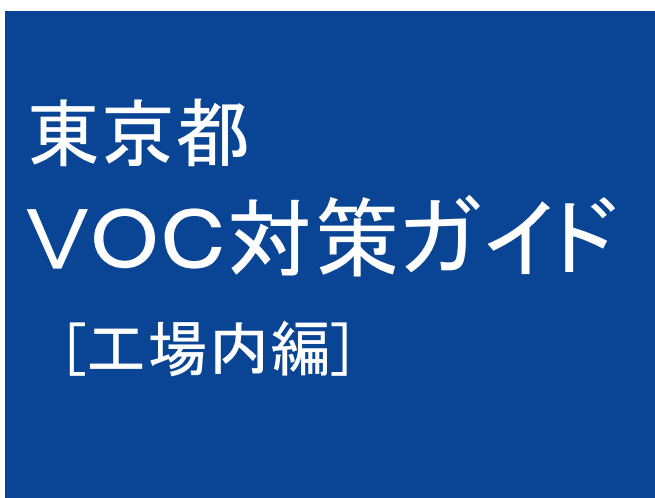
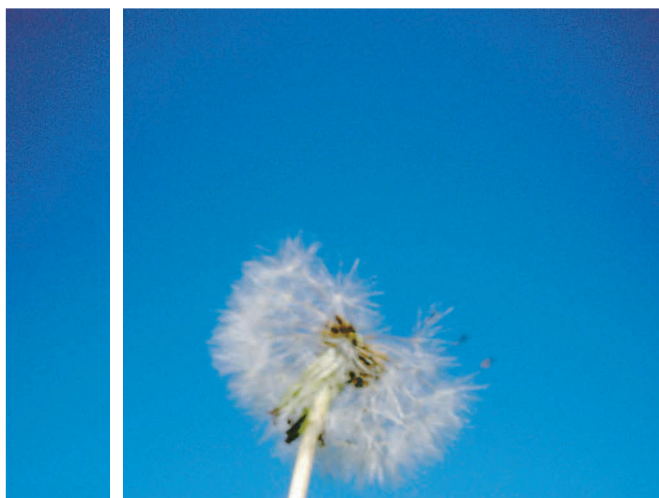
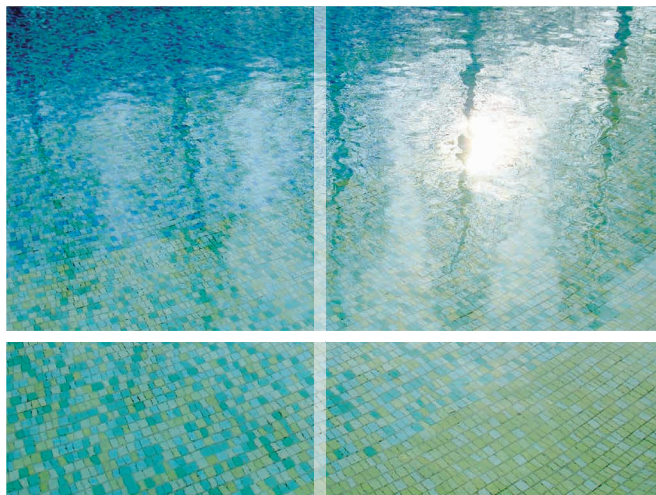




東京都VOC対策ガイド [工場内編] (改訂版)

はじめに

東京の大気環境は、ディーゼル車規制などの実施により、深刻な状況にあった道路沿道の浮遊粒子状物質が大幅に低下するなど、全般的に改善されてきています。しかし、光化学オキシダントについてはいまだに都内全局で環境基準を達成できておらず、夏季には「光化学スモッグ注意報」が発令されています。

光化学オキシダントは、揮発性有機化合物（VOC）や窒素酸化物が太陽の紫外線を受けて光化学反応により生成する大気汚染物質です。このため自動車対策などによる窒素酸化物の排出削減と同時に、VOCの排出削減を進めることが必要になります。

また、VOCは大気中で粒子化し、浮遊粒子状物質（SPM）や微小粒子状物質（PM_{2.5}）の主要な原因物質の一つにもなっています。さらに、VOCにはそれ自体が有害物質であるものも多く含まれています。

平成16年5月の大気汚染防止法改正により、法規制と事業者の自主的取組による排出抑制が進んだ結果、VOCの大気への排出量は減少し、環境中のVOC濃度には改善が見られています。しかし、光化学オキシダントやPM_{2.5}の環境基準達成率は依然として低く、東京の大気環境を一層改善するためには更なるVOC排出削減の推進が必要です。

都は、平成18年4月に「東京都VOC対策ガイド[工場内編]」を作成し、広く御活用をいただいておりますが、発行から10年が経過し、業種や企業規模により排出削減の進捗が異なっていることや、VOC排出抑制の技術も進歩していることからガイドの改訂を行いました。

今回の改訂では、最新の技術動向に合わせ掲載する具体的な排出抑制策を見直すとともに、ガイド全般にわたって排出抑制策導入時の作業環境改善に関する情報を追加するなど、より工場からのVOC排出削減に取り組みやすい内容としました。

これまでのガイドと同様に、本ガイドが広く活用され、事業者の方々に効果的な排出抑制対策に取り組んでいただくことで、工場におけるVOCの排出抑制が更に推進されることを期待します。

平成28年3月
東京都環境局環境改善部

目 次

このガイドの使い方	i
1 目的	i
2 ガイドの構成	i
3 抑制策の考え方	i
4 凡例	iv
I 工場内塗装	1
■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	5
1 抑制策の選択	
1-1 排出実態の把握 新	5
2 工程・設備の改善	
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	
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	
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
II 印刷	29
■VOC発生要因のチェック	30
■VOC排出抑制策一覧	33
■個別の抑制策の説明	35
1 抑制策の選択	
1-1 排出実態の把握 新	35
1-2 GP認定制度の活用 新	37

※今回改訂で新たに追加した抑制策タイトルには「**新**」のマークを付しています。

2	工程・設備の改善	
2-1	校正時の排出削減 新	38
2-2	色・粘度調整時の揮発防止	39
2-3	版(シリンダー)の浅版化	40
2-4	印刷機周辺の風の低減	41
2-5	インキパンなどの開口面積の縮小	43
2-6	局所排気による過剰吸引の防止	44
2-7	洗浄作業における揮発防止	45
2-8	洗浄方法の見直し 新	46
2-9	廃ウエスからの溶剤回収・再生装置の導入 新	47
2-10	保管・貯蔵・廃棄時における揮発防止	48
3	原材料の転換	
3-1	UVインキへの転換	49
3-2	水性インキへの転換	50
3-3	VOC低減インキへの転換	51
3-4	IPAレス湿し水への転換	52
3-5	水なし印刷システムへの転換	53
3-6	ハイソリッド・無溶剤型・水性接着剤への転換	54
3-7	低VOC洗浄剤への転換	55
4	処理装置の導入	
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)	56
4-2	排ガス処理装置(活性炭回収装置)の導入	57
■	索引	58
Ⅲ	金属等脱脂洗浄	59
■	VOC発生要因のチェック	60
■	VOC排出抑制策一覧	61
■	個別の抑制策の説明	63
1	抑制策の選択	
1-1	排出実態の把握 新	63
1-2	EVABAT システムの利用 新	64
2	工程・設備の改善	
2-1	洗浄剤漏出の有無の点検 新	65
2-2	洗浄作業に入る前の確認	66
2-3	起動手順、停止手順の確認	67
2-4	冷却水温度・流量の適正化、冷水装置の設置	68
2-5	被洗浄物の置き方の工夫	69
2-6	洗浄剤の交換・充填における揮発防止	70
2-7	洗浄機周辺の風の低減	71
2-8	局所排気による過剰吸引の防止	72
2-9	フリーボード比の確保	73
2-10	被洗浄物の引上げの低速化	74
2-11	蒸気洗浄後のドゥエル	75
2-12	蓋・部分的な覆いの設置	76
2-13	洗浄剤の保管・貯蔵における揮発防止	77

3	原材料の転換	
3-0	洗浄剤の見直し(総論) 新	78
3-1	炭化水素系洗浄剤への転換 新	79
3-2	水系洗浄剤への転換	80
4	処理装置の導入	
4-1	排ガス処理装置(活性炭回収装置)の導入	81
4-2	排ガス処理装置(深冷凝縮回収装置)の導入	82
4-3	密閉式洗浄装置の導入	83
■	索引	84
IV	ドライクリーニング	85
■	VOC発生要因のチェック	86
■	VOC排出抑制策一覧	87
■	個別の抑制策の説明	89
1	抑制策の選択	
1-1	排出実態の把握 新	89
2	工程・設備の改善	
2-1	前処理および染み抜き作業の必要性の見直し	90
2-2	クリーニング液の交換・充填における漏出防止	91
2-3	クリーニング液の冷却	92
2-4	被洗物へのクリーニング液の残留防止	93
2-5	クリーニング液の保管・貯蔵における揮発防止	94
2-6	撥水加工作業における揮発防止	95
3	原材料の転換	
3-1	水洗いへの転換	96
4	処理装置の導入	
4-1	ホット機への転換	97
4-2	回収機能付き乾燥機への転換	98
4-3	回収機能付きハンガー乾燥機の導入	99
■	索引	100
付録		
	VOC関係法令	101
	大気汚染防止法	101
	都民の健康と安全を確保する環境に関する条例	105
	その他の関連法令	110
	関係団体一覧	111

このガイドの使い方

1 目的

本VOC対策ガイド(工場内編)は、事業者が個々の事業所の実態に即したVOC対策に自主的に取り組めるよう、工場・事業場におけるVOC排出抑制のための技術的方策を分かりやすく説明したもので、主に中小事業者に対して技術的な支援を行うことを目的として作成したものです。

2 ガイドの構成

このガイドは、都内でVOC排出量の多い4分野を対象として、VOC排出抑制策を説明しています。

- I 工場内塗装（対象：工業塗装及び自動車板金塗装）
- II 印刷
- III 金属等脱脂洗浄
- IV ドライクリーニング

どの分野も以下のような構成になっています。

- 1 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
- 4 索引

抑制策の選択に当たっては、費用対効果の面から中小事業者が選択しやすいものを中心に、可能な限り広範囲の情報を取りまとめました。

3 抑制策の考え方

高価な処理装置を導入する前に、まず、作業工程を改善してVOCの排出を減らせないか検討してください。

作業工程の改善は、VOCの排出を減らせるだけでなく、塗料や印刷インキ、洗浄剤、クリーニング液等の有機溶剤の使用量(購入費用)削減につながります。

工場内のVOCの排出実態を把握することで、より適切な抑制策を選択することができます。このガイドでは排出実態を把握する方法についても取りまとめています。

また、有機溶剤の中には、発がんのおそれのある物質など、人体に悪い影響を及ぼす物質が含まれる場合があります。有機溶剤の使用量を減らすことや、VOCの排出を抑制することは作業環境の改善にも結びつきます。一つひとつの効果は小さくとも、できることから着手することが大切です。

＜発がんのおそれのある有機溶剤＞

●クロロホルム ●四塩化炭素 ●1,4-ジオキサン ●1,2-ジクロロエタン	●ジクロルメタン ●スチレン ●1,1,2,2-テトラクロロエタン ●テトラクロロエチレン	●トリクロルエチレン ●メチルイソブチルケトン ○1,2-ジクロロプロパン
---	--	---

●：厚生労働省「発がん性のある有機溶剤を取扱う事業者の方へ」（平成26年1月）より引用。「有機溶剤中毒予防規則」の規制対象物質のうち、国際がん研究機関（IARC）の発がん性の評価が1、2A、2Bに区分された物質

○：平成26年にIARCの発がん性の評価が3から1（ヒトに対する発がん性が認められる物質）に昇格した物質

3. 1 VOC発生要因のチェック

ここでは、各分野の工程フローの順に、VOC対策を実施する余地があるかどうかを事前に検討するためのチェックポイントを記載しています。このガイドを使う際は、まず、自分の工場で行っている作業と照らし合わせながら、このチェックポイントを一つひとつ確認してください。

また、それぞれの工程ごとに、VOCの排出要因と割合の目安も記載しています。どの工程からVOCの排出が多いのか把握できるので、VOC対策を実施する上での優先順位を検討する際の参考になります。VOC排出割合の高い作業工程から抑制対策を実施することが効果的です。

3. 2 VOC排出抑制策一覧

ここでは、抑制策の全体が一覧できるようになっています。抑制策は、

- 1 抑制策の選択
- 2 工程・設備の改善
- 3 原材料の転換
- 4 処理装置の導入

に分類し、「工程・設備の改善」における抑制策は「VOC発生要因のチェック」の工程フローの順に並べています。「VOC発生要因のチェック」でチェックした結果を基に、取るべき抑制策が分かります。具体的な抑制策には番号を付し整理しています。

また、それぞれの抑制策について、VOC削減効果や対策を実施する場合のコストの目安も分かります。

3. 3 個別の抑制策の説明

ここでは、個々の抑制策を説明しています。それぞれの抑制策について、以下の事項を記載しています。なお、メリット、留意事項、関連事項等については特記すべき事項がある場合に限り記載しています。

(今回改訂で新たに追加した抑制策タイトルには「**新**」のマークを付しています。)

・ポイント！	抑制策のねらいを簡潔にまとめたVOC対策としてのポイントです。
・解説	排出抑制のメカニズムや具体的な実施方法の詳しい説明です。また、対策事例や測定データについても可能な限り載せています。
・メリット	この抑制策を実施することで期待できる、VOCの排出抑制以外のメリット(コスト削減効果など)です。
・留意事項	この抑制策を実施する上での注意点や前提条件などです。
・関連事項	この抑制策に関連する他の抑制策などです。そちらも参照してください。
・VOC削減効果	この抑制策の実施による「工場全体」でのVOC削減効果の目安です。
・イニシャルコスト	この抑制策を実施するために必要な初期投資額の目安です。
・ランニングコスト (運転費)	この抑制策を実施するために必要な運転費の目安です。
・ランニングコスト (資材購入費削減効果)	この抑制策の実施による資材購入費用の削減効果の目安です。 ※塗料や溶剤、印刷インキ、洗浄剤、クリーニング液といった資材の購入費用の削減が期待される抑制策に限り記載しています。
・作業環境改善効果	この抑制策の実施による「工場全体」での作業環境改善効果の目安です。
・新たに必要なスペース	処理装置等を設置するために必要なスペースの目安です。

このVOC対策ガイドを参考に、できるところからVOC排出抑制の取組を始め、事業者のみなさまが創意工夫をこらした効果的な抑制策を案出して、さらに改善が進むことを期待します。

4 凡例

I～IVの各章の抑制策の説明において、各ページ左端の枠内にVOC削減効果やコスト等の項目があります。これらの各項目に対するランク(1～5の数字)の目安を下表に示しました。

ただし、これらの数値はあくまで参考値であり、実際の状況に応じて変動することにご注意ください。

表1 「VOC削減効果」のランクの目安

項目 \ ランク	低 ←	1	2	3	4	5 → 高
VOC削減効果		5%未満	5%以上 10%未満	10%以上 20%未満	20%以上 50%未満	50%以上

表2 「イニシャルコスト」のランクの目安

項目 \ ランク	低 ←	1	2	3	4	5 → 高
イニシャルコスト		1万円未満	1万円以上 10万円未満	10万円以上 100万円未満	100万円以上 1,000万円未満	1,000万円以上

表3 「ランニングコスト（運転費）」のランクの目安

注)ランニングコスト(運転費)については、基本的に現状を基準とする倍数で示していますが、新たに装置を設置するような場合は、金額を直接示しています。

項目 \ ランク	低 ←	1	2	3 → 高
ランニングコスト (倍数の場合)		変わらない	1倍以上2倍未満	2倍以上
ランニングコスト (金額の場合)		10万円/月未満	10万円/月以上 100万円/月未満	100万円/月以上

表4 「ランニングコスト（資材購入費削減効果）」のランクの目安

注)資材(塗料、溶剤、印刷インキ、洗浄剤、クリーニング液)の購入費用の削減が期待できる抑制策のみ、目安を示しています。

項目 \ ランク	削減率 低 ←	1	2	3 → 削減率 高
ランニングコスト		資材購入費 削減率 10%未満	資材購入費 削減率 10%以上 20%未満	資材購入費 削減率 20%以上

表5 「作業環境改善効果」のランクの目安

項目 \ ランク	低 ←	1	2	3 → 高
作業環境 改善効果		効果低い	効果あり	効果高い

表6 「新たに必要なスペース」のランクの目安

項目 \ ランク	小 ←	1	2	3 → 大
新たに必要な スペース		1m ² 未満	1m ² 以上 10m ² 未満	10m ² 以上

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)

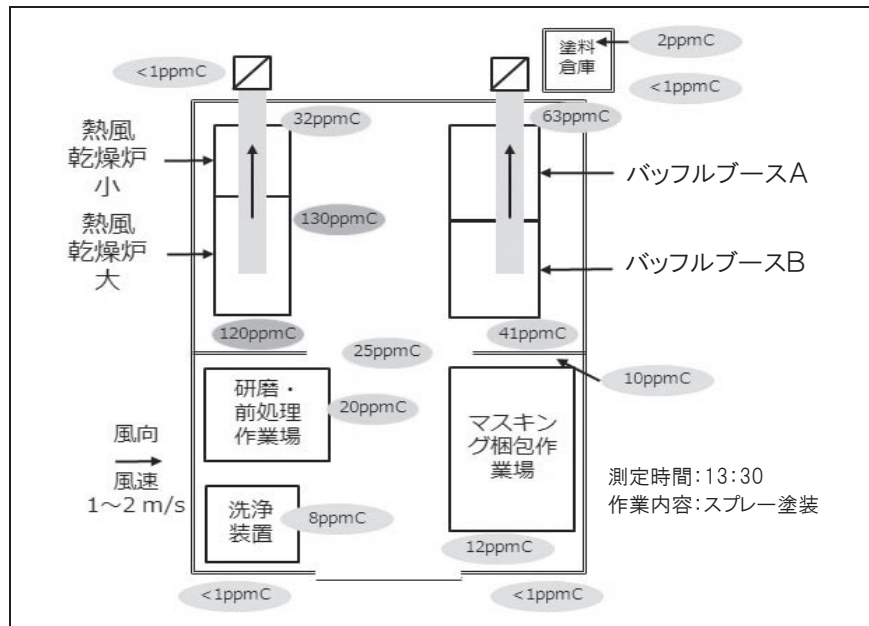
～10 万円/月

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。

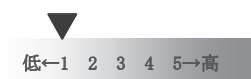
参考文献:[1]東京都地域結集型研究開発プログラム「都市の安全・安心を支える環境浄化技術開発」環境評価分科会報告書「VOC排出対策ガイド-基礎から実践・評価まで」、独立行政法人科学技術振興機構/東京都/地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター、平成25年3月。

工場内塗装

色替え方式・調色順序の見直し

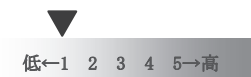
◆ VOC削減効果

～5%



◆ インニシャルコスト

～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どき以外は、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]

塗着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

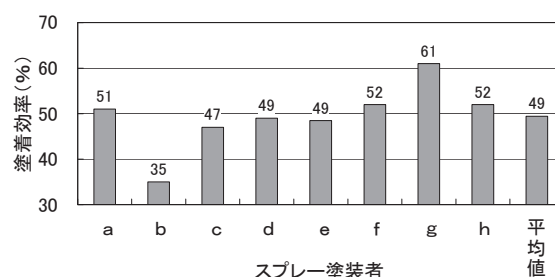
ポイント！

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。

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



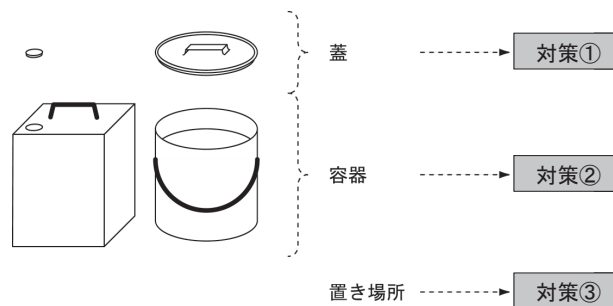
低←1 2 3→高

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。

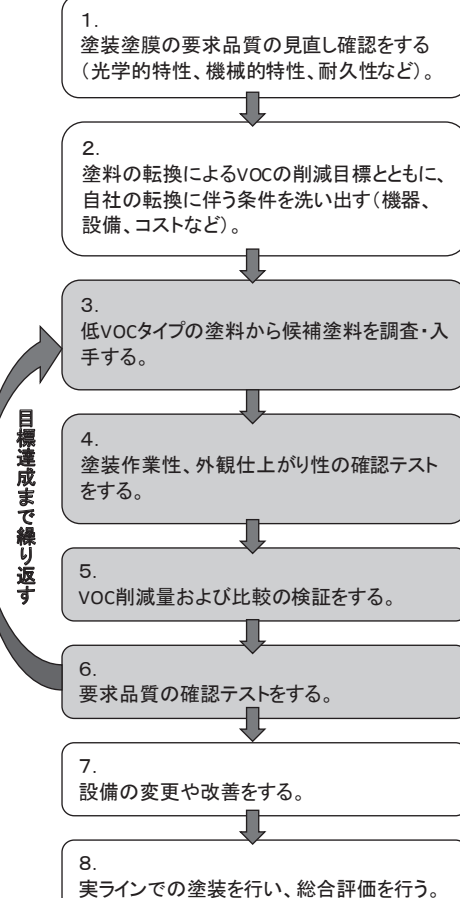
従来型の塗料を用いる際は、希釈用シンナーの使用量を見直すことにより、塗料調合後の溶剤量を減らすことができます。

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

● インシヤルコスト

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
インシヤルコスト	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)インシヤルコスト・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
ブ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

II 印刷

目次（印刷）

VOC発生要因のチェック	30
VOC排出抑制策一覧	33
個別の抑制策の説明	
1 抑制策の選択	35
1-1 排出実態の把握 新	35
1-2 GP認定制度の活用 新	37
2 工程・設備の改善	38
2-1 校正時の排出削減 新	38
2-2 色・粘度調整時の揮発防止	39
2-3 版（シリンダー）の浅版化	40
2-4 印刷機周辺の風の低減	41
2-5 インキパンなどの開口面積の縮小	43
2-6 局所排気による過剰吸引の防止	44
2-7 洗浄作業における揮発防止	45
2-8 洗浄方法の見直し 新	46
2-9 廃ウエスからの溶剤回収・再生装置の導入 新	47
2-10 保管・貯蔵・廃棄における揮発防止	48
3 原材料の転換	49
3-1 UVインキへの転換	49
3-2 水性インキへの転換	50
3-3 VOC低減インキへの転換	51
3-4 IPAレス湿し水への転換	52
3-5 水なし印刷システムへの転換	53
3-6 ハイソリッド・無溶剤型・水性接着剤への転換	54
3-7 低VOC洗浄剤への転換	55
4 処理装置の導入	56
4-1 排ガス処理装置（燃焼式）の導入	56
（※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	57
索引	58



印刷

VOC発生要因のチェック

工程フローとチェックポイント

オフセット印刷（枚葉、輪転）

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	「抑制策の選択」で対応する No.
印刷・乾燥	☐ 本機校正や平台校正の回数を減らす余地はないか。 ☐ UVインキ、VOC低減インキに変えられないか。 ☐ IPAレス湿し水の使用、あるいは水なし印刷システムに変えられないか。	印刷・乾燥時のインキからの溶剤の揮発 湿し水からの揮発	20～30%程度	2-1 3-1 3-3 3-4～3-5
機材の洗浄	☐ 本機校正の回数を減らす余地はないか。 ☐ 版や機材を洗ったウエスは密閉容器に入れているか。 ☐ 機材を洗浄する際に、溶剤を一度に多く使っていないか。 ☐ 洗浄剤の使用量が減る洗浄方法に変えられないか。 ☐ 低VOC洗浄剤を使えないか。	洗浄溶剤の揮発	70～80%程度	2-1 2-7～2-8 3-7
インキ・溶剤の保管	☐ 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。 ☐ インキ缶や溶剤缶の蓋は、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	2-10

グラビア印刷（軟包装）

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	「抑制策の選択」で対応する No.
印刷準備	☐ 作業の仕方や段取りを工夫する余地はないか。	色・粘度調整時の揮発	5%程度以下	2-2
印刷	☐ 本機校正の回数を減らす余地はないか。 ☐ シリンダーの浅版化は可能か。 ☐ 印刷機（インキパン）に風が当たっていないか。 ☐ 印刷フィルムのサイズに合わせてインキパンを変えることはできないか。 ☐ インキパンやラミネートの接着剤槽の形状を変えられないか。 ☐ 局所排気の吸引は強すぎないか。 ☐ 水性インキに変えられないか。 ☐ 水性フレキソ印刷に変えられないか。 ☐ ラミネート用の接着剤として低VOC系は使えないか。 ☐ VOC処理装置を設置できないか。	印刷(乾燥)時のインキからの溶剤の揮発	90%程度	2-1 2-3～2-6 3-2 3-6 4-1～4-2
機材の洗浄	☐ 本機校正の回数を減らす余地はないか。 ☐ 版や機材を洗ったウエスは密閉容器に入れているか。 ☐ 機材を洗浄する際に、溶剤を一度に多く使っていないか。 ☐ 洗浄剤の使用量が減る洗浄方法に変えられないか。	洗浄溶剤の揮発	10%程度	2-1 2-7～2-8
インキ・溶剤の保管	☐ 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。 ☐ インキ缶や溶剤缶の蓋は、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	2-10

スクリーン印刷

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	「抑制策の選択」で対応する No.
印刷準備	☐ 作業の仕方や段取りを工夫する余地はないか。	色・粘度調整時の揮発	5%程度以下	2-2
印刷・乾燥	☐ 印刷機に風が当たっていないか。 ☐ 局所排気の吸引は強すぎないか。 ☐ UVインキに変えられないか。 ☐ 水性インキに変えられないか。	印刷・乾燥時のインキからの溶剤の揮発	10%程度	2-4 2-6 3-1 3-2
機材の洗浄	☐ 版や機材を洗ったウエスは密閉容器に入れているか。 ☐ 機材を洗浄する際に、溶剤を一度に多く使っていないか。 ☐ 洗浄剤の使用量が減る洗浄方法に変えられないか。 ☐ 廃ウエスからの溶剤回収・再生装置を導入できないか。	洗浄溶剤の揮発	90%程度	2-7～2-9
インキ・溶剤の保管	☐ 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。 ☐ インキ缶や溶剤缶の蓋は、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	2-10

フレキソ印刷

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	「抑制策の選択」で対応する No.
印刷準備	☐ 作業の仕方や段取りを工夫する余地はないか。	色・粘度調整時の揮発	5%程度以下	2-2
印刷	☐ 印刷機（インキパン）に風が当たっていないか。 ☐ 印刷フィルムのサイズに合わせてインキパンを変えることはできないか。 ☐ インキパンやラミネートの接着剤槽の形状を変えられないか。 ☐ 局所排気の吸引は強すぎないか。 ☐ UVインキに変えられないか。 ☐ 水性インキに変えられないか。	印刷(乾燥)時のインキからの溶剤の揮発	90%程度	2-4~2-6 3-1 3-2
機材の洗浄	☐ 版や機材を洗ったウエスは密閉容器に入れているか。 ☐ 機材を洗浄する際に、溶剤を一度に多く使っていないか。	洗浄溶剤の揮発	10%程度	2-7
インキ・溶剤の保管	☐ 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。 ☐ インキ缶や溶剤缶の蓋は、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	2-10

《 印刷で使用されているVOCの例 》

用途：インキ溶剤、版の洗浄剤、湿し水の成分

VOC：エタノール、プロピレングリコールモノメチルエーテル、キシレン、トリメチルベンゼン、メタノール、イソプロピルアルコール（IPA）、トルエン、メチルエチルケトン（MEK）、酢酸エチル など



印刷

VOC排出抑制策一覧

II

印刷

抑制策の選択

No.	対策	対象				対策実施の効果やコスト等				
		オフセット印刷 (枚葉、輪転)	グラビア印刷 (軟包装)	スクリーン印刷	フレキソ印刷	削減効果 VOC	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	-	-
1-2	GP 認定制度の活用 新	○	○	○		5	3	1～2	-	※

※状況によって変動する

工程・設備の改善

工程 フロー	No.	対策	対象				対策実施の効果やコスト等				
			オフセット印刷 (枚葉、 輪転)	グラビア印刷 (軟包装)	スクリーン印刷	フレキソ印刷	削減効果 VOC	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)	
準備	2-1	校正時の排出削減 新	○	○			1～4	4～5	※	-	1～2
	2-2	色・粘度調整時の揮発防止		○	○	○	1	1～3	1	-	1
印刷 乾燥	2-3	版（シリンダー）の浅版化		○			3	1	1	-	1
	2-4	印刷機周辺の風の低減		○	○	○	2	1～2	1	1	1
	2-5	インキパンなどの開口面積の縮小		○		○	1	2	1	-	1
	2-6	局所排気による過剰吸引の防止		○	○	○	2	1	1	1	1
洗浄	2-7	洗浄作業における揮発防止	○	○	○	○	2	1	1	1	1
	2-8	洗浄方法の見直し	○				1～4	1～4	1	3	1～2
	2-9	廃ウエスからの溶剤回収・再生装置の導入 新			○		1	4	1	-	1
保管	2-10	保管・貯蔵・廃棄時における揮発防止	○	○	○	○	1	1	1	-	1

※状況によって変動する

原材料の転換

No.	対策	対象				対策実施の効果やコスト等				
		オフセット印刷 (枚葉、輪転)	グラビア印刷 (軟包装)	スクリーン印刷	フレキソ印刷	削減効果 VOC	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)	
3-1	UVインキへの転換	○		○	○	5	5	3	-	3
3-2	水性インキへの転換		○	○	○	5	5	2	-	3
3-3	VOC低減インキへの転換	○				1	1	2	-	1
3-4	IPAレス湿し水への転換	○				1	1	1	-	1
3-5	水なし印刷システムへの転換	○				2	4～5	2	-	1
3-6	ハイソリッド・無溶剤型・水性接着剤への転換		○			5	5	2	-	3
3-7	低VOC洗浄剤への転換	○				3	1	2	-	2

処理装置の導入

No.	対策	対象				対策実施の効果やコスト等				
		オフセット印刷 (枚葉、輪転)	グラビア印刷 (軟包装)	スクリーン印刷	フレキソ印刷	削減効果 VOC	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)	
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。

排出実態の把握 新

印刷

(印刷全般)

◆ 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。

[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(10 万～数 10 万円程度)。オフセット印刷については、最近約5万円と価格を抑えた製品が発売されています。各印刷機デリバリー、ユニット近傍、換気扇近傍に取り付けることで、対策が正しく効果を挙げているのか確認することができます。

[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」(付録の相談先一覧を参照)にお問い合わせください。

[次ページに続く]

排出実態の把握 新【続き】

印刷

(印刷全般)

◆ 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)

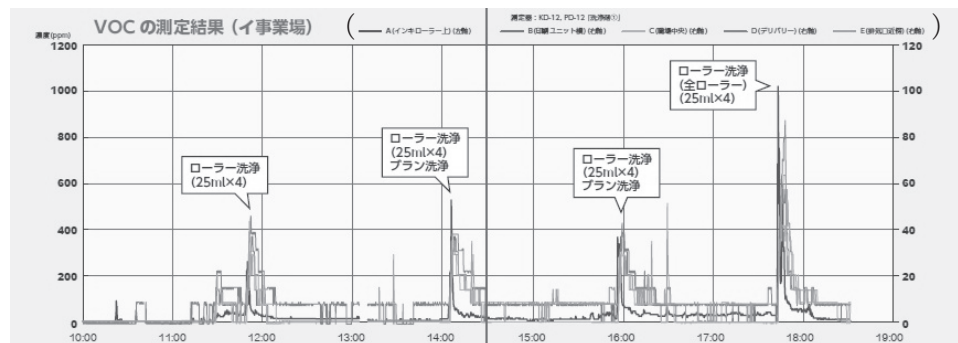
～10 万円/月

低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

低←1 2 3→高

＜印刷工場におけるVOC濃度測定例＞



(出典:脚注の参考文献[1])

＜検知管の例＞



(出典:メーカー提供資料より作成)

＜オフセット印刷用VOC警報器＞



(出典:(一社)日本印刷産業連合会より提供)

留意事項

- ・オフセット印刷向けに販売された製品(約5万円)は、感知の対象をオフセット印刷で発生するVOCに絞り込んでいますので、他の版式では使用することができません。
- ・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]一般社団法人日本印刷産業連合会「オフセット印刷工場の有機溶剤管理」(平成 27 年3月)。



印刷

(オフセット、グラビア、スクリーン)

GP認定制度の活用 新

◆ VOC削減効果

50%程度

(取組の違いにより前後する)

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

10万～100万円

低←1 2 3 4 5→高

◆ ランニングコスト

(運転費)

4万～100万円/3年

※工場認定は3年更新

低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

状況によって変動する

低←1 2 3→高

ポイント！

GP工場認定を取得することで総合的なVOC削減対策を推進できます。

解説

＜GP認定制度＞

「GP(グリーンプリンティング)認定制度」とは、印刷産業界の環境自主基準「(印刷サービス)グリーン基準」を達成した工場・事業所、印刷資機材及び印刷製品を認定する制度です。

グリーン基準は、環境負荷の低い資材、工程、事業所全体の取組に関する基準で、基準の重要なひとつとして、VOC排出抑制策が挙げられています。

＜GP工場認定制度＞

印刷版式別・工程別、事業所全体の認定基準が決められています。VOC処理装置、容器等からの揮発防止、低VOC洗浄剤・ノンVOC湿し水の使用等、本ガイドにある多くの対策が基準化されています。

現地審査等の際には専門家によるチェックも受けられ、基準に従うことで網羅的なVOC排出抑制策を行うことができます。

申請・更新に必要なとなる費用は事業所の規模(従業員数)別に異なります。

＜GP資機材認定制度＞

洗浄剤、エッチ液、セッターなど印刷工場が使用する資機材を環境・作業環境の観点から認定する制度です。洗浄剤等は低VOCであることが重要な要素であり、認定製品を選択することでVOC対策につながります。

＜GP製品認定制度＞

GP認定工場が製造し、グリーン基準に適合した紙、インキ等を使用した印刷製品にGPマークを表示できる制度です。インキには植物油インキ、ノンVOCインキの基準が含まれます。

メリット

GP工場に認定され、GP資機材を使用し、GPマーク表示製品を製造することで、VOC排出抑制につながり、作業環境も改善します。

GP認定工場は印刷発注者に対して、業界団体が認定した環境配慮工場であること、GPマークを製品に表示できることなどをアピールできます。

留意事項

- ・認定取得方法、GP制度全般に関する詳細は、一般社団法人日本印刷産業連合会のホームページ、説明会等を参考いただくか、直接お問い合わせください。
- ・GP資機材認定制度は、現在のところ、オフセット印刷のみです。
- ・印刷業界では、その他に環境保護印刷推進協議会が推進するクリオネマークの認証制度があります。



印刷

(オフセット、グラビア)

校正時の排出削減 新

◆ VOC削減効果

～5% (グラビア)
20～30% (オフセット)



◆ インシャルコスト

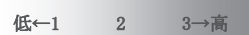
～5,000万円 (グラビア)
～500万円 (オフセット)



◆ ランニングコスト

(運転費)

状況によって変動する



◆ 作業環境改善効果

効果低い (グラビア)
効果あり (オフセット)



ポイント！

本機校正等を減らすことでVOCの排出を抑制することができます。

解説

本機校正や、校正機を使用した校正時にも、インキや洗浄剤からVOCが揮発していますので、校正方法の見直しを検討しましょう。

[対策①: デジタル校正を行う(オフセット)]

校正時にインクジェットプリンタ、レーザープリンタ、PDF等を使用してデジタル化することにより、印刷版の作成が不要になり、インキや洗浄剤の使用が削減できます。

デジタル校正に変更し、本機校正や平台校正機による校正の回数を減らすことはVOC排出量の削減につながります。

[対策②: 校正機を導入する(グラビア)]

校正機を導入して本機校正の回数を減らすことは、VOCの排出抑制につながります。本機校正を行っている時は本刷りがストップしますので、本機校正の回数を減らすことは生産性の向上にもつながります。

校正機の印刷品質は本機と同程度まで向上していますが、このような校正機は4,500万円程度します。

留意事項

- ・色彩へのこだわりが強い発注者の場合、本機校正を要求されることがあります。
- ・オフセット印刷のVOC削減効果は印刷工程全体を対象とした場合の目安です。
- ・対策①②ともに校正印刷時にインキを使用しますが、対策前に比べてインキや洗浄剤等を削減することができますので、おおむねランニングコストは削減されます。ただし、下げ幅は事業所ごとに異なります。



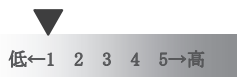
印刷

(グラビア、スクリーン、フレキシ)

色・粘度調整時の揮発防止

◆ VOC削減効果

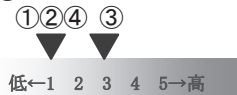
～5%



◆ イニシャルコスト

①②④～1万円

③～100万円



番号は対策番号に対応

◆ ランニングコスト

(運転費)

変わらない



◆ 作業環境改善効果

効果低い



ポイント！

調色・粘度調整の作業方法や段取りを工夫することにより、VOCの排出を抑制できます。

解説

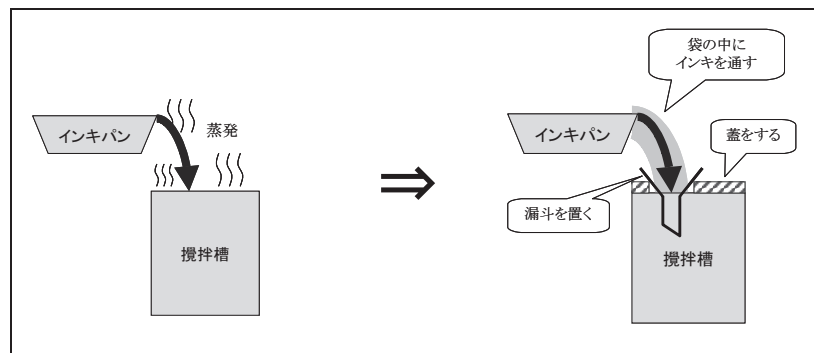
調色や粘度調整の際は、作業に伴い溶剤が揮発します。作業方法や段取りを工夫しましょう。

[対策①: 調色等の準備は手早く行う]

インキの調色はできるだけ手早く行うようにしましょう。

[対策②: 粘度コントロール用タンク付近からの揮発防止]

粘度調整に粘度コントローラを使っている場合、攪拌槽に蓋をして、できるだけ密閉しましょう。また、インキパンからタンクへのインキの注ぎ部分には、袋をかぶせVOCの揮発を防ぎましょう。さらに、注ぎ口には漏斗を設置しましょう。



[対策③: 密閉型攪拌機を導入する(スクリーン印刷)]

調色用の攪拌機を開放型のドリル方式から、密閉型の振動方式に変更することでVOCの蒸発が抑制されます。なお、振動方式の攪拌機は100万円程度します。

[対策④: インキパンにインキを入れたまま放置しない]

インキパンにインキを入れてから印刷を開始するまでの時間を短くすることで、その間のインキの揮発を抑えられます。作業の段取りを工夫して、インキパンにインキを入れるタイミングをできるだけ遅らせましょう。



印刷

(グラビア)

版（シリンダー）の浅版化

◆ VOC削減効果

10～20%

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！

浅版化により、インキの使用量を減らします。

解説

版（シリンダー）の浅版化とは、シリンダーに彫る溝の深さを浅くすることです。

浅版化する場合、高濃度インキ（ハインソリッドインキ）を使用することになります。インキ代は高くなる可能性がありますが、インキの使用量が減り、特にベタ面積の多い印刷物の場合には有効です。

ただし、既存のシリンダーを浅版化する場合は、新規にシリンダーを作成することになるので、その分、コストがかかります。

<浅版化した場合の特徴>

長所	短所
・乾燥性が良い。 ・省エネになる。	・印刷濃度制御が難しくなり、表現できるグラデーションの範囲が狭くなりやすい（特に淡い色）。 ・かすれが出やすくなる。 ・デザイン性が満たされない場合がある。 ・既存シリンダーを浅版化する場合、シリンダーの作成コストがかかる。 ・版が摩耗しやすく、版摩耗による色調変化が大きい。 ・メジウム（透明インキ）を印刷インキに混ぜにくくなる。

メリット

印刷物の乾燥性が良くなるので、省エネや作業効率の向上につながります。

留意事項

- ・高濃度インキ（ハインソリッドインキ）を使用することになります。高濃度インキを使用すると「かぶり」が出やすいので注意しましょう。
- ・水性インキを使用することで版を浅版化できるケースもあります（「3-2 水性インキへの転換」も参照）。

印刷機周辺の風の低減

印刷

(グラビア、スクリーン、フレキソ)

● VOC削減効果

～10%



低←1 2 3 4 5→高

● イニシャルコスト

～10 万円

①② ③④



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)

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)

インキ購入費

～10%削減



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！

インキに風が当たると、溶剤の揮発が促進されます。印刷機周辺の風を少なくし、溶剤の揮発を抑制します。

解説

印刷工場の場合、主な風の発生源は、吸気、排気、空調(冷暖房・扇風機)、エアブローが挙げられます。

また、風の流を知るには、スモークテスター※注1)が有用です。スモークテスターで煙を発生させることによって、風の流れを視覚的に把握することができます。

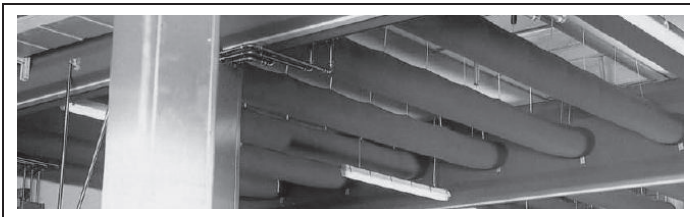
[対策①: 給気口に布製の網を付ける]

給気風の風は遠くまで届き、壁で反射する性質があります。給気風の風の影響を減らすには、給気口に布製の網を付けることが効果的です。このような対策をすることで、風の吹き出し速度を弱めることができます。

また、外部からのほこりや虫などが作業現場内に入ってくるのを防ぐ効果もあります。

給気口専用の布製の網は市販されており、食品工場や精密機械工場などで使われています。

<布製の網設置の例>



(製品パンフレットより)

[対策②: 風向きなどを変える]

対策としては、インキに当たっている風の元を断つことが望ましいですが、作業環境上、それが難しい場合は、風の強さ、風向き、印刷機の設置場所・設置方向が変えられないか検討しましょう。

[次ページに続く]

※注1) スモークテスターは市販されています。スモークテスターは、スズ化合物などが使用されていますので、印刷物の品質に影響を与えないように注意してください。



印刷

(グラビア、スクリーン、フレキシ)

印刷機周辺の風の低減【続き】

◆ VOC削減効果

～10%



◆ イニシャルコスト

～10 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)

インキ購入費用
～10%削減



◆ 作業環境改善効果

効果低い



【対策③：透明なカーテンを設置する】

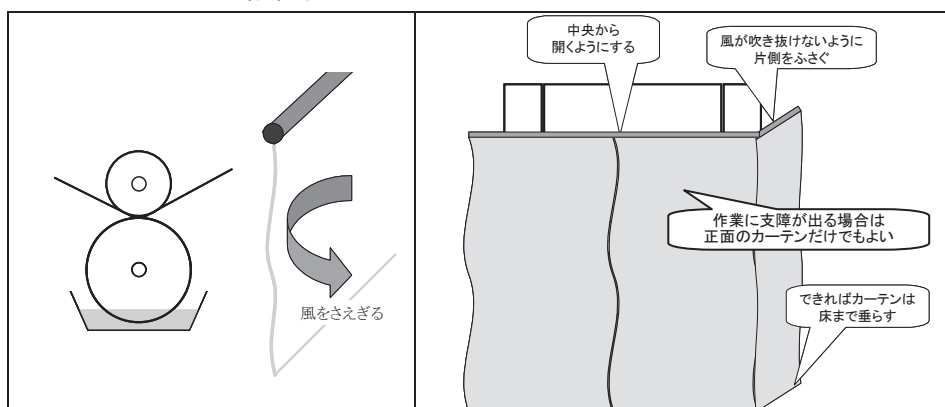
印刷機の前に、レールを付けた透明なロールカーテンを設置すれば、インキにあたる風を抑えられます。ロールカーテンの価格は1本3万円程度です。

版のセッティングや取り外しなどの作業が多少煩雑になりますが、透明なカーテンの場合、カーテンを閉じたまま、印刷機の状態を確認することができます。

また、VOCの拡散を抑え、高濃度のVOCをカーテン近くの排気口に導くことができるため、VOC処理装置が付いている場合は、効率的にVOCの排出が抑制できます。

印刷機全体を覆うことで版のセッティングや取り外しなどの作業に問題が生じる場合は、正面にカーテンをするだけでもかなりの効果が期待できます。

＜ロールカーテンの設置例＞



【対策④：エアブローの見直し】

エアブローの風がインキパンに当たっている場合には、エアブローの必要性や風速の低減などを、印刷品質面から見直しましょう。

関連事項

- ・「2-6 局所排気による過剰吸引の防止」も参照してください。

参考文献:[1]GP取得で包材への環境配慮アピール 工場内VOC可視化で作業環境改善に, GPJAPAN(2015.6).

インキパンなどの開口面積の縮小

印刷

(グラビア、フレキシ)

● VOC削減効果

～5%



低←1 2 3 4 5→高

● イニシャルコスト

1～10万円



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

● 作業環境改善効果

効果低い



低←1 2 3→高

ポイント！

溶剤が空気と接する面積を減らすことによって、接着剤槽からのVOCの揮発を抑制できます。

解説

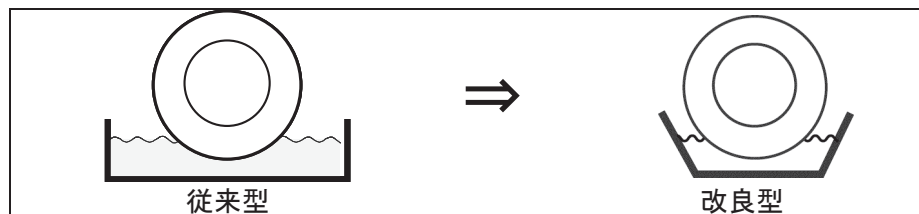
グラビア印刷のインキパンやラミネートの接着剤槽からは、常に溶剤が揮発しています。溶剤が空気と接する面積を減らすことで、VOCの揮発が抑えられます。

[対策①: シリンダー幅に合わせたインキパンサイズの変更]

シリンダー幅に合わせて、数種類のサイズのインキパンを用意しておき、フィルム幅が狭い印刷の場合は、小さなインキパンを使うようにしましょう。

[対策②: インキパン・接着剤槽の形状を変更する]

インキパンやドライラミネートの接着剤槽を箱状から台形状に変更すると、空気が接する面積が狭くなる他、外部から接着剤槽内に舞い込む風を防止できます。このような形状の接着剤槽を備えた装置は市販されています。



[対策③: インキパン・接着剤槽にカバーをつける]

インキパンやドライラミネートの接着剤槽にカバーをつけて密閉化することでVOCの揮発を抑えることができます。インキを交換せずにシリンダーだけ交換する場合は、シリンダーを持ち上げて交換している際にインキパンに蓋(単なる板でも十分です)をすることで、VOCの排出量を削減できます。

メリット

対策③を行うことで、溶剤の購入費用が年間 400 万円程度削減された事例があります。

<溶剤購入費用削減効果の算出条件>

稼働条件	印刷機	グラビア印刷6色機
	ユニット数	16 ユニット(平均色数4色×4)
	稼働時間	12 時間(操業時間 24 時間×稼働率 50%)
	稼働日数	260 日/年
溶剤削減量		0.42kg/時
溶剤単価		200 円/kg

(出典:脚注の参考文献[1])



印刷

(グラビア、スクリーン、フレキソ)

局所排気による過剰吸引の防止

● VOC削減効果

5～10%



● イニシャルコスト

～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)

インキ購入費用
5～10%削減



● 作業環境改善効果

効果低い



ポイント！

局所排気方法を見直すことで、インキからのVOCの揮発を抑制できます。

解説

局所排気の影響により、印刷機周辺に風が生じることがあります。インキに風が当たると、溶剤の揮発が促進されるので、局所排気の過剰吸引を防ぎましょう。また、過剰吸引は印刷品質にも影響を与えます。

[対策①：風速を法定値の範囲内で下げる]

局所排気の制御風速が、労働安全衛生法の法定値よりも大きすぎる場合、法定値を下回らない範囲内で下げることを検討しましょう。風速は、ファンの回転数の調整やダンパーの設置・調整によって下げることができます。

<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：局所排気口の位置を見直す]

局所排気の吸引口が印刷機に近いと、風を生じる原因となるため、吸引口は印刷機に近づけ過ぎないようにしましょう。

[対策③：局所排気の形式を変更する]

インキに含まれる主なVOC(トルエン、酢酸エチル、イソプロピルアルコールなど)は空気より比重が重く、下方に溜まりやすい性質があります。そのため、局所排気の吸引口が上にある場合(上方吸引型)は、大きな風量が必要となり、印刷機周辺に風を生じる原因となります。

局所排気の吸引口は下方(下方吸引型)になるようにしましょう。

留意事項

- ・局所排気の風速が小さすぎると、作業環境が悪化するので、バランスを考えましょう。
- ・作業環境の有機溶剤濃度に注意することが必要です。

洗浄作業における揮発防止

印刷

(印刷全般)

● VOC削減効果

5～10%



● イニシャルコスト

～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)

洗浄剤購入費用
5%以上削減



● 作業環境改善効果

効果低い



ポイント！

洗浄剤の使用量を減らすことで、VOCの排出量を抑制できます。

解説

VOCの排出抑制のためには、印刷工程の管理だけでなく、版交換時等の洗浄作業の管理も重要です。特にスクリーン印刷については、洗浄作業で発生するVOCの割合が大きいいため、非常に有効です。

[対策①: 洗浄剤の少量化]

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、余分な溶剤の使用を抑えることができます。そのためには、交換・洗浄作業の標準化を図り、作業手順等に1回の溶剤使用量を定めるなど、きめ細かい管理が必要です。

オフセット印刷については、定量ポンプを使うことをおすすめします。また、洗浄剤の容器として小口容器を使用することでも余分な洗浄剤の使用や揮発を抑えることができます。

<定量ポンプの例>



(脚注の参考文献[1]より)

<小口容器の例>



(脚注の参考文献[1]より)

メリット

タオルやウェスに染み込んだ溶剤を回収し、粗洗浄用に再利用すれば、その分、コスト削減になります。

参考文献:[1]一般社団法人日本印刷産業連合会「オフセット印刷工場の有機溶剤管理」(平成27年3月)。



印刷

(オフセット)

洗浄方法の見直し 新

◆ VOC削減効果

- ①30～40%
- ②20～30%
- ③～5%



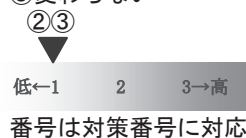
◆ イニシャルコスト

- ①400 万円程度
- ②～1 万円
- ③100 万円程度



◆ ランニングコスト

- ①状況によって変動
- ②変わらない
- ③変わらない



◆ ランニングコスト

- (資材購入費削減効果)
- ②洗浄剤購入費用
30～40%削減



◆ 作業環境改善効果

- ①②効果あり
- ③効果低い



ポイント！

適切な洗浄方法を採用することで、洗浄剤の拡散を防ぐことができます。

解説

適切な洗浄方法に見直すことで洗浄剤の使用量が減少し、VOCの排出量も抑えられます。

<主な洗浄方法>

	洗浄方法	
インキローラー	手洗浄	洗浄瓶を用いてインキローラーに手で直接洗浄液をかける。
	機械洗浄	機械を用いてインキローラーに洗浄液をかける(自動液洗浄)。
ブランケット	手洗浄	洗浄剤を含浸させたウェスで拭き取る。
	機械洗浄 (フランチタイプ)	洗浄剤を吹き付けたブラシをブランケットに当てて自動洗浄する。
	機械洗浄 (ドライタイプ)	洗浄剤を吹き付けた布をブランケットに当てて自動洗浄する。
	機械洗浄 (ウェットタイプ)	あらかじめ洗浄剤を含浸させた布をブランケットに当てて自動洗浄する(含浸布型洗浄システム)。

[対策①: 含浸布型洗浄システムへの切り替え]

オフセット印刷のブランケットの洗浄では、含浸布型洗浄(機械洗浄)が最もVOC排出を抑えることができます。含浸布型洗浄では高沸点の溶剤を使用していますので、洗浄剤の約95%が洗浄布に残り、ほとんど揮発しません。

[対策②: 洗浄プログラムの改善・適正化]

機械洗浄では確実に洗浄するため必要以上に洗浄剤を使用している場合があります。必要量の3倍以上使用していたケースが報告されています。

洗浄プログラムの改善・適正化(洗浄剤噴出回数、停止タイミング、水の有効活用、3液タイプの活用)を行うことで洗浄剤の使用量を削減できます。

[対策③: ドクター受け皿の洗浄]

ドクター受け皿には洗浄で発生した残肉が放置され、VOCが常時揮発していますので、定期的(1日1回など)にドクター受け皿を洗浄しましょう。

ドクター受け皿を洗浄する際にVOCが工場内に飛散しますので、専用の洗浄ブースを設けることをおすすめします。

メリット

手洗浄から機械洗浄に変更すると、作業員の作業環境も改善されます。洗浄剤の拡散防止は洗浄剤の購入費用の削減につながります。

留意事項

- ・対策③は排ガス処理対策を行うことが前提となります。



印刷

(スクリーン)

廃ウエスからの溶剤回収・再生装置の導入 新

◆ VOC削減効果

～5%



低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

～200万円



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！

廃ウエスから溶剤を回収して洗浄剤として再利用することで、洗浄剤の使用量が減少し、VOCの排出量が抑制されます。

解説

手洗浄や自動布洗浄に使用した廃ウエスには溶剤が含まれていますので、専用の装置で遠心分離することで廃ウエスと溶剤が分離し、溶剤を回収、洗浄剤として再利用することができます。

溶剤を廃ウエスから分離する装置と、回収した溶剤を昇温・冷却して蒸留する装置で構成されます。購入費用の目安としては約150万円程度になります。

<溶剤回収装置>



(脚注の参考文献[1]より)

メリット

溶剤を回収・再利用することで溶剤の購入費用が削減されます。

溶剤回収装置を導入することで溶剤の購入量が170kg/月程度削減された事例があります(従業員規模約100名、スクリーン印刷業)(参考文献[1])。

溶剤単価を200円/kgとすると、月に3.4万円、年間にすると約40万円節約することになり、約4年間で溶剤回収・再生装置の購入費用を回収する計算になります。

留意事項

・スクリーン印刷以外の版式については回収した溶剤を再利用することが難しい場合があります。



印刷

(印刷全般)

保管・貯蔵・廃棄時における揮発防止

◆ 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！

インキや溶剤、廃ウエス、残肉の入った容器の蓋をしっかりと閉めることでVOCの揮発を抑えられます。

解説

VOCの排出抑制のためには、印刷工程の管理だけでなく、インキや溶剤の保管・貯蔵時及び廃ウエスや残肉等の廃棄時の管理も重要です。

廃ウエスは空気と接する面積が広いと、インキや溶剤よりもVOCが揮発しやすいことが知られています。

[対策①: インキや溶剤の入った缶・容器の蓋閉め励行]

インキや溶剤、廃ウエス、残肉の入った缶・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・蓋のチェック]

インキや溶剤、廃ウエス、残肉等を入れておく容器は丈夫な材質のものを使い、容器の破損や栓・蓋の外れによってインキなどが漏洩しないようにしましょう。容器を二重にすることで密閉性が高まります。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: 廃ウエスを適切な方法で管理する]

廃ウエス容器については、ポリ袋をかぶせることで、蓋を開けた状態でもポリ袋の口を折り曲げて閉じることで、VOCの揮発を防ぐことができます。

また、小袋に廃ウエスを入れた後、その小袋を廃ウエス容器に入れて管理することもVOCの揮発を抑えることにつながります。

廃ウエス容器に落とし蓋(中蓋)をすることもVOCの揮発抑制に効果があります。

[対策④: 作業場での容器の置き場所のチェック]

インキ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、インキ・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。

参考文献:[1]VOC排出抑制セミナー(経済産業省関東経済産業局主催)資料「有機溶剤の管理と作業環境改善の取り組み」, 岡田賢造(一般社団法人日本印刷産業連合会), 平成26年2月.

[2]一般社団法人日本印刷産業連合会「オフセット印刷工場の有機溶剤管理」(平成27年3月).

UVインキへの転換

印刷

(オフセット、スクリーン、フレキシ)

◆ VOC削減効果

50%～

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

3,000 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！

UVインキ(紫外線硬化型インキ)は溶剤の揮発による乾燥システムではないので、VOCの発生を大幅に削減できます。

解説

UVインキは、紫外線(UV)で硬化させるタイプのインキです。速乾性で最終製品までの仕上がり早い、印刷直後に裁断・加工ができ、次工程をインライン化できるなどの長所があり、分野によっては広く普及しているインキです。

オフセット印刷ではパッケージ、フォーム印刷を中心に進んでいましたが、現在は短納期ニーズのあるパンフレット印刷などの一般印刷でも採用が進んでいます。

UVインキは脱墨しにくいと古紙再生処理には適さないと言われてきましたが、脱墨しやすいリサイクル対応型UVインキが商品化されています。

<UVインキの特徴>

長所	短所
・セットや乾燥工程を簡素化できる。 ・印刷直後に裁断・加工できるので、次工程をインライン化できる。 ・パウダーを使わないので、作業環境が良くなる。 ・乾燥スペースを削減でき、省エネルギーにもなる。 ・プラスチックなどの非吸収体にも印刷できる。 ・インキ皮膜が厚く、こすれ傷が出にくい。 ・耐溶剤性、耐薬品性が高い。	・粘弾性の付与が難しい。 ・硬化させるために照射設備が必要。 ・インキの値段が高い。 ・インキの種類や膜厚によって硬化速度が異なる。 ・硬化不足または硬化過度の場合、インキ皮膜に欠陥が出やすい。 ・印刷適性は必ずしも良くない。 ・光沢が不十分である。 ・被印刷体によっては密着性が悪いことがある。 ・機械の掃除には特殊溶剤を使用する必要がある。

高感度UVインキを使用して消費電力を抑えた省エネ型新UVシステムもあります。このシステムでは、オゾンの発生も抑制されます。

<省エネ型新UVシステムの特徴>

	照射装置	使用インキ	消費電力 (対従来型比)	備考
UVシステム (従来型)	従来UV	通常 UVインキ	—	オゾン・廃熱ダクト要、点灯消灯時間要
LED システム	LED	高感度 UVインキ	約1/4	単一波長 385nm 他、瞬時点灯、消灯可
ハイブリッド UVシステム	ハイブリッドUV	高感度 UVインキ	約1/4	短波長UVカット・オゾンレス、赤外カット、オゾン・排熱ダクトレス
省エネ UVシステム	従来UV	高感度 UVインキ	約1/2～1/4	UVランプ数削減、UV出力の削減

(出典:脚注の参考文献[1])

留意事項

- ・専用の装置の導入が必要です。設置スペースがあれば、追加設備でも対応可能です。
- ・UVインキ化が進んでいない分野もありますので確認が必要です。

参考文献:[1]平成 24 年度東京都VOC対策セミナー資料「低VOC・ノンVOCインキの最新動向」、印刷インキ工業会、平成 24 年度7月。



印刷

(グラビア、スクリーン、フレキシ)

水性インキへの転換

◆ VOC削減効果

50%～

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)

1～2 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！

インキ溶剤や希釈溶剤として主に水を使うので、VOCの排出を大幅に抑制できます。

解説

水性インキは、インキ溶剤や希釈溶剤として主に水を使うインキですが、アルコール類(イソプロピルアルコール(IPA)など)を 20～30%程度含むので、その分は、VOCの発生があります。

なお、水性インキには乾燥が遅い等の短所があるため、導入に際しては、専用印刷機への買い替えや、既存の印刷機の改造が必要となる場合があります。ただし、最新の印刷機は水性インキにも対応しています。用途としては、レジ袋の印刷などで採用が進んでいます。

また、水性インキに転換する際、併せて版式を転換することもあります(油性グラビア印刷→水性フレキシ印刷)。

<水性インキの特徴>

長所	短所	短所を補うための対策
・VOC発生量が少ない。 ・消防法上の危険物(貯蔵、取扱)の緩和になる。 ・印刷作業環境が改善される。 ・残留溶剤による品質問題が解消される。 ・グラデーションが滑らかになる。	・印刷機材、後加工、印刷物の用途によって適用範囲が限定される。 ・乾燥が遅い(印刷速度は約 40%低下)。 ・ドクターブレード、印刷版の耐久性が低下し、印刷物の外観品質に影響を与える。 ・印刷では、抜き文字がつぶれたり、細字が太りやすい。 ・錆が生じる。 ・「かぶり」が出やすい。 ・潤滑性が劣る。	・現状の乾燥機の能力が足りない場合は、乾燥設備を増強する。 ・インキをハインソリッド化する。 ・印刷用のシリンダー版を浅版化する。 ・版面の表面精度(平滑性)をアップする。 ・摩耗の少ないドクター刃を使用する。 ・インキ中のアルコール分を調整する。

<水性グラビア導入に必要なコストの例>

(条件：8色(8ユニット)印刷機、基材幅 1,000mm、印刷速度 200m/分)

印刷資材関連	・インキ単価	1.2～2.0 倍
	・印刷版の作り直し	数十万円/版 ^{注1)}
印刷設備新設の場合 ^{注2)}	・本体価格	2.5～3.0 億円
	・乾燥用熱源・ダクト等の工事	0.3～0.5 億円

注1) 油性/水性で版代に大差はありません。

注2) 最新の印刷機は水性対応済みです。

メリット

残留溶剤による品質トラブルや臭気クレームの解決にもつながります。

水性インキを使用することで油性版よりも版セルサイズを縮小・浅版化できる場合があります。版サイズの縮小・浅版化によりインキ使用量を約25%削減した事例があります(脚注の参考文献[1])。

留意事項

- ・専用印刷機の導入、既存の印刷機の改造が必要な場合があります。

参考文献:[1]経済産業省中部経済産業局「平成 22 年度中小企業等産業公害防止対策調査 今すぐできる！コストダウン・作業効率アップにつながるVOC自主的取組 V OC排出抑制に関する業種別成功事例集」(平成 22 年 10 月)。

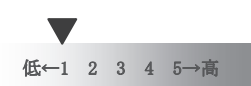
VOC低減インキへの転換

印刷

(オフセット)

● VOC削減効果

～5%



● イニシャルコスト

～1万円



● ランニングコスト

(運転費)

1.2～1.3倍



● 作業環境改善効果

効果低い



ポイント！

揮発しにくい植物油等のノンVOC原料を多く含むインキに代えることでVOCの排出を抑制できます。

解説

植物油は液状ですが常温で揮発しにくく、印刷物上で高分子化して固化する特徴があります。この特徴を用いてVOC原料である石油系溶剤の一部を植物油等のノンVOC原料に置き換えることでVOCの低減を図ることが出来ます。特に、規定量以上の植物油を含有したインキを植物油インキとして表示しており、これらインキの中には、更にVOC排出抑制効果を高めた石油系溶剤を含まない「ノンVOCインキ」があります。

[対策①：ノンVOCインキへの転換]

構成成分中の石油系溶剤を植物油等に置き換えてVOC成分を1%未満に抑えた「ノンVOCインキ」を導入する。

<オフセットインキの標準的組成(単位: %)>

成分	従来型インキ	植物油インキ	ノンVOCインキ (植物油インキ)
顔料	10～30	10～30	10～30
樹脂	30～40	30～40	30～40
植物油	10～20	20～30	40～50
石油系溶剤	25～35	15～25	-
添加剤	0～5	0～5	0～5
計	100	100	100

(出典:印刷インキ工業連合会)

インキに使われる植物油には大豆油、亜麻仁油、桐油、パーム油、ヤシ油、それらの再生油等が挙げられ、これらはバイオマス原料に属するものです。この度、インキ中のバイオマス原料の割合を主な指標とした認定制度が新しく制定されました。

<インキグリーンマーク制度(igマーク制度)>

印刷インキ工業連合会は、印刷インキに関する新しい制度「インキグリーンマーク制度(igマーク制度)」を制定し、2015年9月1日から運用を始めています。

同制度は、インキ中のバイオマス原料の割合を主たる環境配慮の指標とし、3段階の認定基準を定めています(ig★「ワンスター」、ig★★「ツースター」、ig★★★「スリースター」)。詳細は「印刷インキ工業連合会」にお問い合わせください。



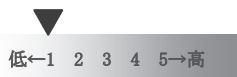
印刷

(オフセット)

IPAレス湿し水への転換

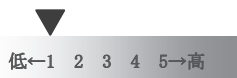
◆ VOC削減効果

～5%



◆ イニシャルコスト

～1万円



◆ ランニングコスト

(運転費)

変わらない



◆ 作業環境改善効果

効果低い



ポイント！

VOCであるIPAの使用量を最小限に留めることで、VOCの排出を抑制できます。

解説

オフセット印刷の湿し水に使われるイソプロピルアルコール(IPA)は、VOCです。IPAを使わないエッチ液(湿し水に添加される濃縮液)が開発され、通常のオフセット印刷ではIPAの含有量は徐々に減ってきていますが、UVインキや減感インキなどの特殊インキを使用する際には、IPAを添加せざるを得ない場合があります。

近年、IPAを必要としない製品やIPA含有率の低い製品も販売されていますので、やむを得ずIPAを使用する場合には、できるかぎりIPA含有率の低いものを選ぶように心がけ、使用量を最小限に留めましょう。また、IPAを希釈して使用する場合は、含有率5%以下の状態で使用するようにしましょう。

※日本印刷産業連合会では、IPAを使用した資材類については、IPA含有率5%以下とすることを業界の自主基準値としています。

[対策①:ノンVOC湿し水への転換]

「IPAレス湿し水」の中には、エタノール、ノルマルプロパノール(NPA)、tert-ブタノール、グリコール系有機溶剤を代替IPAとして使用している場合があります。ただし、これらの物質もVOCの一種です。そのため、近年VOCを全く含まない湿し水「ノンVOC湿し水」が商品化されています。

IPAレス湿し水や、ノンVOC湿し水を購入する際は、GP資機材認定製品が参考になります(「1-2 GP認定制度の活用」参照)。

留意事項

- IPAは湿し水の添加剤として優れた性質がありますが、その反面、ゴムローラーを劣化させる原因にもなります。
- 「代替IPA」はIPA以外のアルコールを使用するケースが多いため、VOCの削減につながらないこともあります。
- ノンVOC湿し水に転換する場合は、印刷機の設定や調整、ローラー交換や各種温度の見直しなどが必要となります。湿し水循環装置が無い場合は、組成(pH)や温度のコントロールに注意する必要があります。

参考文献:[1]平成 25 年度東京都VOC対策セミナー資料「印刷職場のVOC排出抑制」, 寺田勝昭(P&Eマネジメント), 平成 2 年9月.

水なし印刷システムへの転換

印刷

(オフセット)

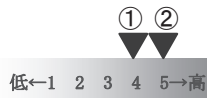
● VOC削減効果

5～10%



● イニシャルコスト

①～500 万円
②2,000 万円～



● ランニングコスト

(運転費)

1～1.4 倍



● 作業環境改善効果

効果低い



ポイント！

湿し水を使用しないので、湿し水由来のVOCが発生しません。

解説

通常のオフセット印刷では、湿し水で非画線部を形成しますが、水なし印刷は、シリコンゴム層で非画線部を形成します。湿し水を使わない印刷方式ですので、湿し水によるVOCの発生はありません。

水なし印刷は、枚葉印刷、オフ輪印刷、UV印刷でも行われており、それぞれの専用インキが市販されています。

[対策①:古くなった水あり印刷機を水なし印刷機に版式転換する]

近年、古くなった水あり印刷機を買い替えるのではなく、水なし印刷機に版式転換するケースが出始めています。

故障した箇所が湿し水周辺だけであれば、水あり印刷機をそのまま水なし印刷機として再利用することができます。

なお、製版機はそのまま使用できますが、版の現像機は別途購入する必要があります(400 万円程度)。

[対策②:UV化と併せて水なし印刷に転換する]

UVインキへの転換と併せて水なし印刷に切り替えるケースも出始めています。UVオフセット印刷は、溶剤系オフセット印刷よりも水とインキの調整が難しいため、水なし印刷との相性が優れています。

<水なし印刷システムの特徴>

長所	短所	短所を補うための対策
- 湿し水による廃液量が削減できる。 - 圧胴などが錆びないので、圧胴洗浄・メンテナンスなどが容易になる。 - 紙のファンアウトが少なく、見当精度が良い。 - 印刷の前準備の時間が短縮できる。	- 特に冬場など低湿度になる場合、紙が静電気を帯びやすい。 - 耐刷力が劣る(10 万刷/版以下)。 - 紙粉汚れが発生する可能性がある(特に低級紙)。 - 温度コントロールのために冷却装置が必要。	- 静電気対策としては、室内の湿度を上げる(50%以上が望ましいとされる)、印刷機デリバリ部のデリバリー吸引車付近に炭素繊維シートを貼り付けるなどがある。 - 紙粉対策としては、ゴミ取りローラーを取りつける方法がある。

留意事項

- 水あり印刷機を再利用する際、印刷機に通水ローラーが無い場合は別途冷却装置を購入する必要があります。
- 水なし印刷で使用するインキは粘度が高いため、紙への転写に難があり、インキが剥がれやすいです。特に再生紙に印刷する際は注意する必要があります。



印刷

(グラビア)

ハイスリッド・無溶剤型・水性 接着剤への転換

● VOC削減効果

50%～

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)

1～2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！

接着剤をハイスリッド・無溶剤型(ノンソル)・水性に転換することによって、VOCの排出量を抑制できます。

解説

コーティング加工、ラミネート加工に使われる接着剤は、トルエン、イソプロピルアルコール(IPA)、酢酸エチル等の溶剤を含有しています。ハイスリッド(溶剤分を減らし、固形分の割合が多い接着剤)・無溶剤型・水性型の接着剤を使うようにしましょう。

溶剤型接着剤を使用せざるを得ない場合は、溶剤含有量の少ないものを使うか、活性炭等の回収処理装置を設置しましょう。

＜各種接着剤の特徴＞

特徴	ハイスリッド	無溶剤型	水性型
メリット	・既存設備使用可 ・用途範囲広い	・用途範囲広い ・溶剤の残留なし	・既存設備使用可 ・溶剤の残留なし
デメリット	・回収装置が必要 ・溶剤の残留あり	・専用設備必要 ・設備投資大	・用途範囲狭い ・排水処理必要 ・泡/濡れが生じる
適用範囲	ALレトルト(35%) 透明レトルト※ 透明ボイル※ セミバリア構成 一般スナック	透明レトルト※(3層まで) 透明ボイル※ セミバリア構成 一般スナック	透明ボイル※ セミバリア構成 一般スナック

注)※印は、透明蒸着フィルムは除く。
(出典:インキメーカー提供資料を元に作成)

留意事項

- ・無溶剤型接着剤の導入に際しては、専用の設備が必要となります。

関連事項

- ・「4-2 排ガス処理装置(活性炭回収装置)の導入」も参照してください。

低VOC洗浄剤への転換

印刷

(オフセット)

● VOC削減効果

10～20%

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)

1～1.4倍

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！

低VOC洗浄剤を使用することで、VOCの排出を抑制できます。

解説

版や圧胴、ブランケット、インキローラーの洗浄に使われる洗浄剤には、有機溶剤を主成分にしたものが多く使われています。できるだけVOC発生量の少ない洗浄剤の使用を検討してみましょう。

VOCの揮発のしやすさは、蒸気圧や沸点が目安になります。一般に、蒸気圧が低いほど、また、沸点が高いほど、揮発しにくい傾向があります。

VOCを全く含まない「ノンVOC洗浄剤(植物油系洗浄剤、水系洗浄剤)」も製品化されています。購入する際はGP資機材認定製品が参考になります(「1-2 GP認定制度の活用」参照)。

また、洗浄剤の検討の際には、洗浄性能やVOCの排出抑制効果だけでなく、安全面からの検討も重要です。引火の危険性や人体への有害性を確認するために、メーカーからSDS(安全データシート)の最新版を入手することが大切です。

<オフセット印刷工場で使用される洗浄剤>

種類	含まれている主な物質
炭化水素系	エタノール、ノナン等
植物油系	大豆油エステル
水系	-

(出典:脚注の参考文献[1])

注)塩素系、フロン系、芳香族系の洗浄剤については使用しないことを推奨します。

<洗浄剤代替の際の検討項目(ある電子部品メーカーの例)>

- ・洗浄性、乾燥性、引火性、安全性(有害性)
- ・製品や設備への影響
- ・環境影響(オゾン層破壊、地球温暖化など)
- ・法規制
- ・コスト
- ・必要な設備(費用、スペース)

留意事項

- ・従来品と比べて、洗浄機能が劣る可能性があります。

参考文献:[1]一般社団法人日本印刷産業連合会「オフセット印刷工場の有機溶剤管理」(平成27年3月)。

排ガス処理装置（燃焼式）の導入

印刷

(グラビア)

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

(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！

軟包装グラビアのように混合溶剤を使用している場合は、活性炭による溶剤の回収利用は不向きです。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、処理装置が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。

触媒燃焼法は紙粉で触媒が劣化することがあります。排ガス処理装置を導入する際は、処理装置メーカーに相談して適切な処理方法を採用しましょう。

<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。
適用排ガス	グラビア印刷機、コータ、ラミネータからの触媒毒、ミスト等を含む排ガス	グラビア印刷機、コータ、ラミネータ等からの触媒毒を含まない排ガス	グラビア印刷機、コータ、ラミネータからの排ガス	局所排気・空調排気、グラビア印刷機、コータ、ラミネータからの排ガス
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)
処理効率	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

(出典: 日本印刷産業連合会提供資料)

<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[2])

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。

濃度の薄いガスを活性炭濃縮装置で吸着・濃縮した後に触媒で燃焼する、パッケージ型の小型処理装置も市販されています。比較的風量が少なく、低濃度のVOCを処理するのに適しています。

参考文献: [1] 日本印刷産業連合会提供資料, [2] 「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

印刷

(グラビア)

● 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
(右中の例より)

低←1 2 3 4 5→高

● ランニングコスト (運転費)

21 万~30 万円/月
(右中の例より)

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！

インキの溶剤やドライラミネートの溶剤として単一成分の比率が高いものを使用している場合は、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%以上です。

回収した溶剤は水の混入、溶剤比率の変化がありますので、インキの希釈用溶剤としてそのまま使用することは困難なようです。主に洗浄剤として再利用することになります。

ドライラミネートの場合は酢酸エチル単体溶剤が多いため、回収が進んでいます。品質が改善され、バージン溶剤の混合比率が減少し、再生効率が向上しています。

なお、排ガス処理を続けると活性炭の吸着能力が低下しますので、定期的な交換が必要です。

<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

出版グラビア印刷やラミネート加工など、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。

<溶剤回収によるコストメリット例(ドライラミネートの酢酸エチル回収)>

条件	風量:60 m ³ N/分、濃度:酢酸エチル 3,000ppm、 除去率:平均 95%以上、 運転時間:16 時間/日 × 25 日/月 × 12 ヶ月(計 4,800 時間/年)
溶剤回収量	168,900kg/年(563kg/日)
溶剤費用削減	▲21,957 千円/年(酢酸エチル 130 円/kgと仮定)
ランニングコスト	7,900 千円/年
回収メリット	14,057 千円(21,957 千円 - 7,900 千円)
イニシャルコスト	43,000 千円(設置工事費除く)
イニシャルコスト 回収年数	約3年

(出典:メーカー提供資料より作成 あくまでも参考値です。)

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（印刷）

アルファベット

GP(グリーンプリンティング)認定制度	37
IPAレス湿し水	52
UVインキ	49
VOC警報器	35
VOC測定機	35
VOC低減インキ	51

あ行

浅版化	40
インキグリーンマーク(ig)制度	51
インキパン	43
エアブロー	41
エッチ液	52

か行

風の低減	41
活性炭回収装置(排ガス処理装置)	57
含浸布型洗浄システム	46
機械洗浄	46
局所排気装置	44
検知管	35
校正機	38
高感度UVインキ	49
高濃度インキ(ハイソリッドインキ)	40
コーティング加工	54

さ行

湿し水	52
省エネ型UVシステム	49
植物油インキ	51
植物油系洗浄剤	55
水性インキ	50
水性接着剤	54
水性フレキシソ印刷	50
スモークテスター	41
洗浄作業	45
洗浄プログラム	46
洗浄方法	46
洗浄溶剤の少量化	45

た行

代替IPA	52
調色	39
低VOC洗浄剤	55
定量ポンプ	45
デジタル校正	38
手洗浄	46
東京都VOC対策アドバイザー派遣制度	35
ドクター受け皿の洗浄	46

な行

燃焼式(排ガス処理装置)	56
粘度コントローラ	39
粘度調整	39
濃度測定	35

ノンVOCインキ	51
ノンVOC湿し水	52
ノンVOC洗浄剤	55

は行

廃ウエスからの溶剤回収・再生装置	47
廃ウエスの管理	48
排出実態	35
ハイソリッド接着剤	54
プッシュプル換気装置	44
法定制御風速	44

ま行

水系洗浄剤	55
水なし印刷	53
密閉型攪拌機	39
無溶剤型接着剤	54

や行

容器の置き場所	48
容器の蓋閉め	48
容器や栓・蓋の材質	48

ら行

ラミネート加工	54
リサイクル対応型UVインキ	49
ロールカーテン	42

Ⅲ 金属等脱脂洗浄

目次（印刷）

VOC発生要因のチェック	60
VOC排出抑制策一覧	61
個別の抑制策の説明	
1 抑制策の選択	63
1-1 排出実態の把握 新	63
1-2 EVABATシステムの利用 新	64
2 工程・設備の改善	65
2-1 洗浄剤漏出の有無の点検 新	65
2-2 洗浄作業に入る前の確認	66
2-3 起動手順、停止手順の確認	67
2-4 冷却水温度・流量の適正化、冷水装置の設置	68
2-5 被洗浄物の置き方の工夫	69
2-6 洗浄剤の交換・充填における揮発防止	70
2-7 洗浄機周辺の風の低減	71
2-8 局所排気による過剰吸引の防止	72
2-9 フリーボード比の確保	73
2-10 被洗浄物の引上げの低速化	74
2-11 蒸気洗浄後のドウエル	75
2-12 蓋・部分的な覆いの設置	76
2-13 洗浄剤の保管・貯蔵における揮発防止	77
3 原材料の転換	78
3-0 洗浄剤の見直し（総論） 新	78
3-1 炭化水素系洗浄剤への転換 新	79
3-2 水系洗浄剤への転換	80
4 処理装置の導入	81
4-1 排ガス処理装置（活性炭回収装置）の導入	81
4-2 排ガス処理装置（深冷凝縮回収装置）の導入	82
4-3 密閉式洗浄装置の導入	83
索引	84



金属等脱脂洗浄

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	「抑制策の選択」 で対応する No.
準備	☐ 貯槽施設や作業場等から洗浄剤が漏出していないか。 ☐ 洗浄目的、目標とする清浄度に対して適正な洗浄剤・洗浄方法を選んでいるか。 ☐ 適切な洗浄機を使用しているか。 ☐ 洗浄作業のマニュアルを作成しているか。 ☐ 冷却機やヒーターの起動・停止の手順は正しいか。 ☐ 冷却水が流れているか。冷却温度は適切か。 ☐ 被洗浄物は洗浄剤を液切りしやすい様に配置しているか。 ☐ 洗浄剤の交換・充填の際に洗浄剤が漏れていないか。	注入時の洗浄剤の揮発	30%程度	2-1~2-6
洗浄・乾燥	☐ 洗浄機に風が入り込んでいないか。 ☐ 局所排気の吸引は強すぎないか。 ☐ フリーボードの高さは十分か。 ☐ 被洗浄物の出し入れはゆっくり行っているか。 ☐ 蒸気洗浄後、蒸気層の上でしばらく放置しているか。 ☐ 洗浄槽に蓋や覆いをしているか。 ☐ 蓋を閉めたときに、洗浄機の蓋は局所排気の吸引口より下にあるか。 ☐ 密閉型洗浄機に変えられないか。 ☐ 炭化水素系洗浄剤を使えないか。 ☐ 水系洗浄剤を使えないか。 ☐ VOC処理装置を設置できないか。	洗浄剤の揮発	70%程度	2-7~2-12 3-0~3-2 4-1~4-3
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。 ☐ 洗浄剤の容器の蓋は、使わない時には必ず密閉しているか。	保管時の洗浄剤の揮発	5%程度以下	2-13

《 金属等脱脂洗浄で使用されているVOCの例 》

用途：脱脂洗浄、乾燥

VOC：トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタン（塩化メチレン） など



金属等脱脂洗浄

VOC排出抑制策一覧

Ⅲ

金属等脱脂洗浄

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	-	-
1-2	EVABATシステムの利用 新	-	1	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)	
準備	2-1	洗浄剤漏出の有無の点検 新	1	1	1	-	1
	2-2	洗浄作業に入る前の確認	※	1	1	-	※
	2-3	起動手順、停止手順の確認	2～3	1	1	1	1
	2-4	冷却水温度・流量の適正化、 冷水装置の設置	4	3	2	2	2
	2-5	被洗浄物の置き方の工夫	2～3	2	1	1～2	1～2
	2-6	洗浄剤の交換・充填における 揮発防止	1	1	1	-	1
洗浄 乾燥	2-7	洗浄機周辺の風の低減	3	1～2	1	2	2
	2-8	局所排気による過剰吸引の防 止	3～4	1	1	2～3	2
	2-9	フリーボード比の確保	4	3	1	3	2
	2-10	被洗浄物の引上げの低速化	3	1	1	2	2
	2-11	蒸気洗浄後のドゥエル	2～3	1	1	2	1～2
	2-12	蓋・部分的な覆いの設置	3～4	2～3	1	2～3	2
保管	2-13	洗浄剤の保管・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	洗浄剤の見直し（総論） 新	-	-	-	-	-
3-1	炭化水素系洗浄剤への転換 新	5	5	1	-	3
3-2	水系洗浄剤への転換	5	5	2	-	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 削減効果)	
4-1	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
4-2	排ガス処理装置（深凝縮回収装置）の導入	5	5	2	3	変わらない
4-3	密閉式洗浄装置の導入	5	5	1	3	3

※ 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。



金属等脱脂洗浄

排出実態の把握 新

III

金属等脱脂洗浄

◆ 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。

[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」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。



金属等脱脂洗浄

EVABATシステムの利用

新

◆ VOC削減効果

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

低←1 2 3→高

ポイント！

EVABATシステムは産業洗浄におけるVOC排出抑制対策の選定を支援するパソコン用ソフトです。

解説

EVABATシステムは日本産業洗浄協議会の協力の下、環境省事業を通じて東京大学で開発されました。

洗浄現場の個別条件に合わせて、さまざまな排出抑制策の効果を数字として評価することができます。また、抑制策にかかるコスト(ランニングコスト、償却期間)の計算や、VOC排出の主要因についても知ることができます。

申し込み方法については日本産業洗浄協議会のホームページをご確認いただくか、日本産業洗浄協議会に直接お問い合わせください。

<対象となる洗浄剤・対策>

対象洗浄剤	評価可能な対策
- 塩化メチレン - トリクロロエチレン(準備中)	- 冷却水温度の適正化 - 被洗浄物の配置の工夫 - 蒸気洗浄後の液切り乾燥の導入 - 装置周辺の風の低減 - 局排風量の適正化 - 局排形状の変更 - 溶剤回収装置の設置 - など

(出典:脚注の参考文献[1])

留意事項

- ・申し込み後、日本産業洗浄協議会内のEVABAT推進グループによる審議の上、利用可能かどうか決まります。
- ・洗浄装置等のデータの提供が前提となります。また、データ収集のために現場に訪問する場合があります。
- ・CD郵送費用は着払いになります。また、配布数に限りがありますので、在庫切れの場合もあります。

参考文献:[1]日本産業洗浄協議会ホームページ(<http://www.jicc.org/contents/evabat-index.html>, H28.2.23 閲覧)。



金属等脱脂洗浄

洗浄剤漏出の有無の点検 新

III

金属等脱脂洗浄

◆ 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！

貯蔵施設、作業場等の点検を念入りに行い、洗浄剤の漏出ロスを防ぐことでVOC排出を抑制できます。

解説

1ml/分程度の小さい洩れ(漏出点の下に液だまりが出来ない程度)でも、約50kg/月の洗浄剤の漏出になりますので、貯蔵施設・場所、貯蔵容器、作業施設・場所について、漏出の有無をガス濃度計を使って点検しましょう。

貯蔵タンクや配管等は地下に埋設すると漏出の有無を確認しにくいので、地上に設置することが望まれます。やむを得ず地下に貯蔵タンクを設置する場合はコンクリート製の地下ピット内に設置しましょう。

<主な点検のポイント>

点検箇所	点検内容
貯蔵施設	・漏出の有無 ・側溝、ためます、分離槽等の状態 ・荷積みの整理状況
貯蔵場所	・底板・側板・下部弁の損傷、腐食、漏出の有無 ・液面計の損傷、漏出の有無
ドラム缶等の貯蔵容器	・容器の損傷、腐食、漏出の有無 ・栓のゆるみ
作業施設	・洗浄機本体・配管等の継目・弁等からの漏出の有無 ・水分離器がある場合は、管の詰まりや水抜き状態
作業場所	・床面、受皿、地下ピットへの漏出の有無 ・ためます、分離槽等への漏出の有無

(出典:脚注の参考文献[1])

留意事項

- ・クロロカーボンのように特有の臭気があるものを使用している場合は、強い臭いを感じたら漏出を疑いましょう。
- ・立った姿勢で臭いを感じなくても、クロロカーボンのように空気より重い物質は下に滞留している可能性があるので注意しましょう。

参考文献:[1]クロロカーボン衛生協会「クロロカーボン適正使用ハンドブック」(2000).



金属等脱脂洗浄

洗浄作業に入る前の確認

◆ VOC削減効果

状況によって変動する

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

状況によって変動する

低←1 2 3→高

ポイント！

洗浄の必要性や清浄度の基準等を見直すことで、洗浄剤の使用量や洗浄時間が減り、その分、VOCの発生量が抑えられます。このことは、作業量の削減にもなります。

解説

洗浄作業に移る前に、以下のフローチャートに沿って洗浄作業の必要性などについて確認しましょう。ポイント①～⑤について見直しを行うことで、洗浄剤や洗浄時間が減少し、VOCの発生量の削減につながる場合があります。

<確認ポイントと解説>

確認ポイント① 洗浄は必要か？

〈解説〉現在行っている洗浄の目的や効果を考えて、その洗浄が本当に必要かどうか見直しましょう。

確認ポイント② 適切な洗浄機か？

〈解説〉上部に適切な冷却コイルのある洗浄機を使用しましょう。

確認ポイント③ 洗浄機の大きさは適切か？

〈解説〉洗浄機が大きいと洗浄剤が蒸発しやすいので、被洗浄物の大きさや量に合う範囲内で、槽寸法の小さい洗浄機を使用しましょう。

確認ポイント④ 洗浄後の洗浄度を満たしているか？

〈解説〉どこまできれいに洗浄する必要があるか見直しましょう。

確認ポイント⑤ マニュアルは作成済みか？

〈解説〉洗浄手順、液交換の手順に関するマニュアルを作成しましょう。

留意事項

- ・ 後工程での品質が確保できるかどうかなどを考慮する必要があります。



金属等脱脂洗浄

III

金属等脱脂洗浄

● VOC削減効果

5～20%



● イニシャルコスト

～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)

洗浄剤購入費
～10%削減



● 作業環境改善効果

効果低い



ポイント！

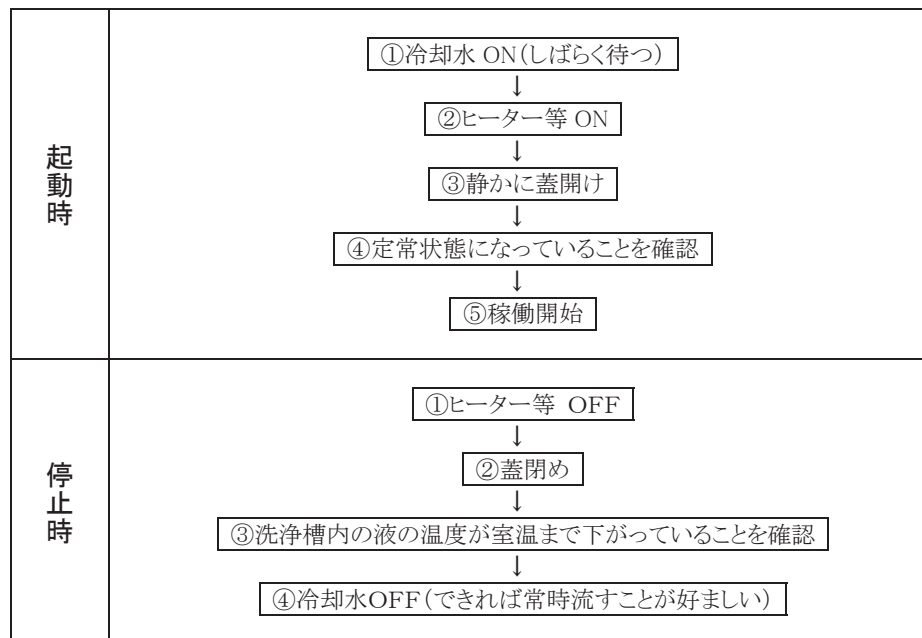
冷却機やヒーターの起動・停止手順の適正化により、排出ロスを抑えることができます。

解説

洗浄槽の冷却部温度が十分に下がっていない状態で洗浄剤温度を上げると、VOC排出量が増加してしまいます。

洗浄機の起動・停止は、下図のような手順で行いましょう。冷却水の温度・流れが定常になるまでしばらく時間を置いてから(10分程度)、ヒーターのスイッチを入れましょう。また、このような手順で作業が行われていることを作業点検簿を作ってチェックしましょう。

<起動・停止の手順>



(出典:脚注の参考文献[1]より作成)

留意事項

- ・ 蓋を開ける前には、冷却水が流れていることを確認しましょう。

参考文献:[1]クロロカーボン衛生協会「クロロカーボン適正使用ハンドブック」(2000).



金属等脱脂洗浄

冷却水温度・流量の適正化、 冷水装置の設置

● VOC削減効果

20%～



● イニシャルコスト

10～100 万円



● ランニングコスト

(運転費)

1～2 倍



● ランニングコスト

(資材購入費削減効果)

洗浄剤購入費
10～20%削減



● 作業環境改善効果

効果あり



ポイント！

洗浄槽の冷却コイルの冷却水の温度を低下させ、流量を一定以上に保つことで洗浄剤蒸気の揮発が抑えられ、VOC排出量を少なくすることができます。

解説

[対策①: 冷却水の温度を下げる]

ジクロロメタン(塩化メチレン)はトリクロロエチレンに比べて沸点が低い(約40℃)ので、冷却コイルを流れる水の温度が高いと、洗浄剤ガスの凝縮効率が低下し、VOCガスの排出量が多くなります。このため、ジクロロメタンの場合は冷却水の温度を5～15℃に設定しましょう。他の設備との兼ね合いで冷却水の温度を下げられない場合には冷水装置(チラー)を付設しましょう。

トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンを使用する場合は、冷却水の入口温度を原則として25℃以下にしましょう。

[対策②: 冷却水の流量を一定以上に保つ]

冷却水の流量を一定以上の値(目安:25L/min 脚注の参考文献[1]参照)に保つことでVOCの排出が抑制されます。

メリット

洗浄剤の使用量(購入費用)の削減によりコスト負担が軽減されます。冷却水を使い捨てにせずに、チラーで循環して冷却すれば水道代は上がりません。

冷却水の温度を24℃から9.7℃にすると、洗浄剤購入費用が約1,400円/月削減されるとの試算結果が報告されています(脚注の参考文献[1]参照)。

留意事項

- ・梅雨期などの高湿度の時期には、冷却水の温度が低すぎると、室内の水分が凝縮しやすくなり、洗浄剤中への水分混入の原因となるので、温度をあまり下げ過ぎないようにする注意も必要です。

参考文献:[1]環境省/日本産業洗浄協議会/㈱旭リサーチセンター「産業洗浄における自主的取組マニュアル」(平成19年3月)。



金属等脱脂洗浄

被洗浄物の置き方の工夫

III

金属等脱脂洗浄

◆ VOC削減効果

5～20%



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)

洗浄剤購入費

5～20%削減



低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

効果低い～効果あり



低←1 2 3→高

ポイント！

被洗浄物の置き方の工夫により、洗浄槽からの引き上げ時の持ち出しによるVOCの排出を減らすことができます。

解説

被洗浄物に洗浄剤が残留したままの状態では洗浄槽外に持ち出されると、VOC排出量の増加につながります。実際の現場では、この持ち出し量が意外と多い場合があります。

[対策：被洗浄物の置き方を工夫する]

被洗浄物を縦置きにすると、乾燥が早くなり、洗浄剤の持ち出し量が減ります。例えば、板状物の場合は、縦置きにすると、横置きの場合に比べて、付着量(残留量)が約1/4～1/3に減少する場合があります。また、板の重なりをなくすと、付着量が約1/3～1/2に減少する場合があります。

特に、被洗浄物の形状が洗浄剤を吸み出しやすくなっている場合は、被洗浄物の向き、並べ方を工夫しましょう。

また、縦置き以外の対策として以下の方法もVOC排出削減に有効です。

- ・被洗浄物を整列する
- ・被洗浄物を傾斜をつけて置く
- ・バレル(洗浄籠を回転させる)
- ・洗浄籠のメッシュサイズを大きくする

メリット

洗浄槽からの引き上げ時の洗浄剤持ち出し量を減らすことは、洗浄剤の使用量削減につながりコストメリットがあります。

鉄板の洗浄に関して、縦置きに変更することで1万円/月のコストダウンになるとの試算結果が報告されています(脚注の参考文献[1]参照)。

留意事項

- ・被洗浄物の置き方により、洗浄効果が変わる場合があります。

参考文献:[1]環境省/日本産業洗浄協議会/㈱旭リサーチセンター「産業洗浄における自主的取組マニュアル」(平成19年3月)。



金属等脱脂洗浄

洗浄剤の交換・充填における揮発防止

◆ VOC削減効果

～5%



◆ イニシャルコスト

～1万円



◆ ランニングコスト (運転費)

変わらない



◆ 作業環境改善効果

効果低い

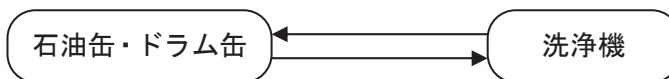


ポイント！

洗浄剤の交換・充填時における洗浄剤の漏出を防ぎます。

解説

VOCの排出抑制のためには、洗浄工程の管理だけでなく、洗浄剤の交換・充填時の管理も重要です。



[対策①: 液温を管理する]

戸外で室温より温まった状態の洗浄剤を開封した際には洗浄剤が揮発しやすくなります。洗浄剤は室温の状態となってから充填・抜き出ししてください。

[対策②: 移し替え時にポンプを使用する]

洗浄槽に洗浄剤を充填する際にはポンプを使用して洗浄剤の揮発を抑制しましょう。

[対策③: 洗浄剤の交換時期を適正化する]

洗浄剤の交換回数を減らすことでVOCの発生量を抑えられます。洗浄性の低下や洗浄剤による再汚染を生じない範囲で、適切な交換を行いましょう。

適切な交換時期については以下のことが参考になります。洗浄剤メーカーによっても適切な交換時期の把握に関するサポートを行っています。

- ・ 蒸気槽の沸騰温度(油汚れが入ると沸点が上がる)
- ・ 比重(油汚れが入ると比重が下がる)
- ・ 色の変化(油汚れが入ると洗浄剤が着色する)

留意事項

- ・ 使っている洗浄剤が塩素系の場合は、塩素系溶剤専用のポンプを使いましょう。
- ・ 必要に応じて、保護眼鏡、保護手袋、マスク等の保護具を着用しましょう。



金属等脱脂洗浄

洗浄機周辺の風の低減

III

金属等脱脂洗浄

● VOC削減効果

10%～

低←1 2 3 4 5→高

● イニシャルコスト

～10万円

① 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)

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)

洗浄剤購入費
10%以上削減

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！

洗浄機の槽内に風が舞い込むと、溶剤蒸気を拡散させ、VOC発生の要因となります。

解説

[対策①: 風の元を断つ、風向きを変える]

風の原因としては、開放された窓やエアコン・扇風機などがあります。また、戸外に面した出入口近くに洗浄機があると、風が入りやすくなります。

対策としては、洗浄槽に当たっている風の元を断つことが望ましいのですが、作業環境上、それが難しい場合は、エアコン等の向きや洗浄槽の設置場所を変えることを検討しましょう。

風の流れを知るには、スモークテスター※注1)が有効です。スモークテスターで煙を発生させることによって、風の流れを視覚的に把握することができます。

[対策②: 遮蔽板を設置する、ビニールシートで囲う]

洗浄槽に舞い込む風を抑えるには、遮蔽板の設置やビニールシートで洗浄槽の周りを囲って風の影響をなくすことも有効です。

これらの対策を実施する場合にも、上述のスモークテスターを使って、洗浄機に風が舞い込まないよう最適な大きさや設置場所を検討するとよいでしょう。

メリット

洗浄槽から蒸発するVOCの量を減らすことは洗浄剤の使用量削減につながりますので、コストメリットがあります。

洗浄槽周辺の風を 1.65m/sec から 0.25m/sec に低減させると約 2.7 万円/月、0m/s に低減させると約 4.4 万円/月のコストダウンになるとの試算結果が報告されています(脚注の参考文献[1]参照)。

留意事項

- ・ 作業室の大きさ、風の吹き出し口の位置・大きさ、風量などの条件によって、VOC削減効果は異なります。

参考文献:[1]環境省/日本産業洗浄協議会/㈱旭リサーチセンター「産業洗浄における自主的取組マニュアル」(平成19年3月)。

※注1) スモークテスターは市販されています。スモークテスターは、スズ化合物などが使用されていますので、被洗浄物の品質に影響を与えないように注意してください。



金属等脱脂洗浄

局所排気による過剰吸引の防止

◆ VOC削減効果

10～50%

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)

洗浄剤購入費

10～50%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！

局所排気の風速により溶剤の揮発量が大きく変化します。風速の最適化により、VOCの排出ロスを抑制することができます。

解説

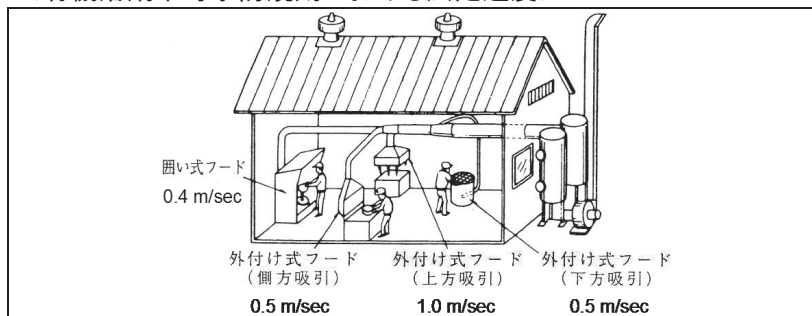
局所排気の風速が大き過ぎると、洗浄槽内の洗浄剤蒸気が乱れ、洗浄剤蒸気を必要以上に排気してしまいます。このことがVOC排出量を多くする原因となります。

[対策①：風速を法定値の範囲内で下げる]

局所排気の制御風速が法定値よりも大きすぎる場合、法定値を下回らない範囲内で下げることを検討しましょう。

風速は、ファンの回転数の調整やダンパーの設置・調整によって下げることができます。

<有機溶剤中毒予防規則における法定速度>



(出典：脚注の参考文献[1]、及び有機溶剤中毒予防規則第16条第1項より作成)

[対策②：局所排気の位置を変える]

局所排気の吸気口が洗浄剤の液面に近いと、溶剤の揮発量が多くなります。

吸気口の位置が低すぎる場合は、位置を上げましょう。

メリット

局所排気の風速の最適化により洗浄剤の揮発量を抑えると、洗浄剤の使用量が減りますのでコストメリットがあります。

局所排気の風速を 0.8m/sec から 0.4m/sec にすると約 2.2 万円/月のコストダウンになるとの試算結果が報告されています(脚注の参考文献[2]参照)。

留意事項

・上記とは逆に、局所排気の風量が小さすぎると労働環境の悪化になるので、バランスを考えましょう。

参考文献：[1]沼野雄志著「新やさしい局排設計教室」(平成17年)中災防刊(第5版)。

[2]環境省/日本産業洗浄協議会/㈱旭リサーチセンター「産業洗浄における自主的取組マニュアル」(平成19年3月)。



金属等脱脂洗浄

III

金属等脱脂洗浄

◆ VOC削減効果

20%～



◆ イニシャルコスト

～100 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)

洗浄剤購入費
20%以上削減



◆ 作業環境改善効果

効果あり



ポイント！

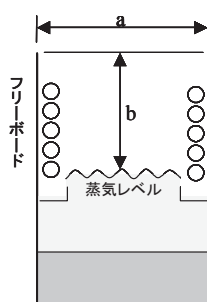
フリーボード比※が小さいと、洗浄槽内の溶剤ガスに乱れが生じやすく、洗浄槽から排出されるガスの量が多くなります。フリーボード比を大きくすることにより、溶剤の揮発によるロスを少なくすることができます。

解説

[対策:フリーボードをできる限り高くする]

フリーボードを高くできるスペースがあれば、表を参考にして、洗浄槽の壁を嵩上げし、フリーボード比を大きくします。壁が高くなることによって、洗浄作業が行いにくくなる場合には、踏み台を設置しましょう。

<フリーボード比>

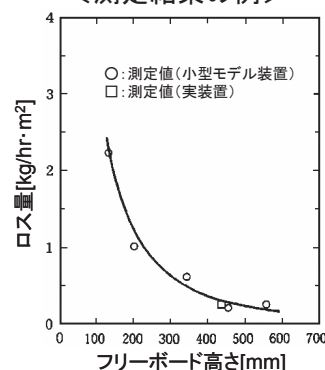


$$\text{フリーボード比} = b/a$$

※フリーボード比: 洗浄槽の短い方の開口長(a)に対する溶剤液面から洗浄槽の上端までの高さ(b)の比(b/a)をいいます。蒸気洗浄槽の場合は、蒸気/空気境界から洗浄槽の上端までの高さがbとなります。

(出典:脚注の参考文献[1])

<測定結果の例>



測定条件:無負荷(アイドリング時)、冷却水温度 約 20℃、囲い式局排設備

(出典:脚注の参考文献[2])

<フリーボード比の適正值の目安>

溶剤	適正フリーボード比
沸点の高い洗浄剤(トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、トリクロロエタン)	0.8～1.0
沸点の低い洗浄剤(ジクロロメタン、フロンなど)	1.0～1.2
フッ素系、シリコン系、臭素系洗浄剤など	1.2～1.5

(出典:脚注の参考文献[3])

メリット

フリーボード比を大きくして洗浄剤の蒸発を抑えると、洗浄剤の使用量が減りますのでコストメリットがあります。

フリーボード比を 1.13 から 1.43 にすると約 1,000 円/月のコストダウンになるとの試算結果が報告されています(脚注の参考文献[4]参照)。

参考文献:[1]クロロカーボン衛生協会「クロロカーボン適正使用ハンドブック」(2000)。

[2]出尾隆志, 塩素系溶剤の使用量削減について(中), 潤滑経済(1997年5月号)。

[3]日本産業洗浄協議会「洗浄剤・洗浄装置活用ノート」(2014年10月)。

[4]環境省/日本産業洗浄協議会/㈱旭リサーチセンター「産業洗浄における自主的取組マニュアル」(平成19年3月)。



金属等脱脂洗浄

被洗浄物の引上げの低速化

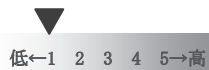
◆ VOC削減効果

～20%



◆ イニシャルコスト

～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)

洗浄剤購入費
～20%削減



◆ 作業環境改善効果

効果あり



ポイント！

洗浄槽に被洗浄物を手早く出し入れすると、溶剤蒸気が洗浄槽外に拡散し、VOC排出の要因となります。ゆっくり引き上げることでロスを防げます。

解説

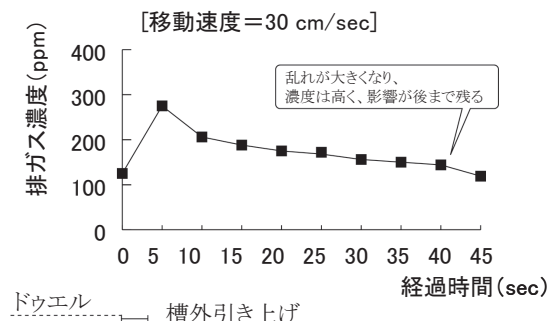
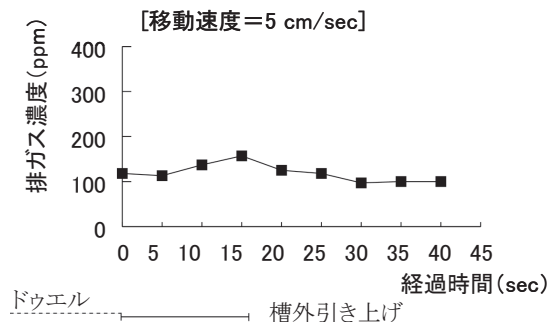
手動式の洗浄装置の場合、被洗浄物の引上速度が速いと、溶剤ガスを含んだ空気が洗浄槽外に拡散し、また、洗浄槽内の蒸気層に乱れが生じて、溶剤の排出量が増える原因となります。

[対策:被洗浄物の引上げを遅くする]

手動式の場合、被洗浄物の引き上げを手早く行くと、引上速度は 30cm/sec 程度になります。これを5cm/sec程度まで遅くしましょう。

＜引上速度を変えた場合の洗浄槽直上のガス濃度変化の例＞

(上部開放型小型洗浄機、被洗浄物の重量:5.1kg、洗浄剤:ジクロロメタン、冷却水:約 15℃)



(出典:脚注の参考文献[1])



金属等脱脂洗浄

蒸気洗浄後のドゥエル

III

金属等脱脂洗浄

◆ VOC削減効果

5～20%



◆ イニシャルコスト

～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)

洗浄剤購入費
～20%削減



◆ 作業環境改善効果

効果低い～効果あり



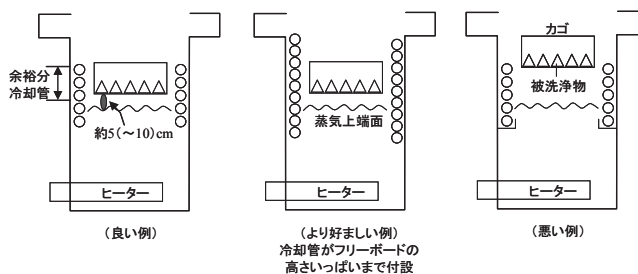
ポイント！

被洗浄物を一気に引き上げず、蒸気層の上で一旦停止させ、被洗浄物に残っている洗浄剤を揮発させることにより、洗浄槽の外に持ち出す洗浄剤の量を減らすことができます。

解説

ドゥエルとは、被洗浄物を蒸気層の上で放置して乾燥させることです。蒸気洗浄終了後、下図のように、蒸気上端面から冷却コイル上端までの領域で、被洗浄物を一旦停止させて、ドゥエルを行いましょ。ドゥエルの位置は、被洗浄物のかご等の下端が、蒸気層の上端から約10cm上の位置となることが望めます。

ドゥエルの時間は十分長くとり(30秒以上)、被洗浄物に付着している洗浄剤がすべて揮発するようにしましょ。手作業で、長時間の停止が困難な場合は、装置の工夫や自動化などを検討しましょ。



(出典:脚注の参考文献[1])

メリット

十分時間をかけて、適切な方法でドゥエルを行い洗浄剤の蒸発を抑えると、洗浄剤の使用量が減りますのでコストメリットがあります。

ドゥエルを全く行わない場合と比べて、適切な方法で30秒間ドゥエルを行うと月約1.4万円のコストダウンになるとの試算結果が報告されています(脚注の参考文献[2]参照)。

関連事項

・「2-5 被洗浄物の置き方の工夫」も参照してください。

参考文献:[1]出尾隆志, 塩素系溶剤の使用量削減について(中), 潤滑経済(1997年5月号).

[2]環境省/日本産業洗浄協議会・㈱旭リサーチセンター「産業洗浄における自主的取組マニュアル」(平成19年3月).



金属等脱脂洗浄

蓋・部分的な覆いの設置

◆ VOC削減効果

10～50%

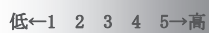


◆ イニシャルコスト

①② 1～10万円

③ 50万円程度

①②③



番号は対策番号に対応

◆ 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)

洗浄剤購入費

10～50%削減



◆ 作業環境改善効果

効果あり



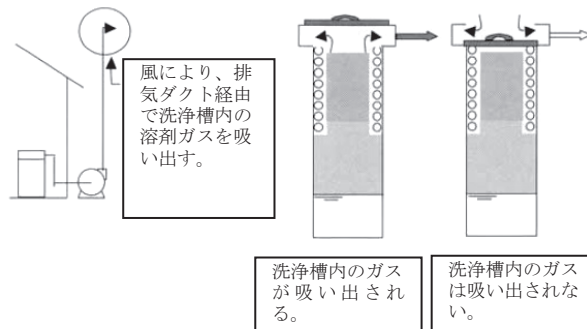
ポイント！

洗浄槽の上部に蓋をすることによって、洗浄槽内部からの溶剤蒸気の拡散が防げるので、溶剤蒸気の槽外への漏出を減らせます。

解説

[対策①：非稼働時には蓋で覆う]

洗浄作業を行っていない時には、できるだけ密閉度の高い蓋で洗浄槽の開口部を覆うようにしましょう。また、蓋の位置が局所排気の吸い込み口よりも下になるようにしましょう。



(出典：脚注の参考文献[1])

[対策②：部分的な覆いを取り付ける、洗浄剤の露出面積を小さくする]

洗浄作業や装置の都合上、洗浄槽の上面全体を覆うことが困難な場合、板などで部分的に覆い、開口面積を小さくすることで、洗浄槽内への風の舞い込みを抑えることができます。また、洗浄剤の露出面積を小さくすることもVOC排出対策になります。

[対策③：自動開閉蓋を設置する]

自動搬送式洗浄装置の場合には、洗浄槽に被洗浄物を出し入れする際に蓋が自動で開くスライド式シャッターの設置を検討しましょう。導入コストは50万円程度です。

メリット

洗浄槽上部に蓋をして洗浄剤の蒸発を抑えると、洗浄剤の使用量が減りますのでコストメリットがあります。

新たに蓋を設置すると月約 1.5 万円のコストダウンになるとの試算結果が報告されています(脚注の参考文献[2]参照)。

留意事項

- ・ 蓋の開閉に伴って、洗浄槽内の洗浄剤蒸気も移動するので、頻繁な蓋の開閉は、かえって逆効果になる場合があります。
- ・ 蓋の開閉による洗浄槽内のガスの動きは、スモークテスターを使えば確認できます。
- ・ 対策①については、特に洗浄機に冷却コイルの増設などの改造を行ったことがある場合は、蓋の位置が適切かどうかをチェックしてみましょう。

参考文献：[1]クロロカーボン衛生協会，続 使えるんです塩素系溶剤(2005年)。

[2]環境省/日本産業洗浄協議会/㈱旭リサーチセンター「産業洗浄における自主的取組マニュアル」(平成19年3月)。



金属等脱脂洗浄

洗浄剤の保管・貯蔵における揮発防止

III

金属等脱脂洗浄

● 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



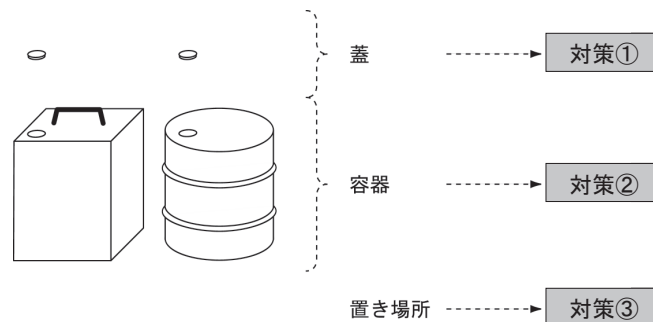
低←1 2 3→高

ポイント！

「こまめ」に蓋をするだけで、洗浄剤の入った容器からのVOCの排出を抑制することができます。

解説

VOCの排出抑制のためには、洗浄工程の管理だけでなく、洗浄剤の保管・貯蔵時の管理も重要です。



[対策①: 洗浄剤の入った缶・容器の蓋閉め励行]

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

[対策②: 容器や栓・蓋のチェック]

洗浄剤を保管・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・蓋の外れによって洗浄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膨潤し、壊れることがあるので注意しましょう。

[対策③: 容器の置き場所のチェック]

洗浄剤を屋外に貯蔵する場合は、屋根をつけましょう。屋根をつけるのが困難な場合は、容器にカバーをかけるなどの対策を行い、直射日光や雨水が当たらないようにしましょう。

また、屋内に貯蔵する場合は、換気できる冷暗所で保管しましょう。

留意事項

・洗浄剤の漏れの防止は、VOC対策だけでなく、土壌・地下汚染の防止にも役立ちます。



金属等脱脂洗浄

洗浄剤の見直し（総論） 新

● 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を含まない洗浄剤や、VOCが揮発しにくい洗浄剤を使用することで、VOCの排出を抑制することができます。

解説

金属等脱脂洗浄で使用する洗浄剤には、水を主成分とした水系洗浄剤、溶剤（塩素系、炭化水素系など）を主成分とした非水系洗浄剤、水と溶剤を混合した準水系洗浄剤があります。

塩素系洗浄剤を使用している場合は、沸点が高くて揮発しにくい炭化水素系洗浄剤や、VOCをほとんど含まない水系洗浄剤への切り替えを検討しましょう。

＜主な洗浄剤と特徴＞

種類		主な特徴	主な洗浄用途（方法）
非水系	塩素系	- 不燃性 - 強い脱脂力 - 粘度・表面張力が小さく、浸透力大きい - 廃液の蒸留回収・再利用が容易 - 蒸気密度が大きい - 水との相互溶解度が小さい	- 金属加工部品・電子・電気機器・精密部品の脱脂洗浄 - 浸漬洗浄、蒸気洗浄、超音波洗浄
	炭化水素系	- 工作油に対する洗浄力が強い - 乾燥性に優れ、残渣が残りにくい - 粘度・表面張力が小さく、浸透力大きい - 廃液の蒸留回収・再利用が可能 - 浸漬洗浄から蒸気洗浄までに対応。効率的な洗浄システムが構築可能 - 金属に対する腐食性が低く、発錆しにくい - 液管理が比較的容易 - 洗浄廃液は廃油として処分可能 - 可燃物であり取扱注意 - 製品によっては消防法、有機溶剤中毒予防規則への対応が必要	- 機械部品、電子部品、精密機械部品、金属素材、光学部品の洗浄 - 切削、プレス、穿孔、圧延、研磨、めっき前処理時の洗浄 - 工作油、ワックス類、はんだフラックスの洗浄 - 超音波洗浄、揺動洗浄、噴流洗浄、蒸気洗浄
水系	水系	- 界面活性剤を使用したアルカリ、中性、酸性洗浄剤の他、水（市水、純水、超純水）なども洗浄剤として使用される - 不燃性。毒性が低い - 金属を腐食しやすい - アルカリ、酸性洗浄剤は取扱注意	- 鋼板・伸線などの加工後の洗浄 - めっき・金属塗装の前処理洗浄 - 金属加工部品の洗浄 - 精密部品・アルミ部品などの加工油洗浄

その他、非水系洗浄剤としてはアルコール系、フロン系、臭素系、テルペン系、シリコーン系非水系、非水系テルペン系、石油系、エステル系、ケトン系があります。

（出典：脚注の参考文献[1]）

留意事項

- 水系洗浄剤や炭化水素系洗浄剤などは、塩素系洗浄剤に比べて洗浄力が弱いので、洗浄剤を切り替える前に洗浄性能を確認する必要があります。
- 洗浄剤システム（装置）の変更が必要な場合があります。



金属等脱脂洗浄

炭化水素系洗浄剤への転換

新

III

金属等脱脂洗浄

● VOC削減効果

60%～

低←1 2 3 4 5→高

● イニシャルコスト

～1,500 万円

低←1 2 3 4 5→高

● 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

効果高い

低←1 2 3→高

ポイント！

沸点の高い炭化水素系洗浄剤へ転換すればVOCの排出を抑制することができます。

解説

ノルマルパラフィン系、イソパラフィン系、ナフテン系、芳香族系の炭化水素系洗浄剤はVOCですが、塩素系洗浄剤と比べて蒸発しにくいので、VOCの排出が少なくなります。

塩素系洗浄剤から炭化水素系洗浄剤へ転換した場合のVOC削減効果は、乾燥方法ごとに異なります。近年主流の真空蒸気乾燥は密閉空間で乾燥しますので、熱風乾燥よりもVOCの排出量を抑えることができます。

＜乾燥方法＞

乾燥方法	概要
熱風乾燥	- 熱風により洗浄剤を蒸発乾燥させます。 - 排出濃度が低く、回収が困難なので、被洗浄物に持ち出された洗浄剤は乾燥工程で全量大気排出され、VOC排出量が多くなります。
吸引乾燥	- 多量の空気を通過させ、付着した洗浄剤を乾燥させます。 - 被洗浄物により持ち出された洗浄剤は回収機構で回収されますが、完全密閉ではないため、VOCの排出はあります。
真空蒸気加熱 ＋真空乾燥	- 密閉された真空空間内で蒸気洗浄と乾燥を行います。真空度を上げると付着していた洗浄剤は急速に蒸発・乾燥します。 - 真空乾燥工程が完全密閉空間内で行われるため、VOCの排出は少なくなります。

(出典:脚注の参考文献[1])

＜コスト負担の例(機械加工部品の脱脂洗浄)＞

	粗洗浄	一般洗浄	精密洗浄
洗浄	浸漬揺動×2	浸漬超音波×2	浸漬超音波/シャワー
乾燥	熱風乾燥	熱風乾燥	減圧ペーパー
その他	蒸留再生、安全増 防爆・泡消火	蒸留再生、安全増 防爆・泡消火	蒸留再生、安全増 防爆・泡消火
イニシャルコスト(万円)	830	1,180	1,350
ランニングコスト(千円/ 月)	35	81	60

(出典:脚注の参考文献[1])

留意事項

- 炭化水素系洗浄剤は引火性があるため、防爆対応が必要となります。
- イソパラフィン系やナフテン系の炭化水素系洗浄剤は、塩素系洗浄剤に比べて洗浄力が弱いので、洗浄性能の確認が必要となります。

関連事項

- 「2-2 洗浄作業に入る前の確認」も参照してください。



金属等脱脂洗浄

水系洗浄剤への転換

● VOC削減効果

50%～

低←1 2 3 4 5→高

● イニシャルコスト

～2,000 万円

低←1 2 3 4 5→高

● ランニングコスト (運転費)

～30 万円/月

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！

非水系洗浄剤(溶剤)から水系洗浄剤へ転換すれば、VOCの排出量を抑制することができます。

解説

溶剤が主成分の非水系洗浄剤から、アルカリ、界面活性剤、酸性系、アルカリと界面活性剤の混合物などの水系洗浄剤へ転換すれば、VOCの排出を低く抑えることができます。ただし、水系洗浄剤にもVOCであるアルコール類が含まれていますので、VOCの排出がゼロになるわけではありません。

近年は金属加工に使われる油が水溶性のものに変わりつつあるため、水系洗浄剤へ転換できる機会が増えています。

排水対策を行う必要がありますが、以下のように大掛かりな排水処理装置を必要としないシステムもあります。

<排水処理システム>

処理システム名	概要
すすぎ水リサイクルシステム	・すすぎ工程で発生する排水を蒸留装置で蒸留・回収してすすぎ水として再利用するシステム。
油水分離システム	・洗浄装置上で、洗浄剤の循環ラインの中でリザーブタンクを大きくすることで可能な限り洗浄剤を静止に近い状態にして、混入した油分を分離し、洗浄剤の長寿命化を図るシステム。
ノンリンスシステム	・粗洗浄用途で使用。洗浄剤に混入した汚染物の被洗浄物への再付着を防ぐため、油水分離システムや洗浄ろ過システムが必須となる。

(出典:脚注の参考文献[1])

<コスト負担の例(金属加工部品の脱脂洗浄)>

	粗洗浄	一般洗浄	精密洗浄(4槽)
洗浄方法	浸漬超音波×2	浸漬超音波×2 コアレッサー	浸漬超音波×3 膜分離
乾燥方法	熱風乾燥	熱風乾燥	減圧ペーパー
イニシャルコスト(万円)	550	950	1,750
ランニングコスト(千円/月)	53	143	229

(出典:脚注の参考文献[1])

留意事項

- ・VOCの発生はありませんが、すすぎの工程が必要となりますので、純水製造装置や排水処理設備にコストがかかります。
- ・導入に際しては、洗浄性能のチェックも必要となります。

関連事項

- ・「2-2 洗浄作業に入る前の確認」も参照してください。

金属等脱脂洗浄

排ガス処理装置（活性炭回収装置）の導入

III

金属等脱脂洗浄

● 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)

洗浄剤購入費
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！

揮発したジクロロメタンなどのVOCを活性炭で吸着・回収することにより、VOC対策とともにコスト削減にもなります。

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%以上です。

活性炭を使用し続けると吸着能力が低下するなど寿命があるので、定期的な交換が必要です。

<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

回収した洗浄剤は再利用することができるので、コストの削減になります。トリクロロエチレンを使用している場合は4～5年でイニシャルコストを回収できる場合があります。また、炭化水素系洗浄剤はトリクロロエチレンよりも単価が高いため、2～3年でイニシャルコストを回収できる場合があります。

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: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「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-」(平成 25 年3月)。



金属等脱脂洗浄

排ガス処理装置（深冷凝縮回収装置）の導入

◆ VOC削減効果

90%～

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

～1,500万円

低←1 2 3 4 5→高

◆ ランニングコスト （運転費）

約15～20万円/月
（右の事例のスチーム・電力
冷却ユニット分）

低←1 2 3→高

◆ ランニングコスト （資材購入費削減効果）

洗浄剤購入費
90%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！

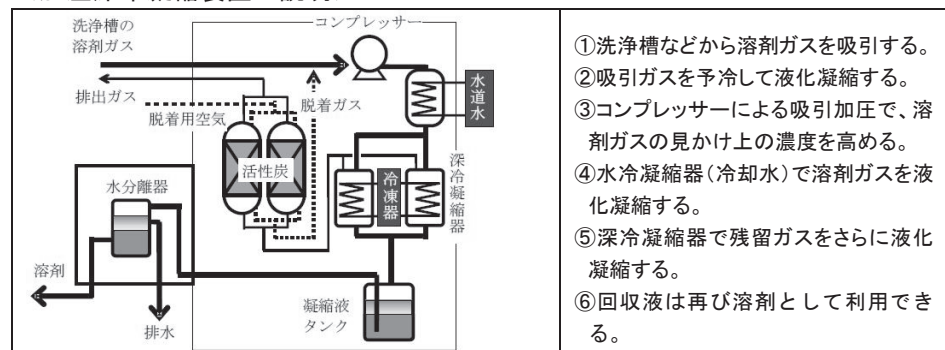
揮発したジクロロメタンなどのVOCを深冷凝縮装置で凝縮・回収することにより、VOC対策とともにコスト削減にもなります。

解説

溶剤ガスを深冷凝集器で冷却・液化して回収する装置です。回収効率を上げるために、吸引した溶剤ガスを加圧するタイプの装置もあります。この装置は、塩素系（ジクロロメタンやトリクロロエチレン）、フッ素系、臭素系、アルコール系の有機溶剤の回収に使われています。

また、液化できなかった溶剤ガスを活性炭に吸着させて回収することで回収率を高めた製品も販売されています。

<加圧深冷凝縮装置の説明>



（出典：脚注の参考文献[1]、およびメーカーからの情報提供）

<加圧深冷凝縮装置の例>

回収液品質	劣化が少ない
コスト	液面面積 1.5m² 未満の洗浄槽の排出ガスを処理する場合の例 【イニシャルコスト】 ・回収装置 本体価格 700 万円程度 （洗浄槽の液面面積によって装置の規模が変わる。） ・水分離機 36 万円程度 ・冷却水ユニット 40 万円程度（他で冷却水が供給できれば不要） ・配管工事 80 万円～150 万円程度 【ランニングコスト】 ・スチーム 30kg/時 ・電力 200V 1.9kW（回収装置） ・冷却ユニット 4.2kW、必要量：7～15℃ 10ℓ/分

※深冷凝集装置には、上記の方式以外に、常圧凝縮方式もある（本体価格：200 万円以上）。
（出典：メーカー提供情報）

メリット

回収した溶剤は再利用できるので、コストの削減になります。東京都の環境技術実証モデル事業で実証した結果では、溶剤回収率は 90%程度です。

金属等脱脂洗浄

密閉式洗浄装置の導入

III

金属等脱脂洗浄

● VOC削減効果

70%～

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)

約5万円/月
(右下の事例の電力分)

低←1 2 3→高

● ランニングコスト (資材購入費削減効果)

洗浄剤購入費
70%以上削減

低←1 2 3→高

● 作業環境改善効果

効果高い

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！

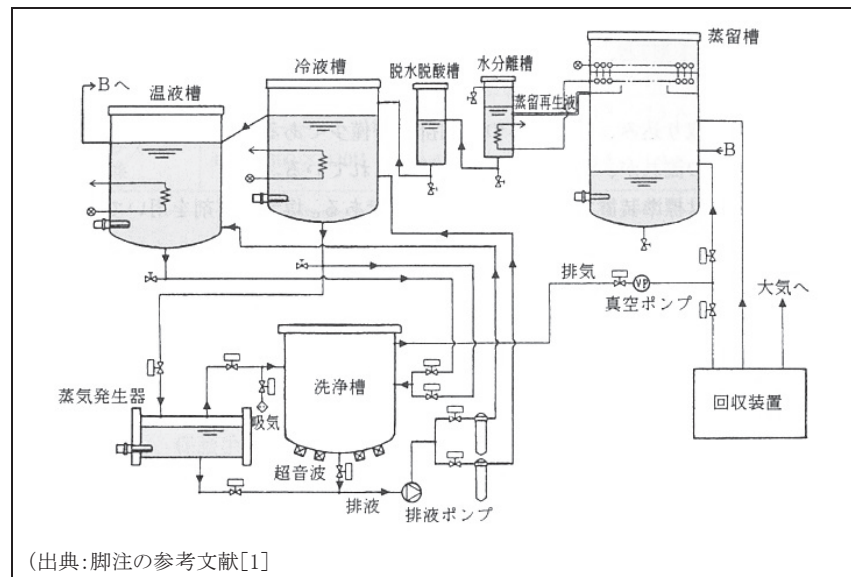
密閉式洗浄装置を使えば、溶剤ガスの排出口量を最小限に抑えることができます。

解説

洗浄装置内の閉鎖空間で洗浄を行う装置です。この装置の新規導入による排出量削減効果は、通常、70%～80%程度です。

このタイプの中には、完全密閉式の装置も商品化されており、VOCの排出量を90%以上削減できます。

<密閉式洗浄装置の説明>



(出典:脚注の参考文献[1])

[工程]

①被洗浄物の搬入 → ②真空浸漬洗浄(超音波・加熱) → ③減圧蒸気もしくは蒸留再生液シャワー洗浄 → ④真空乾燥 → ⑤搬出

メリット

溶剤のロスが少なくなり、コストが減ります。また、手作業から自動機に変わり、作業性がアップします。作業場の臭気もなくなります。

<密閉型洗浄装置の導入事例(都内の鍍金事業者)>

導入前	トリクロロエチレンの使用量	1,000kg/月	20万円/月
↓	↓(溶剤転換)	↓(大幅削減)	
導入後	ジクロロメタンの使用量	120kg/月	2.4万円/月

※トリクロロエチレン 200 円/kg、ジクロロメタン 200 円/kgとして計算

索引（金属等脱脂洗浄）

アルファベット

EVABAT	64
VOC警報器	63
VOC測定機	63

あ行

液温管理	70
塩素系洗浄剤	78

か行

風の低減	71
活性炭回収装置(排ガス処理装置)	81
吸引乾燥	79
局所排気装置	72
検知管	63

さ行

自動開閉蓋	76
充填用ポンプ	70
蒸気洗浄	75
深冷凝集回収装置(排ガス処理装置)	82
すすぎ水リサイクルシステム	80
スモークテスター	71
清浄度	66
洗浄籠	69
洗浄剤の交換・充填	70
洗浄剤の交換時期	70

た行

炭化水素系洗浄剤	78,79
チラー	68
ドゥエル	75
東京都VOC対策アドバイザー派遣制度	63

な行

熱風乾燥	79
濃度測定	63
ノンリンスシステム	80

は行

排出実態	63
バレル	69
ヒーター	67
引上速度	74
被洗浄物の置き方	69
被洗浄物の引上げ	74
非水系洗浄剤	78
蓋の設置	76
フリーボード比	73

ま行

水系洗浄剤	78,80
密閉式洗浄装置	83

や行

油水分離システム	80
容器の置き場所	77
容器の蓋閉め	77
容器や栓・蓋の材質	77

ら行

冷却機	67
冷却水温度	68
冷却水流量	68
漏出の点検	65

IV ドライクリーニング

目次（ドライクリーニング）

VOC発生要因のチェック	86
VOC排出抑制策一覧	87
個別の抑制策の説明	
1 抑制策の選択	89
1-1 排出実態の把握 新	89
2 工程・設備の改善	90
2-1 前処理および染み抜き作業の必要性の見直し	90
2-2 クリーニング液の交換・充填における漏出防止	91
2-3 クリーニング液の冷却	92
2-4 被洗物へのクリーニング液の残留防止	93
2-5 クリーニング液の保管・貯蔵における揮発防止	94
2-6 撥水加工作業における揮発防止	95
3 原材料の転換	96
3-1 水洗いへの転換	96
4 処理装置の導入	97
4-1 ホット機への転換	97
4-2 回収機能付き乾燥機への転換	98
4-3 回収機能付きハンガー乾燥機の導入	99
索引	100

IV

ドライクリーニング

VOC発生要因のチェック

工程フローとチェックポイント

石油系溶剤

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	「抑制策の選択」で 対応する No.
準備	☐ 前処理（ささら掛け、ブラッシング、プリスポッティング等）や染み抜きは、本当に必要か。溶剤を使いすぎしていないか。 ☐ クリーニング液の交換・充填の際に液が漏れていないか。	注入時のクリーニング液の揮発	5%程度以下	2-1~2-2
洗濯 脱液 乾燥	☐ 生地の手さによって洗い分けしているか。 ☐ 水洗いに変更することはできないか。 ☐ ワッシャーは冷却されているか。 ☐ 洗濯後、直ぐに乾燥機に入れているか（乾燥機に回収機能が付いている場合）。 ☐ ホット機に転換できないか。 ☐ 回収機能付きの乾燥機を導入できないか。 ☐ ハンガー乾燥機を導入できないか。	クリーニング液の揮発	90%程度	2-4 3-1 2-3、2-4 4-1~4-3
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。 ☐ クリーニング液の缶の蓋は、使わないときには必ず密閉しているか。	保管時のクリーニング液の揮発	5%程度以下	2-5
撥水加工	☐ 撥水加工をワッシャー内で行えないか。 ☐ 水系の撥水剤を使えないか。 ☐ 撥水加工作業は、局所排気のある場所で行っているか（VOC処理装置がある場合）。	撥水加工溶剤の揮発	5%程度以下	2-6

《 ドライクリーニングで使用されているVOCの例 》

用途：クリーニング液、撥水加工剤溶剤

VOC：石油系溶剤、テトラクロロエチレン（パーク）、1,1,1-トリクロロエタン など

IV

ドライクリーニング

VOC排出抑制策一覧

IV

ドライクリーニング

抑制策の選択

No.	対策	対象		対策実施の効果やコスト等				
		石油系	パーク	削減効果 VOC	コスト			改善効果 作業環境
					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	対象		対策実施の効果やコスト等				
			石油系	パーク	削減効果 VOC	コスト			改善効果 作業環境
						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)	
準備	2-1	前処理および染み抜き作業の必要性の見直し	○	○	1	1	1	-	1
	2-2	クリーニング液の交換・充填における漏出防止	○	○	1	1	1	-	1
洗濯 脱液 乾燥	2-3	クリーニング液の冷却	○		2	3	2	-	1
	2-4	被洗物へのクリーニング液の残留防止	○	○	2	1	2	-	1
保管	2-5	クリーニング液の保管・貯蔵における揮発防止	○	○	1	1	1	-	1
撥水 加工	2-6	撥水加工作業における揮発防止	○	○	1	1～3	1	-	1

原材料の転換

No.	対策	対象		対策実施の効果やコスト等				
		石油系	パーク	削減効果 VOC	コスト			改善効果 作業環境
					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)	
3-1	水洗いへの転換	○	○	5	4	3	-	3

処理装置の導入

No.	対策	対象		対策実施の効果やコスト等				
		石油系	パーク	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)	
4-1	ホット機への転換	○		5	4	1	3	1
4-2	回収機能付き乾燥機への転換	○		5	4	1	3	1
4-3	回収装置付きハンガー乾燥機の導入	○		5	4	2	3	3

※ 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。

IV

ドライクリーニング

排出実態の把握 新

IV

ドライクリーニング

◆ 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。

[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」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」(付録の相談先一覧を参照)にお問い合わせください。

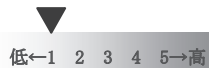
IV

ドライクリーニング

前処理および染み抜き作業の 必要性の見直し

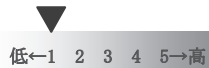
◆ VOC削減効果

～5%



◆ イニシャルコスト

～1万円



◆ ランニングコスト

(運転費)

変わらない



◆ 作業環境改善効果

効果低い



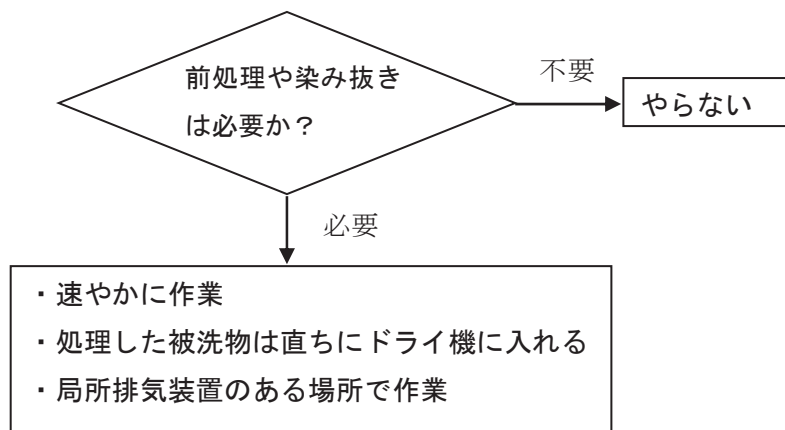
ポイント！

前処理や染み抜き作業の適正化で、溶剤使用量を削減できます。

解説

溶剤を含む処理液による前処理(ささら掛け、ブラッシング、プリスポッティング等)や染み抜き作業の必要性を見直し、作業は極力行わないようにしましょう。

やむを得ずこれら作業を行う場合は、できるだけ速やかに行い、また可能であれば、局所排気装置(排ガス処理装置付き)のある場所で行い、処理した被洗物は直ちにドライ機に入れるなど、適切な対処をしましょう。



<前処理剤の主な成分例 ※太字:VOCに該当する可能>

用途	成分
汗除去剤	ノニオン界面活性剤、 アルコール 、有機酸、水
黄変除去剤	酸素系漂白剤、 アルコール類 、シリコーン、安定化剤、水
前処理剤	ノニオン界面活性剤、 アルコール 、水、シリコーン
染み抜き・前処理剤	アニオン界面活性剤、 特殊アルコール類 、 グリコールエーテル類
油性の染み抜き剤	有機溶剤 、アニオン・ノニオン系界面活性剤
タンパク質系の染み抜き剤	アニオン界面活性剤、pH 調整剤、イオン水
タンニン系の染み抜き剤	アニオン・ノニオン界面活性剤、pH 調整剤、イオン水
インク専用染み抜き剤(油性インク)	アルコール類 、他
インク専用染み抜き剤(水性インク)	アニオン・ノニオン界面活性剤、水

(出典:メーカー資料より作成)

IV

ドライクリーニング

クリーニング液の交換・充填 における漏出防止

IV

ドライクリーニング

● VOC削減効果

～5%



● イニシャルコスト

～1万円



● ランニングコスト

(運転費)

変わらない



● 作業環境改善効果

効果低い

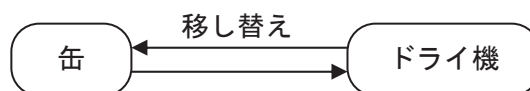


ポイント！

クリーニング液の交換・充填時における、クリーニング液の漏出を防ぎます。

解説

VOCの排出抑制のためには、クリーニング工程の改善だけでなく、クリーニング液の交換・充填時の管理も重要です。



[対策:クリーニング液の移し替えにはポンプを用いる]

クリーニング液を缶からドライ機、あるいはドライ機から缶等に移し替える際には、手作業での移し替えは避け、手動ポンプや自動ポンプを使用しましょう。また、クリーニング液の充填用ポンプが付いているドライ機も製品化されています。

留意事項

- ・テトラクロロエチレン(パーク系クリーニング液)を使用している場合は、塩素系溶剤専用のポンプを使いましょう。
- ・必要に応じて、保護眼鏡、保護手袋、マスク等の保護具を着用しましょう。
- ・ドライ機が作動中は、クリーニング液の充填を決して行わないようにしましょう。
- ・テトラクロロエチレン1,1,1-トリクロロエタンなどを漏出させると、土壌・地下水汚染の原因となります。

IV

ドライクリーニング

クリーニング液の冷却

● VOC削減効果

5～10%



低←1 2 3 4 5→高

● イニシャルコスト

10～100 万円



低←1 2 3 4 5→高

● ランニングコスト

(運転費)

1～2 倍



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！

クリーニング液を冷却することによって、VOCの排出量を抑制できます。(コールドタイプのオープンワッシャーの場合)

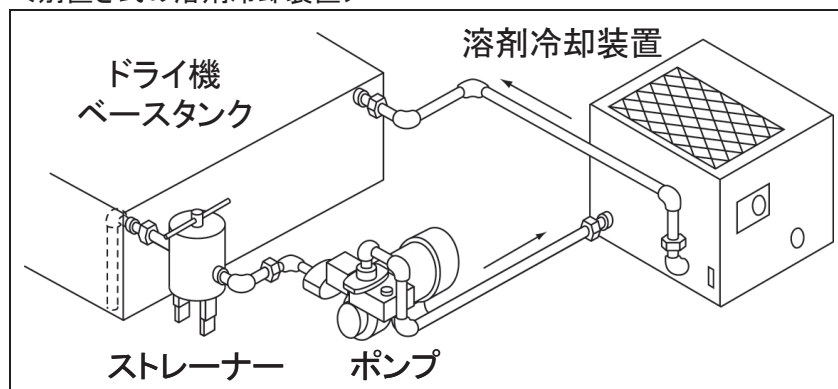
解説

コールドタイプのオープンワッシャーの場合、特に夏場は気温が高いため、ワッシャーから揮発する溶剂量が多くなります。

1日1～2ワッシャー程度の生産量の少ないユーザーは溶剤の温度が上昇しにくいため、冷却装置が付いていない場合がありますが、新たに溶剤冷却装置を導入し、ワッシャーを冷却するようにしましょう。溶剤冷却装置には、組込み式と別置き式の2タイプが市販されています。

溶剤の温度が上昇すると警報が出るタイプのワッシャーも市販されています。

<別置き式の溶剤冷却装置>



(出典:メーカー提供資料より)

メリット

大気中に放出していたクリーニング液の無駄な揮発を防ぐことになるので、クリーニング液の使用量削減になり、その分、コスト削減になります。

関連事項

- ・この対策は、安全性の確保という意味でも重要です。石油系溶剤は 36℃以上の温度になると引火しやすくなり、火災や爆発の危険性が高くなります。
- ・冷却能力を高めるためには設備や維持費がかかります。

IV

ドライクリーニング

被洗物へのクリーニング液の 残留防止

IV

ドライクリーニング

◆ VOC削減効果

5～10%



◆ イニシャルコスト

～1万円



◆ ランニングコスト

(運転費)

1～2倍



◆ 作業環境改善効果

効果低い



ポイント！

被洗物に残留したクリーニング液はVOCの発生源となります。被洗物の分類等の工夫と、回収機能付き乾燥機の併用により、残留クリーニング液を削減できます。

解説

被洗物に残留したクリーニング液は、VOCの発生源となり作業環境を悪化させるだけでなく、衣類着用時に化学やけどを引き起こす原因となるので、乾燥は十分に行いましょう。また、溶剤の残留を避けるためには、各作業工程において、被洗物を分類するなどの工夫を行うことが大切です。

ただしこの対策は、回収機能付き乾燥機を導入していることが前提です。

[対策①: 被洗物の分類]

被洗物は、生地の厚さによって乾燥時間が違うので、乾燥が速いもの(薄手のもの等)と乾燥が遅いもの(厚手のもの等)に分けて乾燥を行いましょう。これらを混ぜて行くと、厚手のものの乾燥が不十分になり、クリーニング液が残留する場合があります。

[対策②: 被洗物の投入量の適正化]

ドライ機には、それぞれ標準負荷量が決まっているので、1回の投入量はこれを上回らないようにしましょう。特に繁忙期には、標準負荷量よりも多めに投入しがちですが、投入量が多いと乾燥が不十分になります。

[対策③: 洗濯後、すぐに乾燥機に入れる]

乾燥前の被洗物にはクリーニング液が残っており、徐々に揮発しています。そのため、コールド機の場合は、洗濯後に取り出した被洗物を放置したままにせず、乾燥機に入れるまでの時間をできるだけ短くしましょう。

[対策④: 乾燥の時間・温度設定の適正化]

被洗物にクリーニング液が残留しないように、被洗物の投入量、生地の種類・厚さに見合った乾燥温度・時間を設定しましょう。溶剤臭がしなくなるまで十分に乾燥させることが重要です。

メリット

仕上げ品質の向上につながり、化学やけどの事故を未然に防ぎます。

留意事項

- ・クリーニング液の残留判定については、ドライチェッカーで行うことができます。
- ・この対策は、回収機能付き乾燥機を導入していることが前提です。

関連事項

- ・「4-1 ホット機への転換」も参照してください。
- ・「4-2 回収機能付き乾燥機への転換」も参照してください。
- ・「4-3 回収機能付きハンガー乾燥機の導入」も参照してください。

IV

ドライクリーニング

クリーニング液の保管・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！

クリーニング液の適正な保管・管理を徹底し、揮発ロスを失くします。

解説

VOCの排出抑制のためには、クリーニング液の保管・貯蔵時の管理も重要です。

[対策①: クリーニング液の入った缶・容器の蓋閉め励行]

クリーニング液の入った缶・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: 容器の栓・蓋のチェック]

クリーニング液を保管・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、クリーニング液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: 容器の置き場所のチェック]

クリーニング液を屋外に貯蔵する場合は、屋根を設置しましょう。屋根を設置するのが困難な場合は、容器にカバーをかけるなどの対策を行い、直射日光や雨水が当たらないようにしましょう。

また、屋内に貯蔵する場合は、換気できる冷暗所に保管しましょう。

IV

ドライクリーニング

撥水加工作業における揮発防止

IV

ドライクリーニング

● VOC削減効果

～5%



低←1 2 3 4 5→高

● イニシャルコスト

1～100万円

②③ ①



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)

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！

撥水加工剤にはVOCを含むものがあります。水系の撥水加工剤への代替及び作業を工夫することで、VOCの排出を抑制します。

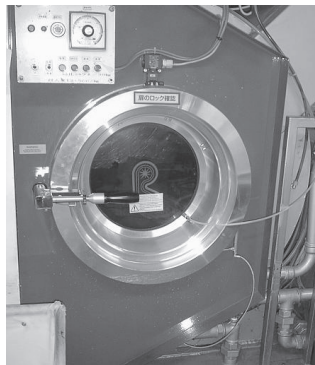
解説

撥水加工をハンドスプレーガンで行う場合、撥水加工剤に含まれるVOCが作業場内に気散します。VOCが拡散しないように対策を取りましょう。

[対策①: ワッシャー内で加工する]

撥水加工はできるだけワッシャー内で加工するようにしましょう。ワッシャー内で加工するためには、以下のような装置の改造・導入が必要となります。

<ワッシャー内加工に必要な改造>



ドラムを改造してノズルを付け、そこに撥水加工剤のスプレー装置を取り付ける。



撥水加工剤をドラムに送り込むためのコンプレッサーとポンプを設置する。

[対策②: 水系の撥水加工剤に代替する]

撥水加工剤の中には、水系のものが市販されています。水系の加工剤に変更できないか検討してみましょう。加工方法としては、つけ込み加工、ワッシャー加工、スプレー加工が可能です。

[対策③: 加工作業場所を変更する]

排ガス処理装置付きの局所排気がある場合は、局所排気に近い場所で撥水加工作業を行いましょう。

IV

ドライクリーニング

水洗いへの転換

◆ VOC削減効果

90%～



◆ イニシャルコスト

200 万～300 万円



◆ ランニングコスト

(運転費)

2 倍～



◆ 作業環境改善効果

効果高い



ポイント！

ドライクリーニングから水洗いに転換することで、VOCを含むクリーニング液を使用しないで済みます。

解説

表示マークがドライ指定の商品でも水洗いで汚れが落ちる場合があります。これまで、ドライクリーニングを行っていた被洗物について、水洗いできないか検討しましょう。特に夏物の汗による汚れを洗い落とすには、水洗いの方が適しています。また化学繊維物は、水洗いに変更しやすい場合があります。

＜水洗いの実施方法＞

装置面	機械力の弱いクリーニングを行う。 例えば、 ・手洗いする ・家庭用洗濯機を使う ・ランドリーの回転数を減らすなど
洗剤面	水洗い専用の洗剤を使う。 ＜特徴＞ ・色出しにくい ・収縮しにくい ・皺になりにくいなど

留意事項

- ・ドライクリーニングとは異なる、水洗い及び仕上げの技術が必要になります。
- ・ハンドアイロンによる仕上げの手間がかかるため、生産性が落ちます。

IV

ドライクリーニング

ホット機への転換

IV

ドライクリーニング

◆ VOC削減効果

80%程度

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

600万～800万円

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)

クリーニング液購入費
90%程度削減

低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

効果低い

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！

被洗物の移し換え及び乾燥の際に揮発するクリーニング液を回収し、VOCの排出を抑制します。

解説

ホット機とは、1台で洗濯、脱液、乾燥まで行うタイプのクリーニング機のことです。装置は密閉式で、洗濯・脱液後、被洗物を移し換えずに乾燥まで行い、乾燥工程で揮発するクリーニング液は回収されます。

通常、石油系のコールド機では、引火点が42℃前後のクリーニング液が使われるのに対して、ホット機では引火点が高いクリーニング液が使われるので、爆発の危険性は低くなります。さらに、乾燥工程での安全対策として、(1)減圧方式、(2)窒素置換方式、(3)濃度管理方式のいずれかが採用され、爆発限界以下に制御されています。

＜ホット機の説明＞



- ①洗濯、すすぎ、脱液を行う。
- ②熱風によって、被乾燥物から溶剤(クリーニング液)を揮発させる。
- ③溶剤ガスをクーラーで冷却・液化させる。
- ③ 液化物を、水分離機で溶剤と水に分離する(溶剤は回収される)。
- ④回収した溶剤はクリーニング液として再利用する。

メリット

クリーニング液を回収して再利用できるので、クリーニング液の使用量削減になり、その分、コスト削減にもなります。

留意事項

- ・溶剤の使用量は減りますが、洗濯と乾燥を同時並行できないため、生産効率が低下します。

IV

ドライクリーニング

回収機能付き乾燥機への転換

● VOC削減効果

80%程度

低←1 2 3 4 5→高

● イニシャルコスト

200～300 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)

クリーニング 液の購入費
90%程度削減

低←1 2 3→高

● 作業環境改善効果

効果低い

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！

被洗物の乾燥の際に揮発するクリーニング液を回収し、VOCの排出を抑制します。

解説

クリーニング液の回収機能のない乾燥機の場合、被洗物から揮発したクリーニング液は屋外に排気されます。既存の乾燥機に回収装置を追加するか、回収機能付き乾燥機に転換することによって、VOCの排出量を抑制することができます。

また、大気に放出していたクリーニング液を回収・再利用するので、クリーニング液の使用量削減になり、その分、コスト削減にもなります。

<回収機能付き乾燥機の説明>



- ①熱風によって、被乾燥物から溶剤(クリーニング液)を揮発させる。
- ②溶剤ガスをクーラーで冷却・液化させる。
- ③液化物を、水分離機で溶剤と水に分離する(溶剤は回収される)。
- ④回収した溶剤は、クリーニング液として再利用する。

メリット

クリーニング液の使用量削減になり、その分、コスト削減にもなります。1日のワッシャー数にもよりますが、1年程度で回収機能付き乾燥機の購入費用を回収することができます。

クリーニング液が年間約 14,400L 回収されることで、クリーニング液の購入費用が年間約 277.4 万円削減され、リース代を含めても年間でトータルコストが約 213.6 万円削減される試算結果が報告されています。

<算出条件>

負荷量 22kg、1日 16 ワッシャー、25 日/月稼働、溶剤 180 円/L、電気代 11.8 円/kwh(使用料のみ)、蒸気代5円/kg、リース代5年(利率 0.02)

(出典:メーカー資料)

留意事項

- ・ 引火爆発事故の原因となる乾燥中に発生する静電気は、洗浄溶剤に洗剤を規定量投入することで防止できます。洗剤の濃度は 0.5%以上に管理しましょう。
- ・ 特殊な洗剤(シンナー、アルコールなど引火点の低い溶剤の入ったもの)の使用は避けましょう。

IV

ドライクリーニング

回収機能付きハンガー乾燥機の導入

IV

ドライクリーニング

◆ VOC削減効果

80%程度

低←1 2 3 4 5→高

◆ イニシャルコスト

300~400 万円

低←1 2 3 4 5→高

◆ ランニングコスト (運転費)

1~1.2 倍

低←1 2 3→高

◆ ランニングコスト (資材購入費削減効果)

クリーニング液購入費
90%程度削減

低←1 2 3→高

◆ 作業環境改善効果

効果高い

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！

自然乾燥が求められる衣類について、乾燥の際に揮発するクリーニング液を回収し、VOCの排出を抑制します。

解説

洗浄後の衣類を室内で自然乾燥させる場合、被洗物から揮発したクリーニング液は、やがて屋外に排気されます。

ハンガー乾燥機は、タンブラーが使えず、自然乾燥が求められる衣類の乾燥に用いる装置です。その際クリーニング液を回収することができます。

また、室内環境の改善にもつながります。

＜ハンガー乾燥機の説明＞



- ①被乾燥物を、キャビネット内にハンガーで吊るす。
- ②熱風によって、被乾燥物から溶剤（クリーニング液）を揮発させる。
- ③溶剤ガスをクーラーで冷却・液化させる。
- ④液化物を、水分離機で溶剤と水に分離する（溶剤は回収される）。
- ⑤回収した溶剤は、クリーニング液として再利用する。

メリット

クリーニング液の使用量削減になり、その分、コスト削減にもなります。また、室内環境が改善されます。

関連事項

- ・「2-4 被洗物へのクリーニング液の残留防止」も参照してください。

索引（ドライクリーニング）

アルファベット

VOC警報器	89
VOC測定機	89

か行

回収機能付き乾燥機	98
回収機能付きハンガー乾燥機	99
乾燥温度	93
乾燥時間	93
クリーニング液の回収・再利用	97,98,99
クリーニング液の交換・充填	91
クリーニング液の残留	93
クリーニング液の冷却	92
検知管	89

さ行

染み抜き	90
充填用ポンプ	91

た行

東京都VOC対策アドバイザー派遣制度	89
--------------------	----

な行

濃度測定	89
------	----

は行

排出実態	89
撥水加工	95
被洗物の投入量	93
被洗物の分類	93
ホット機	97

ま行

前処理	90
水洗い	96

や行

容器の置き場所	94
容器の蓋閉め	94
容器や栓・蓋の材質	94

VOC関係法令

付録

【大気汚染防止法】

「大気汚染防止法（昭和43年6月10日法律第97号 最終改正平成27年6月19日法律第41号）」、及び「大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について（通知）（平成17年6月17日付 環管大発第050617001）」において、規制対象となる規模要件に満たない事業者の責務等に関する記述を以下に抜粋した。

□ 大気汚染防止法

（定義等）

第2条

4 この法律において「揮発性有機化合物」とは、大気中に排出され、又は飛散した時に気体である有機化合物（浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない物質として政令で定める物質を除く。）をいう。

5 この法律において「揮発性有機化合物排出施設」とは、工場又は事業場に設置される施設で揮発性有機化合物を排出するもののうち、その施設から排出される揮発性有機化合物が大気の汚染の原因となるものであって、揮発性有機化合物の排出量が多いためにその規制を行うことが特に必要なものとして政令で定めるものをいう。

（施策等の実施の指針）

第17条の3 揮発性有機化合物の排出及び飛散の抑制に関する施策その他の措置は、この章に規定する揮発性有機化合物の排出の規制と事業者が自主的に行う揮発性有機化合物の排出及び飛散の抑制のための取組とを適切に組み合わせて、効果的な揮発性有機化合物の排出及び飛散の抑制を図ることを旨として、実施されなければならない。

（排出基準）

第17条の4 揮発性有機化合物に係る排出基準は、揮発性有機化合物排出施設の排出口から大気中に排出される排出物に含まれる揮発性有機化合物の量（以下「揮発性有機化合物濃度」という。）について、施設の種類及び規模ごとの許容限度として、環境省令で定める。

（事業者の責務）

第17条の14 事業者は、その事業活動に伴う揮発性有機化合物の大気中への排出又は飛散の状況を把握するとともに、当該排出又は飛散を抑制するために必要な措置を講ずるようにならなければならない。

（国民の努力）

第17条の15 何人も、その日常生活に伴う揮発性有機化合物の大気中への排出又は飛散を抑制するように努めるとともに、製品の購入に当たって揮発性有機化合物の使用量の少ない製品を選択すること等により揮発性有機化合物の排出又は飛散の抑制を促進するよう努めなければならない。

□ 大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について（通知）

第2 定義

1 VOC

(1) VOC

規制の対象となるVOCについては、改正後の大気汚染防止法（以下「法」という。）において、「大気中に排出され、又は飛散した時に気体である有機化合物（浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない物質として政令で定める物質を除く。）」と定義している（法第2条第4項）。

気体の状態で大気中に排出され、又は飛散する有機化合物は、一部の物質を除き、大気中における光化学反応の結果、オキシダント（オゾン等）を生成する。また、光化学反応の結果、VOCが低揮発性の有機化合物を生成し、それが凝縮等により、浮遊粒子状物質を生成する。したがって、特に規制対象物質の名称を限定列举せず、多種多様な物質をVOCとして包括的に規制することとした。我が国の工場等においては、現在、約 200 種類のVOCに該当する物質が広く使用されていると推計しているが、関係者の理解を容易にするため、VOCに該当する主な物質の名称を別紙1*に掲げた。

第11 事業者の責務

規制の対象となるVOC排出施設の排出口からの排出の抑制のみならず、VOCの排出又は飛散の抑制のために必要な措置を幅広く講じることが事業者の責務とした（法第17条の13^(注1)）。

VOCは、屋外塗装などの屋外作業に伴って飛散するもの、排出口以外の窓等の開口部から排出されるもの及びVOC排出施設以外の施設から排出されるものも多くある。これらについては、本条及び法第17条の2^(注2)に規定する施策等の実施の指針を受けて、事業者の自主的取組で対応することとしている。

第12 国民の努力

VOCの多くは、塗料・インキ等の溶剤として使用されているが、近年、VOCを含有しない、又はVOCの含有量が少ない塗料・インキ等（以下「低VOC塗料等」という。）が開発されている。このことにかんがみ、国民が塗料等を使用するに当たっては、低VOC塗料等を選択することにより、日常生活に伴うVOCの大気中への排出又は飛散を抑制することに努めなければならないこととした（法第17条の14^(注3) 前段）。

また、製品製造時における低VOC塗料等への転換は、これを用いて製造される製品の外観等に影響を及ぼすため、国民からの厳しい要求に耐えられないことがある。また、排出ガス処理装置の導入は、事業者にとって多額の環境投資を必要とし、製品の価格を上昇させる可能性がある。このことにかんがみ、国民が製品を購入するに当たっては、これらのVOC排出抑制対策に取り組んでいる事業者が提供する製品（以下「低VOC製品」という。）を選択すること等により、VOCの大気中への排出又は飛散の抑制を促進することに努めなければならないこととした（法第17条の14^(注3) 後段）。

地方公共団体におかれても、国民の理解を深め、低VOC製品を優先的に購入・調達する動きが拡大するよう、適切な措置を講ずるよう努められたい。

・*「別紙1」に掲げるVOCに該当する主な物質の名称は、次ページに掲載した。

・注1～注3については原文には記載がないが、法改正により条文番号が平成17年当時と異なるため、都にて付した。

（注1）平成17年当時の条文番号（現行の条文では第17条の14）

（注2）平成17年当時の条文番号（現行の条文では第17条の3）

（注3）平成17年当時の条文番号（現行の条文では第17条の15）

別紙1 VOC に該当する主な物質

1	トルエン	51	イソホロン
2	キシレン	52	シクロヘキサノン
3	1,3,5-トリメチルベンゼン	53	エタノール
4	酢酸エチル	54	メチルシクロペンタン
5	デカン	55	酢酸ビニル
6	メタノール	56	3-メチルヘキサン
7	ジクロロメタン	57	2,3-ジメチルブタン
8	メチルエチルケトン	58	2,2-ジメチルブタン
9	n-ブタン	59	メチルシクロヘキサン
10	イソブタン	60	イソプロピルセロソルブ
11	トリクロロエチレン	61	1,2-ジクロロエタン
12	イソプロピルアルコール	62	塩化ビニル
13	酢酸ブチル	63	テトラフルオロエチレン
14	アセトン	64	エチルベンゼン
15	メチルイソブチルケトン	65	クメン
16	ブチルセロソルブ	66	クロロエタン
17	n-ヘキサン	67	トリクロロエタン
18	n-ブタノール	68	アクリロニトリル
19	n-ペンタン	69	テトラヒドロフラン
20	cis-2-ブテン	70	エチレングリコールモノメチルエーテル
21	イソブタノール	71	n-プロピルブロマイド
22	プロピレングリコールモノメチルエーテル	72	メタクリル酸メチル
23	テトラクロロエチレン	73	1,3-ブタジエン
24	シクロヘキサン	74	1,1-ジクロロエチレン
25	酢酸プロピル	75	2,4-ジメチルペンタン
26	trans-2-ブテン	76	酸化プロピレン
27	エチルセロソルブ	77	クロロホルム
28	ウンデカン	78	臭化メチル
29	ノナン	79	ジペンテン
30	プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート	80	1-ヘプテン
31	2-メチルペンタン	81	1,4-ジオキサン
32	エチレングリコール	82	アセトニトリル
33	2-メチル-2-ブテン	83	塩化アリル
34	エチルシクロヘキサン	84	アクリル酸
35	テトラリン	85	イソプレン
36	メチルアミルケトン	86	アセトアルデヒド
37	メチル n-ブチルケトン	87	1,2-ジクロロプロパン
38	クロロメタン	88	メチルセロソルブアセテート
39	ベンジルアルコール	89	エチレンオキシド
40	シクロペンタノン	90	o-ジクロロベンゼン
41	2-メチル-1-ブテン	91	クロロベンゼン
42	n-ヘプタン	92	ギ酸メチル
43	ビスクロヘキシル	93	トリエチルアミン
44	N,N-ジメチルホルムアミド	94	3-メチルヘプタン
45	trans-2-ペンテン	95	フェノール
46	cis-2-ペンテン	96	ナフタレン
47	スチレン	97	アクリル酸メチル
48	N-メチル-2-ピロリドン	98	シクロヘキシルアミン
49	エチルセロソルブアセテート	99	ホルムアルデヒド
50	ベンゼン	100	エピクロロヒドリン

□ 規制対象となる揮発性有機化合物排出施設及び排出基準

揮発性有機化合物排出施設	規模要件	排出基準	
揮発性有機化合物を溶剤として使用する化学製品の製造の用に供する乾燥施設	送風機の送風能力が 3,000m ³ /時以上のもの	600ppmC	
塗装施設(吹付塗装に限る。)	排風機の排風能力が 100,000m ³ /時以上のもの	自動車の製造の 用に供するもの	既設 700ppmC 新設 400ppmC
		その他のもの	700ppmC
塗装の用に供する乾燥施設 (吹付塗装及び電着塗装に係るものを除く。)	送風機の送風能力が 10,000m ³ /時以上のもの	木材・木製品(家具を含む。)の製造の用に供するもの	1,000ppmC
		その他のもの	600ppmC
印刷回路用銅張積層板、粘着テープ・粘着シート、はく離紙又は包装材料(合成樹脂を積層するものに限る。)の製造に係る接着の用に供する乾燥施設	送風機の送風能力が 5,000m ³ /時以上のもの	1,400ppmC	
接着の用に供する乾燥施設 (前項に掲げるもの及び木材・木製品(家具を含む。)の製造の用に供するものを除く。)	送風機の送風能力が 15,000m ³ /時以上のもの	1,400ppmC	
印刷の用に供する乾燥施設(オフセット輪転印刷に係るものに限る。)	送風機の送風能力が 7,000m ³ /時以上のもの	400ppmC	
印刷の用に供する乾燥施設(グラビア印刷に係るものに限る。)	送風機の送風能力が 27,000m ³ /時以上のもの	700ppmC	
工業製品の洗浄施設(乾燥施設を含む。)	洗浄剤が空気に接する面の面積が 5 m ² 以上のもの	400ppmC	
ガソリン、原油、ナフサその他の温度 37.8 度において蒸気圧が 20 キロパスカルを超える揮発性有機化合物の貯蔵タンク(密閉式及び浮屋根式(内部浮屋根式を含む)のものを除く。)	1,000kL 以上のもの (ただし、既設の貯蔵タンクは、容量が 2,000kl 以上のものについて排出基準を適用する。)	60,000ppmC	

注「送風機の送風能力」が規模の指標となっている施設で、送風機がない場合は、排風機の排風能力を規模の指標とする。

注「乾燥施設」はVOCを蒸発させるためのもの、「洗浄施設」はVOCを洗浄剤として用いるものに限る。

注「ppmC」とは、排出濃度を示す単位で、炭素換算の容量比百万分率である。

【都民の健康と安全を確保する環境に関する条例】（環境確保条例）

□ 化学物質の適正管理

（化学物質の適正管理）

第108条 知事は、放射性物質を除く元素及び化合物（以下「化学物質」という。）を取り扱う事業者による化学物質の管理の適正化、環境への排出の抑制、有害性の少ない物質への転換及び事故の防止（以下「化学物質の適正管理」という。）等の確保を図るため、当該事業者が化学物質を適正に管理するために行うべき措置等を示した指針（以下「化学物質適正管理指針」という。）を定め、公表するものとする。

2 化学物質を取り扱う事業者は、化学物質適正管理指針に基づき、その事業所における化学物質の使用量、製造量、製品としての出荷量並びに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（平成11年法律第86号）第5条第1項の規定する排出量及び移動量（以下「使用量等という。」）を把握するとともに、化学物質の適正な管理に努めなければならない。

（化学物質に関する情報提供等）

第109条 知事は、化学物質の性状、取扱方法、代替物質等に関する情報を収集し、その提供に努めなければならない。

2 化学物質を製造し、又は販売する者は、前項の情報を有するときは、その提供に努めるとともに、環境の保全上支障を及ぼすことの少ない化学物質の開発及びその利用の促進に努めなければならない。

（適正管理化学物質の使用量等の報告）

第110条 工場及び指定作業場を設置している者で、規則で定める量以上の適正管理化学物質（性状及び使用状況等から特に適正な管理が必要とされる化学物質として規則で定めるものをいう。以下同じ。）を取り扱うもの（以下「適正管理化学物質取扱事業者」という。）は、事業所ごとに、毎年度、その前年度の当該適正管理化学物質ごとの使用量等の把握を行い、規則で定めるところにより知事に報告しなければならない。

2 前項の場合において、特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律第5条第2項の規定により、主務大臣に排出量等の届出を行った者は、その届出を行った事項については、当該届出を行った年度における前項の報告を要しない。

施行規則

第51条 条例第110条第1項に規定する規則で定める量は、事業所ごとの年度に取り扱ういずれかの適正管理化学物質の量が100キログラムとする。

2 条例第110条第1項に規定する規則で定める特に適正な管理が必要とされる適正管理化学物質は、別表に掲げる化学物質とする。

3 条例第110条第1項の規定による報告は、毎年6月末日までにその前年度に取り扱った量が100キログラム以上である適正管理化学物質について、別記第28号様式による適正管理化学物質の使用量等報告書により行わなければならない。

(化学物質管理方法書の作成等)

第 1 1 1 条 適正管理化学物質取扱事業者は、化学物質適正管理指針に基づき、事業所ごとに化学物質を適正に管理するための方法書（以下「化学物質管理方法書」という。）を作成しなければならない。

2 適正管理化学物質取扱事業者のうち規則で定める規模以上の事業所を設置するものは、事業所ごとに化学物質管理方法書を作成し、又は変更したときは、規則で定めるところにより、遅滞なく知事に提出しなければならない。

施行規則

第 5 2 条 条例第 1 1 1 条第 2 項に規定する規則で定める規模は、従業員の数が 2 1 人で、かつ、年度に取り扱ういずれかの適正管理化学物質の量が 1 0 0 キログラムであることとする。

2 条例第 1 1 1 条第 2 項に規定する化学物質管理方法書の提出は、別記第 2 9 号様式による化学物質管理方法書によらなければならない。

(化学物質の適正な管理の指導等)

第 1 1 2 条 知事は、化学物質の適正管理の確保を図るため、第 1 1 0 条第 1 項に基づく適正管理化学物質の使用量等の報告及び化学物質管理方法書の作成に関し、当該適正管理化学物質取扱事業者に対し、必要に応じ指導及び助言を行うものとする。

□ 適正管理化学物質一覧

No.	物質名	VOC	No.	物質名	VOC
1	アクロレイン	○	30	水銀及びその化合物	-
2	アセトン	○	31	スチレン	○
3	イソアミルアルコール	○	32	セレン及びその化合物	-
4	イソプロピルアルコール	○	33	チウラム	-
5	エチレン	○	34	チオベンカルブ	-
6	塩化スルホン酸	-	35	テトラクロロエチレン	○
7	塩化ビニルモノマー	○	36	1,1,1-トリクロロエタン	○
8	塩酸	-	37	1,1,2-トリクロロエタン	○
9	塩素	-	38	トリクロロエチレン	○
10	カドミウム及びその化合物	-	39	トルエン	○
11	キシレン	○	40	鉛及びその化合物	-
12	クロム及び三価クロム化合物	-	41	ニッケル	-
13	六価クロム化合物	-	42	ニッケル化合物	-
14	クロルピクリン	○	43	二硫化炭素	○
15	クロロホルム	○	44	砒(ひ)素及びその無機化合物	-
16	酢酸エチル	○	45	ポリ塩化ビフェニル	-
17	酢酸ブチル	○	46	ピリジン	○
18	酢酸メチル	○	47	フェノール	○
19	酸化エチレン	○	48	ふっ化水素及びその水溶性塩	-
20	シアン化合物(錯塩及びシアン酸塩を除く無機シアン化合物)	-	49	ヘキサン	○
			50	ベンゼン	○
21	四塩化炭素	○	51	ホルムアルデヒド	○
22	1,2-ジクロロエタン	○	52	マンガン及びその化合物	-
23	1,1-ジクロロエチレン	○	53	メタノール	○
24	シス-1,2-ジクロロエチレン	○	54	メチルイソブチルケトン	○
25	1,3-ジクロロプロペン	○	55	メチルエチルケトン	○
26	ジクロロメタン	○	56	有機燐(りん)化合物(EPNIに限る。)	-
27	シマジン	-	57	硫酸	-
28	臭素化合物(臭化メチルに限る。)	○	58	ほう素及びその化合物	-
29	硝酸	-	59	1,4-ジオキサン ^(注)	○

○：VOCに該当する物質

(注) 平成24年12月17日に環境確保条例施行規則が改正され、適正管理化学物質に1,4-ジオキサンが追加された。

□ 有害ガス規制基準／有害ガス取扱施設の構造基準

東京都の環境確保条例では、有害ガスに関して、人の健康に障害を及ぼす物質のうち気体状又は微粒子状物質（ばい煙を除く。）の 42 物質に対して規制基準が定められている。

また、有害ガスを取り扱う工場又は指定作業場の有害ガス取扱施設に対して構造・維持管理基準を定めている。

□ 有毒ガス規制基準

No.	規制対象物質	基準値 (mg/m ³ N)	(参考) ppm 換算値	施設 の 種類 (注)	排ガス処理方法
1	弗素及びその化合物	9	10	1	水洗浄等
2	シアン化水素	6	5	2	アルカリ薬液洗浄等
3	ホルムアルデヒド	70	52	2	吸着、触媒燃焼、直接燃焼、 薬液洗浄等
4	塩化水素	40	25	2	水洗浄等
5	アクロレイン	10	4	2	凝縮とアルカリ薬液洗浄の併 用、吸着、触媒燃焼、直接燃 焼等
6	塩素	30	9.5	1	薬液洗浄等
7	臭素及びその化合物	70 ただし、臭化メチル にあつては 200	9.8	2	アルカリ薬液洗浄、吸着等
			47 (臭化メチル)		吸着等(臭化メチル)
8	窒素酸化物	200	97	2	アルカリ薬液洗浄等
9	フェノール	200	48	2	吸着、触媒燃焼、直接燃焼、 薬液洗浄等
10	硫酸(三酸化いおうを含む。)	1	1mg/m ³ N	2	水洗浄等
11	クロム化合物	0.25	0.25mg/m ³ N	1	水洗浄等
12	塩化スルホン酸	1	1mg/m ³ N	2	水洗浄等
13	ピリジン	40	11	2	吸着等
14	スチレン	200	43	2	吸着、触媒燃焼、直接燃焼等
15	エチレン	300	240	2	吸着、触媒燃焼、直接燃焼等
16	二硫化炭素	100	29	2	吸着、触媒燃焼、直接燃焼、凝 縮と吸着の併用等
17	クロルピクリン	40	5.5	2	吸着等
18	ジクロロメタン	200	53	2	吸着、凝縮と吸着の併用等
19	1,2-ジクロロエタン	200	45	2	吸着、凝縮と吸着の併用等
20	クロロホルム	200	38	2	吸着、凝縮と吸着の併用等
21	塩化ビニルモノマー	100	36	2	吸着、凝縮と吸着の併用等
22	酸化エチレン	90	46	2	触媒燃焼、直接燃焼等
23	ヒ素及びその化合物	0.05	0.05mg/m ³ N	2	薬液洗浄、集じん等
24	マンガン及びその化合物	0.05	0.05mg/m ³ N	2	薬液洗浄、集じん等
25	ニッケル及びその化合物	0.05	0.05mg/m ³ N	2	薬液洗浄、集じん等

(つづく)

No.	規制対象物質	基準値 (mg/m ³ N)	(参考) ppm 換算値	施設 の 種類 (注)	排ガス処理方法
26	カドミウム及びその化合物	1	1mg/m ³ N	1	薬液洗浄、集じん等
27	鉛及びその化合物	10	10mg/m ³ N	1	薬液洗浄、集じん等
28	メタノール イソアミルアルコール イソプロピルアルコール アセトン メチルエチルケトン メチルイソブチルケトン ベンゼン トルエン キシレン トリクロロエチレン テトラクロロエチレン 酢酸メチル 酢酸エチル 酢酸ブチル ヘキサン	これらの物質の 合計が 800 ただし ベンゼン 100 トリクロロエチレン 300 テトラクロロエチレン 300 メチルイソブチルケトン 200 トルエン 200 ヘキサン 200 以上含まれないこと	これらの物質の 合計が 200 ただし ベンゼン 29 トリクロロエチレン 51 テトラクロロエチレン 41 メチルイソブチルケトン 45 トルエン 49 ヘキサン 50 以上含まれないこと	3	吸着、触媒燃焼、直接燃焼、凝縮と吸着の併用等(トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンについては吸着凝縮と吸着の併用等)

(注) 1 施設の種類欄の数字はそれぞれ次の意を表す。

「1」対象物質を発生する施設すべてを対象とする。

「2」対象物質を発生する施設のうちのばい煙施設以外を対象とする。

「3」右欄に掲げる有害ガスのうち、いずれか1以上を発生する施設のうちの、ばい煙施設及び炭化水素系物質を貯蔵する施設以外の施設。

2 基準値は排出口から大気中に排出される標準状態に換算した総排出物 1 m³当たりの有害ガスの 1 作業期間の平均の量を表す。

□ 有害ガス取扱施設の構造基準（環境確保条例 条例施行規則 別表第5）

1	施設の密閉構造、蒸発防止設備が設置されている構造等有害ガスの排出を可能な限り抑制する構造であること。
2	施設に開放部がある場合には、原則として有害ガスを拡散しないように吸引し処理するための局所排気装置が設置されていること。
3	局所排気装置の構造は、できるだけ少ない排风量で有害ガスを完全に捕捉吸引できるようにフードの構造を選択すること。
4	有害ガスや有害ガスを発生する有機溶剤等を取り扱う作業は、局所排気装置及び排出防止設備の作動を確認した後開始すること。
5	局所排気装置及び排出防止設備等は、定期的に点検及び検査を行い、その性能を保持すること。

【その他の関連法令】

このガイドで取りまとめた VOC 排出抑制策を実施する際に、新たに留意する必要がある法令を以下の表に示します。法令の詳細は電子政府の総合窓口「e-Gov」をご確認ください。

(<http://www.e-gov.go.jp/about/outline.html>)

法令の名称	目的・抑制策との関連
有機溶剤中毒 予防規則(労働 安全衛生法)	【目的】 労働基準法と相まって、労働災害の防止のための危害防止基準の確立、責任体制の明確化及び自主的活動の促進の措置を講ずる等その防止に関する総合的計画的な対策を推進することにより職場における労働者の安全と健康を確保するとともに、快適な職場環境の形成を促進すること(労働安全衛生法 第一章 第一条より) 【VOC 排出抑制策との関連】 局所排気装置・プッシュプル型換気装置の設置・法定制御風速 【実施する際にこの法令を新たに留意する必要がある抑制策】 工場内塗装「2-5」・印刷分野「2-4」「2-6」・金属等脱脂洗浄「2-7」「2-8」
粉じん障害防止 規則(労働安全 衛生法)	【目的】 同上(労働安全衛生法 第一章 第一条より) 【VOC 排出抑制策との関連】 粉じん作業が発生する場合の措置 【実施する際にこの法令を新たに留意する必要がある抑制策】 工場内塗装「3-2」
消防法	【目的】 火災を予防し、警戒し及び鎮圧し、国民の生命、身体及び財産を火災から保護するとともに、火災又は地震等の災害による被害を軽減するほか、災害等による傷病者の搬送を適切に行い、もって安寧秩序を保持し、社会公共の福祉の増進に資すること(第一章 第一条より) 【VOC 排出抑制策との関連】 危険物(引火性液体など)を取扱う場合の措置 【実施する際にこの法令を新たに留意する必要がある抑制策】 工場内塗装「4-1」「4-2」 印刷「4-1」「4-2」 金属等脱脂洗浄「3-1」 ドライクリーニング「2-3」
水質汚濁防止 法／下水道法	【目的(水質汚濁防止法)】 工場及び事業場から公共用水域に排出される水の排出及び地下に浸透する水の浸透を規制するとともに、生活排水対策の実施を推進すること等によつて、公共用水域及び地下水の水質の汚濁(水質以外の水の状態が悪化することを含む。以下同じ。)の防止を図り、もつて国民の健康を保護するとともに生活環境を保全し、並びに工場及び事業場から排出される汚水及び廃液に関して人の健康に係る被害が生じた場合における事業者の損害賠償の責任について定めることにより、被害者の保護を図ること(第一章 第一条より) 【目的(下水道法)】 流域別下水道整備総合計画の策定に関する事項並びに公共下水道、流域下水道及び都市下水路の設置その他の管理の基準等を定めて、下水道の整備を図り、もつて都市の健全な発達及び公衆衛生の向上に寄与し、あわせて公共用水域の水質の保全に資すること(第一章 第一条より) 【VOC 排出抑制策との関連】 排水処理 【実施する際にこの法令を新たに留意する必要がある抑制策】 工場内塗装:「3-3」・印刷分野「3-2」・金属等脱脂洗浄「3-2」

関係団体一覧

付録

○全体	
東京都環境局 環境改善部 化学物質対策課 企画係 (東京都 VOC 対策アドバイザー 派遣制度の問い合わせ先)	〒163-8001 東京都新宿区西新宿2-8-1 電話:03-5388-3457(直通) FAX:03-5388-1376 URL: http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/air_pollution/voc/index.html
○工場内塗装	
東京工業塗装協同組合	〒108-0014 東京都港区芝5-31-16 YCCビル9F 電話:03-5765-6273(代) FAX:03-5765-6274 URL: http://www.coat-tokyo.com/
日本塗装機械工業会	〒162-0805 東京都新宿区矢来町3 塗料報知新聞社内 電話:03-5579-2511(代) FAX:03-3260-6116 URL: http://www.cema-net.com/
一般社団法人 日本塗装工業会	〒150-0032 東京都渋谷区鶯谷町19-22 塗装会館 3F 電話:03-3770-9901(代) FAX:03-3770-9980 URL: http://nittoso.or.jp/
一般社団法人 日本塗料工業会	〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿3-12-8 東京塗料会館 1F 電話:03-3443-2011(代) FAX:03-3443-3599 URL: http://www.toryo.or.jp/
○印刷	
印刷インキ工業会	〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-13 三会堂ビル 電話:03-5545-6803(代) FAX:03-5545-6804 URL: http://www.ink-jpima.org/
全国グラビア協同組合連合会 関東グラビア協同組合	〒131-0002 東京都墨田区業平1-21-9 あさひ墨田ビル2F 電話:03-3622-1895(代) FAX:03-3622-1814

○印刷	
一般社団法人 日本印刷産業連合会	〒104-0041 東京都中央区新富1-16-8 日本印刷会館8F 電話:03-3553-6051(代) FAX:03-3553-6079 URL: http://www.jfpi.or.jp/
一般社団法人 日本WPA	〒112-0006 東京都文京区小日向2-31-14 電話:03-5976-8031(代) FAX:03-5976-8030 URL: http://www.waterless.jp/
○金属等脱脂洗浄	
クロロカーボン衛生協会	〒104-0033 東京都中央区新川1-4-1 住友不動産六甲ビル 8F 電話:03-3297-0321(代) FAX:03-3297-0316 URL: http://www.jahcs.org/
東京都鍍金工業組合	〒113-0034 東京都文京区湯島1-11-10 めっきセンター内 電話:03-3814-5621(代) FAX:03-3816-6166 URL: http://www.tmk.or.jp/
日本産業洗浄協議会	〒105-0011 東京都港区芝公園1-3-5 バルコ御成門6F 電話:03-5777-0791(代) FAX:03-5777-0675 URL: http://www.jicc.org/
○ドライクリーニング	
全国クリーニング協議会	〒141-0032 東京都品川区大崎3-6-17 大崎ビル5階 電話:03-3493-2130 FAX:03-3492-8817 URL: http://www.cl-zenkyo.x0.com/
東京都クリーニング生活衛生同業組合	〒112-0004 東京都文京区後楽2-3-10 日本クリーニングセンタービル2階 電話:03-3813-4251(代) FAX:03-3813-4258 URL: http://www.tokyo929.or.jp/
一般社団法人 日本産業機械工業会	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館4階 電話:03-3434-6821(代) FAX:03-3434-4767 URL: http://www.jsim.or.jp/

おわりに

本ガイドの作成に当たっては、東京都工場内 VOC 対策再検討プロジェクトチームを設置し、検討が行われました。

[プロジェクトチーム委員]

○岩崎 好陽	公益社団法人 におい・かおり環境協会 会長
殖栗 正雄	一般社団法人 日本印刷産業連合会 GP 推進部 部長
木下 稔夫	地方独立行政法人 東京都立産業技術研究センター 開発本部 開発第二部長 兼表面技術グループ長
高木 隆	印刷インキ工業会 技術委員会 副委員長
花田 毅	日本産業洗浄協議会 委員
林 正明	東京工業塗装協同組合 理事長
原 勝幸	一般社団法人 日本産業機械工業会 業務用洗濯機部会技術委員会 委員
樋川 浩一	日本塗装機械工業会 技術部会 委員
村田 英雄	全国グラビア協同組合連合会 専務理事

(五十音順・敬称略、○は座長を示す。)

本ガイドの作成に際し、事業者及び関連メーカー、業界団体等の多数の方々にも御協力いただき、厚く御礼申し上げます。また、ガイドの作成のための基礎資料の調査・収集は、株式会社環境計画研究所が実施しました。

なお、基となった「東京都VOC対策ガイド[工場内編]」については、平成17年度に東京都VOC対策検討委員会とその下に工場内対策ワーキンググループを設置し、検討が行われたものです。

[東京都VOC対策検討委員会]

岩崎 好陽	(社) におい・かおり環境協会 副会長
亀屋 隆志	横浜国立大学大学院工学研究院 助教授
◎坂本 和彦	埼玉大学大学院理工学研究科 教授
高橋 靖明	(社) 日本印刷産業連合会調査研究事業推進部 テクニカルアドバイザー
土井 潤一	日本産業洗浄協議会 理事
西村 幸男	(社) 日本塗料工業会 専務理事
本橋 健司	(独) 建築研究所 材料研究グループ長・建築生産研究グループ長

[工場内対策ワーキンググループ]

岡田 勇司	東京工業塗装協同組合 副理事長
○亀屋 隆志	横浜国立大学大学院 工学研究院助教授
高坂 孝一	(財) 洗濯科学協会 技術編集委員
志賀 孝作	東京都鍍金工業組合 環境科学研究所長
樋川 浩一	日本塗装機械工業会 技術部会委員
藤野 和夫	全国グラビア協同組合連合会 専務理事
山口 春雄	印刷インキ工業会 技術委員会副委員長
油井 喜春	(社) 日本印刷産業連合会 調査研究推進部長代理

(五十音順・敬称略、所属・役職は当時、◎は委員長、○は座長を示す。)

平成 27 年度
登録第 112 号
環境資料第 27072 号

東京都 VOC 対策ガイド（工場内編）改訂版
平成 28 年 3 月 改訂初版発行

東京都環境局環境改善部化学物質対策課

〒163-8001

東京都新宿区西新宿 2-8-1

電話 03-5388-3457

FAX 03-5388-1376

URL <http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/>

本ガイドの印刷は、VOC 発生の少ない印刷方式を用いています。

本冊子の以下の抑制策を参照してください。

- ・「GP 認定制度の活用」 (P37)
- ・「VOC 低減インキへの転換」 (P51)



古紙パルプ配合率100%再生紙を使用

古紙パルプ配合率 100%再生紙を使用しています

白色度 70%の再生紙を使用しています

