

第2節 塗装工程の化学物質排出量等管理マニュアル

はじめに

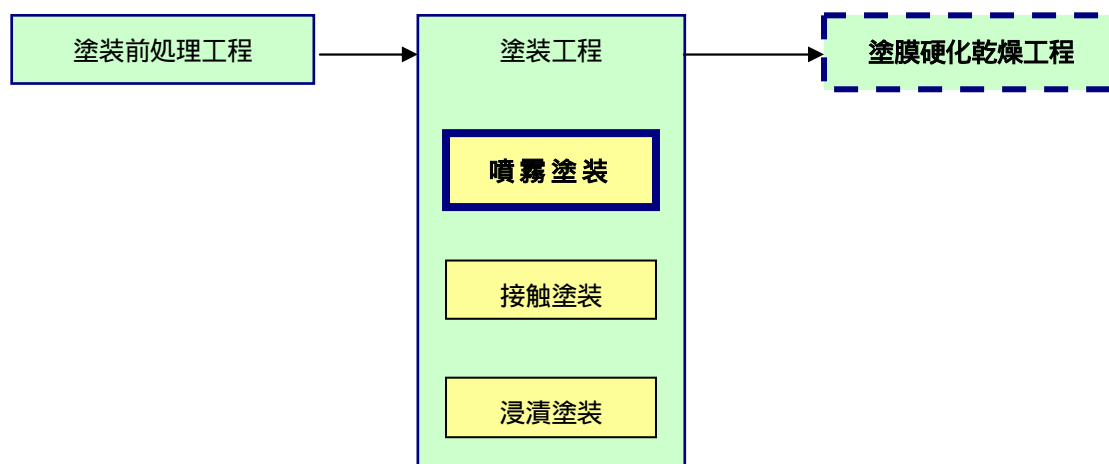
塗装工程関連事業所においては、指定化学物質等を含有する有機溶剤が脱脂洗浄などの前処理作業や主体となる噴霧塗装作業をはじめ塗料の希釈や塗装機器の洗浄などに使用されている。

これらの指定化学物質等の中には、人体や環境に影響を及ぼすため、「特定化学物質の環境への排出量の把握及び管理の改善の促進に関する法律」により、事業所における自主的な取組みとして、これら指定化学物質等の取扱いに対し、その管理及び改善の促進が求められている。

本節では、塗装工程の実例に基づく管理のポイント、管理の方法、管理の体系化のための確認の方法(チェックリスト、点検表、記録様式)などについて記載し、事業者が自事業所の塗装工程における指定化学物質等の適正な管理及び使用の合理化を図るためのマニュアルを作成する際のガイドラインとすることを目的とする。

そして、塗装関連工程では、塗装前に被塗物を清浄化し塗膜付着性を高める皮膜処理が行われ、塗装後には塗膜硬化乾燥が行われる。また塗装方法には、噴霧式、接触式、浸漬式が被塗物条件や塗膜性能から選定されているが、本マニュアルでは、指定化学物質等を多用する溶剤系の噴霧塗装および塗膜硬化乾燥工程を主として取り上げるものである。

本マニュアルで取り上げた塗装工程の概説



なお、「教育・訓練」については、第1章、「1. 3. 管理計画の実施 3」に記述されているので本節では触れていない。又、「他事業者との関係」については、同業者で組織している「日本工業塗装協同組合連合会」を中心に情報交換、相互啓発に努めているが、活動方針及び内容は、第1章「1. 3. 管理計画の実施 4」に総括されているので、本節では割愛した。

1. 化学物質管理の方針

指定化学物質等を取り扱う事業所においては、指定化学物質等の排出管理の改善等を推進するに際し、経営者の積極的な管理体制の確立を基本方針として表明しなければならない。

そのためには、指定化学物質等の環境影響等を十分に把握したうえで、経営者の取り組む姿勢を明確に打ち出した改善計画の推進活動を構築し、その内容を事業所全員に示すとともに、その実行推進を図らなければならない。

1) 基本方針の策定時における確認事項

- ① 指定化学物質等の取扱い状況の確認
- ② 指定化学物質等の環境影響の確認
- ③ 事業所立地条件の確認
- ④ 指定化学物質等取扱いの最新技術情報の収集確認

2) 基本方針作成の要点

- ① 経営者は、現在の使用資源及び廃棄物などの減量、及び抑制を明確に宣言する。
- ② 経営者は、排出量の抑制及び使用の合理化に対する教育を実施する。
- ③ 経営者は、自然界への拡散防止や廃棄物の抑制に対する活動を構築する。
- ④ 自然界に放出拡散される排出物・廃棄物を各施設にて量的に把握する。
- ⑤ 最終廃棄する場合、自然界への潜在的事態に対する評価を把握しておく。
- ⑥ 資源の乱用を避け、3Rを積極的に導入し、最終処理を考慮する選択を実施する。
- ⑦ 自然界への排出量の抑制及び使用の合理化の優先事項、目標及び計画を確立する。
- ⑧ 排出物の発生段階を確認し、その実態を測定管理する。
- ⑨ 施設等の改善により、廃棄・拡散の防止目標を設定する。
- ⑩ 排出量の抑制及び使用の合理化に対し、情報公開を推進する。

3) 基本方針の実行条件

- ① 基本方針は、達成可能なもので、かつ挑戦的なものであること。
- ② 基本方針は、継続性と改善発展が実行できるものであること。
- ③ 基本方針は、社内外の環境影響を把握していること。
- ④ 基本方針は、事業所全員が理解し、納得できるものであること。

「基本方針事例」

指定化学物質等排出管理の基本方針

当社は、指定化学物質等を取り扱う塗装企業として、排出管理を経営上最重要課題として認識するとともに、社内外の環境改善に配慮した企業活動を行い、社会に貢献する。

- 1．全企業活動において、環境影響を評価し、排出量等の削減を継続的に行う。
- 2．各法令を遵守するとともに、社内規則を策定し、環境保全に貢献する。
- 3．環境保全等の教育を実施し、事業所全員による指定化学物質等の適正管理に取り組む。
- 4．関係諸官庁及び地域住民との情報共有化を図り、社会に貢献する。

2．管理計画の策定

管理計画の策定にあたっては、改善などの目標を明確にして、組織的かつ継続的な取り組みが必要である。常に適時実施効果の確認を行い、さらに評価をして次の段階へ進む「PDCAサイクル」が重要である。

管理計画策定段階においては、事例に示すチェックリスト等を活用し、現状把握の結果として改善課題を明確にする。

1) 現状の把握

- ① 指定化学物質等の管理に関わる役割を作業現場ごとに定め、責任を明確にする。
- ② 各年度における事業所内で取り扱う指定化学物質等の種類・量とそのフォローを明確にする。
- ③ 各年度における事業所内で取り扱う指定化学物質等の MSDS を完備し、変更が生じた時に直ちに更新する。
- ④ 各年度において発生する指定化学物質等を計画年度に対し、段階的に削減する。また、目標とする削減率を設定する。
- ⑤ 各年度における溶剤等の指定化学物質等使用量を計画年度に対し、段階的に削減する。また、目標とする削減率を設定する。
- ⑥ 各年度において指定化学物質等の使用を低減あるいは代替する手法を検討する。
- ⑦ 各年度において指定化学物質等の系外排出に対し、低減抑制する手法を検討する。

2) 現状把握のためのチェックリスト

<p>「塗装工場の排出対策について考慮すべき基本事項」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・指定化学物質等の種類、使用方法 ・塗装作業場所の確認(屋内か屋外か) ・排出発生は定常的か非定常的か、塗装時間は一日何時間か ・屋内塗装の場合の発生・排出の確認事項 <ul style="list-style-type: none"> 「発生源施設」……施設内容として何があるか <ul style="list-style-type: none"> 塗料溶剤の使用量と使用方法 施設は密閉化されているか フードやブースは設置されているか フードやブースの能力・構造は適切か 「建家からの漏れ」…全体あるいは局所排気があるか <ul style="list-style-type: none"> 漏れの発生源はどこか 建家は密閉構造になっているか 「排出口」……排出ガスの濃度や量 <ul style="list-style-type: none"> 排出口の高さ 排出抑制装置はあるか 排出抑制装置の選択、設計、維持管理は適切か 	
---	--

① 塗装工場の管理体制について

No.	チェック項目	チェック結果
1	指定化学物質等の取扱管理責任者の指名(職務・責任・権限)	
2	指定化学物質等の取扱者の指名(職務・責任・権限)	
3	有機溶剤取扱作業主任者の指名および配置	
4	乾燥設備作業主任者の指名および配置	
5	危険物取扱者の指名および配置	
6	安全管理者・衛生管理者の指名および配置	
7	安全衛生推進者の指名および配置	
8	教育訓練の実施(実施結果の記録)	
9	指定化学物質等に関わる情報の整理	
10	広報担当者の指名(職務・責任・権限)	
11	対外窓口の明確化および公開	
12	健康診断の実施	
13	指定化学物質等の在庫管理の適正化(点検・記録)	

② 塗装関連施設全般について

No.	チェック項目	施設	チェック結果
1	工程ごとの作業要領の作成		
2	施設や作業ごとの点検要領の作成		
3	作業環境測定の実施		
4	床材料の不浸透性とクラックの有無		
5	側溝の傾斜		
6	必要な個所における溜めますの設置		
7	排水経路の適正区分化と点検構造		
8	必要な場所における換気装置の設置		
9	指定化学物質等の性質等に応じた区分(貯蔵・保管)		
10	地下ピットの点検構造		
11	緊急ピット容量の工程内保有量確保確認		
12	排水処理能力の確保		
13	産業廃棄物の区分と処理内容の確保		
14	危険物等の区分と貯蔵保管		

③ 塗装関連設備に関するチェックリスト

No.	チェック項目	チェック結果
1	局所排気装置等の適正配置と能力確保	
2	必要な個所における吸排気装置の配置と能力確保	
3	設備構造材の耐腐食性確保	
4	排気ダクトの液溜まりの有無	
5	空気清浄化の洗浄集塵装置の設置	
6	局所排気装置等の定期点検と整備	
7	溶剤等の蒸気発生源の密閉化	
8	溶剤洗浄等装置の構造能力と安全確認	
9	溶剤等の供給や移送、廃液排出ポンプや配管の密閉化	
10	指定化学物質別の配管における色分けや表示	
11	溶剤洗浄等における回収装置の設置	
12	オーバーフロー液やドレイン液のパイプ配管	

④ 指定化学物質等の取扱いに関するチェックリスト

No.	チェック項目	チェック結果
1	溶剤回収装置による溶剤排出削減の実施	
2	塗料類の再利用による使用量の削減化の実施	
3	被洗浄物による溶剤持ち出し量の低減化	
4	洗浄水等の最少化管理	
5	MSDS の完備整理と周知徹底化	

3) 管理計画

管理及び改善の計画イメージ

計画内容	初年度	2年次	3年次
全体項目	①管理体制の確立 ②教育訓練体制の確立 ③指定化学物質等の実態把握	①管理体制の見直し ②教育訓練推進結果と評価 ③指定化学物質等の改善転換	①次期計画の策定
管理項目	①設備等点検体制の確立 ②指定化学物質等使用量調査 ③廃棄物量調査	①設備等点検の推進 ②各調査結果のフォロー ③廃棄物の減容化	①次期計画の策定
改善項目	①指定化学物質等の低減化計画 ②環境への排出抑制計画 ③指定化学物質等の3R化推進	①代替材料の検討 ②環境抑制装置の検討 ③指定化学物質等のクローズド化	①代替材料の採用 評価 ②環境抑制装置の 導入評価

3. 管理計画の実施

1) 管理体制の整備

(1) 塗装実務者の責務

塗装実務者は、塗装作業を行う上で、基本となる塗料の配合や調整に始まり、塗料の選定、塗装計画、塗装管理が重要視され、特に、塗装実務者への塗料の知識は不可欠なものである。

PRTR 報告の実施においては、塗装現場における自社の設備能力を把握し、原材料組成を周知し、データの集計作業を提出する上で MSDS の活用によって、塗料の成分、組成及びその性質などについては理解しておく必要がある。

また、常に作業効率や環境対応などを考慮して、塗装作業等における改善や改良に努めなければならない。

(2) 指定化学物質等管理者の配置事例

職務名称	構成員	主な責任と権限
管理統括者	工場長	本計画書の推進を統括し、推進に当たり、必要な資源等の措置を決定する。
化学物質管理責任者	塗装部長 管理部長	本計画書に基づく措置の実施に責任を負うとともに、指定化学物質等推進員を指揮し、これらの措置の実行する権限を有する。
化学物質管理推進員	洗浄課長 塗装課長 購買課長 品質課長 環境課長	各部署等において本計画書に基づく措置を実施し、本計画書に定められていない事柄に関しては指定化学物質等管理責任者の指示による作業を行う。

企業規模、事業所数等組織の規模により、構成員名称は異なってくるが、上記に例示する責任と権限を自社の組織の実態に応じて、明確に位置づけることが必要である。

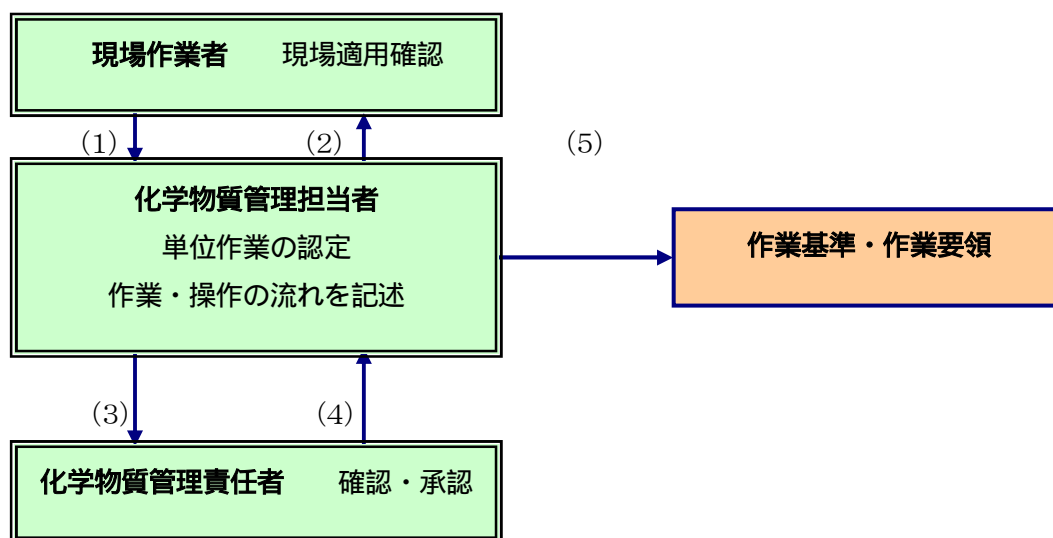
現場に配置される管理者や担当者は、塗装実務者として公的資格を取得されていることが望ましい。また特に、塗装実務者は公害防止管理者(大気汚染・水質汚濁)との連携を常にとる必要がある。

2) 作業要領の策定

指定化学物質等を適正に使用するとともに、指定化学物質等の排出削減を基本としたうえで、製品仕上がり品質を確保するため、作業を標準化し作業要領として成文化して、関係者に理解させておくことが重要である。

管理計画を推進し、管理対策を実施していく過程においても作業が定められた要領に従い、塗料類が正確に調整され、各工程が正しく操作されていることが前提となる。

(1) 作業要領策定のフロー



注) 企業規模、事業所数等組織の規模により、化学物質管理者等の職名は異なってくるが、第1章「1.3. 管理計画の実施」に例示する責任と権限を自社の組織の実態に応じて、明確に位置づけることが必要である。

- ① 定めた作業要領を、教育や現場掲示により作業者に徹底させる。
- ② 作業方法、設備、塗料類などが変わった時には、適切に見直しを行う。
- ③ 策定のルールや方法が定められている。
- ④ 指定化学物質等の取扱い管理に関し、作業のポイントや急所が明確になっている。

(2) 作業要領事例

噴霧塗装作業要領			
管理部署		承認	
作成年月日		作成者	
改定年月日		改定者	
作業概要	スプレーレーガンにより被塗物に塗装する作業		
使用塗料			
使用溶剤			
使用機器	口径 1.0 φ 圧送式スプレーレーガン 圧送式塗料タンク		
使用設備	ノーポンプ塗装ブース 固定式乾燥炉		
作業内容	作業手順	作業のポイント	要点の理由

塗装工程

作業準備	局所排気装置等の点検稼動	吸引状況の確認	設備作業前点検表の確認 作業者の呼吸位置での確認
	塗料を最適な塗装粘度を得るため、希釈溶剤を添加し攪拌する。	塗装室温度に応じた最適な粘度-希釈率により調整する。	温度による粘度変化の確認
	塗料加圧タンク等に希釈塗料を流入する。	容器外への飛散に留意する。	
	スプレーレーガンを洗浄し、スプレーレー圧力やスプレーレーパターンなどを調整する。	ガンなどの特性を確認	
	乾燥炉 ON	被塗物内容に応じた乾燥条件を設定する。	
	塗装治具の確認	付着物の確認	
	被塗物のセット	治具からの落下確認	
塗装作業	被塗物に応じた箇所より塗装する。 塗装距離及び塗装間隔などに留意し、均一な塗膜が得られるように塗装する。	被塗物に対する塗装順序の確認	
	塗膜表面のレベリングを得るためセッティングを行う。	設定時間の確認	
乾燥工程	被塗物を乾燥炉へ移送し、設定された乾燥条件にて乾燥を行う。	設定乾燥温度及び乾燥時間の確認	
作業終了後	硬化された塗膜が乾燥炉より移載可能になるまで放置する。 乾燥炉 OFF	被塗物のクーリング確認	
検査作業	要求品質がクリアーされているかを確認する。	外観検査の確認	
異常時	作業条件及び設備機器／塗装技術担当 塗膜品質／品質管理担当		

4. 管理の状況の評価及び方針の見直し

管理計画は、適時実施効果の確認を行い、さらに評価をして次の段階へ進む「PDCAサイクル」が重要である。

管理計画実施段階においては、管理計画策定時の示すチェックリスト事例等を活用し、現状を正しく把握し、把握の結果を検討し、計画時の目標から乖離した場合は、その改善課題を明確にして、管理方針、管理計画へ反映する。

そのために指定化学物質等管理担当者、管理者、管理統括者の責任と権限を明確にして、見直しの責任者をきめておく必要がある。

さらに第1章「1.4. 管理の状況の評価及び方針の見直し」に責任と権限の考え方の例及び管理計画策定から実施、評価までのイメージ図が示されており、参照されたい。

評価及び見直しのための視点の例

(1) 指定化学物質等の取扱量

指定化学物質等の使用量、在庫量は計画に対して適正か

排出・移動量は計画に対して適性か

(2) 指定化学物質等を取り扱う施設・設備等

各施設における設備機器については、責任担当者を決めて、管理が適正に実施されているか。

作業床および通路は、溶剤に含まれる指定化学物質等が浸透しない材質が選定されているか。

被塗物および原材料類は、受入から製品搬出までの移動経路が交差しないように配慮されているか、安全な保管配置のレイアウトを維持されているか。

各作業に支障のないように、十分な作業エリアを確保されているか。

有機溶剤ならびに粉塵などの発生場所は、局所排気装置或いは吸排塵装置などが適切に稼働しているか。

作業槽などからの緊急大量流出を防止するための緊急ピット槽は、想定最大排出容量に見合っているか。

(3) 貯蔵および保管の管理項目

作業場には必要最小限の量を持ち込むようにし、作業終了後は指定置き場に適正に格納されているか。

作業場における被塗物等の一時置き場は、個別に確保すること。

混合による危険防止のため、指定化学物質等の性質に応じ貯蔵や保管の場所を区分され、また有効な空間距離設定されているか。

(4) 指定化学物質等を取り扱う機械設備の運転状況

塗装設備

局所排気装置のフードは、有機溶剤の蒸気発生源ごとに設けられているか。

作業方法や有機溶剤の蒸気発生状況及び有機溶剤の蒸気の比重からみて、当該有機溶剤を吸引するのに適した型式及び大きさのものであるか。

局所排気装置のダクトについては、長さができるだけ短く、ベントの数ができるだけ少ないものになっているか。

全体換気装置の送風機又は排風機（ダクトを使用する全体換気装置については、当該ダクトの開口部）については、できるだけ有機溶剤の蒸気発生源に近い位置に設けているか。

局所排気装置の囲い式フードの型式においては、囲い式フードの開口面における最小風速を出しうる能力を有しているか。

乾燥設備

清浄な空気の流れを維持しているか。（酸性ガスなどの進入防止のために、炉の配置や排気方法を検討して、塵埃防止フィルターを設置するなど「空気の質と量」を確保する。特に塗装場は局所排気を行っており、外部より内圧が低く塵埃を含んだ外気が吸い込みやすいため、給排気のバランスに留意し、炉内に付着物などが流入しないようにする。これは指定化学物質等の塗装室内からの放散防止にもなるため、重要な管理要素である。）

乾燥室内等は十分に清掃を実施しているか。

塗装室の温調と乾燥炉の排気は適正か。（有機溶剤濃度測定器等使用して、常用温度が測定されているか。）

セッティングを十分に考慮されているか。（溶剤系塗膜の乾燥前放置時間は、7～15minとする。）

材質と塗色の相違による熱吸収あるいは熱反射の傾向を調べられているか。

固定炉の場合は、取付け温度計と炉内温度との差をあらわす較正温度表を作成して、温度管理がおこなわれているか。

排気状況に留意すること。（高沸点溶剤などに対する一定量の排気が重要であり、設備設計時に安全な排出量を設定する必要がある。）

5 . 情報の収集・整理等

指定化学物質等を適切に管理し、排出量等の削減を図るためには、指定化学物質等を取扱う塗装設備・施設、その運転等の状況を把握するとともに、取扱う指定化学物質等の性状、取扱に関する管理方法、技術情報を収集し、管理・改善・合理化の推進に活用する必要がある。

このため情報の管理は、購入・使用から廃棄に至るまでの関連する部門への情報伝達及び利害関係者からの情報収集を含めて各部門の責任・役割を明確にする必要がある。

更に各種トラブル・事故の情報については総合的に分析・解析し、再発防止等の改善に役立てることも重要である。

5 . 1 . 指定化学物質等の取扱量等の把握

管理計画の策定および管理対策の実施に当たって、塗装工程の設備の内容、操作状況、取り扱う対象指定化学物質等の取扱量、及び排出実態等の把握がまず必要である。

原材料の受入量や払出量は、搬出入の都度表示内容及び数量の確認と記録を行い、常に適正な在庫量を把握しておくこと。

指定化学物質等の在庫量は、購入先の所在地、運搬方法、操業状態を勘案して極力最小限にしておくこと。

排出ポイントからの排出量、移動ポイントからの移動量を常に把握しておくこと。

化学物質等安全データシート（MSDS）の入手。

化学物質等安全データシート（MSDS）の入手

指定化学物質は全てMSDS作成義務がある。購入原材料については原材料メーカーより入手可能である。但し、逐次改定が行われるのが普通なので定期的に取り寄せ、最新のものを保管し、いつでも参照できる状態に管理する必要がある。また、原材料内容等の変更による改定が行われるため、常に最新のMSDSを入手する必要がある。特に、排出量計算時においては、成分内容の確認が重要である。

社団法人日本塗料工業会の「塗料用MSDS物質データベース」などを参考資料とすることが出来る。

原材料管理表事例

年 月		納入所有日数			
名称		在庫限度	最低量		
商品名				最高量	
購入先				荷姿単位	
日	入庫量	出庫量	在庫量	出庫先	確認者
前月繰越					
翌月繰越					
1日平均消費量					
1ヶ月平均消費量					

事故等による指定化学物質等の意図しない排出・移動の防止並びに塗装品質の確保の上からも塗装作業に関する次の事項の基本行動を教育・訓練等により徹底することが重要である。

指定化学物質等の運搬に係る事項

- ・ 指定化学物質等の容器には、角当て等を行い、ロープなどをかける時は、変形防止に努め、積載時には転倒防止に努める。
- ・ 雨天時には、指定化学物質等の容器又は荷台に必ず防水カバーを完全にかける。
- ・ 安全運転を励行し、輸送中のトラブル防止に努める。

指定化学物質等の保管に係る事項

- ・ 小容器については、箱などに入れ、中容器以上はスキット或いはパレット上に置く。
- ・ 数量チェックの場合は、必ず1個ずつ数え、数量過不足を生じた場合は、速やかに発注先に連絡する。

指定化学物質等の容器等の表示に係る事項

- ・ 現品が理解できるラベル、指令書、現品票などを必ず添付する。
- ・ 不良品の表示は、赤字で行う。指定化学物質が含まれている原材料類の貯蔵及び保管

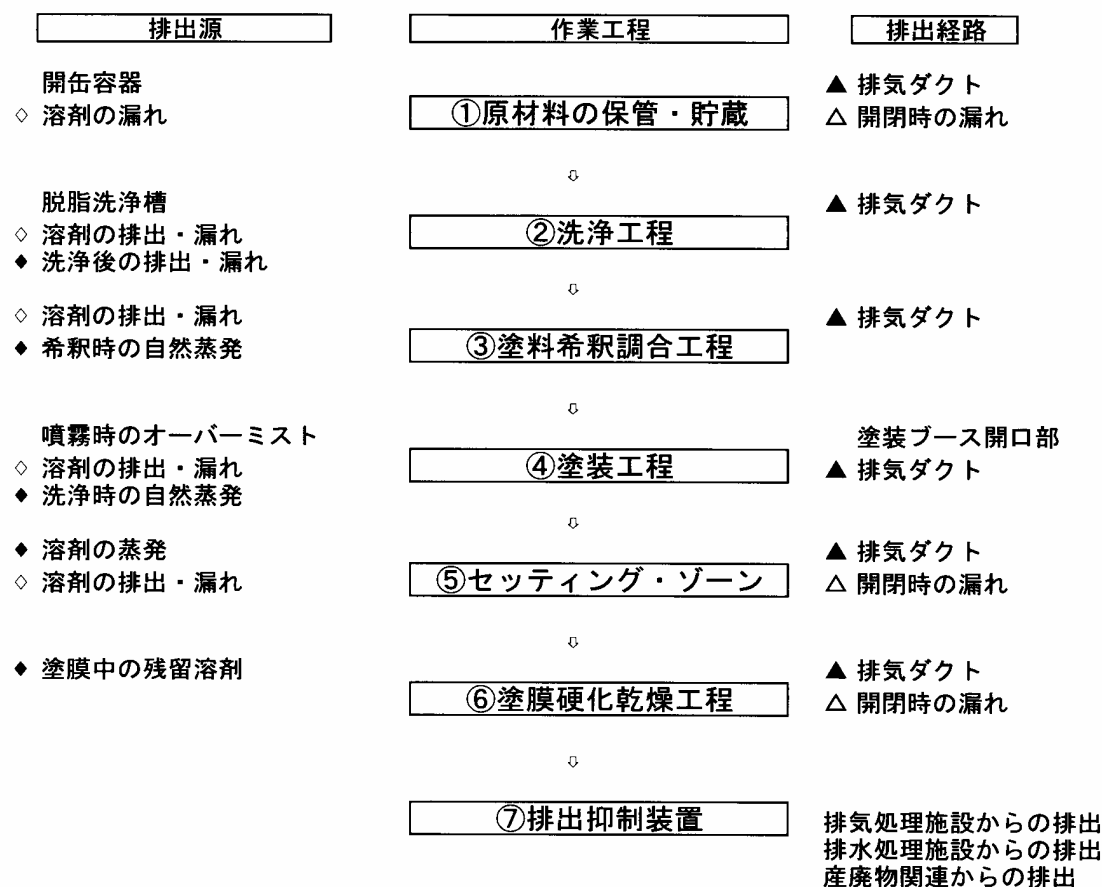
の内、特に塗料および溶剤については消防法による危険物貯蔵庫等の指定条件を厳守する。

指定化学物質等の取扱いにかかわる事項

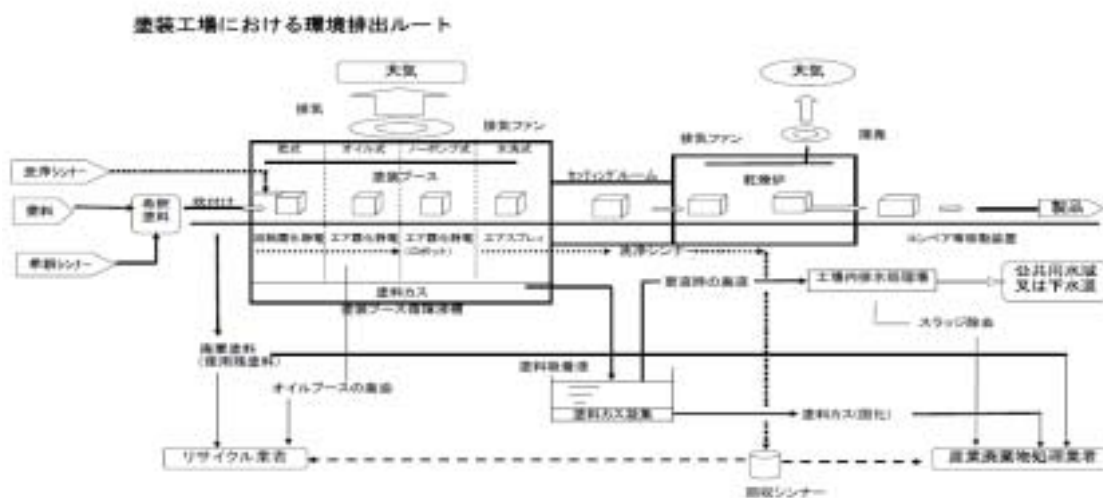
- ・ 素手で作業しない。且つ丁寧に扱う。
- ・ 積み重ねは、変形、傷つき、破損がないように注意する。

排出状況

塗装工場からの排出状況（生産施設からの排出・移動・漏れ）



環境排出ルート事例



5.2. 指定化学物質等及び管理技術に関する情報収集

管理計画の策定および管理対策の実施に当たって、文献やデータベースなどを活用し、使用している指定化学物質等の性状及び取扱い方法を理解し、その管理の改善のための技術と手法に関する情報の収集に努める必要がある。

基本的な管理技術改善の方向は、現場作業の改善に有る。そのため作業従事者の教育を第一の柱としなければならない。導入教育に関する関係団体の教育事業の情報を収集し、望ましい教育事業には積極的に参加すると共に、設備機器メーカーの協力も得て実地的な教育、訓練を実施する事が必要である。

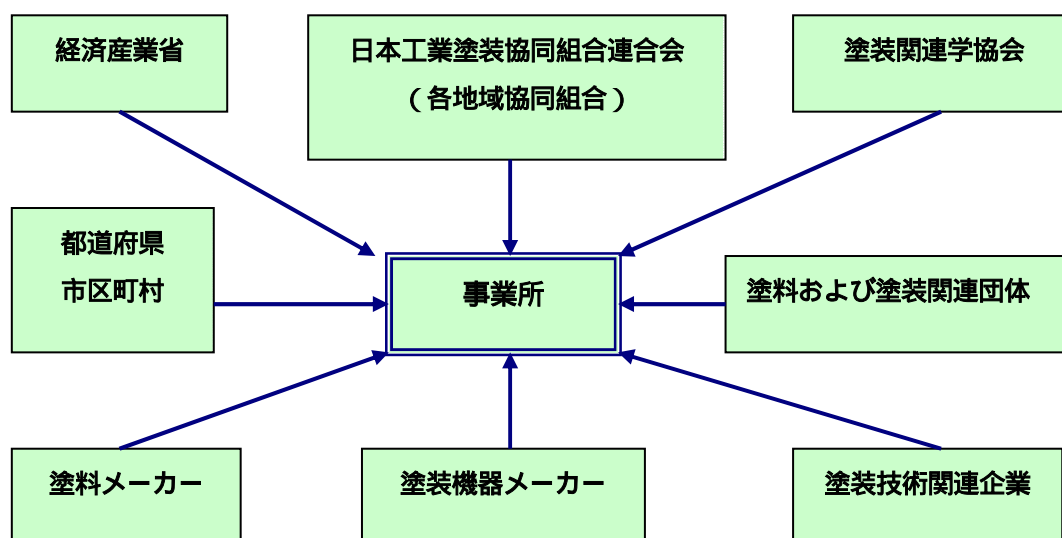
管理技術の改善目的として、次のような事例の情報収集と実地教育が必要と考えられる。

- ① 作業における塗装改善の実施。塗料使用量の削減を迫及し、スプレーレーガンの運行速度やパターン調整およびエア霧化圧の適正化を実施する。
- ② 排出量削減効果の高い塗装方法の導入。HVLV やエアラップの導入促進のための啓発、教育を行う。
- ③ 環境適応型塗料への代替導入。代替効果の高いハイソリッド型塗料の採用拡大を図るため、溶剤型をハイソリッド型に転換させる目的の日本塗料工業会推進による導入メリットの教育を実施する。
- ③ 脱 VOC 代替塗料への転換。溶剤型塗料からの指定変更を推進し、脱溶剤型の水性塗料や粉体塗料の採用を計画・実施する。

指定化学物質等の探索

塗装業界で取り扱っている指定化学物質等については、社団法人日本塗料工業会のホームページ及び「塗料用 MSDS 物質データベース」などを参考資料とする。

事業所における外部情報収集ルート事例



6 . 管理対策の実施

管理の改善導入について

管理の改善導入については、自社の事業活動が環境に与える影響因子を全てあげて、自社の現在の姿を把握することが重要である。

大気汚染や水質汚濁などの公害因子に対し、また産業廃棄物の発生から廃棄までの確認を行い、各種エネルギーの使用状況、輸送や流通での問題点なども含めて検討する必要がある。

管理の改善において、着手可能な分野として、基本的な整理整頓清掃、周辺地域への配慮、設備機器の点検整備励行および環境阻害要因の代替検討もある。

いずれにしても、使用段階でのムダ排除、リサイクル可能な分別収集の励行、現廃棄物の再利用促進そして使い捨ての排除が実施することが大切であり、これらをベースとしてはじめて将来実行可能分野としての課題が存在する。

- ① 環境適応型材料への変更
- ② クリーンなエネルギーの採用と循環使用
- ③ 作業工程の見直し
- ④ 発生源のクローズド化
- ⑤ 循環流通の採用
- ⑥ 作業工程見直しによる有害物や危険物の排出抑制
- ⑦ 発生廃棄物の再生化
- ⑧ 代替材料のリサイクル採用

これらの基本的合理化をベースとして、指定化学物質等の排気抑制や使用削減を具体的に実践導入していくことが改善項目となる。また、特に塗装工場としては、エネルギーコストが全体の約 70%を占めているため、いかに省資源及び省エネルギー対策を導入するかも、大きな合理化対策といえる。

- ① 乾燥熱源のハイブリット化
- ② 工程短縮による省エネルギー化
- ③ 廃熱利用や排気利用による省エネルギー化
- ④ 設備やシステムのコンパクト化

さらに、塗装工場における指定化学物質等は、溶剤系噴霧塗装を主体として塗装前処理から乾燥工程にいたるまで多面的に使用されており、総合的な排出の抑制に着手しなければならない。

そのためには、現場調査を行い、自社の実態を把握するとともに、有用な情報収集を実施して、高効率な合理化を図らなければならない。合理化対策の根本としては、現在の作業における基本的段取りを改善することから着手することが効果的である。

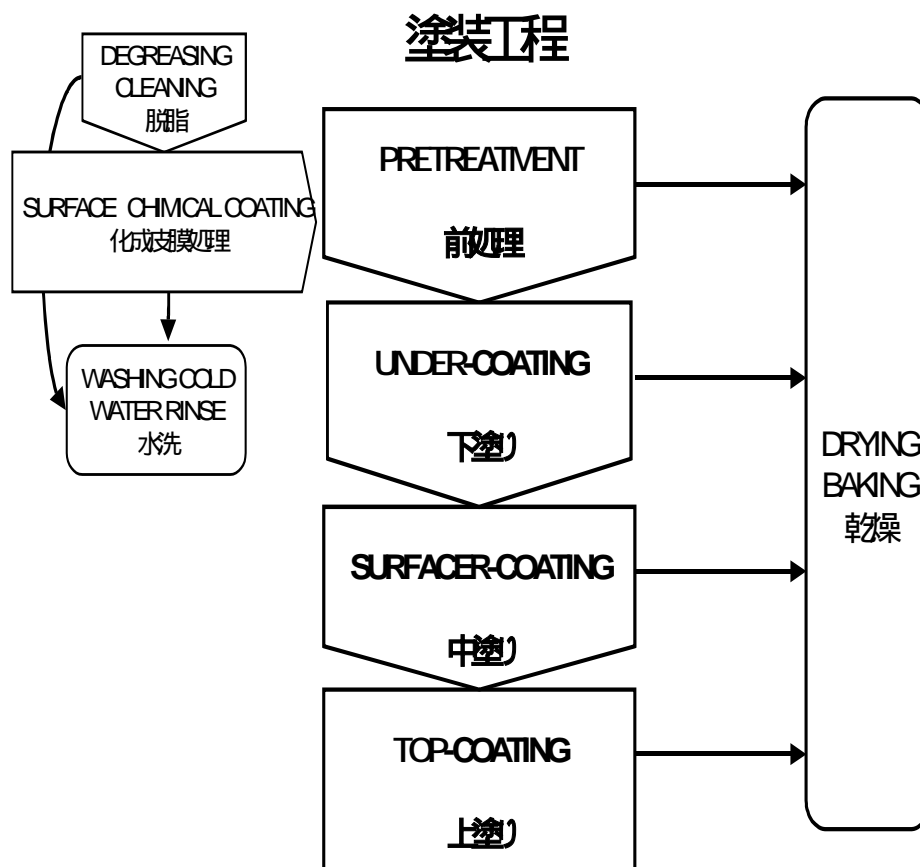
段取り改善のチェックリスト例

No	項目	できる	できない	改善要点ヒント
1	余分な取り外し作業があるか			
2	使いにくい治工具有るか			
3	治工具の種類を減らせないか			
4	ワンタッチ化できるか			
5	カセット化できるか			
6	調整をなくせるか			
7	試しをなくせるか			
8	二度手間をなくせるか			
9	並行作業ができるか			
10	作業の省略ができるか			
11	作業のタイミングを変えられるか			
12	必要なものがすぐ手にはいるか			
13	手順を決めているか			
14	誰を訓練させるか決める必要があるか			
15	引き当て、工程、設計などの変更で簡略化できるか			
16	準備に不足のモノや事があるか			
17	運搬や格納を容易にする必要があるか			
18	検査員を手元にもってこることができるか			

(1) 作業施設の基本工程

塗装工場の作業施設における代表的な基本工程は下表によるが、被塗物内容や塗装仕上げ基準によって選定される。

前処理では溶剤脱脂を、本マニュアルの塗装では溶剤系塗料による噴霧塗装を主としたものである。



(2) 塗装関連工程の作業事例

工程名称	作業内容	処理名称	処理方法
前処理	予備脱脂	溶剤脱脂 アルカリ脱脂	浸漬 スプレーレー
	本脱脂	溶剤脱脂 アルカリ脱脂	浸漬 スプレーレー
	表面調整		浸漬 スプレーレー
	除錆作業	物理研磨 酸洗い	
	皮膜化成処理	リン酸塩処理	浸漬 スプレーレー
	水切り乾燥		熱風乾燥
	パテ付け		
	研磨		
	マスキング		
中間処理	下塗塗装	噴霧塗装	
	乾燥		熱風乾燥
	表面調整	研磨	
塗装	中塗塗装	噴霧塗装	熱風乾燥
	乾燥		
	上塗塗装	噴霧塗装	
	乾燥		熱風乾燥
	模様塗装	噴霧塗装	
	乾燥		熱風乾燥
後処理	修正塗装		タッチアップ
	印刷	シルクスクリーン パット印刷	
	包装・梱包		

作業事例

6.1. 設備点検の実施

各施設について点検要領を策定し、点検すべき箇所、点検項目や点検頻度を明確にし、点検要領を策定すること。なお詳細内容については、「(参考資料3)設備点検の事例内容」を参照のこと。

(1) 施設共通事項の点検項目

- ① 建屋の床および壁。
- ② 搬出入口、窓。
- ③ 配管や配線。
- ④ 防液堤、側溝又は貯めます。
- ⑤ 排水溝。
- ⑥ 各処理槽の腐食や損傷。
- ⑦ 各処理槽の漏洩や流出。
- ⑧ 各付帯機器の作動。

(2) 貯蔵及び保管の点検項目

- ① 危険物貯蔵庫の構造部。
- ② 危険物貯蔵庫の保管と区分け。
- ③ 容器の配置。
- ④ 容器からの異常。

(3) 塗装環境の点検項目

- ① 室温
- ② 湿度
- ③ 飛遊物
- ④ 照明

(4) 建屋の点検項目

- ① 作業床
- ② 屋根
- ③ 室内
- ④ 防水

(5) 設備機械の点検項目

- ① 塗装ブース
- ② 乾燥炉
- ③ コンベヤ
- ④ 送排気装置

- ⑤ コンプレッサー
- ⑥ ダクト
- ⑦ 塗料タンク

(6) 塗装機器および治工具の点検項目

- ① 塗装機器
- ② 塗装治具
- ③ 作業台や作業棚

(7) 日常点検票の例

設備機器名称	日常点検内容	点検月日	点検結果	点検者
塗装ブース				

(8) 事故分析票の例

使用設備機器		使用者	
発生日時	年 月 日 時 分		
事故の状況			
事故原因			
対応処理			
対策事項			

6.2. 指定化学物質を含む廃棄物の管理

塗装工程からは指定化学物質を含有する廃塗料及び廃溶剤が多く発生し、これらの処理について関係法令により廃棄物の適正な分別・保管・運搬・再生・処分が規制されている。

塗料類には、有害物・危険物・汚染など環境に悪影響のあるものも使用しているため、マニフェストにより排出者責任が存在していることから、その流通管理が重要である。

塗装工場からの排出物の中には、汚泥や廃プラスチックに相当する物があり産業廃棄物の処理課題となっている。さらに埋め立て地の限界、産廃費用の高騰あるいは引き取り拒否なども困難さを深めている。

特に、塗装工場での最重要課題でもある産業廃棄物関連については、適切な分別、産業廃棄物発生抑制と3Rの促進、マニフェストの発行・受領の遵守、産業廃棄物の取扱いと保管状況および産業廃棄物管理者の選任と安全衛生対策があげられる。

産業廃棄物の中には、一部の事業所において廃塗料や廃溶剤のように回収ルートや回収装置によって再生可能資源も存在するが、産業廃棄物の処分状況としては混載物形態が多く見られる。また産業廃棄物としての排出される塗料カスは、排出時の状況により水を含んだ状態のバキューム処理汚泥から土嚢袋で放置脱水したものまで多様化している。

- ① 排出している廃棄物を、特別管理産業廃棄物・一般産業廃棄物・一般廃棄物に区分する。
- ② さらに、廃棄物の内容が、いずれの分類に属するものかを確認する。
- ③ 廃棄物を排出する場合、収集運搬業者及び最終処分業者等の法定登録及び排出ルートを確認する。
- ④ 塗装工場から発生する廃棄物とその保管及び処理については、廃掃法に準拠した内容において区分し、廃棄物を排出する場合、委託廃棄物の内容及び容量を確認し、マニフェストを必ず作成する。

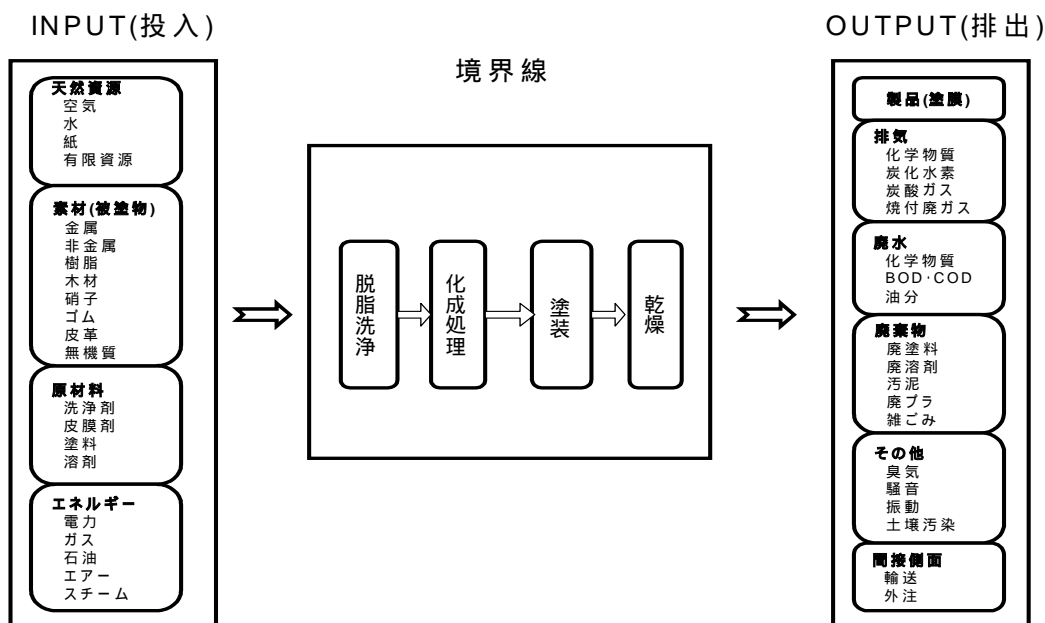
液状:廃塗料、廃油、廃溶剤、汚泥(水性スラッジ)

固形状:廃プラスチック(塗料かす)、廃缶

- ⑤ 廃棄物の保管及び移動においては、漏洩や流出の有無を確認。
- ⑥ 搬出票及び最終処分通知を確認し、保管管理する。

自社からの産業廃棄物については、最終処分に至るまで排出者責任が有ることを周知、確認する。

塗装工場のプロセス



6.3. 設備改善による排出の抑制

(1) 排出前処理の採用

塗装工程において、指定化学物質等の排出抑制装置としての排ガス処理方法は、プレフィルターなどの前処理が必要不可欠である。

塗装ブースの場合は、粘着性があり目詰まりしやすい塗料ミストを除去するためのロールフィルターなどを、また乾燥炉の場合は、低沸点樹脂分による粘性のあるヤニ除去と排出温度の低温化が導入条件である。

特に、塗装ブース循環水の浄化は環境負荷への継続的改善の一つである。

- ① 塗装ブースの循環水のライフサイクルを延長し、使用済み循環水の交換頻度を減少する。これにより、廃液がもたらす環境影響や処理コストの低減化を図る。
- ② 循環水槽に塗料スラッジが溜まらず、清掃コストや清掃作業負担が削減できる。
- ③ 溶剤臭や汚濁水に発生するバクテリアなどの腐敗臭が除去され、塗装ブース内や周辺環境負荷が低減する。

(2) 水及び土壌への浸透などの防止

指定化学物質等を取り扱う際に最も留意することは、調色時や希釈時における容器からの漏れ及び塗装機器洗浄作業中の飛散などにより、排水路への流入や亀裂した床面からの土壌汚染などがある。一時的な少量排出物も蓄積して、外部へ流出した場合の負担は常に大きいものとなるため、一般的には、このような作業域をカバーできる漏洩防止処理が必要である。

また、当然ではあるが、未使用時の容器密閉化を徹底するとともに、作業後の清掃などにより未然に排出抑制を実施する作業習慣を励行する。

(3) 大気への飛散等による排出の抑制

指定化学物質等の中でも揮発溶剤においては、上記と同様に未使用時の密閉化とともに、塗装ブースなど対象設備外からの漏れも存在するため、排出抑制装置以外での作業を禁止するとともに、特に設備装置運転前後における取扱いには十分に留意する。

(4) 排ガス処理設備又は廃水処理設備の設置

排出抑制のための各種処理装置においても、運転停止後の流出もあるため、完全処理の徹底と外部流出防止の設置が必要である。

また、塗膜乾燥炉への排出抑制装置の導入において、環境対応型である水性や粉体塗料を採用する場合においても、環境負荷の発生源対策の観点から乾燥炉の排ガス処理装置の導入を推進する必要がある。

「排ガス処理設備の種類と性能」

排出抑制装置は、燃焼法と吸着法に大別され、燃焼法では直接燃焼方式、蓄熱方式、触媒方式があり、吸着法としては回収式、濃縮式、交換式がある。

① 直接燃焼装置

排ガスを 700～800℃に高温加熱し、炭酸ガスと水に酸化分解する方式。特徴としては、完全燃焼により処理効率が高く、広範囲の中～高濃度有機溶剤に対応。ただし、排熱利用などがなければ高運転費で、環境的には NO_x 発生が問題。

② 蓄熱式直接燃焼装置(RTO)

蓄熱材を燃焼温度 800～900℃にて、90%以上の熱交換効率に高めた燃焼装置。中濃度以上では経済的で、高濃度の場合燃料は不要であり、NO_x 発生が少ない。しかし、重量やスペースが大きく、設備コストが高い。

③ 蓄熱式触媒燃焼装置(RCO)

原理は RTO と同様であり、触媒による低温酸化分解による燃焼装置。低～中濃度が対象で、燃焼法と触媒法の利点を合わせた装置。触媒の寿命や劣化に注意するとともに、正確な温度管理が必要である。

④ 触媒式燃焼装置

200～350℃の低温領域で触媒を酸化分解する燃焼装置。低～中濃度が対象で、NO_x 発生が少なく、直接燃焼装置よりも運転費が安価。やはり、触媒の寿命や劣化に注意するとともに、正確な温度管理が必要である。

(ア) 固定床式回収装置

構造的には、活性炭を充填した複数の塔を切り替えながら対象ガスを吸着する装置。回収は冷却し、脱着に水蒸気を利用するもので、構造高さが低く、運転操作が容易である。問題は排水処理が必要であり、特に水溶性溶剤の回収には溶解水分の除去が難点。

(イ) 流動式回収装置

充填した活性炭を循環させて、連続回収する装置で、脱着には窒素ガスを使用。固定床方式より廃水量が少なく、回収溶剤中の水分も少ないが、混合溶剤での制約があり、装置の大型化やメンテナンスも難点である。

(ウ) 濃縮装置

低濃度ガスを吸着し濃縮する装置。大風量の場合経済的で、設置スペースも小さくメンテナンスも容易である。ただし、低沸点溶剤の除去率は悪く、吸着剤の劣化に注意する必要がある。

(エ) 交換式吸着装置

吸着剤や酸化剤を充填して通風させてガスを吸着する装置。吸着効果減少によって交換する必要があるが、設置スペースが小さく、設備費も安価で、かつ運転操作が容易である。ただし、温湿度に制約があり、超低濃度に限定される。

(オ) 洗浄式処理装置

薬剤をスプレー接触させて、ガスを化学反応処理する装置。これも、設置スペースが小さく、設備費も安価で、かつ運転操作が容易であるが、廃水処理が必要で、運転維持費が高く、かつ日常管理がシビアである。

排水処理設備の種類と性能

排水処理では酸とアルカリの中和槽を設け、中和沈殿した上澄み液のPH調整、沈殿物を脱水処理して産業廃棄物排出業者へ渡す場合ですむ場合と、クロム酸等重金属或いは BOD、COD 等の生物化学処理まで行う必要のある場合があり広範囲になる。

① 凝集沈殿法

凝集沈殿法は、重金属を含む排水で、沈殿物が生成する最適 PH 範囲に中和し、凝集剤を加えて沈殿物を大きなフロックにして沈降分離する方法。コロイド状有機物、油分も除去できるので、塗装前処理排水に適している。

② 加圧浮上法

加圧浮上法は、浮遊物を含む排水に微細気泡を送り込み、浮遊物に固着させて水より軽くなったものを液相から分離させる方法。電着排水や塗装ブース排水の処理に適している。

7. 指定化学物質等の使用の合理化対策

一般的な作業において合理化効果を得ることが、現場の基本である。これには、日常的な作業の実態を把握して、常に問題意識をもって作業することが重要である。塗装工場における指定化学物質等の削減化は、事業所の実態を把握したうえで検討されなければならない。

すなわち、着手可能な段階から実施して、その採用効果を確認し、現場における実現評価を得る上で、教育訓練も重要である。

7.1. 製品等の歩留まりの向上

塗装品質の日常的な管理として、全数を目視で外観検査するが、自動検査を実施している事業所もある。欠点を検出し生産ラインに支障の無いように加修できるか否かが、判定のポイントである。

通常塗装ラインの流れを阻害せずに欠点を加修した前提で、オフラインで加修したものを除いた率を「直行率」と呼び、この合格率を「歩留まり」と言う。最近のように塗装外観レベルが向上して複雑な光学的かつ微視的な要求に加修方法も容易ではなく、歩留まり達成率が塗装システム全体の効率を決定する要素となっている。

(1) 代替塗装方式の選定条件

噴霧塗装作業の効率化を得るために、塗着効率の向上があげられるが、使用経験のない塗装機器を導入する際には、変更による代替効果を十分に発揮させるため、事前の検討が必要である。

① 使用する代替塗料とのマッチング

従来の塗料や溶剤で使用していた塗装機器で使用可能か、仕様変更がある場合はその範囲の確認をする。

② 導入機器の作業性とメンテナンス

生産性の低下や塗膜品質への安定化など、導入機器の取扱い方法が十分に習得可能かを確認する。

③ 安全対策への配慮

静電塗装などの作業安全性や防火対策などを確認する。

④ 関連法規制の調査

環境関係をはじめとして、指定化学物質等の取扱いに関連する諸法規に該当するかを調査し、必要な対策をとる。

⑤ 周辺設備機器の改善と整備

導入する塗装機器のみならず周辺設備装置類が、採用する塗装システムに適合した改善や整備がされているかを確認する。

⑥ 現場における教育と5Sの徹底

塗膜品質の維持をはじめ、導入する塗装システムの従業員教育をおこない、現場の基本管理を徹底すること。

(2) 塗装機器の代替事例

① 静電塗装法

「エア霧化静電」

塗着効率がよく、スプレーロスが少ない。また、自動化しやすく、特に被塗物裏面までの着きまわり性がよい。しかし、凸部へ入りにくく、静電用に塗料を調整する必要や高電圧のため取扱いに十分注意する必要がある。

「エアレス静電」

エアレスは、塗料噴出量やパターン開きをノズルチップの交換によって行い、調整機構がなく構造が簡単で大量の同一形状を流す場合には適している。しかし、高圧を使うため、低圧だとテールが出やすい。エアレス静電はエア静電よりも、霧の飛散が少ないことが特徴である。

「エアエアレス静電」

エアレススプレーは噴射量が多く、テールなどの霧の欠陥が多く、エアスプレーでは霧の飛散が多い。この両方の欠点を改善目的としたものがエアエアレス静電である。飛散が少なく、仕上げ塗装も可能であり、箱などの凸部にも入りやすく、エアレスのように吹きすぎることはない。パターンも変えられるので、小物塗装も可能となる。

「ベル型静電」

回転カップ式とも言われ、カップ内壁を塗料が回転しながら先端エッジ部より薄く広がり遠心力と静電作用により被塗物に向かって飛翔する。被塗物の凸部でも均一に塗装できるように、カップの背後から前面に向けて霧を送るエアーを付加するものもある。

「ディスク型静電」

回転ディスク型ともいわれ、円盤状の塗装機から周囲に塗料が放射状に噴霧される。この方式は、遠心力による噴射方向と電気力線の方向が同じであるため、凸部に入ることや、塗着効率がさらによくなる利点がある。塗装ブースが円形タイプで搬送システムが特殊であるため、設備費がかかることを導入時には確認する必要がある。

② 低圧塗装法

「タービンプローア式」

HVLP(High Volume Low Pressure)であり、エアー源に多段式ブローアを用いることにより、従来の20倍以上の大風量のエアーを発生させ、霧化された塗料の周りを厚いカーテンで覆うことにより、周囲への拡散を防いでいることが特徴である。エアー圧力は最大でも約0.04Mpaと非常に低圧であるため、塗料粒子の流速を抑えて塗装時の跳ね返りを防止し、塗装対称面との空気摩

擦による静電気の発生も低減される。

「ステップダウン式」

HVLP(Low Volume Low Pressure)であり、コンプレッサーの圧縮空気を利用し、比較的高圧の空気を空気回路、特にスプレーガン内部で減圧し、「空気キャップ内圧力を 70KPa 以下にして吹付けを行なう低圧霧化方式の塗装方法である。

このタイプにおいて空気量は通常のスプレーガンより多くなるが、この空気量を省エネ等の観点から出来るだけ少なくする、つまり Volume を High から Low にしたスプレーガンが LVLP ということになる。

低圧のあまり多くない空気量で塗料を霧化するため、霧化方法に工夫が要る。また、空気圧力を 70KPa にこだわらないが、通常のスプレーガンよりは低い圧力で吹付ける LVMP(Low Volume Medium Pressure)という場合もある。

③ エアレス塗装法

「エアレス霧化式」

平面状の被塗物などを大量に塗装する場合に適しているが、連続塗装時では「塗膜の流れ」が出やすい。

「エアエアレス式」

エアーガンとエアレスガンのそれぞれの特徴を活かした塗装方式で、操作性を習熟していないと、塗膜不良が出やすい。

「エアラップ式」

スプレーガンから出る塗料を包み込むようにエアーカーテンがリング状にカバーするため、飛散防止が特徴である。

ホット塗装法

温風低圧塗装システムは、高塗着効率が得られる超低飛散性が最大の特徴である。

上記のように、代替塗装方式としてHVLP塗装機器や静電塗装機器及びホットスプレー塗装機器などがあるが、現有設備での最大生産能力の確保が基本条件であるため、採用時には自社内でのトライアル期間における作業性の確認が重要である。

7.2. 代替物質の使用および代替技術の導入

1) 工程見直し等による改善事例

(1) 原材料の転換

指定化学物質等の削減を進める上で、要求品質の確保が受託加工の基本であるため、代替材料の実用化が可能な段階において実現できる。

したがって、現段階では指定化学物質等の減容化を図ったハイソリッド塗料や高塗着率塗装機器の導入を進めることが基本といえる。

環境適応型塗料の採用は、安全性の確認や導入における設備内容の確認等を十分に検討した上で、実行することが重要である。

① ハイソリッド塗料

ハイソリッド塗料は、溶剤系塗料に対し溶剤含有量を少なくした高不揮発分塗料であり、溶剤削減のみならず使用塗料量の削減効果もある。この固形分の塗膜化効果により、塗着効率の向上や使用溶剤量の削減ならびに最終廃棄物の減少にも寄与する。これにより、ハイソリッド塗料は溶剤系塗料の特性を維持しながら指定化学物質等の低減効果が得られる。

ハイソリッド系塗料を採用する場合、溶剤系塗装の既存設備および設備機器が流用可能である。とくに、HVLVのような低圧スプレー方式による塗装を併用すれば、その代替効果はさらに高まる。

ハイソリッド系塗料の代替効果として、塗料の不揮発分の増加によるハイソリッド化は、使用塗料のロスを減少させ、作業効率と環境負荷の低減化を図る塗装方法である。

ハイソリッド系の代替効果

塗料の種類	希釈後塗料		塗装により同一塗膜とした場合				
	構成割合		構成比			代替効果	
	不揮発分	溶剤	塗膜量	溶剤	合計	溶剤削減率	塗料削減率
溶剤系	44%	56%	44	56	100	—	—
ハイソリッド系	58%	42%	44	32	76	43%	24%

東京都立産業技術研究所・東京工業塗装協同組合(実験データ)

ハイソリッド系としては、溶解型とNAD型に大別される。塗料の粘度は、使用する樹脂の分子量と溶剤量で決定されるため、溶剤量を削減するには、樹脂の分子量を小さくすることが必要である。一般的に、分子量を下げることは塗膜性能を低下させる傾向にあるため、要求品質とのバランスによって分子量が決定され、溶剤含有量も決まってくる。

溶解型は、不揮発分の増加により塗料使用量が低減でき、現使用の塗装機器での対応がしやすい。しかし低分子量樹脂の使用により、乾燥が遅くなったり、高温焼き付けが必要となり、塗膜の柔軟性も低下する。シンナーによる塗装作業性のコントロール幅が狭く、反応硬化型の多液塗料では使用可能時間が短くなる傾向がある。

一方、NAD(Non Aqueous Dispersion)は、従来の溶剤系のように溶剤中に樹脂を溶解させるのではなく、脂肪族炭化水素系溶剤中に樹脂粒子を高分子分散安定剤により、分散懸濁させたものである。NAD型は、非極性溶媒中に樹脂を高濃度かつ低粘度に分散させているため、塗装時における固形分の増大が比較的容易に可能となる。長所としては、揺変性があるためタレにくく厚塗りが可能であるが、造膜がポリマー粒子の融着によって起こるため、造膜性に問題が出やすい傾向がある。

② 水性塗料

水性塗料は、希釈溶媒に水を採用しているため、有機溶剤系の噴霧塗装における溶剤の蒸発による大気拡散を解決できる。また、火災に対する安全性と衛生面の向上及び大気環境への影響削減の導入効果も高い。

ただし、塗膜の要求品質面の確保及び水性塗料に対応した設備機器の改良等が必要となる。

水性塗料には、展色剤である樹脂の水分中での状態によって、溶解型、分散型、エマルジョン型に分類されており、希釈剤としての水を揮発させるため、溶剤系に対し加熱熱量が大きくなる。また塗料と水とを分離しにくいので、排水処理の能力増加が必要となる。

一般的には、水性塗料では、塗装室内を15℃以上、相対湿度を50～70%に、ディスパーション型塗料では60～80%に保つ必要があるなど、塗装や乾燥に対し温湿度など気象条件の影響を受けやすく、施設環境の整備が不可欠である。

③ 粉体塗料

無溶剤型塗料であるため、基本的にはもっとも代替効果の高い材料である。液状塗膜に匹敵する薄膜化や低温乾燥による被塗物選定の拡大など実用化が進められているが、一回塗り塗装および塗膜の鮮映性確保などの課題もある。

粉体塗料の造膜にも、熔融タイプと反応硬化タイプがあり、塗装方法も静電噴霧法と流動浸せき法に大別される。

② 無溶剤型塗料

無溶剤型として、エポキシ樹脂やウレタン樹脂などの多液型塗料は、溶剤量を削減ないしは無溶剤へと開発が進んでいる。低分子量の樹脂を使用し、反応により高分子化して硬化塗膜を形成させて性能を発揮させるが、やはり樹脂の分子量を下げることは塗膜性能を低下させる傾向にある。これに対し、可能な限り分子量の低いものを使用し、顔料分散剤・レオロジーコントロール剤・各種安定剤・微量の溶剤などを利用して要求性能に応じた無溶剤型塗料がある。

火災や爆発などの危険性は、溶剤系に比べて極端に小さくなるが、低分子量樹脂の使用により、乾燥が遅くなったり、高温焼き付けが必要となり、塗膜の柔軟性も低下する。シンナーによる塗装作業性のコントロールができないし、塗装機器の変更も必要である。

③ その他の環境適応型塗料

紫外線照射や電子線硬化によるUV塗料やEB塗料なども、被塗物内容によっては転換可能であり、不燃性、耐熱性、低公害性である無機質塗料及び自然塗料なども上げられる。

(2) 塗装方法の変更

指定化学物質等を多用する溶剤系塗装噴霧塗装から、環境適応型塗料の採用転換を図り指定化学物質等の削減や排出量の低減を目的としていても、いずれかのプロセスでの課題があり、現在オールマイティ的な存在のシステムはない。しかしながら、現在の環境実態をこれら塗装方法の変更に、管理目標に段階的にも改善するための努力が必要視されている。

① 水系塗装への転換

現在の水系塗料中の溶剤使用量は 5%以下のものもあり、使用条件も改善されているが、基本的にはオーバースプレーミストは溶剤系同様使い捨てであり、一部には回収再利用システムもあるが、同色専用で高価である。また、水系用の静電システムもあり、従来の難点条件も改善されている。

「噴霧法」

変更項目	変更内容
塗装ブース	基本的には転用が可能。それには、ブース内気流が溶剤系と同程度であり、塗料が一般的にアルカリで鋼材でも耐えられるのが条件だが、液面での電気腐食や錆塗料の混入などの影響を考慮するとステンレス製が望ましい。真鍮部材は不適正。 特にウォーターカーテン部や配管機器類は耐食性材料を採用。
温湿度制御	特に給気側の温湿度管理は、塗料タイプによって幅があるため、調整可能な機構が必要。
予備加熱	セッティング段階で、予備乾燥を必要とする場合もあるため、導入時にはコントロール幅を事前に検討する。
焼付け乾燥	塗料系によっては炉内水蒸気の発生が塗膜面に影響するため、炉内換気量と加熱方法も事前に把握しておく。
前処理	耐食性から、脱脂のみは避け、リン酸亜鉛皮膜処理までを採用する。
廃水処理	特殊な塗料対応を除き、溶剤系と同様に必要ではあるが、凝集処理方法などの確認。
排気処理	溶剤気化は少ないが、低分子樹脂が分離する際悪臭が発生するため、脱臭装置は必要。
塗装機器	水系専用の塗装機器が必要で、すべて SUS 化。

電着転換への課題は、一色限定であるが、一部には、専用タンクにて異色化も採用している事例もある。製品によってはトップコート用もあり、利点は自動管理による人員削減で塗装コストの低減が図れ、塗料の循環再利用などがある。

「電着法」

変更項目	変更内容
塗装システム	塗装システムが全面的に更新されるため、ライン全体の変更となる。また電着槽は常時加温攪拌が必要であるため、設備導入に際しての設備償却換算が必要。
被塗物	浸漬法であるため、浮きやすい密閉型は不向きである。また、合わせ目内部まで塗装されるので、焼付け時にタレを生じることもある。しかし、被塗物への空気穴やスリット的设计変更や吊り方及び入槽角度、槽内振動などにより塗膜化を得ている場合もある。

電源容量	システムに応じて電気量が多くかかるので、契約量を増やす必要がある。
焼付け乾燥	塗料系によっては炉内水蒸気の発生が塗膜面に影響するため、炉内換気量と加熱方法にも事前に把握しておく。
前処理	耐食性から、脱脂のみは避け、磷酸亜鉛皮膜処理までを採用する。
廃水処理	最終水洗に純水を使用するなど、これらを加味した排水量の対応が必要。基本的には、UF や RO などの再循環装置を設置するが、更新時の対応が必要。
排気処理	塗膜硬化炉ではヤニや悪臭が発生するため、脱臭装置は必要。
構造材料	水系専用の塗装機器が必要で、すべて SUS 化。

② 粉体塗装への転換

無溶剤であるため、採用拡大が望まれているが、塗膜面の鮮映性改善や被塗物素材の適用性が高まれば、さらに伸びる要素の高い塗装系である。

「静電法」

変更項目	変更内容
塗装システム	吹き捨て方式であれば、従来型の乾式塗装ブースでも使用はできるが、目詰まりしやすく、工業塗装向きではない。塗料を回収再利用する場合には、専用塗装ブースによりシステムを採用する必要がある。
塗料管理	粉体塗料は湿気や高温で固化して使用不能となるため、空調室での保管貯蔵が原則。
多色対応	使い捨てはコスト高だが対応できるが、カセット式ブースの採用などによる色換え時間ロスの短縮化が必要。
焼付け乾燥	塗料系によっては高温対応が必要であり、炉内温度差があると色むらや焼付け不良をおこすため、炉内循環条件の確認が必要。
前処理	耐食性から、脱脂のみは避け、磷酸亜鉛皮膜処理までを採用する。
排気処理	塗膜硬化炉では低分子樹脂や悪臭が発生するため、脱臭装置は必要。

一般的に被塗物を加熱した上での厚膜タイプであるため、雑貨類など機能性を重視するものに採用されており、使用条件が簡易なため、他用途への転換も考えられる。

「流動浸漬法」

変更項目	変更内容
塗装システム	塗装システムが浸漬によるため、ライン全体の変更となる。
被塗物	浸漬法であるため、やはり複雑なものや大型な物は不向きである。
多色対応	専用槽の設置。
焼付け	塗料系によっては炉内水蒸気の発生が塗膜面に影響するため、炉内換気量と加熱方法にも事前に把握しておく。

③ ハイソリッド系への転換

塗装機器の一部改良型やホットタイプなどが必要となるが、その他の設備条件などは溶剤系と同様であるため、まず転換すべき塗装系といえる。

④ 他液型への転換

他液型は、塗料の主剤と硬化剤を塗装直前に混合して使用するため、基本的には混合塗料のポットライフから、他液型塗装機器の採用が必要である。転換メリットとしては、美粧塗膜から防食分野でのハイビルド化厚膜まで広範囲で適用可能であるため、これも指定化学物質等の削減化に対応したものである。

2) 回収及び再利用の促進

指定化学物質を多く用いる溶剤系の噴霧塗装においては、希釈材料の混合物質化と塗装後の化学変化により、完全回収や完全再利用には限界がある。

これにより、一般的には、排出量の減容化が基本であり、最終処理としての処分、取扱い性向上や環境への影響削減などが現在の実態である。回収・再利用(工程バック)の事例を一部取り上げるが、今後関係業界及び外部協力を進めて、自然界への再利用が実現できるよう研究開発を推進することが必要である。

(1) 廃溶剤の処理

塗装工場において、回収及び再利用の最適事例としては、廃溶剤のリサイクルがあげられる。多くの塗装作業において、塗装機器の洗浄は不可欠であり、この塗装機器類の洗浄などに使用される洗浄用溶剤は、使用後汚濁するため最終的には廃溶剤となる。

この廃溶剤は、そのまま産業廃棄物として処分される事業所もあるが、これに対し、溶剤回収装置によって蒸留分離された溶剤分と固化した廃塗料を取り分けて、再生された溶剤はまた洗浄用溶剤として再利用される。これにより固化した廃塗料のみ産業廃棄物として処理することから減容化が図られる。

一般的には、自社内の溶剤回収装置を設置している場合と、取引業者に再生依頼している場合があるが、自社内の場合は処理内容が把握されているため、再生洗浄用として活用できるが、業者委託の場合は内容物の確認が困難なため、使用時には十分に留意する必要がある。

(2) 塗料かすの処理

塗装作業において多く使用されている噴霧塗装は、塗装目的である高意匠性を得る上で採用度が高く、変量変種塗装に適している。しかしながら、塗着効率が低いため、塗膜として被塗物に付着したもの以外は、オーバーミストとして塗装ブースにおいて、塗料かすとなる。

局所排気装置として塗装ブースの除塵機能を高めるために、水との混流をしていることから、塗料

カスの含水率は高い。塗装工場においては、塗装ブースの約6割が水洗式を採用しており、廃水処理設備のない場合や無排水を条件に工場申請している場合などではオイル式や乾式を採用している場合もある。

塗装ブース環境の改善は、発生する塗料かすのスラッジ処理に対する日常管理にある。特に塗装ブースの集塵機能部分にミストが付着すると排気を阻害すること、これに伴って給排気のバランスが崩れて塗装環境が悪化して、製品に対して、ゴミやブツの付着が発生して、外観不良が起り、製品歩留まりが低下する原因となっている。

それには、塗装ブースの排気機能や除塵機能の安定化を図るため、常にクリーン状態の維持として、スラッジの減容化を図ることであり、循環水中の塗料かすの粘着化を防止するための薬品処理により不粘着化して浮上させ、さらにスラッジ回収装置を設置して回収効率を上げることを取り上げている。

このように、水洗式塗装ブースにおいては、一般的には凝集剤などを用いて廃棄処理作業をしやすく、かつブース本体の維持管理を高めている。また、微生物処理による塗料かすの変質化によって無害処理物とするものもある。

このような状況において、産業廃棄物としての最終廃棄から脱却して、再資源化による有効活用の可能性を探求し、新たに分別および回収のシステムを構築するために、塗料かすに関する発生源処理、分別・回収、保管、再利用技術など、導入可能な最適システム化を検討し、塗料に関する循環型システム構築を目指すことが大切である。

「微生物処理」

日本工業塗装協同組合連合会においては、塗装ブースから排出される塗料かすに対し「塗料カス再活用化システムに関する調査研究」を3Rシステム化可能性調査事業として推進している。最終的には、微生物処理して塗料カスを園芸用の培養土やアスファルトの副資材として、屋上緑化、道路資材、エクステリア資材などに活用する構想である。

本事業は、塗装工程で発生する塗料かすの再活用化を図るため、産業廃棄物としての現在の対応から離脱し、リサイクル材料としてのシステム構築に関する調査を行うものである。

「セメント固化工法」

従来処理が困難とされてきた有害廃棄物を無害化・安定化させる事例で、NSC 硬化剤がある。このNSC 硬化剤とは、アルカリ金属やホウ素族、鉄族、ハロゲンなどの元素からなる無機系の化合物であり、リサイクル新技術として国内や USA の道路資材や環境基準の厳しいブラジルにも紹介されている。

また、塗料カスを粉碎無害化し、セメントへ混入するような副資材の利用も一部大手企業で進められている。

塗装工場の環境対策



(参考資料 1)

塗装工程で使用される主な指定化学物質

政令番号	CASNo.	物質名
溶 剤 ・ シ ン ナ ー	227	108-88-3 トルエン
	63	1330-20-7 キシレン
	177	100-42 - 5 スチレン
	40	100 - 41 - 4 エチルベンゼン
	43	107 - 21 - 1 エチレングリコール
	44	110 - 80 - 5 エチルセロソルブ(エチレングリコールモノエチルエーテル)
	45	109 - 86 - 4 メチルセロソルブ(エチレングリコールジメチルエーテル)
	101	111 - 15 - 9 酢酸2-エトキシエチル(エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート)
	103	110 - 49 - 6 酢酸2-メトキシエチル(エチレングリコールジメチルエーテルアセテート)
	22	107 - 18 - 6 アリルアルコール
	16	141 - 43 - 5 エタノールアミン(2-アミノエタノール)
	58	111 - 87 - 5 1-オクタノール
	109	100 - 37 - 8 2-(ジエチルアミノ)エタノール

顔 料	1	亜鉛の水溶性化合物
	60	カドミウム及びその化合物
	68	クロム及び3価クロム化合物
	69	6価クロム化合物
	346	モリブデン及びその化合物
	232	ニッケル化合物
	230	鉛及びその化合物
	304	ほう素及びその化合物
	311	マンガン及びその化合物
	25	アンチモン及びその化合物
	100	コバルト及びその化合物

塗装工程

その他	272	117-81-7	フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)
	269	117-84-0	フタル酸ジ-n-オクチル
	270	84-74-2	フタル酸ジ-n-ブチル
	271	3648-21-3	フタル酸ジ-n-ヘプチル
	273	85-68-7	フタル酸n-ブチル=ベンジル
	29	80-05-7	ビスフェノ-ルA
	30	25068-38-6	ビスフェノ-ルA型エポキシ樹脂(液状)
	55	556-52-5	2,3-エポキシ-1-プロパノ-ル
	57	122-60-1	2,3-エポキシプロピル=フェニルエ-テル
	46	107-15-3	エチレンジアミン
	114	108-91-8	シクロヘキシルアミン
	310	50-00-0	ホルムアルデヒド
	9	103-23-1	アジピン酸ビス(2-エチルヘキシル)
	354	126-73-8	りん酸トリ-n-ブチル

(参考資料 2)

塗着効率の向上

塗着効率は、被塗物に対していろいろな塗装方式で塗装した場合に、使用した塗料中の塗膜形成成分(固形分)の何%が塗着したかを百分率で示した値である。

塗着効率は、ハード的條件として、被塗物の形状や塗装密度、塗装方式の違いや塗装機器の精度ならびに塗装場の風速、そしてソフト的條件として塗装作業者の技能度や塗装条件管理などによって変動する。

この塗着効率を増大させることは、塗装材料の節減になるとともに、それだけ生産量を増し工数を削減し、設備機器の保守保全も容易になるため、高生産高効率塗装の現場ノウハウとなる。今後の厳しい環境規制に対応できる塗装方法としては、塗装機と塗料の種類による塗装システムに大別される。この塗装機を環境面で評価する尺度として、「塗着効率」がある。

要求される塗膜を作る上で、この塗膜化率を高める塗装方法は技術的には可能であるが、変量変種でかつ少量な被塗物や多色でかつ要求される塗膜品質を得やすい塗装材料に適合した塗装方法として、噴霧塗装を採用される場合が多い。

$$\text{塗料消費量 (g / m}^2\text{)} = \text{要求塗膜厚 (} \mu\text{m)} \times \text{塗料比重} \times \frac{\text{塗料 (重量) + 希釈溶剤 (重量)}}{\text{塗料中の塗膜化成分 (\%)}} \times \frac{\text{塗着効率 (\%)}}{100}$$

上式は塗装計画の基本において、塗膜厚を一定にする条件のもとで塗料消費量を減少させるには、

- A、塗料に加える希釈溶剤量の減少、
- B、塗料中に含まれる塗膜形成成分量の増量、
- C、併せて塗着効率の向上があげられる。

そして A と B は塗装材料によって決定され、C は塗装方式の選定と塗装の操作技術が決定するものである。塗装方式は、被塗物形状・数量・処理工程・色数などによって適否が定められるが、塗着効率は操作条件により 20~95%あるいはそれ以上の差を持っていることが多い。

上式の参考例として、下表に、塗膜比重 1.2 の塗料に対し、1 m³の被塗物に要求塗膜厚 25 μm を得るのに、それぞれの塗装方法での塗料消費量を算出する。

塗装方法による塗料消費量の算出事例

	エアースプレー塗装	静電塗装	粉体塗装
塗料(Kg)	10	10	10
希釈溶剤(Kg)	5	2	0
固形分(%)	50	70	100
塗着効率(%)	50	80	80
塗料消費量(Kg)	180	64	38

実際には、それぞれのケースでどの条件の効果が大きいかが異なるため、一般的には下表のような各条件による塗着効率の傾向が見られる。

塗装作業条件による塗着効率の傾向

条件項目	制御項目	高 ← 塗着効率 → 低
塗料条件	塗料粘度	低 ⇔ 高
	溶剤乾燥速度	遅 ⇔ 速
	塗料抵抗値(静電)	低 ⇔ 高
塗装条件	霧化エア－圧力	低 ⇔ 高
	パターンエア圧力	低 ⇔ 高
	塗料吐出量	少 ⇔ 多
	スプレー距離	近 ⇔ 遠
	ガン速度	遅 ⇔ 速
	印加電圧(静電)	低 ⇔ 高
	カップ回転数(静電)	低 ⇔ 高
被塗物条件	表面抵抗値(樹脂)	低 ⇔ 高
	含水率(木材)	高 ⇔ 低
設備条件	塗装ブースの制御風速	遅 ⇔ 速
	温湿度の調整	有 ⇔ 無

また、参考として、各種の塗装方法と塗装面における一般的な塗着効率は、下表のように示されている。

塗装方法および塗装面による塗着効率

塗装方式		平面	テーブルの脚	鳥かご
吹付塗装	エアスプレー	50	16	10
	エアレス	75	10	10
静電塗装	ディスク	95	90	90
	エアレス	80	70	70
	エアスプレー	75	65	65

なお、下表は、ランダムに調査したエアスプレー塗装をおこなっている一般的な塗装工場における塗装条件と塗膜形成成分に対する塗着効率の実測事例を示したものである。

エアスプレー塗装の塗着効率算出例

被塗物 形状	塗料	塗料 吐出量 (ml/min)	塗装方式	圧縮空気 一次圧力 (Kg/cm ²)	平均 塗膜厚 (μ)	塗着効率 (%)	対象用途
平板状	プライマー	130	重力式	5.5	3.0	5.53	弱電
平板状	プライマー	230	重力式	5.5	5.2	16.11	弱電
平板状	上塗り	106	重力式	5.0	12.3	20.56	弱電
平板状	上塗り	130	重力式	5.0	14.3	19.30	弱電
丸筒	耐熱	106	重力式	4.5	18.1	15.28	ストーブ [*]
函体	上塗り	195	圧送式	*246l/min	11.7	27.50	日用品
函体	上塗り	200	圧送式	*280l/min	9.3	21.60	日用品
薄函体	上塗り	160	圧送式	*280l/min	17.5	34.13	OA 機器
筐体	プライマー	416	圧送式	6.0	35.5	39.00	重電
筐体	プライマー	245	圧送式	6.0	23.1	38.60	重電

*は圧縮空気流量

そして、塗装機と塗料との組み合わせにおいて、まず直接塗装方法では、溶剤型・水性塗料の場合、接触方式のロールコート、ブレードコート、ダイコーターなどの塗着効率は 95～100%、浸漬塗装での塗着効率は 90～95% となる。

また間接塗装方法では、使用比率の高いエアスプレーでの塗着効率は 40～80%、フローコートでの塗着効率は 90～95%、シャワーコートでの塗着効率は 85～95%である。粉体塗料の場合は、直接塗装方法の流動浸漬塗装での塗着効率は 90～95%、間接塗装方法での静電ガンによる塗着効率は 80～85%、電界カーテン塗装での塗着効率は 85～90%となる。

(参考資料 3)

設備点検の事例内容

(1) 塗装環境の点検

塗装室内は努めて清潔にし、清浄な空気をもって満たされなくてはならない。

新設塗装工場の環境は設計計画を満足しているが、時の経過とともに総合的な調和を欠き、塗装室内が汚染し、温湿度調整が不調になりやすく、幾多のガスや蒸気が飛遊する中で塗装している例が多い。このような状態では、慢性的な塗装欠陥や塗装不良率が解消せず、指定化学物質等の意図していない排出・移動を発生させる。また健康障害を起こすこともあり得ることから、これら多くの要因が介在することで、その原因解明には多くの時間を費やすことになりやすい。日常の保守保全計画の励行を、これら要因発生を抑制する現場管理として実施しなければならない。

管理項目	保守保全の必要性	保守保全の方法	保守保全の実施頻度
室温	<p>塗装するのに適した温度は、20～22℃位である。温度が高いと塗膜外観を阻害し、低温では付着不良を起こしやすい。</p> <p>塗装室内の温度上昇は、炉体からの内熱気の流れや炉体からの輻射熱によるのが大部分であるから、これらの断熱と熱気流出防止には十分な考慮が必要である。</p>	<p>乾燥炉と塗装ブースがセッティングルームで接続されている場合、セッティングルームの中間位置両側面に100メッシュ程度の金網を設置するか、強制排気を行う。輻射熱を遮るためには、耐熱板を立てたり、断熱材を厚くしたりするが、簡便的な方法としては熱線反射ガラスの仕切りを行う方法もある。</p>	室温測定:常時
湿度	<p>塗装室の湿度は60%前後がよい。湿度が高いと、速乾性塗料などでは白化がみられ、焼き付け用塗料であっても大部分の種類は付着低下をきたす。湿度が低すぎると、火災の危険が増すこともあり、塵埃の飛遊も多くなる。</p>	<p>塗装室内に圧送風する場合、水膜を通す空気は、水膜と送風機の距離を1m以上とる。前処理のように、塗装場にて水蒸気を発生するような処理を同時に行っている場合、この水蒸気は塗装ブース内などに流入させることなく排出させなくてはならない。</p>	湿度測定:常時

飛遊物	塗装時点で活性ガスなどが被塗物に接触すると外観不良の原因になりやすい。シリコン粒子などが付着した場合は特に顕著であるし、亜硫酸ガスなどは、金属の腐食を促進する。その他脱脂や剥離によって発生するガス体の影響も大きい。	工場内のガス発散を防ぐため排気装置を用い、液面に発散防止液を流す。工場外部から流入する場合は、その方向の開口部を密閉し、新たに影響の少ない面に開口部を作る。	塵埃測定:毎日 ガス測定:1~2回/年
照明	塗装作業は、肉眼判定によって行われる要素も多く、これらの要素を持つ作業にあっては安定した明るい環境を提供することが必要である。特に明るさの必要性としては、作業の熟達期間が短く、品質を安定させ、疲労を少なくすることにある。	照明灯の前面に0.2~0.4m/secの流速を持つ気流を作ることによって塗着防止を行う場合もあるが、まず汚染した照明等カバーは常に清潔にし、交換可能な透明シートカバーで覆う。又、「ストリップブルペイント」を塗布して、汚染物と共に剥離して再塗布する方法もある。	照明の断線有無: 1回/月 反射板清掃:1回/年

(2) 建屋の保守保全管理

建屋は、製品を直接生み出すための役目を持っていないが、それだけに無視されがちである。建屋内に持ち込まれた塵埃によるゴミつき不良の発生、照明効果の悪さからくる品質低下、あるいは屋根からの貫流熱による室内温度上昇とこれに伴う環境の低下、工場配色の悪さからくる作業者の心理的不安定など数々のマイナス事例をあげられる。

管理項目	保守保全の必要性	保守保全の方法	保守保全の実施頻度
作業床	塗装工場の床は塗料ミストなどの付着により、はなはだしく汚染しやすい。 この床面に付着して固化した塗料が、ホースやエアホースとこすられると、摩擦して静電気を発生し、これが引火爆発の点火源になることもある。 また塗装工場の床面に流水する	・接地抵抗/第一種接地:10Ω以下 ・設置を必要としない床面の塗装 ・帯電塗料を塗ることにより、飛遊塵埃を接着させる効果がある。 ・設置を必要とする床面に塗装する場合/導電性塗	塗替え塗装時期; 1回/年 排水溝清掃: 1回/月 床面清掃:毎日(始業前が効果的である)

	<p>ことが多いが、このため靴底がゴムの場合は滑りやすく、特に有機用剤が流出しているような場合は転倒しやすい。</p>	<p>料使用</p> <ul style="list-style-type: none"> 床面のすべり止め 床面に多少砂を混ぜて仕上げるか凸凹を作る。通路のみノンスリップ塗料を塗装する方法もある。 床面の塗膜剥離/剥離剤を塗布して除去する。 	
屋根	<p>高温多湿時に上部の天井鉄骨がむき出しになっていると、その下部の製品に水滴が落下して発錆の原因となることがある。天井に塵埃が堆積して、これが徐々に落下し塗膜に付着することがある。また天井の隙間から塵埃が入り込みやすい。</p>	<p>屋根の鉄骨などには、結露防止塗料を塗装するとよい。天井は定期的にエアブローなどを行って清掃する必要がある。ただし清掃した直後から1～2日間は、逆に塵埃の飛散を増し塗面に付着する塵埃数が多くなることがあるから、休日前に行うとよい。</p>	<p>天井の清掃; 1～2回/年</p> <p>屋根の点検: 1回/年</p>
室内	<p>塗装工場は有機溶剤を使用し、また有機溶剤にて希釈する塗料を使用する限り、下記事項に対しては厳重な注意が必要であるとともに、防火施設が施されなくてはならない。これらはその主対策が消防法で規定されているが、塗装設備や建屋に対する塗装は、耐火あるいは難燃性塗料を使用しなくてはならない。床面などには、なるべく金属体を取り付けず、また塗料缶の開缶等にも、金属どうしで叩き合うとスパークの恐れがあるから注意を要する。</p>	<p>乾燥炉は耐熱性の塗装が行われなくてはならないが、その他の設備などにおいても耐火塗料および難燃性塗料を使用する。また色彩は工場配色上、安定感や清潔感などが考慮されなくてはならないが、JISによる安全色の区分表示を徹底させなくてはならない。開缶に際しては、スパークが起らないよう木ハンマーなどを使用し、また作業靴には金属鋌を打ったものを使用しないよう注意しなければならない。</p>	<p>安全作業の確認:常時 ～1回/週</p> <p>再塗装;1回/2～5年</p>
防水	<p>コンクリート建屋あるいは床の水漏れは防錆防食上影響が大きい。塗装ブースなどのピットも防水加</p>	<p>完全な改修による場合は別として、通常は防水剤を用いて簡便に修理できる。</p>	<p>防水点検:1回/年</p>

	工が不十分であると、水が漏れて排風能力に影響し、また塗料による汚染を増すことになる。		
--	--	--	--

(3) 設備機械の保守安全管理

塗装工場において設備機器などを連続的に稼働しようとするためには、それらの要求される性能の維持が図らなければならない。

生産性の向上は、品質の向上あるいは安定化を伴ったものでなくてはならないのが当然だが、とかくすると生産第一主義にとらわれ、設備機械などの保守安全を怠り、これらがため品質や生産性低下の原因ともなっているということが多々あり、加えて塗装工場においては塗料の付着、塗粉、有機溶剤などの飛散が増す結果、環境問題や安全衛生問題とも関係して障害となりやすく、燃料、薬品、塗装材料などの消費量も増加することになる。

塗装工場のメンテナンスの目的は、その取り扱う材料などの性質および作業状態からして、火気に対する引火爆発の予防、有機溶剤などによる人体への中毒予防、不安全な作業動作の解消、ならびに汚染物などの外部飛散、または流出の防止などが主体に考えられる。

さらには防塵防湿防汚染などによる品質の維持向上、ならびに有効適切なる作業条件を維持することによって、経済的な損失の防止にもなるため、定期的に点検し、欠陥は迅速に回復させる体制を整えておかななくてはならない。

(4) 排気装置

「局所排気装置の定期自主検査」

- ・局所排気装置は、1年以内ごとに一回、定期的に、自主検査を行わなければならない。
- ・フード、ダクト及びファンの摩耗、腐食、くぼみその他損傷の有無及びその程度
- ・ダクト及び排風機における塵埃のたい積状態
- ・排風機の注油状態
- ・ダクトの接続部における緩みの有無
- ・電動機とファンを連結するベルトの作動状態
- ・吸気及び排気的能力
- ・その他性能を維持するため必要な事項

管理項目	保守安全の必要性	保守安全の方法	保守安全の実施頻度
塗装ブース	塗装ブースの新設に際しては、性能上排気風速、風量、風向きおよびエルミネータやシャワーなどの構造上の検討を行い、それぞれ満足した状態で使用	固着オーバーミストの除去。塗装ブースを使用する限り、オーバーミストの付着は避けられないが、当初ブース内壁にグリスを塗りつけた	ブース内壁、排気ファン、エルミネータ、ノズルなどの清掃：1回/月

<p>し始める。しかし塗装ブースは、そのまま継続して使用していくと初期性能は失われていく。</p> <p>たとえば1人用の塗装ブースで揮発残分 60%の塗料 6Kg に対し有機溶剤(シナー)を 2Kg 加えて希釈し、これを規定粘度とし、この塗着効率をエアスプレー法で 40%の塗装をし、1 日で消費したとすると、被塗物に塗着し塗膜となった固形分は総重量で 1.44Kg であるのに対し、損失固形分は 2.16Kg になる。</p> <p>したがってこの状態がヶ月続くと 54Kg、1年で 648Kg の損失となり、これら損失塗料は水面(水膜式塗装ブース)に浮遊し、または水槽に沈積し、さらにはエルミネータや塗装ブースの壁面および排気ファンや排気ダクトに付着し、屋外に排出されるものもある。</p> <p>このように損失塗料の付着量が増すことは排気能力を減少させる結果、塗料の希釈に用いた有機溶剤とともに作業室内に遊離することになり、衛生上人体に害を与え、疲労を増すことによる能力低下、火気に対する引火爆発の危険を伴い、排気ファンのモーターに負荷を与えることにもなり、塗装ブースの寿命を減退させることになる。</p> <p>損失塗料はさらに大気中に飛散し、あるいは排水に混じっ</p>	<p>り、さらに紙を張り付けたりしておくか、耐溶剤性のストリップーパーブル塗布しておく</p> <p>と容易に除去できる。</p> <p>清掃はブース壁、エルミネータ、排気ファンおよびダクトなどが対象となる。</p> <p>塗料が固着し除去困難な場合は、塗膜剥離剤などを塗布してスクレパーなどで除去する。</p> <p>水膜式塗装ブースの水槽にたまった塗料カスは水槽中に塗料の分離凝固剤を入れておくと除去しやすい。ただし薬剤は規定濃度内で管理しなければならない。</p> <p>また排気ファンやポンプなどの動力は、注油ベアリングの円滑化、過熱の有無、つまりなどのないよう点検しなくてはならない。</p>	<p>排気ダクト清掃： 1 回/年</p> <p>フィルター、水槽などの清掃：1 回/日</p> <p>水槽浮遊塗料の除去： 1 回/日</p> <p>ポンプ点検清掃： 1 回/月</p> <p>照明清掃：1 回/日</p> <p>電気配線、結線絶縁状態点検：2～3 回/年</p>
---	---	---

	<p>て外部に排出され、公害の原因ともなりやすい。</p> <p>また水膜式塗装ブースでは、ポンプの詰まり、損傷を招くことになり、照明効果が減少し、塗粉が飛散することにより、塗膜品質の低下をきたすことになる。</p>		
<p>乾燥炉</p>	<p>乾燥炉は塗膜の焼付乾燥、強制乾燥および水切り乾燥などに用いられ、その種類も熱風循環式、ガスや蒸気、赤外線や紫外線などがあり、熱源ごとに寿命がある。</p> <p>塗膜に乾燥に際しては、常に一定の温度を必要とするが、そのまま連続的に使用していると、いろいろな障害を伴い、品質の低下を招く。</p> <p>乾燥炉内に塵埃が入り込むと、塗膜外観の低下を招くことになるが、このため熱風炉などにおいては定期的なフィルター交換とともに炉内の清掃が必要であり、フィルターを用いない炉体であっても十分な除塵が必要となる。</p> <p>特に炉内の発錆による錆の脱落及び塗料カスなどが問題となる。</p> <p>輻射熱を利用した乾燥方式では、反射板などの汚れは熱効率の減少を招く。</p> <p>また引火爆発の原因もバーナーなどの老朽化、汚染による場合が多いから、定期的な分解清掃が必要になる。</p>	<p>輻射熱を利用した乾燥炉の反射板は、塗料粉及び塗料から発したガス体などにより汚染し、反射効率が著しく低下するから、これらを研磨剤で磨き常に金属光沢を得るようにしておかなくてはならない。</p> <p>赤外線やセラミックのバーナー交換も適度に行い、断線や火炎噴出しのないように保たなくてはならない。</p> <p>バーナーは真鍮製のやわらかいワイヤーブラシで清掃し、付着物を脱落させるか、変形し腐食の激しいものは交換する。</p> <p>炉体やダクトが破損すると熱漏れが伴い、環境悪化などを生ずるから注意する。</p> <p>赤外線炉のように結線部が過熱されるものにおいては、定期的な絶縁測定を行い、必要に応じて再配線が必要になる。</p> <p>炉内は定期的に清掃し、塗装の必要とする材質に合っては耐熱塗料を塗装する。</p>	<p>電気配線の絶縁測定： 1～2回/年</p> <p>バーナーの分解点検： 1回/1～2年</p> <p>モーター点検：1回/月</p> <p>ベルト点検：1回/月</p> <p>圧力計や温度計の 検定：1～2回/年</p> <p>炉体やダクトの清掃： 1回/年</p> <p>燃料や空気量の点検： 常時</p> <p>炉内温度分布の測定： 1～6回/年</p> <p>排気ガスの測定： 必要に応じて随時</p>

	<p>物体に接近した電気配線は電線被覆が侵されやすく、そのまま使用すると絶縁不良による電気事故を起こすことがある。</p> <p>炉体内から飛散する塗料の分解物質や有機溶剤は悪臭として、外部苦情の原因となりやすい。</p>	<p>炉体に取り付けられている温度計は定期的に正確であることを確認し、エアフィルターや熱交換に用いる動力も、その異常有無を定期的に調べて注油する。</p> <p>また燃焼に伴う燃料の補充と空気の調整は正確に定め、常時確認できるようにしておく。</p>	
<p>コンベヤ</p>	<p>コンベヤやその変速機などは、潤滑をよくし、摩擦を防ぐため注油することが多いが、このため室内の塵埃が油に付着して固化し、コンベヤの移動時に粘着性物質になり落下して塗面に付着して不良の原因となることがある。</p> <p>特にこの付着物はコンベヤが炉内を通過する際加熱されるため再び軟化し、これを繰り返しているためその除去は容易でない。</p> <p>コンベヤの緊張部は材質の伸びと膨張収縮を考慮して調整しないとコンベヤの寿命を短くし、あるいは切断することになる。</p> <p>ベルトが切断した場合も常にスペアを用意していかないと、長時間作業を中止することになる。</p> <p>被塗物の方向を調整するために用いる方向規制版は、これが変形するとコンベヤを破損することになり、塗装不良の原因ともなる。</p>	<p>被塗物を吊り下げるハンガーに落下物を受ける皿を取り付ける方法もあるが、耐熱性潤滑剤を使用するほうが確実である。</p> <p>耐熱性のグリスで良質なものもあるが、シリコンを含んだものはシリコンがクレータリングのような塗膜障害を誘発するので避けなくてはならない。</p> <p>油製品以外ではグラファイトまたは二硫化モリブデン系の潤滑剤が良好である。</p> <p>ベルトのスペアは、常に1~2本/月程度用意しておくといよい。</p> <p>方向規制は着脱可能とし、コンベヤのハンガーなどと絡み合った場合、用意に離脱するように安全ピンを取り付けておくとよい。</p> <p>変速機の色度調整として、(コンベヤ速度/分)間隔の目盛り板または速度計を取り付けておくとよい。</p>	<p>耐熱性潤滑剤塗布： 2~3回/年</p> <p>コンベヤレールの除塵：1回/月</p> <p>緊張調整：1回/日</p> <p>変速機ベルトの点検： 1回/週</p> <p>方向規制版の調整： 1回/週</p> <p>フック部品：常時10個程度予備品を用意</p> <p>コンベヤ点検： 2~4回/年</p> <p>速度計や速度調整機の検定：1~2回/年</p>

<p>送排気装置</p>	<p>塗装室内へ送風としている場合は、その送風量と塗装ブースの排気量とは1：1で調整されていることが好ましいが、通常作業に支障を来さない範囲で排気風量よりも送風量が5%程度多くなっているのが普通である。しかしながら、送風量が排気量に対して過多となるとエアスプレーした塗粉が過多風量に乗って飛散しやすく、塗面や作業員および設備機器などを汚染し、品質と環境の低下を招くことがある。</p> <p>送風排気が個別におこなわれている場合であっても、規定の風量あるいは風速よりも減少してくることは、塗装効率や品質の低下を招く原因となりやすく安全衛生面においても好ましくない状態となっている。</p>	<p>フィルターは連続使用することにより目詰まりしてその効果が減少してくるから、適時風速を規定して効果を知る必要がある。</p> <p>排気装置内のフィルターやノズル及び駆動部などについても塗料やゴミの付着とともに排気量が減少するから、定期的に付着物を除去するとともに、清掃後はグリスなどを塗布しておくが良い。</p> <p>塗料の付着量が多いまま使用しているとモーターのオーバーロードにより火災を誘発することがあるから注意が必要である。</p> <p>またシャフトの摩擦油切れなどにより、騒音を大きくなるから注意が必要である。</p>	<p>フィルターの清掃：1～2回/週</p> <p>フィルターの交換：1～2回/月</p> <p>動力部点検：1回/月</p> <p>全体清掃：1回/月</p> <p>電流点検：毎日</p> <p>注油：1回/週</p> <p>騒音測定：1～2回/年</p>
<p>コンプレッサー</p>	<p>圧縮空気を使用する作業には、エアスプレー、空気霧化静電、エアレスなどによる塗装、エアブローによる除塵操作、及びエアサウナーやエアカーテン並びに作動装置等がある。</p> <p>このためコンプレッサーが使用されるが、空気吸入部のカーボン蓄積、クランク油の減少などによる加熱、及びクランク油の補充過多による油の圧縮空気への混入などを避けるとともに、定期的なオーバーホールが必要である。</p> <p>圧縮空気中には水分と油分の混入は避けられないが、塗装時</p>	<p>クランク油は油量目盛りにあわせて正確に補充しなくてはならない。</p> <p>空気吸入口のフィルターは中性洗剤または有機溶剤中に浸けながらブラシ洗浄すると良い。</p> <p>圧縮空気中の水分や油分の除去は、機械的方法と物理的方法を併用すると良いが、エア配管が短すぎると効果が少ない。</p> <p>中間過程で冷却し、あるいは地中に埋設してその時点で一時的に除去しておく、塗装直前にトランスホーマ</p>	<p>コンプレッサーの点検：1回/週</p> <p>コンプレッサーの清掃：1回/月</p> <p>トランスホーマーの清掃や油分の除去：毎日</p> <p>内部フィルター類の洗浄：1回/週</p> <p>エアホース内の清掃または交換：1～3/年</p>

	<p>にこれが混入していることは平滑な塗膜を得るうえで障害となるから中間過程で除去しなくてはならない。</p>	<p>ーなどで完全除去しやすい。精密塗装には空気清浄器(エアークリーナー)は不可欠な機器である。</p>	<p>圧力計や流量計の 検定：1~2回/年</p>
ダクト	<p>塗装工場のダクトは、熱風空気の送排気、ガスや蒸気などの排出に用いられ、塗装ブースのダクトは、塗料ミストの付着、乾燥炉の排熱ダクトは、塗料のガスと熱冷気による腐食が問題となる。</p> <p>また排気ダクト関係は、その構造並びに長さが不完全であると塗装室内に逆流し、塗膜品質を低下させることになる。</p> <p>特に乾燥炉の排気が悪いと、塗膜がガステッキングや曇り及び変色が起こりやすいし、騒音や振動の原因ともなる。</p>	<p>塗装ブースのダクトに付着した塗料粉は当初固着していないから、外部から軽く叩くとある程度脱落する。従ってダクトは適当に着脱可能または開閉可能にしておくが良い。</p> <p>乾燥炉の排熱ダクトはダクト立ち上がりの距離並びに排出口の構造が主として問題となるが、外気への排出口が塞がれないように考慮する。自然上昇排出による場合はその効果を加味した長さとしなくてはならない。</p> <p>腐食に対処するためには、亜鉛引き鋼板などが使用される。</p> <p>また防音のためには、材質を厚くし防音材などを使用することが多い。</p>	<p>塗装ブースのダクト 清掃：1回/月</p> <p>その他は必要に応じて</p> <p>ダクトの破損や凹みなどの修正は速やかにおこなう。</p> <p>騒音測定は必要に応じて実施。</p>
塗料タンク	<p>塗料タンク内の塗料組成は常に一定保持する必要がある。</p> <p>その為適当に攪拌する等の操作が必要となるが、長期間使用していると顔料などが沈積してくる。</p> <p>この状態で使用すると塗装機器の詰まり、塗色の変化等をきたす。</p> <p>塗料ホースやパイピングした管内に異質塗料が残留しても同原因となる。</p>	<p>塗料ホース内は、ホースクリーナーなどで洗浄し清潔に保つ必要がある。</p> <p>パイピングラインは常に同一塗料が充満しかつ流動していれば沈積の恐れは少ない。したがって、使用時以外でもリターンさせておくとうい。</p> <p>塗料タンク内の攪拌が激しいと泡を発生するので注意するとともによどみなく攪</p>	<p>塗料タンクの清掃： 静地用 1回/日 流動用 1回/週</p> <p>塗料ホースの点検 清掃：1回/日</p> <p>塗料ホースの交換： 6~12回/年</p> <p>圧力計や流量計などの 検定：1~2回/年</p>

	<p>塗料は攪拌することにより、揺 変性を示し粒度の低下が見ら れるが、これは塗料の性状によ って大小の差がある。</p>	<p>拌されるよう攪拌羽根の位 置や角度を検討しておく必 要がある。 なお使用溶剤はその塗料に 溶解力が大きなものではな くはならず、異質の溶剤を 使用すると塗料を固化固着 させることになるので注意 が必要である。</p>	<p>パッキングなどの 点検：1回/月</p>
--	---	---	-----------------------------

(5) 塗装機器および治工具の保守安全管理

塗装作業を行っていくうえに必要な治具や工具類は、作業能率の維持向上ならびに品質の安定化を図るのに重要な要素を持っているが、繰り返し使用されるものにあつては常に整備点検を怠らず、また清掃管理を行い、次の作業に支障のない状態をたもつことが必要である。

しかし一般的に見て塗装の設備よりもさらに軽視されがちであり、それがために生産性を低下させ、あるいは不安定な作業を余儀なくされているということも少なくない。

たとえば塗装機器にあつては、その清掃が不完全であつたために塗料の詰まりや変形パターンのまま塗装を施工したり、静電塗装の引っ掛け治具を清掃しないために塗着効率を低下させ、あるいは塗りむらを生じ、最悪の場合はスパーク引火により火災発生に至るケースも存在する。

ここでは多種多様な治工具類について取り上げることは特殊性から困難であるから、一般的なものについてのみ概略を取り上げる。

管理項目	保守保全の必要性	保守保全の方法	保守保全の実施頻度
<p>塗装機器</p>	<p>塗装機器は個々の対応が必要であるが、ここでは主な例としてスプレー方式による塗装機器を取り上げる。まず塗料の吐出量が一定でなくてはならず、このためには塗料吐出口の大きさが一定で摩耗の少ないこと、あるいは圧縮空気を用いるものであればその作用が正常で塗料の微粒化並びにパターンが安定していることなどが必要であり、これらは品質的に不可欠な要素である。</p>	<p>塗装作業後は必ず清掃しておくことが必要であるが、パッキング類を用いているものにあつては洗浄剤中に浸せきすることは避け、刷毛などで清浄にする。 水溶性塗料を用いた塗装機器は酸性を示す有機溶剤などで洗浄したため、塗料が固化してしまつて、かえつて作業効率を低下させている例もある。 また不良シンナーを用いた</p>	<p>清掃：作業終了度毎 点検：作業開始前 分解清掃：3～6回/月 取付け計器などの 検定：1～2回/年</p>

	<p>塗料が洩れたり、固形物が付着したりしている状態では安定した作業はできない。</p>	<p>ために、バルブ中で塗料が凝固してしまった場合もあるから、洗浄剤についても検討の上規格品を定めておく必要がある。</p>	
<p>塗装治具</p>	<p>引っ掛け治具やマスキング治具並びにその他の塗装治具は、使用するにしたがって塗料が付着消するが、塗料の付着は塗装障害の原因となりやすい。</p> <p>たとえば静電塗装の引っ掛け治具の被塗物引っ掛け位置に塗料が付着すれば塗装効率を悪くし、塗料消費量を多くする。</p> <p>吹き付け網に塗料が付着した状態ではオーバースプレーの塗粒が排出されにくく、塗面の平滑性を阻害し、また網跡つき不良品多発の原因になる。</p> <p>マスキング治具の場合も見切り線が不鮮明になり、また脱着に時間を多く要するようになってくる。</p> <p>さらに破損したまま治具を使用することは、塗装の統一性を損なうことになる。</p>	<p>治具に付着した塗料を除去するために燃焼させることがあるが、塗料を燃焼させることにより、加熱された治具の寸法精度を狂わせ、またその寿命を著しく短くしてしまうことが多い、このため剥離剤を用いることが望ましいが、この場合極端までに塗料を付着させてしまうことは、剥離効果を減少させることになるから、常に余分に治具を用意し、定期的に少量ずつ清掃すると良い。</p> <p>治具自体塗料が付着しにくい形状、または性状にするか、清掃を容易にするため組み立て式にしておくことも一方法である。</p>	<p>治具数量の調整： 2～3回/年</p> <p>破損有無点検：1回/月</p> <p>付着塗料の除去：常時</p> <p>精度確認：1～2回/年</p>
<p>作業台や作業棚</p>	<p>塗装作業において使用する作業台は、作業の性格から見て腰をかけて使用する場合は少ない。</p> <p>完成品を包装し、検査し、あるいは修正などをおこなう作業は立ち作業が多く、塗膜の損傷を防ぐためにゴムのような緩衝性のあるものを張り付けておく場合が多い。作業台の上に</p>	<p>作業台の緩衝材は損傷のないことが必要であり、破損した場合は容易に交換できるように取付けは簡便な方法にしておくが良い。</p> <p>しかしシリコンラバーや可塑剤または油を含むものは、新品の間はそれらが被塗物に付着しはじきの原因となるから注意が必要である。</p>	<p>清掃：1～2回/日</p> <p>点検や修正：1回/年</p>

	<p>は、粉塵や切削粉が滞留しないように清掃を心がけるとともに、破損箇所を生じた場合は早急に修理して平滑な状態を保つ必要がある。</p> <p>作業棚は被塗物を一時保管のため使用するが、汚染して錆があると塗膜品質の低下の原因となる。また棚には寸法上規定のある製品の為の定型箱や敷き板を用意し、ワレのないようにしておくことと便利であり、その間隔を変動させないことが必要である。</p>	<p>作業台上を清掃する場合は布をもちいて空拭きをおこなうと良い。</p> <p>また作業台の幅は 60～70cm ぐらいが一般の作業に適している。</p> <p>作業棚は鉄製である場合は適時塗装して下地を保護するとともに、物品も出し入れに潤滑性を必要とする場合は、油を使用せず、グラファイト剤などを使用すると良い。</p>	
--	---	--	--