

環境配慮型塗料について

VOC規制と低公害塗料

株式会社 親和

大気汚染防止法の 揮発性有機化合物(VOC)排出規制

- 大気汚染防止法の概要(固定発生源)

1. 目的

わが国では、大気環境を保全するため、昭和43年に「大気汚染防止法」が制定されました。この法律は、大気汚染に関して、国民の健康を保護するとともに、生活環境を保全することなどを目的としています。

2. 制度の概要

人の健康を保護し生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準として、「環境基準」が環境基本法において設定されており、この環境基準を達成することを目標に、大気汚染防止法に基づいて規制を実施しています。

- 揮発性有機化合物(VOC) 対策

大気汚染防止法では、固定発生源(工場や事業場)から排出又は飛散する大気汚染物質について、物質の種類ごと、施設の種類・規模ごとに排出基準等が定められており、大気汚染物質の排出者等はこの基準を守らなければなりません。浮遊粒子状物質や光化学オキシダントに係る大気汚染の状況は、いまだ深刻であり、現在でも、浮遊粒子状物質による人の健康への影響が懸念され、光化学オキシダントによる健康被害が数多く届出されており、これに緊急に対処することが必要となっています。浮遊粒子状物質及び光化学オキシダントの原因には様々なものがありますが、揮発性有機化合物(VOC (volatile organic compounds))もその一つです。VOCとは、揮発性を有し、大気中で気体状となる有機化合物の総称であり、トルエン、キシレン、酢酸エチルなど多種多様な物質が含まれます。

このVOCの排出を抑制するため、環境省においては、自動車からの炭化水素の排出規制に加え、以下のように、工場等の固定発生源からのVOCの排出及び飛散に関し、排出規制、自主的取組の促進、各種検討調査などの施策を講じています。

(社)日本塗料工業会での 低VOC塗料の自主表示について

(社)日本塗料工業会(以下、工業会という)は、改正大気汚染防止法(平成18年4月1日施行)で記載されている「国民の努力としての低VOC製品の選択購入」に関しまして、国民が塗料を選びやすくなる枠組みを提供することを決めました。その結果、工業会として低VOC塗料自主表示を行います。

当工業会は、ここ数年、「環境」「安全」「健康」に関する問題を最重要課題として取り組みを進めてきます。特にVOC排出抑制に関しましては長年の課題となっており、平成16年度には法規制に先駆け「塗料、塗装からのVOC排出抑制自主目標を設定」し塗料ユーザー、塗装設備機器メーカーと三位一体の活動を推進しています。

具体的な当工業会取り組み活動としては、VOCの少ない塗料の開発並びにそれらへの置換促進と同時にトップランナー方式の事例を研究し横展開を図って、当工業会の会員、関係者の意識向上をはかってきました。

また、環境省、経済産業省や東京都などのVOC排出抑制ガイドブックの作成等に積極的に参画して協力してきました。

但し現状のVOC排出抑制の調査等では、現場での実効程度が今一つ思わしくないようにあり、汎用分野や小規模塗料扱い所での推進には視覚でのアピールがキーポイントとされます。

これらのことより、塗料製品中のVOC成分含有量が30重量%以下の塗料に「低VOC塗料」の自主表示を行います。水系塗料、粉体塗料などには元々低VOC塗料のためここでは溶剤形塗料が対象になり、表示は「低VOC塗料(溶剤形)」と致します。

化学物質排出把握管理促進法 (PRTR制度)

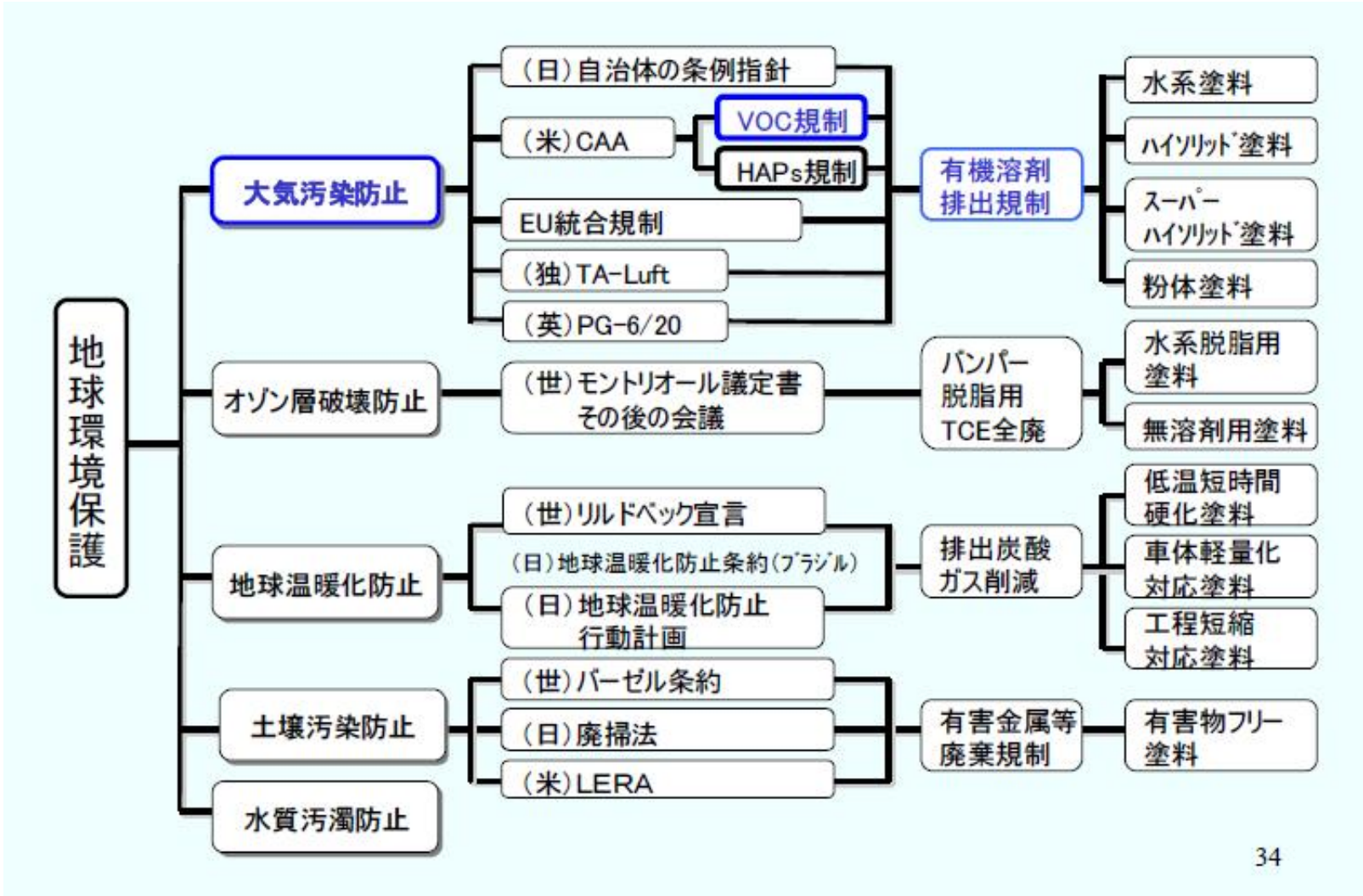
PRTR制度の対象となる化学物質は、本法上「第一種指定化学物質」として定義されています。具体的には、人や生態系への有害性(オゾン層破壊性を含む)があり、環境中に広く存在する(暴露可能性がある)と認められる物質として、計354物質が指定されています。そのうち、発がん性のある「特定第一種指定化学物質」として12物質が指定されています。

☆ 第一種指定化学物質の例

- 揮発性炭化水素ベンゼン、トルエン、キシレン等
- 有機塩素系化合物ダイオキシン類、トリクロロエチレン等
- 農薬臭化メチル、フェニトロチオン、クロルピリホス等
- 金属化合物鉛及びその化合物、有機スズ化合物等
- オゾン層破壊物質CFC、HCFC等
- その他石綿等

PRTR制度の年間取扱量や排出量等を把握する際に対象となる製品(取扱原材料、資材等)の要件は、対象化学物質(第一種指定化学物質)を一定割合以上(1質量%以上。ただし、特定第一種のみ0.1質量%以上)含有する製品であり、代表的な種類としては、化学薬品、染料、塗料、溶剤等が挙げられます。
なお、事業者による取扱いの過程で対象化学物質が環境中に排出される可能性が少ないと考えられる製品については、事業者の負担等を考慮し、例外的に把握の対象外としています

法規制と塗料対応の例



溶剤系塗料の中に含まれているVOC

VOCのOHラジカルとの反応速度と環境大気中での寿命		
化合物	反応速度 (cm ³ /mole・sec)	寿命 τ (日)
n-ヘキサン	5.58 × 10 ⁻¹²	2.07
n-ヘプタン	7.2 × 10 ⁻¹²	1.61
酢酸エチル	1.82 × 10 ⁻¹²	6.36
ベンゼン	1.28 × 10 ⁻¹²	9.04
トルエン	6.19 × 10 ⁻¹²	1.87
エチルベンゼン	7.5 × 10 ⁻¹²	1.54
O-キシレン	14.7 × 10 ⁻¹²	0.79
m-キシレン	24.5 × 10 ⁻¹²	0.47
p-キシレン	15.2 × 10 ⁻¹²	0.76
四塩化炭素	1.0 × 10 ⁻¹⁶	(31年)
1,1,1-トリクロエタン	1.19 × 10 ⁻¹³	97.26
トリクロロエチレン	2.36 × 10 ⁻¹²	4.90
テトラクロロエチレン	1.67 × 10 ⁻¹³	69.31

諸外国のVOC規制との比較

	アメリカ	EU	イギリス	ドイツ	日本
法令名	Clean Air Act 大気浄化法	Gothenburg 議定書1999/13/EC 特定活動における 有機溶剤の使用によるVOC放出の抑制する ための理事会指令	Environmental Production Act 1990 環境保護法	Bundes- Immissionssch -Utzesetz(TA-Luft) 連邦排出防止法 TA-Luft 政令31条	改正 大気汚染防止法
施行年	1990年改正	1999年	1990年	2001年	2004年
対象 汚染物質	オゾン	オゾン	オゾン	オゾン	SPMとオキシダント
VOC削減 目標	—	2010年までに 1990年比 約60%削減	2010年までに 1999年比 約30%削減	2010年までに 1990年比 約70%削減	2010年までに 2000年比 約30%削減
対象 有機化合物	大気中で蒸発 し、光化学反 応に關与する 有機化合物	20°Cにおいて 0.01Kpa (約1/10,000気圧) 以上の蒸気圧を 有するあらゆる 有機化合物	20°Cにおいて 0.01Kpa (約1/10,000気圧) 以上の蒸気圧を 有するあらゆる有 機化合物	20°Cにおいて 0.01Kpa (約1/10,000気圧) 以上の蒸気圧を有 するあらゆる有機化 合物	大気中に排出され、 または飛散した時 に気体である有機 化合物(メタン、フロ ン系7物質を除く)

韓国:大気環境保護法(1995年改正) 台湾:大気汚染防止法(1994年改正)

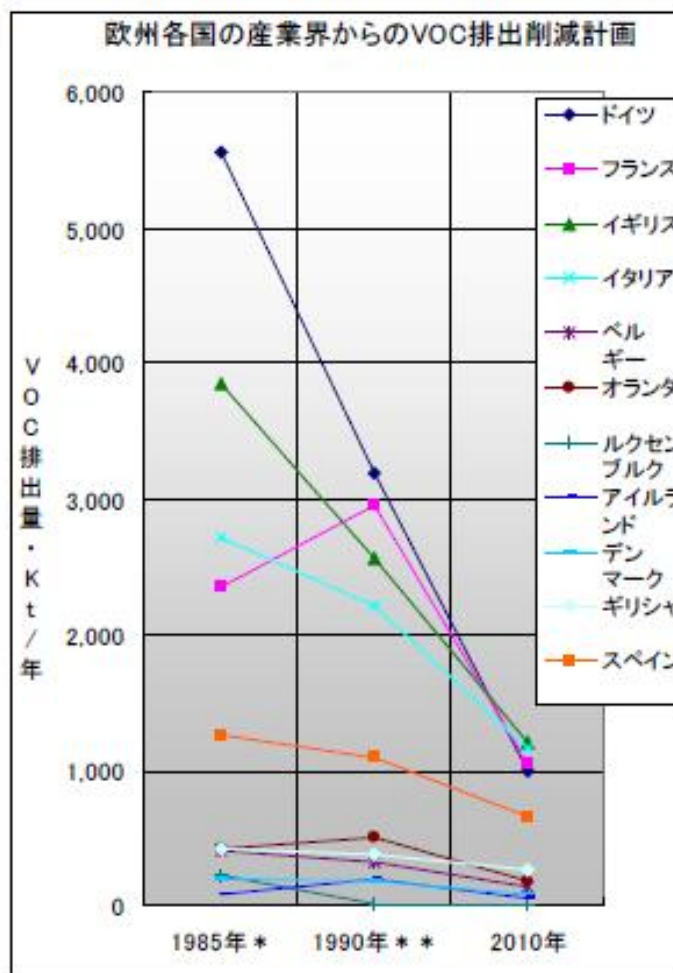
欧州各国のVOC排出抑制の実績

欧州各国の産業界からのVOC排出量(k_t/年)と2010年の排出上限値と削減率

	国名	1985年*	1990年**	2010年	削減率 ((1990-2010)/1990)
1	ドイツ	5,554	3,195	995	69%
2	フランス	2,352	2,957	1,050	64%
3	イギリス	3,842	2,555	1,200	53%
4	イタリア	2,710	2,213	1,159	48%
5	ベルギー	405	324	139	57%
6	オランダ	420	502	185	63%
7	ルクセンブルク	226	20	9	55%
8	アイルランド	89	197	55	72%
9	デンマーク	201	178	85	52%
10	ギリシャ	418	373	261	30%
11	スペイン	1,265	1,094	662	39%
12	ポルトガル	134	640	180	72%
13	オーストリア		351	159	55%
14	フィンランド		209	130	38%
15	スウェーデン		526	241	54%
	合計	17,615	15,334	6,510	58%

注) * 出典: Commission of the European Communities 欧州共同体委員会

** 出典: Council Directive 2001/81EC



塗料製造業者R&Dの年次調査

OEM市場向けに製造される塗料種類の回答比率(%)
(160社のR&D研究開発部長の回答)

種類 \ 項目	生産	コスト削減	VOC/HAPs	性能改善	硬化時間短縮	その他処方
水性	75.4	76.6	63.8	54.3	54.3	48.9
ハイソリッド溶剤系	61.9	73.5	53.0	39.8	42.2	48.2
二成分系	53.4	70.1	64.2	37.3	53.7	35.8
UV/EB硬化	25.4	59.5	27.0	56.8	43.2	35.1
粉体	19.5	75	—	41.7	66.7	79.2
超ハイソリッド	16.1					
一般溶剤系	65.3					

無剤溶剤型塗料

Industrial Paint & Powder, February 2004より

低公害塗料の特徴及び管理

低公害塗料と溶剤型塗料の特性比較

塗料種類 項目		水系塗料	粉体塗料	ハイブリッド型塗料	溶剤型塗料	
塗料の特性	膜厚保持	薄膜化	○	△	◇	○
		厚膜化	△	◎	○	◇
	塗膜の仕上がり(光沢・肌など)	○	◇	○	○	
	塗膜性能(耐久性・物性・耐水性)	△	○	○～◇	○	
	焼付温度	△～◇	△	◇	○	
	貯蔵性	◇	△	◇	○	
	塗装作業性(温・湿度依存性)	×	◎	○	○	
	塗色(範囲管理幅)	○	△	○	○	
	安全性(爆発・火災)	◎	○	×	×	
	コスト(塗料代)	◇	△	◇	◎	
設備・公害	塗装装置・設備(現用品の使用適正)	◇	△	◎	◎	
	製造設備(現用品の使用適性)	○	×	◎	◎	
	回収再利用	×	○	×	×	
	大気汚染(炭化水素類・粉じん)	◇	◎	△	×	
	水質汚濁	×	◎	○	○	

注):◎、○、◇、△、×の順に適応性が下がることを示す

低公害塗料の種類と効果

低公害塗料種類別の低公害化の効果

塗料の種類 項目		水系塗料	粉体塗料	ハイソリッド型 塗料	溶剤型塗料	
各塗料	構成割合%	固形分(塗膜)	50	100	70	40
		溶剤	10	—	30	60
		水	40	—	—	—
同一塗膜とした場合	構成割合%	固形分(塗膜)	40	40	40	40
		溶剤	8	—	17.1	60
		水	32	—	—	—
		合計	80	40	57.1	100
	効果	溶剤削減率	86.7	100	71.5	—
		塗料削減率	20	60	42.9	—

← 固形分を40%で同一とした

低公害型塗料は、一般的に水系塗料・無溶剤型塗料・ハイソリッド型塗料に分類できる。

1.水系塗料……VOC成分に変わって水が溶剤または希釈剤・分散剤の主体となるもの

2.無溶剤型塗料……溶剤または、希釈剤を含まないもの(粉体塗料等)

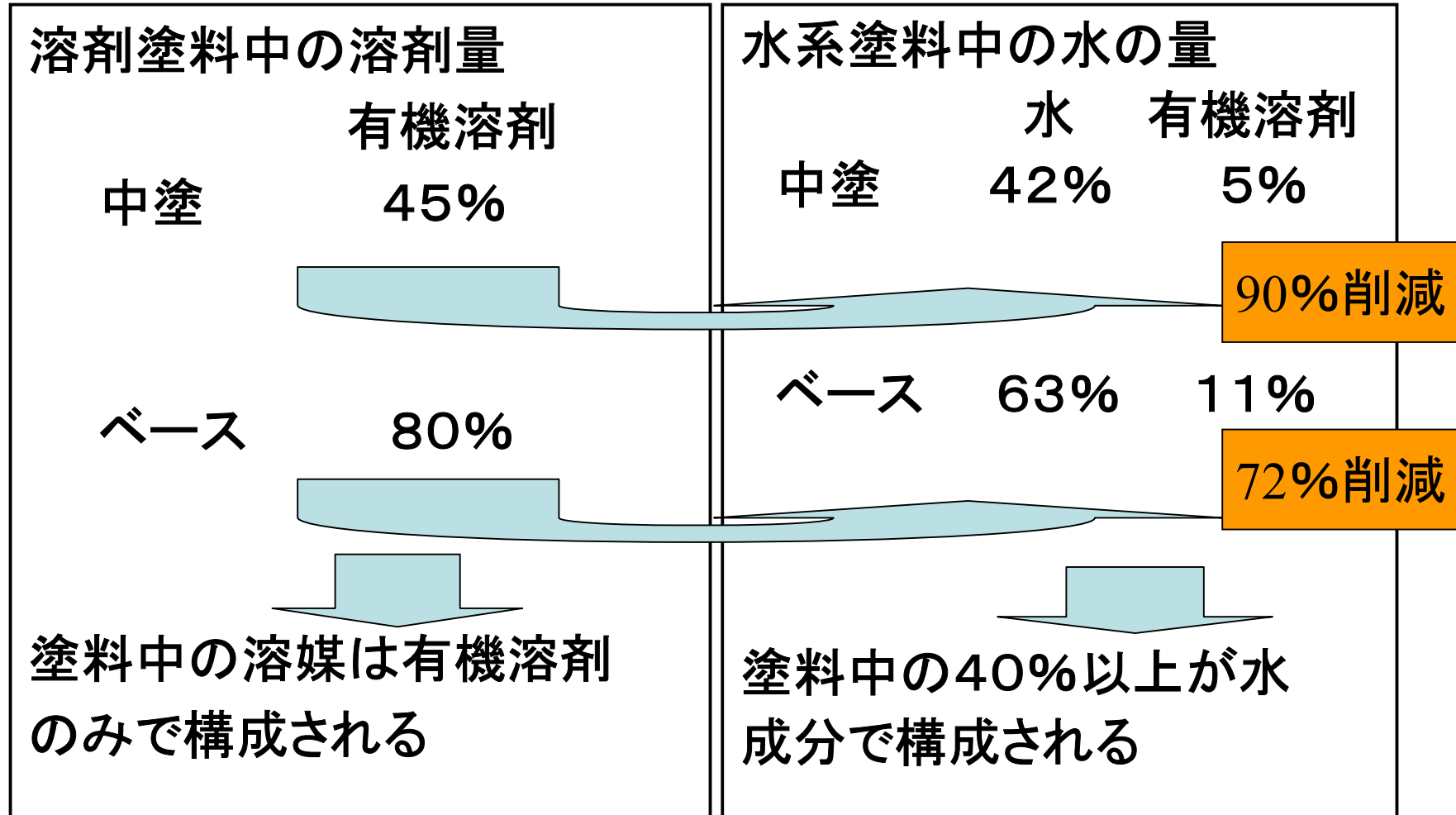
3.ハイソリッド型塗料……VOC成分は、含むがその率が低くまた、固形分比率が高いもの

低公害塗料の特徴

低VOC塗料の種類		特徴等	
水性塗料	エマルジョン型塗料 (水分散性樹脂を使用)	長所 ・水による希釈が可能 ・濡った素地に塗布することが可能 ・臭気が少ない 短所 ・塗布直後の除塵に弱い ・塗布時の室温等のコントロールが必要	
	水溶性塗料 (水溶性樹脂を使用)		
紫外線硬化型塗料	粉体塗料	長所 ・非危険物 ・塗布効率が高い ・厚膜塗装が可能 短所 ・塗膜化が困難 ・焼付温度が高くエネルギーが必要	
	その他の紫外線硬化型塗料	紫外線/電子線硬化型塗料	長所 ・短時の乾燥が可能（生産効率が向上） 短所 ・厚膜硬化に制限がある
		多液型塗料（注）	塗布直前に塗料成分を混合 長所 ・塗布量が低減可能 短所 ・乾燥が遅い
		プラスチック型塗料	共重合樹脂の微粒子を分散媒（可塑剤）に懸濁、分散 長所 ・塩化ビニル樹脂本来の優れた塗膜性能が得られる 短所 ・素地との接着性が悪い
インソリッド型塗料		長所 ・ラインの大幅な変更が少ない 短所 ・樹脂を低分子化するため、塗膜性能が低下 ・塗装作業性が低下	

（注）多液型塗料：2液混合硬化型他

水系塗料の特徴 例)自動車塗料



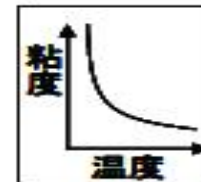
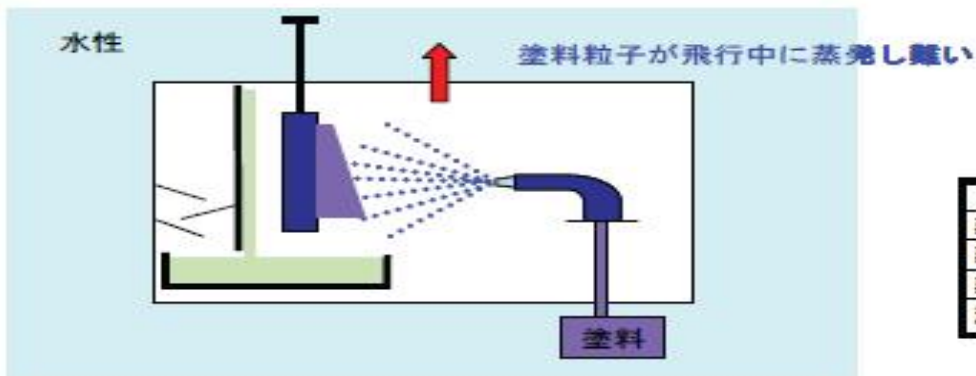
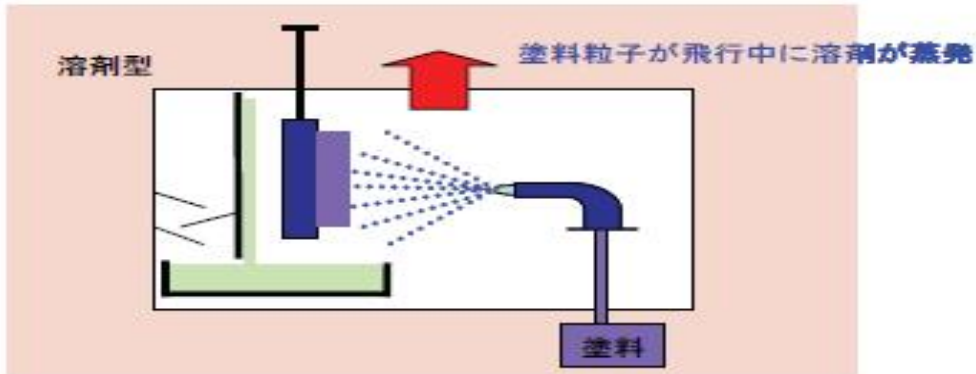
水系塗料は、有機溶剤量が少なく安全衛生面に優れる

溶媒としての水の特徴

項目	水	トルエン	水の特異性
溶解性パラメーター((cal / cm) ^{1/2})	23.5	8.9	通常の塗料用樹脂は溶解しない
沸点(°C)	100	110.6	沸点の割に蒸発速度が遅いため、 ワキ・タレを生じ易い
蒸発潜熱 (cal / g)	587	98.6	
相対蒸発速度 (BuAc = 100)	38	200	
表面張力 (dyne / cm)	72.6	28.5	素材への濡れ性に劣る (ハジキ易い)
誘電率 (20°C)	80.1	2.24	静電塗装に工夫が必要

水の特異性に対処可能な設計であることが必要

水系塗装での注意点



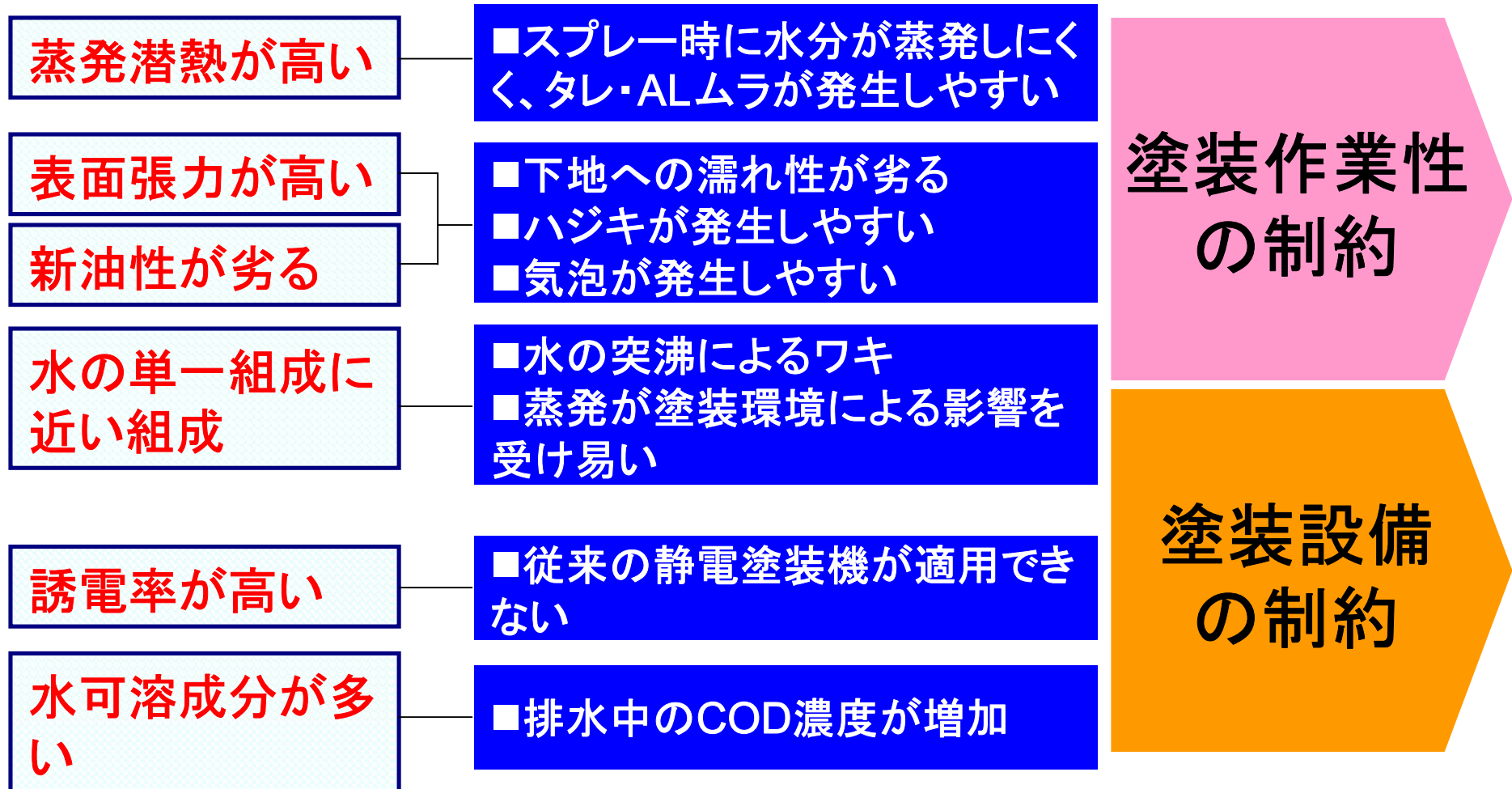
塗装時温度（気温）による粘度変化を、溶剤型塗料では溶剤種で調整できるが、水性塗料ではタレ制御することが難しい

	水	キシレン	トルエン
蒸発速度*	1以下	68	195
蒸発潜熱(cal/g)	540	94	96
蒸発潜熱(J/g)	2263	394	402
沸点(°C)	100	138	111

* 酢酸n-ブテルの蒸発速度を100として相対表示したもの。
一定温度、一流下で、90mass%まで蒸発する速度。

- 溶剤系より水系は、蒸発しにくい為WET状態となり、塗装後に垂れ易い。

水の特徴に由来する水系塗料の課題



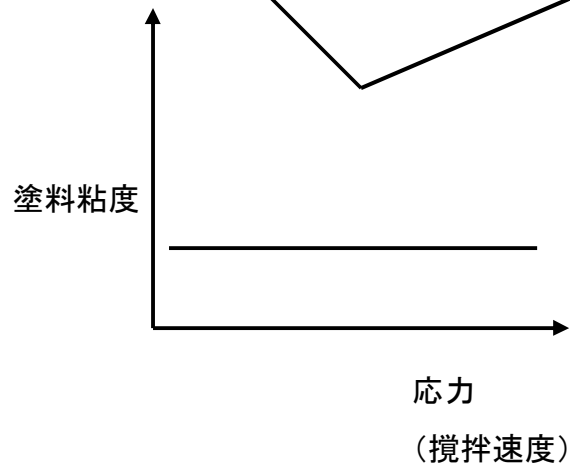
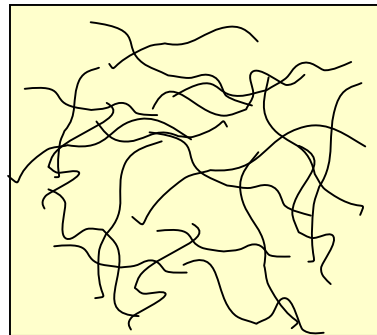
水系塗料のメリットとデメリット

		メリット & デメリット
塗料	VOC排出量	溶剤系塗料に対して80%以上削減
	保管方法 •溶剤型よりもシビアな管理必須	15~30°Cでの保管
塗装	設備 •水系専用設備が必須	<ul style="list-style-type: none"> ■SUS配管、タンクなどの設備が必要 ■廃水処理設備 ■水系用塗装機が必要 ■フラッシュゾーン、クーリングゾーンの増設、ライン長の延長
	塗装管理 •溶剤型よりもシビアな管理必要	<ul style="list-style-type: none"> ■温度、湿度の管理が必要 ■サーキュレーション塗料の管理(粘度、PH、温度15~30°C)

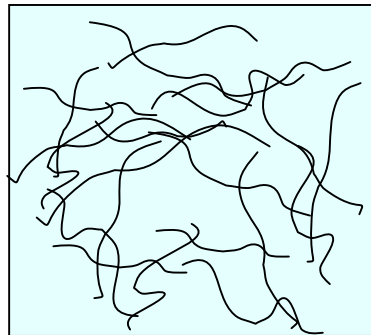
* メリットは青色で、デメリットは赤色で表記

水性塗料の分類

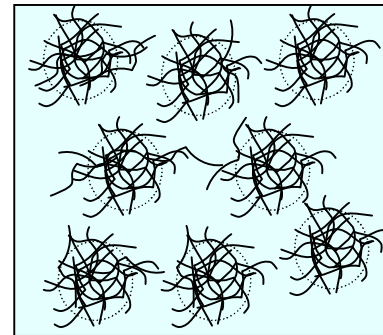
溶剤型塗料技術



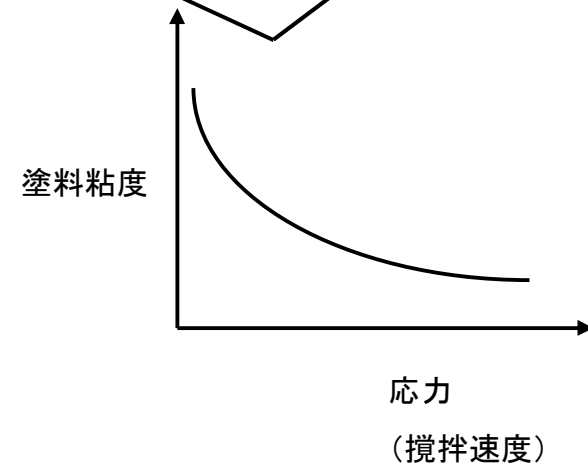
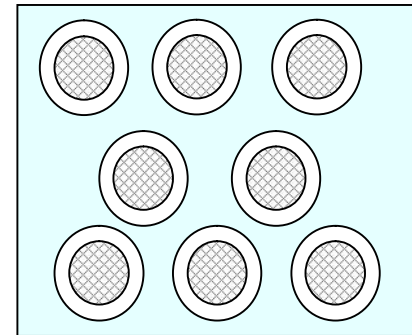
水溶性型
(高粘度・低固形分)



水性塗料
ディスペーション型
(両者の中間)



エマルジョン型
(低粘度・高固形分)



溶解状態の塗料は攪拌速度を変化させても粘度変化しない。一方、“分散状態”の塗料では攪拌速度が変わると粘度変化する。例えば、マヨネーズにみられる性質と同じである。

低公害塗料のまとめ

1. 一般溶剤型に近い環境配慮型低公害塗料

溶剤VOC対応品

VOC対策塗料及びVOC対策シンナー（トルエン、キシレン、ベンゼンを含まない）

2. 更に環境配慮型低公害塗料

水系VOC対応品

アクリルエマルジョン塗料

低分子エマルジョン（粒子が大きい）

少溶剤VOC対応品

ハイソリッド型塗料

溶剤含有率が、約30%

ディスパージョン塗料

水溶性+エマルジョン（粒子が小さい）

超ハイソリッド型塗料

溶剤含有率が、さらに少ない

水系塗装での注意点

- 水系では、成型品の油系、離型剤等により密着不良になる場合がありますので良く脱脂をしてください。手の汗も注意してください。
- 一般的に非常に垂れやすい為、治具の検討も慎重に。
- 塗料保管温度を一定にしてください。水系塗料によっては、低温0°C以下になると凍ってしまったり、高温40°C以上になっても壊れてしまう。(貯蔵室は、常時エアコンにて管理が理想)
- 静電塗装をされる場合水系は、電気を通しますので管理には、慎重にお願い致します。アース部分での火災事故も報告されております。
- 湿度・温度によって塗装条件が、かなり変わります。
- 塗装器具は、錆びない材質にしましょう。
- 一度固まるとなかなか取れません。日々のメンテナンスを心がけてください。