示す。

電着塗装設備を導入するうえで、塗膜の品質向上を図るためには、当然のことながら、前処理剤メーカー・塗料メーカー・設備メーカー・ユーザーが一体となり、全体としての最適設計が重要である。

#### (2) 電着塗装を適用することのメリット

電着塗装は、一般的に次に示す四つの大きな特徴がある<sup>1)</sup>。

##### 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。同一膜厚で溶剤塗装と比較して、2～3倍以上の防錆力がある。

##### ② 良好な付き回り性

水性ディップ方式であるため、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に被覆ができる。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

塗膜厚は電圧による制御が可能であり、 $5\mu\text{m}$ 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

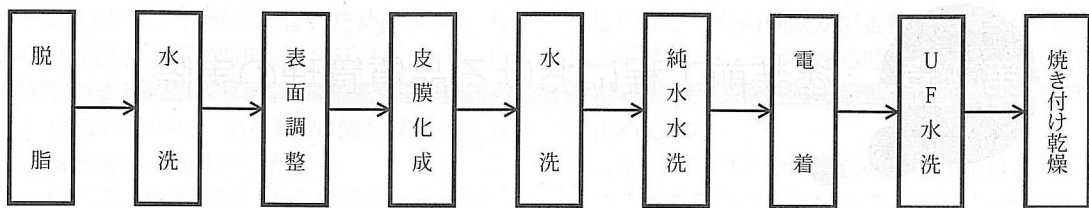
水性塗料であり、溶剤型の塗料に比べて低VOCである。また、火災などの危険性(非危険物)も少ない。

このような特徴から、電着塗装を適用することによって多くのメリットが考えられるが、設備設計においては、各処理工程ごとに注意すべき点もある。

### 2. 導入するうえでの留意点

電着塗装設備のメリットを理解したうえで、設備導入を考える場合の留意点について、以下に述べる。

\* いわさき よしたか 東海プラントエンジニアリング(株)  
技術管理室



第1図 電着塗装の基本工程

(1) 前処理工程(脱脂・水洗・表面調整・化成被膜・純水水洗)

前処理工程において重要な点は、電着塗装に適した表面状態を形成することである。すなわち、汚れの持ち込み防止や、良好な表面状態を維持できる設備対応が重要である。

設備対応としては、洗い不足防止対策のための攪拌(かくはん)設備やノズル配置の検討、ゴミ・ブツの混じり防止対策のためのストレーナー設置などが挙げられる。

(2) 電着塗装工程(電着・後水洗)

塗膜の状態は、この工程でほぼ決定される。このため、塗膜品質に影響を及ぼす整流器や電極等の選択、電着時に発生するブツ対策についても考慮する必要がある。

また、後水洗についても前処理工程と同じような洗い不足対策を含め、泡の発生対策も必要である。

設備対応としては、電着槽でのブツ・油混じり防止対策のためのフィルター設置や、塗膜不良防止対策のための通電装置の配置検討、後水洗での泡発生防止対策のためのシャワー能力の検討などが挙げられる。

(3) 焼き付け乾燥工程

焼き付け乾燥炉内では炉内のゴミの巻き上げや、焼き付け時に発生するヤニの問題などが考

えられる。熱シール対策等も考慮した対応が必要である。

設備対応としては、ゴミの巻き上げ防止対策のための炉内循環系の検討や、排気口の配置検討などが考えられる。

(4) 搬送工程

せっかく品質が良い被塗装物ができて、次工程への搬送工程で品質不良を発生させたのでは元も子もない。搬送工程における対応も、忘れてはならない重要な項目である。

設備対応としては、レールやチェーンからの錆やゴミの落下防止対策、清掃ブラシの取り付けなどが考えられる。

### 3. 電着塗装設備の方式と特徴<sup>2)</sup>

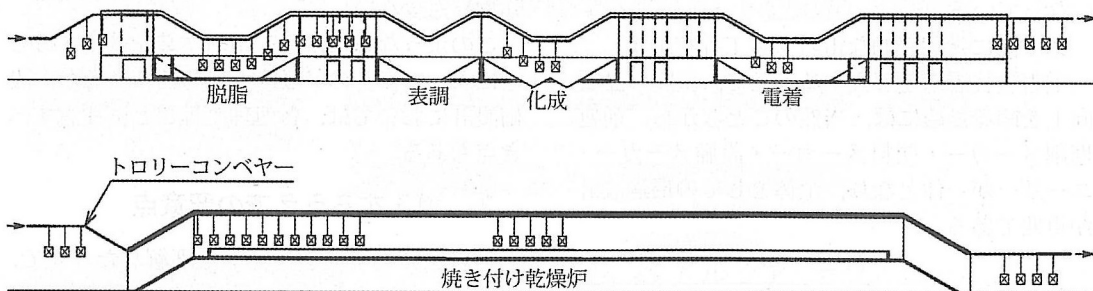
電着塗装設備は大きく二つに分類される。一つはトロリー方式と呼ばれる連続式タイプであり、もう一つはタクト式と呼ばれるバッチ処理タイプである。

以下に、弊社が取り扱っている電着塗装設備の概要と品質上の特徴について述べる。

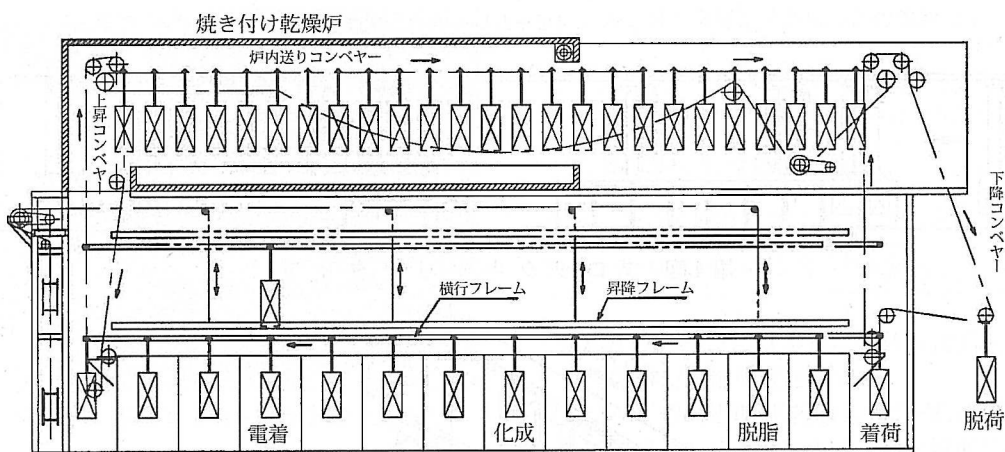
(1) トロリー方式(連続式タイプ)

トロリー方式は天井空間を有効活用できるため、スペースに合わせた自由なレイアウトが可能である。

第2図に、その設備概要を示す。



第2図 トロリー方式



第3図 ムービングキャリアタイプ

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。

メンテナンス性にも優れた方式であり、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り、生産効率も上がる。

品質上の特徴としては、チャンバーで囲われているため、外部雰囲気の影響を受けることが少ない。

また、各工程間の乗り継ぎが少ないので、非常にシンプルな構造でトラブルも少なく、安定操業が期待される。

生産量の増減に対しては対応しにくい面もあるが、一定の生産量が確保される場合には塗料の性能も安定しており、品質のダメージは発生しにくい。

## (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1/2～1/5で済む点に特徴がある。自動乗り換え装置により、吊り込み・吊り下ろし作業床を自由に設定することが可能であり、省スペース・省エネルギーによりランニングコストを大幅に低減できる。

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。

代表的な方式について以下に示す。

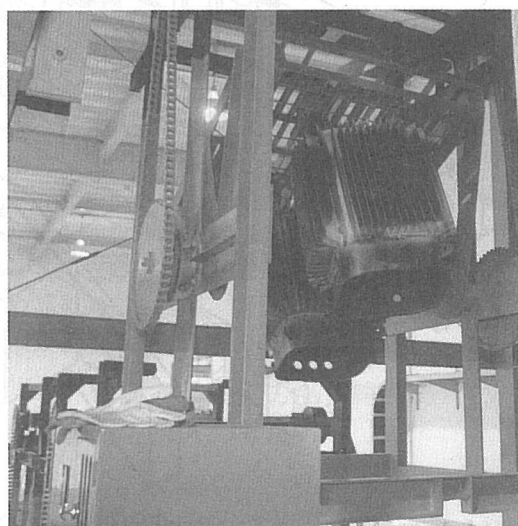


写真-1 回転装置の稼働例

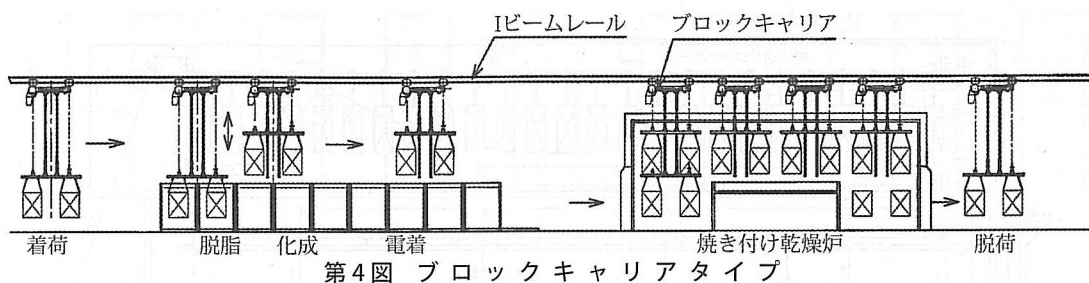
## ① ムービングキャリアタイプ

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

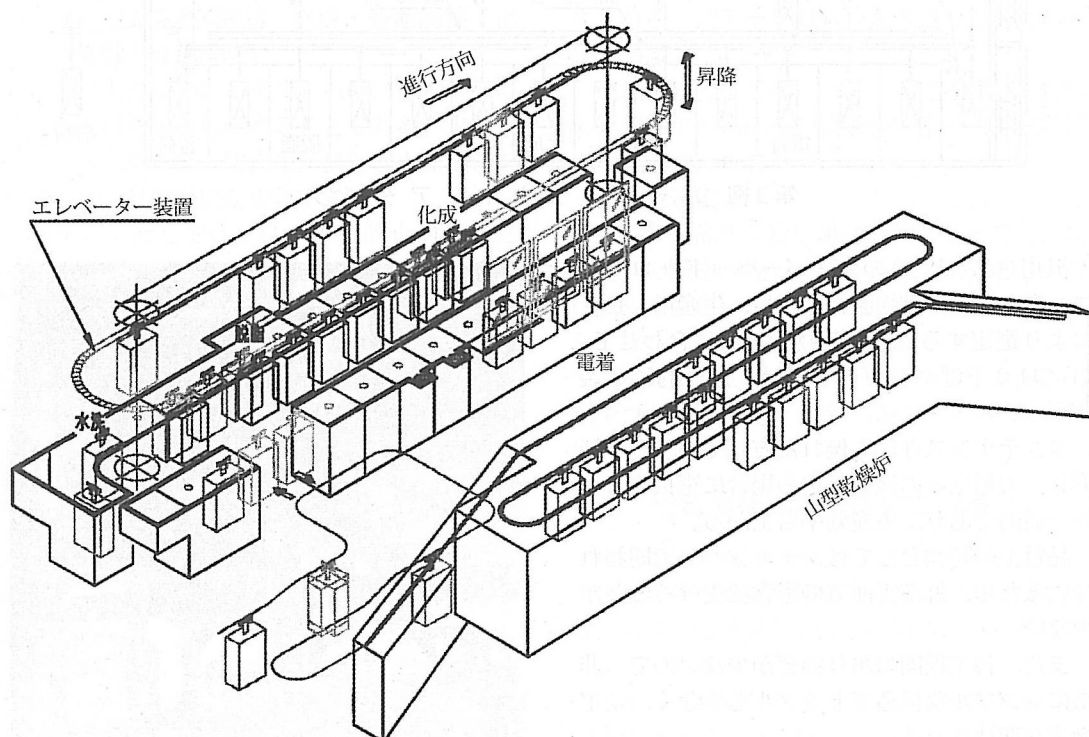
基本的なタクトタイム(上昇・前進・下降・後退の1ストロークの時間)は3分であり、前処理～電着～後水洗まで、すべて同じ処理時間で吊りフレームが前後進・昇降し、下降時ごとに各槽内へ被塗装物をあずけ、塗装処理を行う。

品質上の特徴としては、揺動装置や回転機構の付いた方式も実現し効果を上げている。写真-1に、回転装置の状況を示す。

これは、被塗装物の360度回転を可能にした



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

もので、トランスケース等の複雑形状において、エアポケット等による塗装不良の発生を防止している。この方式は液の持ち出し、持ち込みを極限までなくし、塗料管理における手間の低減や、ランニングコストの低減にも寄与している。

また第3図に示したように、焼き付け乾燥炉を2階に設置することも可能であり、省スペースを考えた場合は効果が大きい。

## 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・処理工程を変更することも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の機能を持たせているため、低コストでの設備設置が可能である。トン単位の重量被塗物であっても、適用できる。

品質上の特徴として、鋳造品(マンホールなど)のような重量物で、複雑形状の被塗装物に対しては、写真-2に示すような揺動装置付き方式を適用している。

鋳造品は、塗装品質上から液溜(た)まりやエアポケットの解消が必要であり、このため電着塗装時の揺動が必須(ひっす)であった。本方式の揺動装置は、安定した揺動角度(45度以

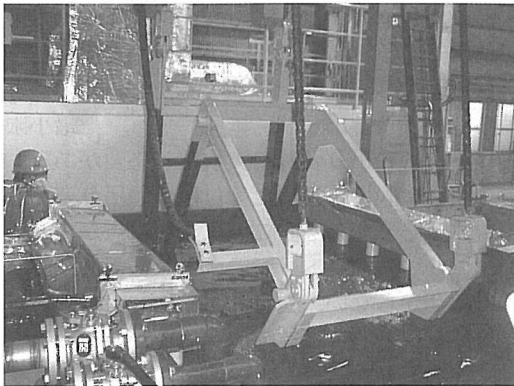


写真-2 揺動装置付き電着塗装の設備例

上も可能)を実現し、品質の向上に大きく貢献している。

また、構造は非常にシンプルであり、揺動時のバスケット移動量を削減し、電着槽の小型化も実現している。タクトタイムの短縮や、ターンオーバー短縮、設備費低減にも寄与している。

このタイプは各工程での処理時間の可変化が可能なため、前処理時間が長く必要な場合への対応や、電着時の通電時間の変更など、素材品質や塗膜品質へのフレキシブルな対応が可能である。

また、工程の飛び越しも可能であり、いろいろなスペックの製品に対しても適用できる。さらに、新たな工程を後から付け足すことも可能であり、かつ品質要求の変化に対しても対応できる。

### ③ エレベータータイプ

高速運転(タクト/40秒まで)が可能であり、

第2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       |

大量・小型ワークには適した塗装方式である。

第5図に、設備概要を示す。

トラック型に処理槽を設け、ビームを円周回転して昇降させることにより、塗装処理を行って浸漬横移動も可能なタイプであり、小物の大量塗装を実現している。

品質上の特徴としては、ブロックキャリアタイプほどは可変化の範囲は小さいが、各工程での処理時間の変更や、工程の飛び越しも可能であり、前処理のみの実施などにも対応ができる。また、焼き付け乾燥炉のインライン化(エレベーター装置内への組み込み)も実績があり、この場合はかなりの省スペースが実現できる。

各方式の特徴を、第1表に示す。

品質対応も含め、総合的な観点からの採用検討が必要であると考えられる。

## 4. 電着塗装設備の品質維持のための設計と導入の考え方

以上、各工程別や方式別に設備対応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考え方について述べてみたい。

第1表 電着塗装設備の方式と特徴

| 方 式    | 処理量          | 重量 | 形状 | 品目 | スペース | メンテ性 |
|--------|--------------|----|----|----|------|------|
| トロリー方式 | 大            | 中  | 単純 | 多  | 大    | ◎    |
| タクト方式  | ムービングキャリアタイプ | 中  | 中  | 複雑 | 小    | △    |
|        | ブロックキャリアタイプ  | 小  | 大  | 複雑 | 中    | ○    |
|        | エレベータータイプ    | 大  | 小  | 単純 | 小    | △    |

【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・回転機構付きを採用。

電着塗装設備を導入するに当たり、検討すべき項目を第2表に示す。

生産品の品質維持のための要因としては、被塗装物の形状、材質や塗膜に求められる性能などがある。これを設備側で実現するためには塗装方法、搬送方法、塗装環境、焼き付け乾燥方法、付帯装置の対応が必要である。

以下に、電着塗装設備の品質維持のための考え方を示す。

#### (1) 塗装設備のスペース

塗装設備を検討するうえで、スペースの確保は重要なポイントである。

電着塗膜に異物が付着することで品質問題が発生する。このため、外部からのゴミ、ホコリなどの侵入防止や、ほか工程からの油、ミスト、ゴミなどの侵入防止を考慮して、設備配置を検討しなければならない。

また、塗装設備内での製品運搬横持ち時の機械からのゴミ、ホコリ等の持ち込み防止も考慮する必要がある。

さらに、メンテナンスや清掃などが容易なレイアウト設計も、スペースを考えるうえで忘れてはならないポイントである。

#### (2) 処理工程の選択

被塗装物の形状や品質に合わせた処理工程の選択も重要である。処理工程としては、前処理・電着・焼き付け乾燥・搬送があるが、それぞれでの検討が必要である。

前処理工程においては、洗い効果を考えた洗浄方法の検討や、洗浄段数の選択が考えられる。電着工程においては、塗膜品質を確保するための通電装置の能力・配置検討や、ブツ発生防止対策のためのバグフィルターの設置、攪拌装置の検討が重要である。

焼き付け乾燥工程においては、炉内循環系検討のほかにヤニ対策も必要であり、脱臭装置の導入やスクラバーの設置なども考慮する必要がある。

#### (3) ハンガー形状

実際に被塗装物を吊り下げて搬送を行うハンガー形状も検討する必要がある。これは、ユーザーサイドの検討が大きなウェイトを占める

が、設備メーカーとしても設備検討をするうえで重要である。

品質上からハンガー形状を考えた場合、液の持ち込み・持ち出しや、エアポケットを最小限にするための吊り姿勢を実現する必要がある。

また、塗膜にキズなどを付けない吊り姿勢も実現する必要がある。このような視点から、シンプルかつ軽量で、メンテナンスの手間ができるだけかからない、長持ちするハンガーの検討をユーザーと共に進めていく必要がある。

#### (4) 機器能力

塗装設備全体の工程や配置の検討後、品質維持のために各機器の能力検討が必要となる。以下に、各項目ごとの考え方を示す。

- ① 塗料維持：ターンオーバーを考慮した電着槽の設計。
- ② 洗い効果：ポンプ、攪拌機などの能力、ライザーおよびノズルの配置。
- ③ 塗膜品質：整流器、電極など処理能力に合わせた選択。
- ④ 温度管理：チラー、熱交換器の能力、電気制御。

#### (5) 付帯機器

品質維持以外にも、省エネルギーや環境対策を考えるうえで、付帯機器を用いた対応が必要となってくる。

省エネルギー対策としては、焼き付け乾燥炉への省エネ型バーナーや、熱交換器などが採用されている。また、ボイラー装置の廃熱の有効活用なども実施されている。

環境対策としては、焼き付け乾燥炉排気への脱臭装置の設置や、排水処理対策としての油水分離装置の設置などが実施されている。また、電着塗装については現状法規制はないが、VOC対策についても、今後の検討課題になると思われる。

#### 《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：電着設備の設計と設備導入のポイント、塗装技術、45 [12]、pp.47～52 (2006)