

I 工場内塗装

このガイドの工場内塗装分野では、「工業塗装」と「自動車板金塗装」を対象としたVOC排出抑制策を取りまとめています。

目次（工場内塗装）

VOC発生要因のチェック	2
VOC排出抑制策一覧	3
個別の抑制策の説明	
1 抑制策の選択	5
1-1 排出実態の把握 新	5
2 工程・設備の改善	7
2-1 色替え方式・調色順序の見直し	7
2-2 スプレーガンのタイプ選択による塗着効率の向上	8
2-3 スプレー作業の改善による塗着効率の向上	9
2-4 研修による塗装技能向上	10
2-5 塗装ブース・局所排気装置の風速調整	11
2-6 室内環境改善による製品の歩留まり向上	12
2-7 塗料の供給配管の見直し	13
2-8 塗料の供給方式の見直し	14
2-9 ロボット・レシプロ塗装における工程改善 新	16
2-10 交換・洗浄作業における揮発防止	17
2-11 スプレーガン洗浄機の導入 新	18
2-12 保管・貯蔵における揮発防止	19
3 原材料の転換	20
3-0 原材料の転換（総論） 新	20
3-1 ハイソリッド塗料への転換	21
3-2 粉体塗料への転換	22
3-3 水性塗料への転換	23
4 処理装置の導入	24
4-0 排ガス処理装置の導入（総論）	24
4-1 排ガス処理装置（燃焼式）の導入	25
（※燃焼式：直接燃焼法、触媒燃焼法、蓄熱燃焼法）	
4-2 排ガス処理装置（活性炭回収装置）の導入	26
索引	27

工場内塗装

VOC発生要因のチェック

工程フローとチェックポイント

工程フロー	チェックポイント	VOCの排出要因	VOC発生割合の目安 (スプレー塗装の場合)	「抑制策の選択」 で対応する No.
調色、調合	☐ 調色順序を工夫して洗浄回数や洗浄量を減らせないか。 ☐ 過度の攪拌をしていないか。	粘度調整時の溶剤の揮発	5%程度以下	2-1
被塗物の洗浄	☐ 溶剤の揮発を防げないか。	洗浄溶剤の揮発	5%程度以下	Ⅲ 金属等脱脂 洗浄
塗装	☐ スプレーガンのタイプを変更できないか。 ☐ スプレー作業（距離・角度・空気圧）を改善する余地はないか。 ☐ 塗装ブースの風速は強すぎないか。 ☐ 作業場は整理整頓されているか。 ☐ 塗料の供給配管の長さや太さ、材質を変えられないか。 ☐ 塗料の供給回路を導入できないか。 ☐ 塗着効率を改善する余地はないか（特にロボット/レシプロ塗装を行っている場合）。 ☐ 水系や粉体、ハイソリッド塗料を使えないか。 ☐ VOC処理装置を設置できないか。	塗料からの溶剤の揮発	60%程度	2-2～2-9 3-0～3-3 4-0～4-2
セッティング・乾燥	☐ VOC処理装置を設置できないか。	被塗物上の塗料からの溶剤の揮発	25%程度	4-0～4-2
器具の洗浄	☐ 塗料の供給配管の長さや太さ、材質を変えられないか。 ☐ 塗料の供給回路を導入できないか。 ☐ 器具を洗浄する際に、溶剤を一度に多く使っていないか。 ☐ 洗浄溶剤の容器の蓋は、常時開放されていないか。 ☐ スプレーガンを捨て拭き洗浄していないか。	洗浄溶剤の揮発	15%程度	2-7～2-8 2-10 ～2-11
保管	☐ 保管庫の温度管理を行っているか。缶に直射日光は当たっていないか。 ☐ 塗料缶や溶剤缶の蓋は、使わないときには必ず密閉しているか。	保管時の溶剤の揮発	5%程度以下	2-12

《 塗装で使用されているVOCの例 》

用途：塗料溶剤、洗浄

VOC：トルエン、キシレン、メタノール、イソプロピルアルコール、n-ブタノール、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、アセトン、酢酸エチル、酢酸ブチル、エチルベンゼン、トリメチルベンゼンなど

工場内塗装

VOC排出抑制策一覧

抑制策の選択

No.	対策	対策実施の効果やコスト等				
		VOC 削減効果	コスト			作業環境 改善効果
			イニシャル	ランニング (運転費)	ランニング (資材購入費 削減効果)	
1-1	排出実態の把握 新	-	1～3	1	-	-

工程・設備の改善

工程 フロー	No.	対策	対策実施の効果やコスト等				
			VOC 削減効果	コスト			作業環境 改善効果
				イニシャル	ランニング (運転費)	ランニング (資材購入費 削減効果)	
調色調合	2-1	色替え方式・調色順序の見直し	1	1	1	1	2
塗装	2-2	スプレーガンのタイプ選択による塗着効率の向上	3～4	2	1	2～3	2
	2-3	スプレー作業の改善による塗着効率の向上	3～4	1	1	2～3	2
	2-4	研修による塗装技能向上	3～4	2	1	3	2
	2-5	塗装ブース・局所排気装置の風速調整	2	2	1	※	1
	2-6	室内環境改善による製品の歩留まり向上	4	1	1	3	2
	2-7	塗料の供給配管の見直し	2	2	1	3	2
	2-8	塗料の供給方式の見直し	2	4	1	3	2
	2-9	ロボット・レスプロ塗装における工程改善 新	※	4	1	※	1
器具 洗浄	2-10	交換・洗浄作業における揮発防止	2	1～3	1	3	2
	2-11	スプレーガン洗浄機の導入 新	2	3	1	3	2
保管	2-12	保管・貯蔵における揮発防止	1	1	1	-	1

※状況によって変動する

原材料の転換

No.	対策	対策実施の効果やコスト等				
		VOC 削減効果	コスト			作業環境 改善効果
			イニシャル	ランニング (運転費)	ランニング (資材購入費 削減効果)	
3-0	原材料の転換（総論） 新	-	-	-	-	-
3-1	ハイソリッド塗料への転換	4	1	1	-	2
3-2	粉体塗料への転換	5	5	1	-	3
3-3	水性塗料への転換	5	3～4	3	-	3

処理装置の導入

No.	対策	対策実施の効果やコスト等				
		VOC 削減効果	コスト			作業環境 改善効果
			イニシャル	ランニング (運転費)	ランニング (資材購入費)	
4-0	排ガス処理装置の導入（総論）	-	-	-	-	-
4-1	排ガス処理装置（燃焼式）の導入 （※燃焼式：直接燃焼法、触媒燃焼法、 蓄熱燃焼法）	5	4～5	1～2	-	変わらない
4-2	排ガス処理装置（活性炭回収装置）の導 入	5	4～5	2	3	変わらない

※ VOC削減効果：1（低い）～ 5（高い）

※ イニシャルコスト：1（低い）～ 5（高い）

※ ランニングコスト：1（低い）～ 3（高い）
（運転費）

※ ランニングコスト：1（削減率低い）～ 3（削減率高い）
（資材購入費削減効果）

※ 作業環境改善効果：1（低い）～ 3（高い）

具体的には、ivページの「凡例」を参照してください。

工場内塗装

排出実態の把握 新

◆ VOC削減効果

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

～20 万円

③① ②

低←1 2 3 4 5→高

番号は対策番号に対応

◆ ランニングコスト

(運転費)

～10 万円/月

低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

低←1 2 3→高

ポイント！

VOCの排出実態を調査することで、より効果的にVOC排出抑制策を実施することができます。

解説

VOCの使用状況は工場や事業所ごとに異なります。工場内のどの場所から、どの作業を行っている時にVOCが排出されているのかを把握することで、より最適なVOC排出抑制策を講じることができます。また、VOC排出抑制策の効果を検証することもできます。

[対策①:簡易測定法によるVOC濃度の測定]

自主的取組や自主管理に関連してVOC濃度を測定する場合は、簡易型VOC測定機を使用することができます。購入費用は、測定原理や性能面(測定可能な成分など)の違いにより幅がありますが、10 万円程度から購入することができます。

また、さらにコストを抑えたい場合には、検知管を使用してVOC濃度を測定することもできます。検知管はガス採取器とガス検知管で構成されますが、ガス採取器は2万円程度、ガス検知管は安いものだと10 本入り1箱 2,000 円程度で販売されています。

<検知管の例>



(出典:メーカー提供資料より作成)

<東京都VOC対策アドバイザーで使用中の簡易測定機>



[次ページに続く]

工場内塗装

排出実態の把握 新【続き】

◆ VOC削減効果

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

～20 万円

③①②

低←1 2 3 4 5→高

番号は対策番号に対応

◆ ランニングコスト

(運転費)

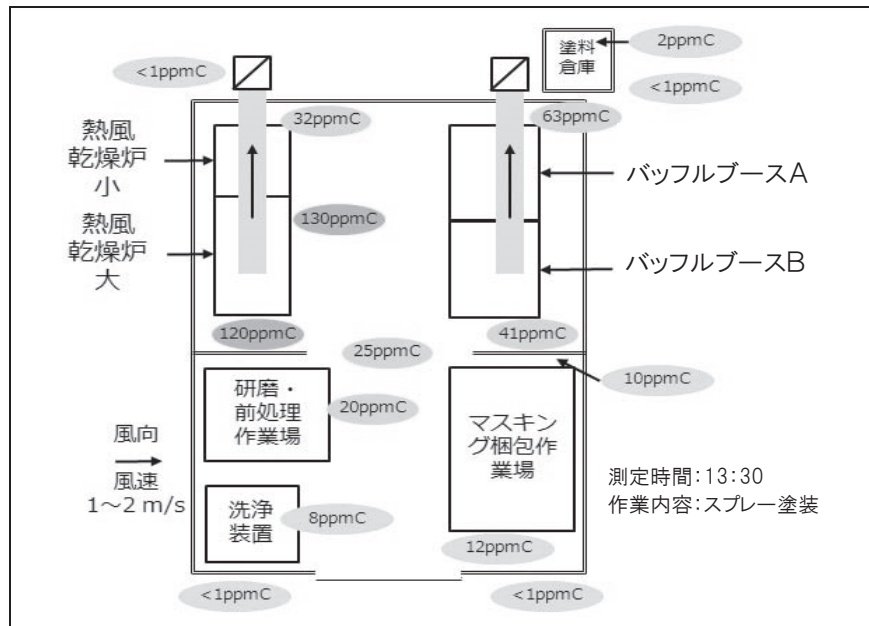
～10 万円/月

低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

低←1 2 3→高

＜塗装工場におけるVOC濃度分布例＞



(出典:脚注の参考文献[1])

【対策②:VOC警報器の活用】

工場内のVOC濃度が一定値を超えると、ランプと音で警報を発するガス警報器が商品化されています。価格の目安としては1台で10万～20万円程度です。

【対策③:「東京都VOC対策アドバイザー派遣制度(無料)」の活用】

専門家によるVOC濃度の測定を依頼したい場合には「東京都VOC対策アドバイザー派遣制度(無料)」が活用できます。この制度ではアドバイザーが事業所を訪問し、ハンディーVOC計による簡易測定を行った後、それぞれの事業所に合った効果的なVOC対策について助言を行います。

この制度の申し込み等の詳細は「東京都環境局 環境改善部 化学物質対策課 企画係」(付録の関係団体一覧を参照)にお問い合わせください。

留意事項

- ・大気汚染防止法の対象事業者が、法律で定められているVOC排出濃度の測定を行う際は、公定法(FID法、NDIR法)に基づいてVOC濃度を測定する必要があります。

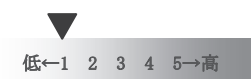
参考文献:[1]東京都地域結集型研究開発プログラム「都市の安全・安心を支える環境浄化技術開発」環境評価分科会報告書「VOC排出対策ガイド-基礎から実践・評価まで」、独立行政法人科学技術振興機構/東京都/地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター、平成25年3月。

工場内塗装

色替え方式・調色順序の見直し

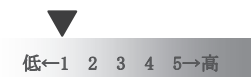
◆ VOC削減効果

～5%



◆ インイシャルコスト

～1万円



◆ ランニングコスト

(運転費)

変わらない



◆ ランニングコスト

(資材購入費削減効果)

塗料購入費

5%未満削減



◆ 作業環境改善効果

効果あり



ポイント！

調色や色替えの作業(順序)を変えることにより、塗料や溶剤のロスを減らせます。

解説

調色のやり直しでは塗料や溶剤の無駄が生じ、また色替え時には洗浄溶剤を使うことになります。調色や色替え等に伴う塗料と洗浄溶剤のロスが減らせないかどうか見直してみましょう。

[対策①:調色する塗料の量を的確に把握する]

塗料の使用量を正確に把握して、必要な量だけ調色するようにしましょう。

また、配合比が分かっている場合は、計量器を使って正確に計量しましょう。

[対策②:調色を手早く行う]

塗料の調色は、できるだけ手早く行うよう心掛けましょう。

[対策③:蓋閉めの励行]

調色用カップは必要なとき以外は、蓋をしっかりと閉めて、溶剤が揮発しないようにしましょう。

[対策④:塗装する色の順序を薄い色から濃い色にする]

1日の作業で、塗装する色の順序を薄い色から濃い色にしたり、類似の色を連続させるようにしましょう。類似の色を使う場合は、全く別の色を使う場合に比べて、きれいに洗浄する必要がないので、スプレーガンやホースの洗浄工程の省略や洗浄溶剤の使用量が削減できます。

工場内塗装

スプレーガンのタイプ選択による塗着効率の向上

◆ VOC削減効果

10～50%

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

1～10万円/基

低←1 2 3 4 5→高

◆ ランニングコスト

(運転費)

変わらない

低←1 2 3→高

◆ ランニングコスト

(資材購入費削減効果)

塗料購入費

10～60%削減

低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

効果あり

低←1 2 3→高

ポイント！

高塗着型のスプレーガンを使用することで、塗着効率が向上し、VOC排出量を抑制できます。

解説

オーバースプレーによる塗料の無駄は、適切なスプレーガンを使用することで改善できます。

[対策①:スプレーガンのタイプの変更]

スプレーガンのタイプによって塗着効率が変わります。塗着効率の高いスプレーガンへの切り替えを検討しましょう。なお、エアスプレータイプを使用する場合でも、圧力の低い製品を選択することで塗着効率が向上します。

＜スプレーガンのタイプによる塗着効率の比較＞

スプレーガンのタイプ	区分	一般的な塗着効率(%)
静電	ディスク	80～90%
	ベル	75～85%
	エアレス	65～75%
	エア	50～60%
エアエアレス		55～65%
エアレス		50～60%
低圧エアスプレー		40～50%
エアスプレー		30～40%

注)一般的な値を示していますが、被塗物の寸法や吊り方などの条件によって変わります。

(出典:脚注の参考文献[1])

[対策②:被塗物の大きさに適したスプレーガンの選定]

被塗物が比較的小さい場合や、補修塗装のように塗装が局所的な場合は、小型のスプレーガンを使って、塗料の無駄を省きましょう。

[対策③:カップガンを使う]

塗装量が少ない場合や色替えが頻繁な場合は、できるだけカップガンを使うようにしましょう。塗装タンクから配管を通して塗料を供給する方法に比べて、残る塗料量や洗浄に使う溶剤量が少なくて済みます。

メリット

塗着効率の向上は、塗料使用量の削減につながります。静電塗装に変更すると電気代が増えますが、塗料代と廃棄物処理費用が削減されるため、塗装工程全体のランニングコストはマイナスになります。

塗着効率 40%のスプレーガンから 50%の静電ガンに変更することで、塗料の年間購入費用が 72 万円削減された事例があります(詳細は脚注の参考文献[2])。

参考文献:[1]日本塗装機械工業会ホームページ「塗装FAQ」(<http://www.cema-net.com/qanda/index.html>, H28.2.23 閲覧)。

[2]平成 22 年度VOC排出対策普及啓発セミナー(経済産業省中部経済産業局主催)資料「VOC対策アドバイザーによる経験談(塗装分野)～自主的取組の現状と事例紹介～」, 平野克己(工業塗装協議会), 平成 22 年 10 月。

工場内塗装

スプレー作業の改善による塗着効率の向上

◆ VOC削減効果

10～30%

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

～1万円

低←1 2 3 4 5→高

◆ ランニングコスト

(運転費)

変わらない

◆ ランニングコスト

(資材購入費削減効果)

塗料購入費

10～40%削減

◆ 作業環境改善効果

効果あり

ポイント！

吹付け作業時のスプレーガンの設定等を適正化することにより、塗着効率が向上し、VOC排出量を抑制できます。

解説

オーバースプレーによる塗料の無駄は、ガンの吐出量、被塗物との距離、角度及び運行速度など、ソフト面の変更を行うことで改善できます。

【対策①：スプレーガンのエア圧力・塗料吐出量の適正化】

スプレーガンのエア圧力が高いと塗着効率が下がります。塗膜表面の仕上がりを保ちながら、エア圧力はなるべく低くしましょう。その際は、対策②を参考に被塗物とスプレーガンの距離や塗料吐出量を適正に調節しましょう。

【対策②：スプレーガン距離の適正化】

スプレーガンから被塗物が離れすぎると塗着効率が低下します。15～20cm程度が適当ですが、塗着効率向上を考慮すると、より近い方が望ましいです。

スプレーガンの改良が進み、スプレーガンと被塗物の距離が近くてもパターンがきれいに開き、キャップも汚れない製品が登場しています。

【対策③：吹付け方向の適正化】

被塗面に対して、吹き付け角度が傾いていると、塗着効率が下がります。吹き付け作業の際は、被塗面に対して垂直になるようにしましょう。

【対策④：スプレーガンの運行速度の適正化】

スプレーガンの運行速度が速すぎると、塗着効率が大幅に低下します。下表を参考に、適切な速度で塗装作業を行いましょう。

＜スプレーガン運行速度の目安＞

スプレーガンのタイプ	スプレーガン運行速度の適正値の目安(m/sec)	スプレーガン運行速度の上限の目安(m/sec)
ベル静電	0.4～0.6	0.5～0.6
エア静電	0.4～0.6	0.7～0.8
低圧エア	0.4～0.7	0.7～0.8
エアレス	0.4～0.7	0.6～0.7
エアエアレス	0.4～0.7	0.6～0.7
エア	0.4～0.7	0.8～1.0

(出典：塗装機器メーカー資料、脚注の参考文献[1])

【対策⑤：パターン幅の適正化】

パターン幅が広すぎると、塗着効率が低下するので、パターン幅が広くなりすぎないように注意しましょう。

メリット

塗着効率の向上は、塗料使用量の削減につながります。

関連事項

・「2-4 研修による塗装技能向上」も参照してください。

参考文献：[1]日本塗料工業会・日本塗装機械工業会「ISO14001 認証取得・継続のための塗装ハンドブック」(2001年5月)。

[2]木下 稔夫，ハndsプレー塗装におけるVOC削減の手法，塗装技術，47(7) 2008.7。

工場内塗装

研修による塗装技能向上

● VOC削減効果

15～40%

低←1 2 3 4 5→高

● イニシャルコスト

～10万円

低←1 2 3 4 5→高

● ランニングコスト

(運転費)

変わらない

● ランニングコスト

(資材購入費削減効果)

塗料購入費
20～50%削減

● 作業環境改善効果

効果あり

低←1 2 3→高

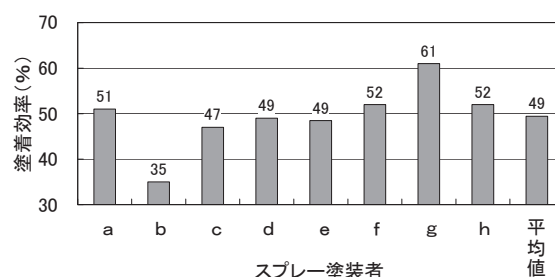
ポイント！

塗装技能を向上させることにより、オーバースプレーの量が減り、VOC排出量を抑制できます。

解説

下図に示すように、塗着効率は作業者の技能によって大きく変わります。作業者の技能向上を図り、塗着効率の向上を目指しましょう。

<作業者による塗着効率の違いの例>



(出典:脚注の参考文献[1]より)

作業者の技能を評価する制度として技能検定があります。技能検定の合格を目指しながら、塗装技術の向上を図りましょう。制度の詳細については東京都職業能力開発協会のホームページを見ていただくか、直接お問い合わせください。

また、作業者の技能向上を目的とした研修やセミナーが実施されていますので積極的に参加しましょう。研修やセミナーに関する情報は、所属する業界団体からの告知、専門誌の公告、インターネット等で得ることができます。

<研修例:東京都みらいの名工育成プログラム(H27)>

コース	金属塗装コース
主な内容	工具の調整(へら、スプレーガン) / 素地調整 / 研磨作業 / 養生作業(形状が複雑な被塗物の養生) / パテ付け作業(下地材の調合および下地付け) / 塗料の調合作業(複数色の調色、粘度調整) / 吹付け塗装作業(ソリッド塗料、メタリック塗料) / 判定作業(膜厚、光沢、塗り肌)
対象者	原則、都内の中小企業等に勤務する技能者 自らの技能及び指導力の向上を目指す意思があること 原則、技能検定(職種:塗装)金属塗装作業2級技能士であること 勤務先の推薦を受けられること
期間/受講料	毎週土曜日・6日間 / 16,200円
問合せ先	東京都産業労働局 雇用就業部 能力開発課 地域人材育成係 電話:03-5320-4719

メリット

塗着効率の向上は、塗料使用量の削減につながります。

関連事項

・「2-3スプレー作業の改善による塗着効率の向上」も参照してください。

参考文献:[1]木下稔夫, スプレーガンの基礎とその活用技術の上達法, 塗装技術, 44(5)2005.5.

工場内塗装

塗装ブース・局所排気装置の風速調整

◆ VOC削減効果

5～10%

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

～10万円

低←1 2 3 4 5→高

◆ ランニングコスト

(運転費)

変わらない

低←1 2 3→高

◆ ランニングコスト

(資材購入費削減効果)

塗料購入費削減率は状況によって変動する

低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

効果低い

低←1 2 3→高

ポイント！

スプレーガン周辺の風速によって、塗着効率が変わります。風速が速すぎると塗着効率が下がり、塗料の使用量が増加します。

解説

[対策①: 塗装ブースの風速調整]

法定制御風速を下回らない範囲内で風速を調整し、塗着効率を向上させることはVOCの削減につながります。

特に乾式の塗装ブースは目詰まりすると風速が低下するため、あらかじめ風速を強めに設定している場合がありますので注意しましょう。

塗装ブース内の実風速を測定するためには風速計が必要です。また、風速を制御するためにはインバーターが必要です。インバーターは既存ブースに後付けすることもできます(5万円程度)。

下の表にスプレーガン別の周辺風速の目安を示していますが、おおむね0.5～0.6m/secに調節するとよいでしょう。

<スプレーガン周辺風速の目安>

スプレーガンのタイプ	周辺風速の目安(m/sec)	スプレーガンのタイプ	周辺風速の目安(m/sec)
ベル静電	0.2～0.3	エアレス	0.4～0.5
エアレス静電	0.2～0.4	低圧エア	0.6～0.7
エア静電	0.4～0.5	エア	0.7～0.8

注)この表の値は、ブース全体での風速ではありません。

(出典:脚注の参考文献[1])

<参考1: 局所排気の法定制御風速>

フードの種類		法定制御風速
囲い式フード		0.4 m/sec
外付け式フード	側方式吸引型	0.5 m/sec
	下方吸引型	0.5 m/sec
	上方吸引型	1.0 m/sec

有機溶剤中毒予防規則 16 条

<参考2: プッシュプル型換気装置の法定制御風速の概要>

1. 捕捉面に対する風速が平均 0.2m/sec であること。
2. 捕捉面の箇所によって風速にばらつきがないこと(平均値の 0.5 倍以上 1.5 倍未満におさまる)。※詳細は有機溶剤中毒予防規則第十六条の二の規定に基づき厚生労働大臣が定める構造及び性能を定める告示を参照。

[対策②: メインフィルターの前にカーテンを設置する]

乾式フィルターが目詰まりすると風速を上げざるを得なくなります。目詰まりを緩和する方法として、メインフィルターの前に塗料ミストを捕捉するカーテンを設置する方法があります。

留意事項

- ・ 風速が遅すぎると塗料ミストを捕集できなくなり、作業環境の悪化になるのでバランスを考えてください。
- ・ 有機溶剤中毒予防規則 16 条参照。

工場内塗装

室内環境改善による製品の歩留まり向上

● VOC削減効果

～30%

低←1 2 3 4 5→高

● イニシャルコスト

～1万円

低←1 2 3 4 5→高

● ランニングコスト

(運転費)

変わらない

低←1 2 3→高

● ランニングコスト

(資材購入費削減効果)

塗料購入費
20～50%削減

低←1 2 3→高

● 作業環境改善効果

効果あり

低←1 2 3→高

ポイント！

不良品の発生を抑え、塗料の剥離に使用する溶剤や、塗り直しをする塗料の使用量を削減します。

解説

ゴミやほこりが塗装前や乾燥前の被塗物に付着すると、不良品が発生しやすくなります。被塗物に付着するゴミやほこりを減らすように工夫しましょう。

[対策①: 作業着から発生する毛ぼこりの防止]

作業者の着衣類は、できるだけ毛ぼこりの出にくいものを着るようにしましょう。

[対策②: シンナー拭き用のガーゼや布の洗濯]

シンナー拭き用のガーゼや布は、新品の場合、糸や縫い目にシリコンが残っている場合があります。シリコンが被塗物に付着するとハジキの原因となるので、1～2度洗ってから使いましょう。

長い繊維で織られているため、ほこりが出にくく、シリコンが除去された布も商品化されています。

[対策③: 塗装場付近への供給空気からのほこりの防止]

塗装場に風が吹き込むと、外部からほこりが入ってくるので、吸気口にフィルターを設けるなどして、ほこりを除去しましょう。

[対策④: 塗装前に塗料をろ過]

塗装の前に塗料をろ過して、塗料に含まれているゴミ・ブツを除去しましょう。カップガンやペイントポンプの配管にろ紙を直接取りつける方法もあります。

<室内環境改善によるVOC削減事例>

項目	内容
対策内容	①天井吸気口に風向偏向用の板を設置し、吸気口からの下降流を修正した ②塗装ゾーン全体の徹底清掃を行った
VOC 削減効果	30%減少(工場全体)

(出典:脚注の参考文献[2])

参考文献:[1]坪田実「塗料・塗装のトラブル対策」日刊工業新聞社(2015)。

[2]日本塗装技術協会 平成24年度第1回講演会資料「頑張ろう！日本の塗装現場ー塗装工場再建へのゴミ不良対策事例-」(2012.6)。

工場内塗装

塗料の供給配管の見直し

● VOC削減効果

～10%

低←1 2 3 4 5→高

● イニシャルコスト

～10 万円

低←1 2 3 4 5→高

● ランニングコスト

(運転費)

変わらない

低←1 2 3→高

● ランニングコスト

(資材購入費削減効果)

洗浄溶剤購入費

～70%削減

低←1 2 3→高

● 作業環境改善効果

効果あり

低←1 2 3→高

ポイント！

塗料の供給配管長さの見直しや、剥離性のよいホースに変更することで、色替えや洗浄時の廃塗料や洗浄溶剤の量が削減できます。

解説

[対策①: 供給配管の長さや径を見直す]

供給配管の短縮や径の縮小で、配管内に残る塗料の量が減り、その結果、廃塗料の発生や洗浄溶剤の使用量を減らせます。

塗料タンクはスプレーガンのなるべく近くに置き、供給配管の長さの短縮や径の縮小について検討しましょう。

[対策②: フッ素樹脂製のホースの使用]

塗料供給配管にフッ素樹脂ホースを使用すると、塗料が付着しにくく、容易に洗浄できるので、洗浄溶剤の使用量を削減できます。

[対策③: 同じ供給ホースに色味の近い塗料を使用する]

同じ供給ホースに対して色味の近い塗料を使用することにより、色替え時の洗浄溶液の使用量を削減できます。

<供給配管の見直しによるVOC削減事例>

参考文献	対策	取組内容	VOC削減効果	ランニングコスト
[1]	対策①	ホースの長さ 5m→4m	洗浄用シンナーの使用量 280g→250g 11%削減	洗浄用シンナーの購入費用 61 円→55 円 10%削減
[1]	対策②	ホースの材質 ウレタン→フッ素樹脂	洗浄用シンナーの使用量 280g→129g 54%削減	洗浄用シンナーの購入費用 61 円→28 円 54%削減
[1]	対策① 対策②	ホースの材質・内径 ウレタン6-8mm→ フッ素樹脂4-6mm	洗浄用シンナーの使用量 280g→61g 78%削減	洗浄用シンナーの購入費用 61 円→13 円 79%削減
[2]	対策①	ホースの長さ 5m→3.5m	塗料廃棄量 (色替え 10 回あたり) 2,600g→1,900g 27%削減	塗料購入費用 (色替え 10 回あたり) 1,570 円→1,140 円 27%削減

(出典:脚注の参考文献[1][2]より作成)

参考文献:[1]神奈川県公害防止推進協議会,揮発性有機化合物(VOC)対策講演会資料,平成19年度/平成20年度.

[2]揮発性有機化合物(VOC)排出削減対策セミナー(福井県主催)講演資料「塗装工程におけるVOC削減対策のメリットと具体的事例」,平野克己(日本塗装機械工業会),平成23年2月.

工場内塗装

塗料の供給方式の見直し

● VOC削減効果

5～10%



● イニシャルコスト

～1,000万円



● ランニングコスト (運転費)

10万円/未満



● ランニングコスト (資材購入費削減効果)

洗浄溶剤購入費用
30～70%削減



● 作業環境改善効果

効果あり



ポイント！

塗料の供給方式を変更することにより、色替えや洗浄時の廃塗料や洗浄溶剤の量が削減できます。

解説

[対策①: 複数台のペイントポンプ設置、内缶の使用]

ペイントポンプが1台しかない場合は、複数台のペイントポンプを導入して、色ごとに異なるペイントポンプを使うようにすれば、色替えの際に使うペイントポンプの洗浄溶剤の量を削減することができます。

また、ペイントポンプを使うときには、ペイントタンクに直接、塗料を入れるのではなく、その内側にもう一重、缶を置くようにしましょう。色ごとに異なる缶を用意することによって、色替えの際に使うペイントタンクの洗浄溶剤の量を削減することができます。

[対策②: 供給回路の導入]

頻繁に色替えする塗料がある場合は、塗料の供給回路を増設することによって、色替えロスを低減できます。

短時間で洗浄、色替えができるので、作業時間を短縮でき、洗浄用シンナーの節約にもつながります。また、塗装ブースから出入りすることなく色替えができるので、ほこり対策にもなり、歩留まりアップにつながります。装置の価格は200万円程度です(4色切り替えのバルブ)。

ただし、塗装頻度が低く、供給回路を長時間使わないでいると、塗料の沈着や性状の変化が生じることがあります。また、ブースが狭いと、ブース内が配管で混雑する場合があります。

また、内部に鏡面仕上げやフッ素樹脂加工を施し、洗浄性を向上させたダイアフラムポンプや、塗料溜まりの少ない内部構造のカラーチェンジバルブが商品化されています。

[次ページに続く]

工場内塗装

塗料の供給方式の見直し 【続き】

● VOC削減効果

5～10%



● イニシャルコスト

～1,000万円



● ランニングコスト

(運転費)

10万円/未満



● ランニングコスト

(資材購入費削減効果)

洗浄溶剤購入費
30～70%削減



● 作業環境改善効果

効果あり



[対策③: クイックジョイント付き製品を採用する]

スプレーガンと塗料供給回路がクイックジョイントでつながれた塗装機器を採用し、洗浄時にスプレーガンを取り外して洗うことで、洗浄溶剤の使用量を削減できます。

[対策④: ホッパー式ダイアフラムポンプを導入する]

ホッパー式のダイアフラムポンプは、塗料タンクより低い位置にポンプがある構造のダイアフラムポンプです。タンク内の塗料を残さず供給することができます。

ホッパー式の価格は10万円程度で、従来の吸い上げ式のポンプより少し高めの値段です。

[対策⑤: 自動調合機の導入]

2液型塗料については、ガンからの吐出に必要な量をその都度自動で調合する自動調合機が商品化されています。

自動調合機を使用することで塗料ロスが削減されます。また、密閉空間で調合を行うため、VOCの揮発も抑えられます。塗料を大量に使用する際は特に効果的です。

[対策⑥: 使い捨て袋・カップの利用]

カップガンのカップに使い捨てのポリ袋をかぶせたり、使い捨てカップを使用することで、洗浄溶剤の使用量が少なくなり、VOCの排出が抑制されます。ポリ袋の値段は1枚10円程度、使い捨てカップの値段は1個160円程度です。

[対策⑦: 塗装機器の適正化]

自社の塗装規模に合った(大きさ等)塗装機器を使用することで、洗浄溶剤の使用量削減につながります。たとえば、機器更新時に小さいポンプに切り替えることを検討しましょう。

参考文献:[1]第9回CEMA技術シンポジウム講演(日本塗装機械工業会主催)資料「塗装工程におけるVOC削減技術」、島田哲也、2008.10.24.

工場内塗装

ロボット・レシプロ塗装 における工程改善 新

◆ VOC削減効果

状況によって変動する

低←1 2 3 4 5→高

◆ インニシャルコスト

500 万円～

低←1 2 3 4 5→高

◆ ランニングコスト

(運転費)

変わらない

低←1 2 3→高

◆ ランニングコスト

(資材購入費削減効果)

塗料購入費削減率は
状況によって変動する

低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

効果低い

低←1 2 3→高

ポイント！

ロボット塗装やレシプロ塗装は生産性が高いため、VOCの使用量・排出量が多くなります。スプレーガンとは異なるVOC対策も必要となります。

解説

<ロボット塗装>

[対策①: 被塗物間を狭める]

被塗物を可能な限り隙間なく置くことで塗装ロスが低減され、VOCの排出量が少なくなります。

<レシプロ塗装>

[対策①: 被塗物間を狭める]

被塗物を可能な限り隙間なく置くことで塗装ロスが低減され、VOCの排出量が少なくなります。

[対策②: 塗料供給経路に減圧弁を導入する]

レシプロ塗装は機器の高さを上下させるので圧力変動により吐出量変動します。そのため、膜厚を精緻に管理していない場合、高い場所の膜厚が薄くならないように調整することとなり、低い場所の膜厚が厚くなります。

レシプロケーターの塗料供給経路に減圧弁を導入することで、無駄な厚塗りを防ぐことができます。

[対策③: 形状認識機能を導入する]

レシプロケーターに形状認識機能を導入すると塗着効率が上昇します。形状認識機能は後付け可能ですが、500 万円以上のコストがかかります。

メリット

塗着効率の向上は、塗料使用量の削減につながります。

関連事項

・「2-3 スプレー作業の改善による塗着効率の向上」も参照してください。

工場内塗装

交換・洗浄作業における揮発防止

◆ VOC削減効果

5～10%



◆ イニシャルコスト

①②④～1万円

③～100万円



低←1 2 3 4 5→高

◆ ランニングコスト

(運転費)

変わらない



◆ ランニングコスト

(資材購入費削減効果)

洗浄溶剤購入費用
30～70%削減



◆ 作業環境改善効果

効果あり



ポイント！

洗浄作業の工夫により、洗浄溶剤の使用量を削減できます。

解説

VOCの排出抑制のためには、塗装工程の管理だけでなく、塗料の交換時や塗装機材の洗浄時の管理も重要です。

[対策①: 洗浄溶剤の少量化]

洗浄用の溶剤は、一度に大量に使うよりも、少量ずつ回数を多くした方が溶剤の使用量が少なくて済みます。

[対策②: 塗装用ホース洗浄時のエア混合]

塗装用ホース洗浄時に、洗浄溶剤にエアを混ぜると、使用する洗浄溶剤の量が少なくて済みます。

[対策③: 洗浄溶剤の回収・再利用]

洗浄に使った溶剤(廃シンナー)をふたの付いた缶などに貯めておき、それを分離器で塗料と溶剤に分けると、溶剤は再利用でき、溶剤の使用量を減らせます。分離器は市販されています。

＜洗浄溶剤を回収・再利用した事例＞

参考文献	取組内容	VOC・ランニングコスト削減効果
[1]	工場全体で洗浄や清掃に使用したシンナーを真空式蒸留再生装置により蒸留再生	7ヶ月で溶剤購入費用 412 万円削減。(1ヶ月あたり約 59 万円)
[2]	溶剤回収装置を導入し、溶剤を再利用した結果、溶剤購入量を削減した事例	年間溶剤使用量15kL削減。年間溶剤購入費用約 240 万円削減。

(出典:脚注の参考文献[1][2])

[対策④: スプレーガン使用直後の洗浄の励行]

塗料がスプレーガン内で乾燥すると、洗浄しにくくなります。スプレーガンを使用したらすぐに洗うことを励行するだけでも洗浄溶剤の使用量削減に対して十分な効果があります。

メリット

洗浄溶剤の使用量削減や回収・再利用は、溶剤購入費用の削減にもなります。

関連事項

・「2-11 スプレーガン洗浄機の導入」も参照してください。

参考文献:[1]肝付智子((株)コーベックス), 我が社の溶剤回収装置の活用事例, 塗装技術, 53(4)2014.4.

[2]平成 25 年度VOC排出抑制講習会(経済産業省中部経済産業局主催)講演資料「塗装機および塗装技術によるVOC対策」, 旭サナック株式会社, 平成 26 年1月.

工場内塗装

スプレーガン洗浄機の新導入

◆ VOC削減効果

～10%

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

20 万円程度

低←1 2 3 4 5→高

◆ ランニングコスト

(運転費)

変わらない

低←1 2 3→高

◆ ランニングコスト

(資材購入費削減効果)

洗浄溶剤購入費

90%程度削減

(溶剤を再利用した場合)

低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

効果あり

低←1 2 3 →高

◆ 新たに必要スペース

～1 m²

小←1 2 3→大

ポイント！

スプレーガン洗浄機を使用すると洗浄溶剤の使用量が減少しますので、VOCの排出が抑えられます。

解説

スプレーガン洗浄機を使用すると、捨て吹きした場合に比べて、洗浄時のVOC排出量が約1/10 になります。

洗浄溶剤を再生・再利用すれば洗浄溶剤の購入費用が節約されますが、再利用しなくても、産業廃棄物(廃油)として焼却処分すれば、VOCの排出量を抑制できます。

スプレーガン洗浄機には1槽式と2槽式があります。2槽式は下洗い用の槽と、仕上げ洗い用の槽を分けて使用することができるため、洗浄性が高くなります。

<スプレーガン洗浄機外観(例)>



(出典:メーカーHP)

<スプレーガン洗浄機内部(例)>



(出典:地方独立行政法人 東京都立産業技術研究センター提供資料)

メリット

洗浄溶剤を再生・再利用すれば、洗浄溶剤購入費用の削減にもなります。ミストや臭いの飛散防止になり、作業環境の改善にも効果があります。

工場内塗装

保管・貯蔵における揮発防止

◆ VOC削減効果

～5%



低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

～1万円



低←1 2 3 4 5→高

◆ ランニングコスト

(運転費)

変わらない



低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

効果低い



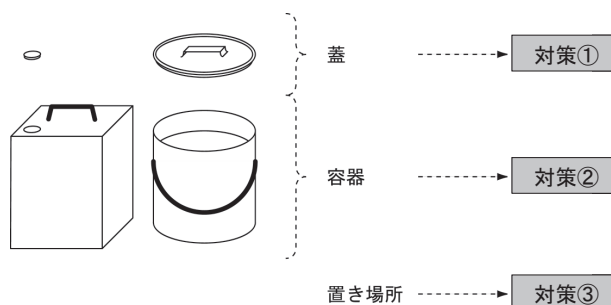
低←1 2 3→高

ポイント！

塗料の入った容器の蓋をしっかりと閉め、保管・管理を徹底し、蒸発ロスをなくします。

解説

VOCの排出抑制のためには、塗装工程の管理だけでなく塗料の保管・貯蔵時の管理も重要です。



[対策①: 塗料缶・容器の蓋閉め励行]

塗料や溶剤の入った缶・容器は、必要なとき以外は、蓋をしっかりと閉めて、溶剤が揮発しないようにしましょう。

[対策②: 容器や栓・蓋の材質の確認]

塗料を保管・貯蔵する容器は丈夫な材質のものを使い、容器の破損や栓・蓋の外れによって塗料や溶剤が漏洩しないようにしましょう。プラスチック容器は溶剤の種類によっては膨潤し、壊れることがあるので注意しましょう。

[対策③: 作業場での容器の置き場所の確認]

塗料や溶剤を小分けした容器を作業場に置く場合、温度が上昇すると中身が膨張して漏れることがあります。そのため、塗料・溶剤は適度な空間をもたせて密閉し、直射日光を避け、風通しのよい場所に保管しましょう。必要に応じて、冷却装置などを設置しましょう。

[対策④: 塗料スラッジの定期的な清掃と保管時の適正化]

塗装ブースから出る塗料スラッジは、毎日回収して密閉容器に入れるようにしましょう。スラッジ処理装置を使えば、塗料スラッジを自動的に分離・除去することができます。スラッジ処理装置は市販されています。

メリット

蒸発ロスを減らすことは、塗料や洗浄溶剤の購入費用の削減にもなります。

月1.5万円、年間に換算すると18万円のコストダウンとなった事例があります(脚注の参考文献[1]参照)。

原材料の転換（総論） 新

工場内塗装

◆ VOC削減効果

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

低←1 2 3 4 5→高

◆ ランニングコスト

低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

低←1 2 3→高

ポイント！

VOCの含有量が少ない塗料を用いることで、VOC排出量を大幅に削減できます。

解説

低VOC塗料に転換することで、塗料中のVOC成分が少なくなり、大幅なVOC削減効果が見込めます。

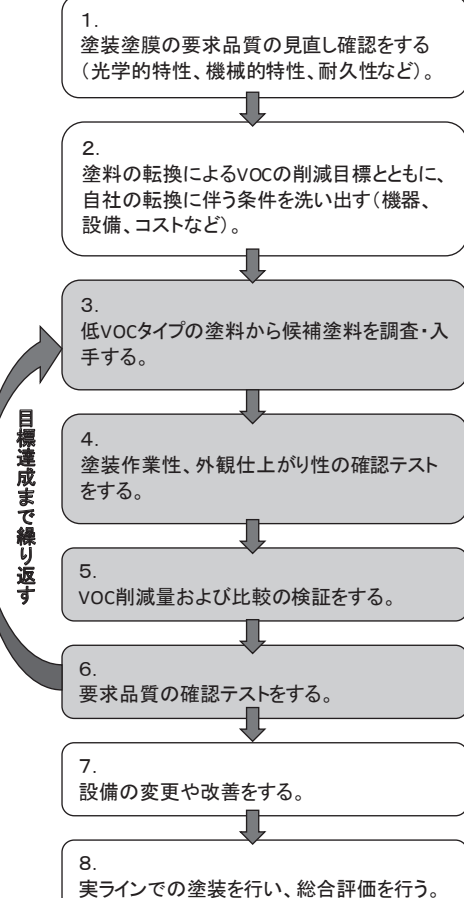
従来型の塗料を用いる際は、希釈用シンナーの使用量を見直すことにより、塗料調合後の溶剤量を減らすことができます。

代表的な低VOC塗料として、ハイソリッド塗料、粉体塗料、水性塗料があります。

低VOC塗料への転換は、VOC削減効果だけではなく、塗装性や塗膜性能を確認しながら進めていく必要があります。

その際のフローを右の図に示します。

＜低VOC塗料への転換 フロー＞



(出典:脚注の参考文献[1])

工場内塗装

ハイソリッド塗料への転換

◆ VOC削減効果

20～30%

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

～1万円

低←1 2 3 4 5→高

◆ ランニングコスト

(運転費)

変わらない

◆ 作業環境改善効果

効果あり

低←1 2 3→高

ポイント！

ハイソリッド塗料は、通常の塗料よりも不揮発成分が多いので、VOCの排出量を抑制できます。

解説

ハイソリッド塗料は、通常の塗料よりも不揮発分の含有率が高い(70%以上とされている)塗料です。ハイソリッド塗料は、従来の溶剤型塗料に比べて、VOC排出量をほぼ3割～6割程度まで抑制することができます。

塗料メーカーによっては、「ハイソリッド塗料」という名称で製品展開しておらず、これまで販売してきた一般的な塗料をハイソリッド化している場合があります。

また、ハイソリッド塗料は従来の塗装設備を大幅に変更しなくても使用できます。

＜ハイソリッド塗料の特徴＞

長所	短所	短所を補うための対策
- 既存設備を大幅に変更することなく利用できる。 - 艶感を向上できる(乾燥炉での体積収縮が少ないため)。 - 一度に厚膜に塗装できる。 - 塗膜となる不揮発成分が多いため、塗料使用量が削減できる。	- 色替えの際、塗料の固形分濃度が高い分、塗料(固形分)のロスが多くなりやすい。 - 粘度が若干高いので、洗浄性が悪く、洗浄シンナーの使用量が増加する場合があります。 - 粘度が若干高いので、微粒化悪く、きれいな塗膜肌を得るのが難しい。	- 乾燥炉の温度を調整する。 - スプレーガンのノズルやエアキャップを改良する。 - エア流量を増加する。アシストエアを使用する。

(出典:脚注の参考文献[1])

留意事項

- 2液タイプの塗料においては、作業可能な時間に制限がある場合があるので、粘度変化や発熱等に注意する必要があります。
- 粘度変化に対しては、ガンの空気量や圧力、被塗物との距離等、適切な塗装条件に設定する必要があります。
- 「2-2 スプレーガンのタイプ選択による塗着効率の向上」、「2-3 スプレー作業の改善による塗着効率の向上」、「2-4 研修による塗装技能向上」などの抑制策を実施して塗着効率を向上させることで、ハイソリッド塗料への転換によるVOC削減効果は大きくなります。

参考文献:[1]牧原稔「前処理・塗装ライン設計・施工実用ハンドブック」理工出版社(2012)。

[2]木下 稔夫, ハンドスプレー塗装におけるVOC削減の手法, 塗装技術, 47(7),2008.7.

工場内塗装

粉体塗料への転換

◆ VOC削減効果

～90%

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

1,000万円～

低←1 2 3 4 5→高

◆ ランニングコスト

(運転費)

変わらない

低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

効果高い

低←1 2 3→高

ポイント！

粉体塗料は、有機溶剤を含まない塗料なので、VOCは発生しません。

解説

粉体塗料は粉末状の塗料で、有機溶剤を含まず、固形分のみの塗料です。塗料の回収・再利用が可能であることや高度な塗装テクニックを必要としないというメリットがあります。

導入に際しては、専用のスプレーガンや帯電装置を導入することが必要であり、品質面、作業効率面、安全衛生面等のチェックが必要となります。また、塗料を回収する場合は専用の塗装ブースを導入する必要があります。

静電ハンドガンを使用すると、手元で電流・電圧を調整できるため、複雑な形状を塗る際の塗装漏れが低減されます。

また、最近、小規模塗装向けのスプレーガン(トリボ式)が商品化されています。粉体塗料の購入についても、1色あたり15kgから注文できるようになっています。

<粉体塗料の特徴>

長所	短所
・非塗着塗料の回収、再利用が可能。 ・高度な塗装テクニックが不要。 ・溶剤臭が出ない。 ・ワキやタレが発生しにくく、季節を問わず色調の安定した塗膜になる。 ・厚塗りが容易。	・現場での調色が困難である。 ・金属塗装では焼付温度は問題にならないが、樹脂への塗装には使用できない。 ・被塗物に塗着した粉体を回収・再利用する場合は色替え時間が長くなる。 ・薄膜化は進んでいるが、ネジ穴のある被塗物等を塗装する場合では厚い膜厚が問題になる。

(出典:脚注の参考文献[1]など)

<粉体塗料の各種塗装方法の特徴>

方式	長所	短所	用途
コロナ帯電塗装法	塗料の選択性に比較的限制がない。	ファラデーケージ(凹部入り込み不良)や逆電離現象(静電反発)があるが、近年、改善されつつある。	最も多く使用されている方式である。
摩擦(トリボ)帯電塗装法	凹部への塗着性が良い。	塗料のタイプ・湿度・回収塗料などで帯電率が変化することがある。	複雑な形状への塗装や塗膜高外観が要求される塗装に適している。

粉体塗料は一般の溶剤塗料に比べてkg当たりの単価が高く、静電粉体塗装装置の導入により電気代も発生しますが、粉体塗料の100%近くが固形分なので、同じ膜厚で塗装した場合、塗料の使用量が削減されます。また、希釈用溶剤や洗浄溶剤を使用する必要がなくなるため、塗装工程全体のランニングコストはほとんど変わりません。

メリット

塗料回収装置を導入すると塗料代が4割程度削減されます。ただし、専用の塗装ブースを導入することになりますので、2,000万円程度必要となります。

留意事項

- ・安全衛生上、粉塵対策が必要となります。
- ・小規模ロット生産は色替えが多いため、回収装置を導入すると色替えに時間がかかり、生産効率が低下します。

工場内塗装

水性塗料への転換

◆ VOC削減効果

70～80%

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

10～1,000万円

低←1 2 3 4 5→高

◆ ランニングコスト

(運転費)

2倍～

低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

効果高い

低←1 2 3→高

ポイント！

水性塗料への転換により、VOCの排出量を大幅に抑制できます。

解説

水性塗料には、水溶性塗料とエマルジョン塗料があります。水溶性塗料は、アルコール系やグリコール系の溶剤を含有しますが、エマルジョン塗料についても、凍結防止剤や造膜助剤としてアルコール系溶剤をわずかに含みます。

水性塗料は浸漬塗装などで利用されており、例えば、バリケードなどの安全機材、機械部品、自動車部品などの塗装に使われています。

導入に際しては、塗装作業性、性能面、仕上がり面等での品質上の確認が必要となります。また、水性塗料を静電塗装する場合には、専用のスプレーガンや帯電装置などを導入する必要があります。

<水性塗料の特徴>

長所	短所	短所を補うための対策
・ ウォーターブースを使用している場合、既存の設備を部分的に活用できる。 ・ 色替えが容易である。 ・ 設備の防爆構造を軽減できる。	・ 排水処理が必要となる。 ・ ラインの改造が必要となる場合がある。 ・ タレ、ワキなどのトラブルが発生しやすい。 ・ 素材への濡れ性が悪く、少しの汚れでハジキや付着不良を起こしやすい。 ・ 乾燥が遅い。 ・ ウォーターブースを使用していない場合、ウォーターブースの新規導入が必要となる。	・ 温度、湿度の管理を行う ・ 脱脂を念入りに行う。 ・ 予備乾燥設備を導入する。 ・ 塗料を泡立てない。 ・ 塗料の粘度を上げる。

(出典:脚注の参考文献[1][2])

留意事項

- ・ 排水処理について留意する必要があります。
- ・ 塗装ブースの変更が必要となる場合があります。
- ・ 空調で温度や湿度を適切に制御できないと塗膜品質を維持できません。
- ・ 静電ガンを使用する場合は、感電防止のため 1.0～1.5m四方以上のスペースが必要となります。

関連事項

- ・ 「2-2 スプレーガンのタイプ選択による塗着効率の向上」も参照してください。

排ガス処理装置の導入（総論）

工場内塗装

● VOC削減効果

—

低←1 2 3 4 5→高

● イニシャルコスト

—

低←1 2 3 4 5→高

● ランニングコスト

—

低←1 2 3→高

● 作業環境改善効果

—

低←1 2 3→高

● 新たに必要スペース

—

小←1 2 3→大

ポイント！

排ガス処理装置は、これまで悪臭や有害ガスの対策を目的として開発が進められており、燃焼式や活性炭吸着式は既に技術として確立しています。処理効率は高く、VOCの処理にも適用可能です。

解説

代表的な排ガスの処理方法に、燃焼式と活性炭吸着式があります。

それぞれの処理方式によって、処理に適した排風量や排ガス中のVOC濃度などが異なりますので、導入の際には、これらの条件を考慮して検討することになります。

塗装ブースは低濃度で大風量の排ガスが発生しますので、燃焼装置の前に、吸着材等で排ガスを濃縮する装置の設置が必要となることがあります。排ガスの濃縮による爆発の対策として、排ガス処理装置は爆発下限よりも十分低い値までしか濃縮しない設定になっています。

乾燥炉については、より濃度の高い排ガスが発生しますので、燃焼前の濃縮が不要となる場合が多いです。

活性炭吸着式は溶剤を回収・再利用するシステムですが、単一成分の比率が高い溶剤でないと再利用することが困難です。

実際に排ガス処理装置を設置する場合は処理装置メーカーに相談するなど、事業所の実態にあわせて詳細に検討する必要があります。

留意事項

- ・VOCの種類、排ガス中の濃度と処理風量により、適した処理方法や処理装置の大きさが決まります。処理風量が大きくなると処理装置が大きく、価格も高くなるので、空気で薄まらないように、なるべく高濃度のままで処理装置まで導くことが重要です。

工場内塗装

排ガス処理装置（燃焼式）の導入

● VOC削減効果

70%～

低←1 2 3 4 5→高

● イニシャルコスト

980 万～2 億円

（右下の例より）

低←1 2 3 4 5→高

● ランニングコスト

（運転費）

約3～50 万円/月

※塗装ブースの排ガス処理
の場合は25 万円以上
（右下の例より）

低←1 2 3→高

● 作業環境改善効果

変わらない

低←1 2 3→高

● 新たに必要スペース

1～10m²

小←1 2 3→大

ポイント！

可燃性のVOCを燃焼して処理できます。

解説

燃焼装置は、直接燃焼法、触媒燃焼法、蓄熱燃焼法に分類されます。

また、処理風量が大きくなると、処理装置は大きくなり価格も高くなるので、処理装置の前に濃縮装置を設置するなど、処理風量を減らす工夫をしましょう。

なお、乾燥炉を設置する際に、排ガス処理を行う前提で設計すると、乾燥炉の加熱に使用した熱を排ガス処理時の熱源としても利用できるようになります。乾燥炉の設備更新の際に、排ガス処理装置の設置を検討しましょう。

排ガス処理装置を後付する場合は、白金触媒を既設の乾燥炉に後付けできるものが商品化されています。

＜各種処理装置の特徴＞

	直接燃焼法	触媒燃焼法	蓄熱燃焼法	濃縮＋燃焼
処理方法	バーナーによる直接加熱。処理温度 650～760℃	触媒を使用し、低温で接触酸化。処理温度 300～400℃	蓄熱体により熱交換後、燃焼室で酸化。処理温度 800～900℃	吸着剤に吸着後、脱着濃縮して燃焼。
適用濃度	10,000～20,000ppmC (トルエン換算)	3,500～20,000ppmC (トルエン換算)	3,500～20,000ppmC (トルエン換算)	700～7,000ppmC (トルエン換算)
効率	98～99%以上	95～99%以上	95～99%以上	80～95%以上
設置スペース	中	中	中	大
設備重量	小	中	中～大	中～大
初期投資額	小	中	大	大
熱回収率	50～65%	50～65%	85～95%	50～95%
燃料費	大	小～中	小	小
消費電力	小	中	大	中

＜排ガス処理装置の例(触媒燃焼方式)＞

例	1	2	3
最大処理風量(m ³ /min)	2,000	290	50
装置面積(m ²)	200	6.34	1.53
イニシャルコスト	2億円	1,500 万円	980 万円
ランニングコスト	50 万円/月	25.3 万円/月	2.74 万円/月

（出典：脚注の参考文献[1]）

注）イニシャルコスト・ランニングコストはあくまでも参考値です。

留意事項

- ・ 塗装ブースの排ガスを触媒燃焼法で処理する場合は、触媒の被毒を防ぐためミストフィルターを設置し、ミストを除去する必要があります。

参考文献：[1]「VOC排出削減支援ツール（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）※2015 年 10 月現在休止中」より抜粋，転載：東京都地域結集型研究開発プログラム「都市の安全・安心を支える環境浄化技術開発」環境評価分科会報告書「VOC排出対策ガイド-基礎から実践・評価まで」，独立行政法人科学技術振興機構/東京都/地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター，平成 25 年3月。

排ガス処理装置（活性炭回収装置）の導入

● VOC削減効果

70%～

低←1 2 3 4 5→高

● イニシャルコスト

300 万～3,000 万円
(右の例より)

低←1 2 3 4 5→高

● ランニングコスト (運転費)

21 万～30 万円/月
(右の例より)

低←1 2 3→高

● ランニングコスト (資材購入費削減効果)

溶剤購入費用
70%以上削減
(再利用した場合)

低←1 2 3→高

● 作業環境改善効果

変わらない

低←1 2 3→高

● 新たに必要スペース

1～10m²

小←1 2 3→大

ポイント！

排ガス中のVOCを回収できます。

解説

活性炭回収装置は、活性炭を充填したフィルターに排ガスを通して、溶剤ガスを吸着除去し、その後、蒸気等で脱着し、溶剤を回収する装置です。回収装置そのものの回収率は高く、95%以上あります。

活性炭を使用し続けると吸着能力が低下するので、定期的に交換が必要です。

<排ガス処理装置の例(活性炭回収装置)>

例	1	2	3
方式	粒状活性炭	吸着材交換方式	粒状活性炭
最大処理風量(m ³ /min)	1,000	100	60
装置面積(m ²)	10	6	12
イニシャルコスト	1,600 万円	300 万円	3,000 万円
ランニングコスト	30 万円/月	30 万円/月	21 万円/月

(出典:脚注の参考文献[1])

注)イニシャルコスト・ランニングコストはあくまでも参考値です。

メリット

単一成分の比率が高い溶剤の場合、回収した溶剤は再利用することができ、コストの削減になります。

参考文献:[1]「VOC排出削減支援ツール(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)※2015 年 10 月現在休止中」より抜粋,転載:東京都地域結集型研究開発プログラム「都市の安全・安心を支える環境浄化技術開発」環境評価分科会報告書「VOC排出対策ガイド-基礎から実践・評価まで」,独立行政法人科学技術振興機構/東京都/地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター,平成 25 年3月.

索引（工場内塗装）

アルファベット

VOC警報器	6
VOC測定機	5

あ行

色替え	7
インバーター	11
運行速度	9
エア圧力	9
エアエアレス	8
エアレス	8
エマルション塗料	23
オーバースプレー	8,10

か行

活性炭回収装置(排ガス処理装置)	24,26
カップガン	8
カップガン用使い捨て袋・カップ	15
カラーチェンジバルブ	14
技能検定	10
供給回路	14
供給配管	13
供給方式	14
鏡面仕上げ	14
局所排気装置	11
クイックジョイント	15
形状認識機能(レシプロ塗装)	16
減圧弁(レシプロ塗装)	16
検知管	5
研修	10
高塗着型スプレーガン	8
ゴミ・ブツ	12
コロナ帯電塗装法	22

さ行

自動調合機	15
シンナー拭き用ガーゼ・布	12
水性塗料	23
水溶性塗料	23
スプレーガン	7
スプレーガン洗浄機	18
スプレーガンの洗浄	17
静電ガン	8
セミナー	10
洗浄作業	17
洗浄溶剤の回収・再利用	17
洗浄溶剤の少量化	17

た行

ダイアフラムポンプ	14
調色	7
低VOC塗料	20
低圧エアスプレー	8
東京都VOC対策アドバイザー派遣制度	6
東京都みらいの名工育成プログラム	10
塗装機器の適正化	15

塗装技能	10
塗装ブース	11
塗着効率	8,9,10,11
塗料スラッジ	19
塗料吐出量	9
塗料のろ過	12

な行

燃焼式(排ガス処理装置)	24,25
濃度測定	5

は行

排出実態	5
ハインソリッド塗料	21
パターン幅	9
被塗物との角度	9
被塗物との距離	9
フィルター目詰まり	11
風速計	11
プッシュプル型換気装置	11
フッ素樹脂加工	13,14
歩留まり	12
不良品	12
粉体塗料	22
ペイントタンク	14
ペイントポンプ	14
法定制御風速	11
ホッパー式ダイアフラムポンプ	15

ま行

摩擦(トリボ)帯電塗装法	22
--------------	----

や行

容器の置き場所	19
容器の蓋閉め	19
容器や栓・蓋の材質	19

ら行

レシプロ塗装	16
ロボット塗装	16