成分等に着目した低ＶＯＣ塗装推進の検討に係る調査委託

報告書

平成２７年３月

成分等に着目した低ＶＯＣ塗装推進の検討に係る調査委託

目　次

1.　調査概要 1-1
1.1　調査目的 1-1
1.2　調査内容 1-2
2.　WG検討のための基礎調査 2-1
2.1 低VOC塗装に係る既存制度、現場施工での課題・対策、製品情報の整理（業界団体等へのヒアリングによる） 2-1
2.1.1　用語の定義・規格等の整理 2-1
2.1.2　各団体が関与する既存制度等 2-4
2.1.3　現場施工での課題及び対策の整理 2-19
2.1.4　製品情報及び先進事例の収集 2-37
2.2　国内における先進事例（低VOC塗装仕様事例） 2-57
2.3　海外におけるVOC規制の整理 2-67
2.4　実在物件の現場塗装からのVOC排出量の試算 2-79
2.5　都内建築・土木工事の塗料からのVOC排出量の算出 2-88
3.　具体的な対策手法のまとめ 3-1
3.1　低ＶＯＣ塗料の規格化、低ＶＯＣ塗料製品表示と選択機会の拡大 3-1
3.1.1　低VOC塗料の規格、製品表示の現状 3-1
3.1.2　新たな評価指標による低VOC塗料の規格化、製品表示への展開と課題 3-3
3.2　現場での施工技術の向上と必要な施工経費・施工期間の確保 3-10
3.2.1　低VOC塗料の施工実績と支障の現状 3-10
3.2.2　低VOC塗料の施工に関する関係者の現状認識 3-11
3.2.3　発注・設計側への働きかけ及び施工側での普及 3-20
3.3　建設物への低ＶＯＣ塗装の効果をわかりやすく示すための評価方法 3-21
3.4　まとめ 3-30
4.　対策を促進する制度の要綱等の規程類の案 4-1
4.1　各団体の既存制度の適用範囲の拡大 4-1
4.2　収集した他業界・他国事例を参考にした新規制度 4-4
4.3　新規制度の組合せの運用 4-10
4.4　環境物品等調達方針提案様式による低VOC塗料等の提案方法 4-14

1. 調査概要

1.1 調査目的

2020 年夏に開催される東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けて、東京都は環境理念「環境を優先する２０２０年東京大会」を掲げている。東京の大気環境は、ディーゼル車規制などの実施により全般的に改善されてきているが、光化学オキシダントやＰＭ２．５の環境基準が未だ達成されない地域が数多く存在する。また、夏季は特に高濃度の光化学オキシダントが発生しやすく、光化学スモッグ注意報が発令されることがあり、原因物質の一つであるＶＯＣの更なる削減策が必要である。東京都におけるＶＯＣ対策の最も差し迫っている課題は、光化学スモッグ注意報の発令日数を０日にすることであり、東京オリンピック・パラリンピック競技大会の開催期間中を含めた夏季においても光化学スモッグ注意報が発令されないよう、継続的にＶＯＣ削減策に取り組むことである。

これまで塗装工程からのＶＯＣ削減策については、工場塗装や建物の室内塗装等で主に実施されてきた。一方、土木工事や建築工事等の屋外塗装については、防錆等、経年劣化への懸念と、ＶＯＣの回収や処理が難しいことから、ＶＯＣ削減策は積極的に行われてこなかった。

光化学スモッグ注意報の発令日数を０日にするためには、光化学オキシダントの更なる低減は不可欠であり、屋外塗装においても、いち早く官民協働で効果的なＶＯＣ削減策に取り組む必要がある。

本調査では、屋外塗装で使用される塗料中のＶＯＣに含まれる、オキシダント生成能が高いＶＯＣ成分（キシレン、トリメチルベンゼン等）に着目し、学識経験者や業界団体等からなるワーキンググループ（東京都低ＶＯＣ塗装推進検討ワーキンググループ。以下「検討WG」という。）において、これらの含有量の少ない塗料（以下「低ＶＯＣ塗料」という。）による施工及びＶＯＣの放散の少ない塗装施工技術（低ＶＯＣ塗料を使用する塗装施工を含む。以下「低ＶＯＣ塗装」という。）の普及拡大に向けたルール化の方向性を検討する。この検討に必要な資料収集及び議論の結果を整理するため、調査を実施する。

1.2 調査内容

(1) ＷＧ検討のための基礎調査

ア　業界団体等へのヒアリング

(ｱ)　各団体が関与する既存制度等

低ＶＯＣ塗装の普及に発展する可能性のある既存の制度等と現在の課題の詳細について、第１回検討ＷＧ資料及び議事メモ等を元に整理する。

なお、各団体名称の後に記載してある制度名等は例示である。

a　（一社）日本塗料工業会

ＪＩＳ（加熱残分)、「非トルエン・キシレン塗料の自主表示ガイドライン」「低ＶＯＣ塗料の自主表示ガイドライン」ほか、塗料中のＶＯＣ成分の含有量を規定し、あるいは塗料使用者に示すための制度

b　（一社）日本塗装工業会

塗装技能士、登録建設塗装基幹技能者、ほか塗装技術者の技術向上や自主品質管理に関する取組

c　（一社）日本建設業連合会

建設工事におけるシックハウス・臭気・作業環境等ＶＯＣ関連課題への取組、各種認定制度への対応状況

d　（一社）日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会

土木施工管理技術検定、高塗着スプレー塗装施工管理技術者認定制度、ほか塗装技術者の技術向上や自主品質管理に関する取組

(ｲ)　現場施工での課題及び対策の整理

第１回検討ＷＧでの議論を踏まえ、建築・土木工事それぞれについて、低ＶＯＣ塗装施工での課題とこれまでの解決状況（技術面、コスト面、施工管理等）について、関係団体と協力して、第２回検討 WG 資料として整理する。

現場写真やコストに関するデータ、具体的な対策技術については、関係団体をヒアリングし、提供を受ける。既存資料が不足している場合は、補完的に現場調査あるいは施工業者への聞き取りを実施する。

(ｳ)　製品情報及び先進事例の収集

第１回検討ＷＧでの議論を踏まえ、低ＶＯＣ塗料に該当する既存製品（１０製品以上）の性能表（過去の同種製品の性能表との比較を含む。)、代替となる溶剤形塗料との価格比（過去の価格比との比較を含む。）及び施工実績（出荷数量あるいは施工件数、あれば特筆すべき施工事例）を関係団体と協力して作成し、第２回検討 WG 資料として整理する。

イ　ＷＧでの各回の議論に必要な文献の収集

(ｱ)　国内における先進事例及び関連制度の整理

次の事例等について、委員へのヒアリング等により文献を収集し、第２回検討 WG 資料として整理する。

a　国内における、低ＶＯＣ塗装仕様として公的機関あるいはそれに準ずる機関の発行する標準仕様書や特記仕様書、暫定仕様等に記載されている例

b　国内における、実在物件の現場塗装からのＶＯＣ排出量に関する調査事例３件以上

なお、排出量が算出された調査事例を収集できなかった場合は、施工事例を選定し、材料使用記録及び塗料製品に関するＶＯＣ含有量データ等を元に、塗料からのＶＯＣ排出量の概算を推計する。

c　環境省ＶＯＣ排出インベントリ及びＰＲＴＲ非対象業種からの排出量データ等を元にした、平成２４年度の都内建築・土木工事の塗料からのＶＯＣ排出量（ＶＯＣ成分別）の算出

なお､上記文献での都道府県配分方法によらず､統計データ等を用いて、より都内に適した精度の高い配分方法を提案のうえ、提案した配分指標当たりの単位ＶＯＣ排出量も示す（例として、着工床面積１㎡当たりのＶＯＣ排出量 kg など)。

提案した算出方法について、第２回検討ＷＧにて了承を経たうえで、平成１７年度～２４年度の経年排出量の算出結果を掲載する。

さらに、月別排出量の算出方法について、適用可能な統計指標の案を示す。第２回検討ＷＧにて妥当性が認められた指標を用いて、平成２４年度分の月別排出量算出結果を掲載する。

(ｲ)　海外における VOC 規制の整理

米国（US EPA（CAA）及びカリフォルニア州の NAAQS 達成計画（SIP））、EU（IED 指令、塗料指令）を対象に、塗料に係る VOC 規制について、概要を整理する。

(2)　具体的な対策手法のまとめ

第 2 回検討ＷＧまでの議論、及び各団体が検討ＷＧの議論を踏まえて作成した資料を元に、次の具体的な対策手法についてとりまとめる。

a　低ＶＯＣ塗料の規格化、低ＶＯＣ塗料製品表示と選択機会の拡大（(1)ア(ｳ)で収集した情報に関するまとめ）

b　現場での施工技術の向上と必要な施工経費・施工期間の確保（(1)ア(ｲ)で収集した情報に関するまとめ）

c　建設物への低ＶＯＣ塗装の効果をわかりやすく示すための評価方法

(3) 対策を促進する制度の要綱等の規程類の案

次の方法により、(3)で示した対策を促進する各団体の役割について検討する。

a　(1)ア(ｱ)で収集した各団体の既存制度の適用範囲の拡大

b　(1)イで収集した事例を参考にした新規制度

c　上記の組合せの運用

d　環境物品等調達方針提案様式(H26 年度様式)による、低ＶＯＣ塗料（あるいは低ＶＯＣ塗装施工）の提案方法

(4) 低ＶＯＣ塗装施工ハンドブック原稿案

低ＶＯＣ塗装の目的を正しく施工者に理解してもらうために、現場施工時の留意点等をまとめたハンドブックの記述文や掲載する図表について、事業者等へ配布する印刷物にすることを前提に配置した形式でまとめる。

(5) 低ＶＯＣ塗装推進リーフレット原稿案

低ＶＯＣ塗装施工に関して施主等に理解を求めるためのリーフレットの記述文や掲載する図表について、事業者等へ配布する印刷物にすることを前提に配置した形式でまとめる。

2. WG 検討のための基礎調査

2.1 低 VOC 塗装に係る既存制度、現場施工での課題・対策、製品情報の整理（業界団体等へのヒアリングによる）

2.1.1 用語の定義・規格等の整理

(1) 建築・土木共通

1) 用語の定義

低 VOC 塗料の規格の前提として、JIS K5500（塗料用語）では、「揮発性有機化合物」(1032)、「揮発性有機化合物含有量」(1033)、「水性塗料」（1055）、「ハイソリッド塗料」（1085）は、以下のように定義されている。

表 2-1　「塗料用語」(JIS K5500)における低 VOC 塗料に関する用語定義

番号	用語	定義
1032	揮発性有機化合物	基本的には、接している通常の雰囲気温度及び気圧で、自然に揮発するすべての有機の液体及び／又は固体。
1033	揮発性有機化合物含有量	規定の条件で測定したときの、塗料中に存在する揮発性有機化合物の質量。 備考 1. 考慮しなければならない揮発性有機化合物の性質と量とは、塗装環境によって異なる。塗装環境ごとに、限界値及び測定又は算出方法は、規制又は協定によって規定される。 備考 2. 米国のある種の政府規制の中では、VOC という用語は、大気中で光化学的に活性な化合物だけに限定して用いられている。
1055	水性塗料	水で希釈できる塗料の総称。水溶性又は水分散性の塗膜形成要素を用いて作る。粉状水性塗料、合成樹脂エマルションペイント、水溶性焼付け塗料、酸硬化水溶性塗料などがある。
1085	ハイソリッド塗料	適切な成分を選択することによって，揮発成分をできるだけ低く抑え、かつ、満足できる塗装作業性を維持している塗料の総称

参考資料：http://kikakurui.com/k5/K5500-2000-02.html

2) 低 VOC 塗料の JIS 規格

低 VOC 塗料の規格については、水性塗料では、「つや有合成樹脂エマルションペイント」（JIS K 5660）や「合成樹脂エマルションペイント及びシーラー」（JIS K 5663)、「鉛・クロムフリーさび止めペイント（2 種)」（JIS K5674）等、主に建築塗装に使用される塗料の規格が存在する。低溶剤形塗料、弱溶剤系塗料に関しては、JIS には建築用、構造物用も含めて「弱溶剤」の明確な規格はない。

3) 塗料中の VOC の測定・推定方法に関する JIS 規格

塗料中の VOC の測定・推定方法に関する規格としては、「加熱残分」（JIS K 5601-1-2)、「塗料中の揮発性有機化合物（VOC）の測定（JIS K5601-5-1 及び 5-2)」がある。

加熱残分の規格は、塗料中の不揮発性分の量を推定することが目的であるため、溶剤系、水性いずれの場合も適用される。溶剤系塗料の場合、大気へ揮発する VOC 量の際には、加熱残分の JIS 規格により測定される不揮発残渣量（揮発によって得られる残渣量）から参考になる情報が得られる。加熱残分の規格は、後述する「低 VOC 塗料自主表示ガイドライン」で製品表示の判断基準となる VOC 量の確認方法の１つとして採用されている。

加熱残分は JIS 等の塗料規格で指定されている例もあるが、その数値は塗料種類によって大きく異なる。例えば上塗り塗料は美観の要求などがあることから、加熱残分の下限値が少なく、VOC 含有率が多くなる。

表 2-2　加熱残分より算出したＶＯＣ含有率の例

塗　料	VOC 含有率[%]	算 出 資 料
鉛クロムフリーさび止めペイント(1 種)	25	JIS K 5674 加熱残分 75 以上
鋼構造物用耐候性塗料 中塗り塗料	45	JIS K 5659 白及び淡彩 60 以上、その他の色 50 以上
鋼構造物用耐候性塗料 上塗り塗料	55	JIS K 5659 白及び淡彩 50 以上、その他の色 40 以上
合成樹脂調合ペイント (1種又は 2 種中塗り用)	35	JIS K 5516 加熱残分 65 以上
合成樹脂調合ペイント (2 種上塗り用)	40	JIS K 5516 加熱残分 60 以上
反応形合成樹脂シーラー及び弱溶剤系反応形合成樹脂シーラー	80	JASS 18 M-201 加熱残分 20 以上
建築用耐候性上塗り塗料	55	JIS K 5659 白及び淡彩 50 以上、その他の色 40 以上

一方、塗料中の VOC 含有量の測定に関する規格としては、「塗料中の揮発性有機化合物（VOC）の測定（JIS K5601-5-1 及び 5-2)」において、溶剤系塗料については「ガスクロマトグラフ法（JIS K5601-5-1)」、水性塗料については「水系塗料（標準添加法）(JIS K5601-5-2)」とされている。

(2) 建築

低 VOC 塗料の規格としては、前述したように、主に建築塗装に使用される水性塗料の JIS 規格が存在する。

また、参考として、JIS 以外の規格について、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS18 塗装工事(2013)」（一般社団法人日本建築学会発行）では、「1.2 用語の定義」にて「弱溶剤系塗料」は、「労働安全衛生法に基づく有機溶剤中毒予防規則に区分される第 3 種有機溶剤等を溶剤の主成分とした塗料」とされている。

(3) 土木

参考として、JIS以外の規格について、「鋼道路橋防食便覧(2014)」（公益社団法人日本道路協会発行）では「1.3 用語」にて「低溶剤系塗料」は「ハイソリッド塗料と同じ」と定義されている。また、「2.2.2 塗料 (8)環境に優しい塗料」にて、「１）水性塗料」、「２）無溶剤系塗料」、「３）低溶剤系塗料」[1]、「４）弱溶剤系塗料」[2]が紹介されている。

水性塗料については、JR の ECO 塗装系に使用する塗料として、「鋼構造物塗装設計施工指針(2013)」（公益財団法人鉄道総合技術研究所発行）に独自で規格を設けており、「附属書A 塗料規格および試験方法（p.附属-Ⅰ～)」に水系エポキシ樹脂塗料、水系ポリウレタン樹脂塗料用中塗、水系ポリウレタン樹脂塗料上塗の規格がある。

低溶剤形塗料については、「鋼構造物塗装の VOC（揮発性有機化合物）削減に関する共同研究報告(2010)(p.Ⅱ-85)」（独立行政法人土木研究所発行）に、低溶剤形エポキシ樹脂塗料規格(案)がある。

弱溶剤系塗料については、「鋼道路橋防食便覧」で通常の溶剤系塗料と同様の性能での塗料規格が明記されているなど、現状でも参考となる規格は存在している。

---

[1] ここでの定義は「通常は不揮発分（固形分）が 70~75%以上の塗料」

[2] ここでの定義は「第３種有機溶剤を溶剤主成分とし、第２種有機溶剤が５％未満の塗料」

2.1.2 各団体が関与する既存制度等

各団体が関与する、低 VOC 塗装の普及・発展につながる可能性のある既存の制度について、基礎情報（目的、適用範囲）を、各団体から収集した資料より整理する。

(1) 低 VOC 塗料の規格・製品表示の制度

低 VOC 塗料の規格、製品表示の制度として、日本塗料工業会による室内環境改善を目的とした「非トルエン・キシレン塗料自主表示ガイドライン」の改訂版の「室内環境対策の自主表示ガイドライン」がある。

また、室内用に限らず VOC 30 重量%以下の溶剤形塗料の製品表示を対象とした「低 VOC 塗料自主表示ガイドライン」がある。

1) 室内環境対策の自主表示ガイドライン【日本塗料工業会】

制度の名称	室内環境対策の自主表示ガイドライン ～「非トルエン・キシレン塗料」～
制度の目的	シックハウス等の原因の一つとされる芳香族系溶剤（トルエン、キシレン、エチルベンゼンなど）を配合しない現場塗装の室内用塗料について、塗料の使用ユーザや一般消費者から見て「分かりやすい表示」（「非トルエン・キシレン塗料」）をすることにより、「F☆☆☆☆塗料」とともに、人に対する有害リスクを低減したこれらの塗料の普及拡大をはかり、「室内環境の快適化」に日本塗料工業会として貢献する。
適用範囲	現場塗装の室内用塗料料について、塗料中にトルエン、キシレン及びエチルベンゼンを配合していない塗料及びシンナー
概要	1.判断基準 トルエン、キシレン、エチルベンゼンの各含有量が 0.1%（重量比）未満であれば、「非トルエン・キシレン塗料」と称する。 ※従来の「非トルエン・キシレン塗料自主表示ガイドライン」では、トルエン、キシレン、エチルベンゼンの合計１％以下が判断基準となっていたが、明らかに整合性がない配合領域が発生し、法令遵守の観点から問題と考えられたため、本ガイドラインで判断基準を改定。 2.判定方法 原材料情報に基づく配合計算値（MSDS、配合表）又は 3.3 の成分測定より判定。 3.とりきめ事項 3.1 自己責任に基づく自主的活動 「非トルエン・キシレン塗料」に該当する製品、商品に関し、塗料製造・販売の各社が、「自己責任で自主的に表示する」こととする。「表示」は、塗料容器等に表示する。梱包材への表示、カタログ、MSDS への記載、自社ホームページへの掲載等は各社の自主的な判断とする。 3.2 統一表示 信頼性向上のため「統一表示」をする。「統一表示」の意味は、「非トルエン・キシレン塗料」の表現（文言）を統一して使用する

	との意味。(ゼロ、ノン、フリーなどの表現（文言）は使用しない。) 3.3 該当成分測定方法 該当成分測定方法は JIS K 5601-5-1 2006「ｶﾞｽｸﾛﾏﾄｸﾞﾗﾌ法」により各成分が 0.1%以上でないことを確認する。或いは ISO 17895「水系ｴﾏﾙｼｮﾝ塗料中の TVOC 測定法」により各成分が 0.1%未満であることを確認する。希釈シンナーも同様とする。 3.4 放散量、放散速度について 各製品の塗膜からのトルエン、キシレン、エチルベンゼンの塗装後 3 日での放散量や放散速度の測定をおこない、厚生労働省の室内濃度指針値を下回ることを確認しておくことが望ましい。この場合、換気回数は 0.5 回／時とする。測定方法は、JIS A 1901 など公的に認知された方法とする。 ４．その他 ・室内環境が規制対象のため、屋外使用の塗料までは含まない。 ・会員・非会員問わず、「非トルエン・キシレン塗料」自主表示の申込可能。 ・自主表示の審査はなく、MSDS でトルエン・キシレンの各含有量が 0.1%未満であることを確認して受領。 ・現場補修塗料使用証明書の提出は必要なし。 ・3.3 の測定は必須ではない。

参考資料:「室内環境対策の自主表示ガイドライン　～「非トルエン･キシレン塗料」～」（平成 23 年 10 月 24 日改定、日本塗料工業会）

2) 低 VOC 塗料自主表示ガイドライン【日本塗料工業会】

制度の名称	低 VOC 塗料自主表示ガイドライン　～「低 VOC 塗料（溶剤形）」～
制度の目的	VOC を低減した塗料について、塗料のユーザーや一般消費者から見て「分かりやすい表示」(「低 VOC 塗料（溶剤形）」) をすることにより、国民が塗料を選びやすくなる枠組みを提供し、普及拡大を図る。
適用範囲	溶剤形塗料で、塗料中の VOC 含有量が 30 重量%以下の塗料
概要	<u>１．VOC含有量の確認</u> 下記のいずれかの方法で「３．「低 VOC 塗料（溶剤形）」の定義」に該当することを確認する。 ① 重量法 ISO 11890－1（VOC 含有量 15%以上） ② ガスクロマトグラフ法 JIS K 5601-5-1 （VOC 含有量 0.1～15%） ③ 塗料成分試験方法 加熱残分 JIS K 5601-1-2 からの逆算法 <u>２．表示方法</u> 「低 VOC 塗料（溶剤形）」」を商品容器等に表示する。これとあわせて VOC 含有量の数値表示をする場合は、最大値で表示する。 本ガイドラインに基づく旨を表示に追加する場合は「(社) 日本塗料工業会基準」と表示する。 表示する場所は、商品ラベルのほか、カタログ、MSDS への記載、自社ホームページへの掲載等は各社の自主的な判断とする。 表示に当たっては、信頼性向上のため「統一表示」をする。 表示する箇所、大きさは自由とし、各社の自主的な判断とする。 ◆表示例 「低 VOC 塗料（溶剤形）」 ※１：含有量を数値表示する場合 ⇒「低 VOC 塗料（溶剤形）VOC25%以下」 ※２：本ガイドラインに基づく旨を表示に追加する場合 ⇒「低 VOC 塗料（溶剤形）(社) 日本塗料工業会基準」

参考資料：「低 VOC 塗料自主表示ガイドライン　～「低 VOC 塗料（溶剤形）」～」
（平成 18 年 11 月、日本塗料工業会）

(2) 施工技術の確保に関する制度

1) 技能検定（塗装技能士）【中央職業能力開発協会、都道府県職業能力開発協会】

「技能検定」とは、仕事上必要とされる技能の習得レベルを評価する国家検定制度で、全部で 128 職種の試験がある（中央職業能力開発協会が試験問題を作成し、都道府県職業能力開発協会が試験を実施。）。

技能検定は、職種ごとに実施時期が前期・後期に分かれ、このうち建築・土木塗装に関係する職種（作業）については、「建築塗装作業」と「噴霧塗装作業」が前期、「鋼橋塗装作業」が後期に検定が実施される（日本塗装工業会では千葉県支部等で技能検定の講習を実施。）。

制度の名称	技能検定制度（能力評価試験：塗装作業）
制度の目的	技能に対する社会一般の評価を高め、働く人々の技能と地位の向上を図る。
適用範囲	塗装職種（建築塗装作業、鋼橋塗装作業、木工塗装作業、金属塗装作業、噴霧塗装作業）等
概要	<u>１．建築塗装作業</u> 「建築塗装作業」は、建築物の内装や外装を塗装するのに必要な技能・知識を対象。 内容は、素地調整、養生、下地材の調合・下地付け、目地処理、目止め材の調合・目止め、塗料の調合・色合わせ、下塗り、中塗り、研ぎ、仕上げ塗り、塗装機操作、塗り色判定等に関する技能・知識と、併せて、塗装一般、被塗装材、色彩、関係法規、安全衛生などに関する知識も含まれている。 １級は、高度な形状の被塗装物の養生、高度な色合わせ・塗りを含んだ高度技能者のレベルとなっており、２級は、通常の形状の被塗装物の養生、通常の色合わせ・塗りを含んだ中級技能者のレベル。 <u>※低VOC塗装に関連する技能検定試験細目について</u> 建築塗装用の各種塗料の用途に関する一般的知識を有することが試験細目に挙げられ、この中に**<u>合成樹脂エマルション塗料、無溶剤形塗料</u>**が含まれている。 <u>２．鋼橋塗装作業</u> 「鋼橋塗装作業」は、橋の主桁、主溝、アーチリブなどの主要部材

	に鋼が使われている「鋼橋」を塗装するのに必要な技能・知識を対象。 内容は、素地調整、塗料粘度測定、被塗装物養生・塗料調合・塗り、膜厚測定、修整などの塗装作業に関する技能・知識と、併せて、塗装一般、塗料・溶剤などの塗装材料、色彩、関係法規、安全衛生などに関する知識も含まれている。 １級は、塗料粘度測定、膜厚測定、高度な塗膜修理などを含んだレベルとしており、２級はそれらが含まれていないレベル。 ※低VOC塗装に関連する技能検定試験細目について 鋼橋塗装用の各種塗料の用途に関する一般的知識を有することが試験細目に挙げられ、この中に**水系塗料、無溶剤形塗料**が含まれている。 ３．噴霧塗装作業 「噴霧塗装作業」は、エアスプレー塗装、エアレススプレー塗装、静電塗装等の塗装方法に必要な技能・知識を対象。 内容は、エアスプレー塗装機・エアレススプレー塗装機・静電塗装機の調整、素地調整、養生、塗料の調合・色合わせ、塗装、塗装用設備の調整・使用、素地良否判定、膜厚・塗り色判定、塗膜修整などに関する技能・知識と、併せて、塗装一般、塗料・溶剤などの塗装材料、色彩、関係法規、安全衛生などに関する知識も含まれている。 １級は、塗装用設備の高度な調整ができ、高度な塗膜修整を含んだ高度技能者のレベルとなっており、２級は、塗装用設備の通常の調整ができ、通常の塗膜修整を含んだ中級技能者のレベル。 ※低VOC塗装に関連する技能検定試験細目について 噴霧塗装用の各種塗料の用途に関する一般的知識を有することが試験細目に挙げられ、この中に**水系塗料、粉体塗料**が含まれている。

参考資料：

・中央職業能力開発協会ホームページ
http://www.javada.or.jp/jigyou/gino/naiyou_index.html
・「塗装技能検定試験の試験科目及びその範囲並びにその細目」（平成 18 年 3 月、厚生労働省職業能力開発局）
http://www.waza.javada.or.jp/shokushu/list/toso.html
・平成 26 年度技能検定受験案内

2) 登録建設塗装基幹技能者【日本塗装工業会】

建設工事で生産性の向上を図り、品質、コスト、安全面で質の高い施工を確保するためには、現場で直接生産活動に従事する技能労働者、特にその中核をなす職長等の果たす役割が重要となっている。

登録基幹技能者は、熟達した作業能力と豊富な知識を持つとともに、現場をまとめ、効率的に作業を進めるためのマネジメント能力に優れた技能者で、専門工事業団体の資格認定を受けた者である。現場では、いわゆる上級職長などとして、元請の計画・管理業務に参画し、補佐することが期待されている。

基幹技能者制度は、平成 8 年に専門工事業団体による民間資格としてスタートしたが、平成 20 年 1 月に建設業法施行規則が改正され、新たに「登録基幹技能者制度」として位置付けられた。同年 4 月以降に国土交通大臣が登録した機関が実施する登録基幹技能者講習の修了者は、登録基幹技能者として認められ、経営事項審査においても評価の対象となった。

制度の名称	登録基幹技能者制度
制度の目的	基幹技能者の重点的な確保育成
適用範囲	基幹技術者（建設工事現場で中核的役割を担う立場）
概要	基幹技能者は職種別に分かれ、塗装関連では、建設塗装基幹技能者（日本塗装工業会が講習実施）、外壁仕上基幹技能者（日本外壁仕上業協同組合連合会が講習実施）等がある。 基幹技能者は平成 26 年 1 月末現在、32 職種（40 団体）、41,951 名の有資格者となっている（うち、登録建設塗装基幹技能者は 2,181 名、外壁仕上基幹技能者は 149 名）。 １．建設塗装基幹技能者とは 工事現場では作業を遂行するための知識や段取り、各種調整やコストなどの管理を行い、工期を守り、良質な塗膜を顧客に提供することが求められる。そのためには、塗装作業を行うのみではなく、責任者として工程管理、安全管理、品質管理、原価管理ができ、技術者の求めるものを十分に理解し、現場技能者を指揮統率できる技術者が必要。この能力を備えたものが建設塗装基幹技術者。 ２．外壁仕上基幹技能者とは 外壁仕上基幹技能者とは、建造物の内外壁等に吹付・ローラー・コテ等を用いて、湿式仕上げ塗り施工する、技能・技術に熟達した技術者。また、外壁仕上基幹技能者は、幅広い外壁仕上専門知識を習得、優れた指導力・管理能力を備え、一般技術者の模範となる人材。 そして、一般の技術者を指揮・監督ができ、外壁仕上げ工事における施工法や作業手順の工夫やその提案、技術者・関連職長との調整等、全体工程を管理する能力を有している。 ３．公共工事における登録基幹技能者等の評価・活用状況 平成 23～24 年度における国や都道府県の公共工事における登録基幹技能者等の評価・活用状況は、国土交通省では平成 23 年度合計：400 件、平成 24 年度合計：1,060 件と増加傾向、都道府県においても着実に活用の展開が広まっている。

参考資料：
・日本塗装工業会ホームページ
http://www.nittoso.or.jp/page/index.php?news=1223893884&menu=regist
・「工事現場の「要」登録基幹技能者」（登録基幹技能者制度推進協議会／（一財）建設業振興基金）

3) 自主的品質管理監査システム【日本塗装工業会】

建築物の塗装は内外装に施され、仕上げとしての美装のためだけでなく、各種劣化外力から被塗物を保護することによって、建築物の耐久性を向上させることを目的としている。

このため、各種の素地に塗装された塗膜が所定の品質を確保できるように施工管理を行う必要がある。

塗装工事にかかわる具体的な施工管理の項目は、概ね次のとおりである。

①塗装工程

・塗装前の素地の状態

・使用材料

・塗装方法

・下塗り、中塗りの工程後の下地の状態（塗り工程の間隔時間、養生）

②塗付け量等

下塗り、中塗りの各工程ごとに見本塗板との比較を行い、最終工程完了後塗装面の確認を行う。

品質管理の一例として、日本塗装工業会では、「自主的品質管理監査システム」を導入して塗装工事指導員が自主的に工事指導を行っている[3]。

[3] 国土交通省大臣官房官庁営繕部監修「建築工事監理指針　平成 25 年版（下巻)」（一般社団法人公共建築協会）

4) 土木施工管理技術検定【全国建設研修センター】

土木施工管理技術検定は国土交通大臣指定検定機関である全国建設研修センターが実施する検定試験であり、日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会が東京、大阪、福岡で「２級土木施工管理技術検定(鋼構造物塗装)」の受験講習を開催している。例年３地区合計で１２０名が受講している。

制度の名称	土木施工管理技術検定
制度の背景	昭和 30 年代当時、建設行政の重点が、戦災復興、災害復旧から国土開発へと移行していくなかで、建設事業の増大に伴う技術者不足や技術の高度化に対処するため、技術者のレベルアップが建設行政の重要課題となっていた。建設省（現国土交通省）はこうした背景のなかで、建設研修所（建設大学校の前身、現国土交通大学校）を設置し、建設行政に係わる職員に対し組織的、計画的、体系的な研修を実施することとなった。 一方、昭和 36 年４月、全国知事会から政府へ提出された「技術部門の研修実施について」の要望が契機となり、翌 37 年４月、全国知事会出資による財団法人建設研修センター（昭和 41 年７月に全国建設研修センターと改称、平成 24 年４月に一般財団法人へ移行）が設立され、地方公共団体等の技術職員に対しても本格的な研修を実施することとなった。 他方、昭和 45 年からは、建設業法に基づく土木工事技術者試験を皮切りに、昭和 47 年には管工事、昭和 50 年には造園工事と、施工管理技士の国家資格が得られる試験及び関連する研修等を実施。
制度の目的	土木工事に従事する施工管理技術者の技術の向上、技術水準の確保
適用範囲	土木工事
概要	学科試験と実地試験がある。試験科目（１級の場合）は以下の通り。 １．学科試験 土木工学等（土木工学、建築学、設計図書等に関する一般的知識） 施工管理法（施工計画作成、施工管理の方法に関する一般的知識） 法規（建設工事の施工に必要な法令に関する一般的な知識） ２．実地試験 施工管理方法（土質試験及び土木材料の強度等の試験を正確に行い、工事の目的物に所要の強度を得る等のための必要な措置、設計図書に基づき工事現場の施工計画の実施ができる高度の応用能力）

参考資料：
・国土交通省ホームページ
http://www.mlit.go.jp/tec/kanri/doboku.html
・全国建設研修センターホームページ
http://www.jctc.jp/exam/doboku-1
http://www.jctc.jp/wordpress/wp-content/uploads/JCTC_center_annai201405.pdf

5) 高塗着スプレー塗装施工管理技術者・塗装技能者認定制度【日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会】

高塗着スプレー塗装施工は、塗着効率が高く、塗料の飛散が極めて少ないうえ、厚膜の形成が容易で、低溶剤系塗料や弱溶剤系塗料を用いた塗り替えに適している。

高塗着スプレー塗装施工に関しては、「高塗着スプレー塗装施工管理技術者」と「高塗着スプレー塗装技能者」のふたつの制度があり、一般社団法人日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会が認定する制度である。

「高塗着スプレー塗装施工管理技術者」は、高塗着スプレー塗装技術に 習熟していて、施工計画書を作成し、工事現場における工程管理、品質管理、 安全管理等の技術上の措置を適切に実施することができる管理技術者である。

「高塗着スプレー塗装技能者」は、施工計画書および高塗着スプレー塗装施工管理技術者の指示に従い、高塗着スプレー塗装機を使用し、適切に塗装できる技能を有する塗装技能者である（例年の受講者は、全体で施工管理技術者６０名、塗装技能者４０名）。

制度の名称	高塗着スプレー塗装施工管理技術者認定制度
制度の目的	高塗着スプレー塗装工事に要求される専門的な知識と安全性等の施工管理能力を有する技術者の養成を図り、「高塗着スプレー塗装工法」を普及促進
適用範囲	高塗着スプレー塗装工事（鋼橋の塗替え塗装等）
概要	日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会が開発した「高塗着スプレー塗装工法」は、「塗着効率が高く、塗料の飛散が極めて少ない塗装工法」で、既に国土交通省や名古屋高速道路公社等において 鋼橋の塗替え塗装に採用され、平成 19 年 6 月 1 日には NETIS（新技術情報提供システム：国土交通省が運用している新技術に係る情報を共有及び提供するためのデータベース）に登録されている。（登録番号：HR－050017-V） 「高塗着スプレー塗装工法」により良好な塗膜を作るためには、「静電塗装に関係した知識や技術」、「施工管理・安全管理の方法」、「塗装方法（塗装機、ガンの操作その他）」等を十分習熟している優れた技術者、技能者が必要となる。

参考資料：日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会ホームページ

http://www.jasp.or.jp/tech_nintei.html

スプレー塗装工事に高塗着スプレーを適用することによって、下表に示すように、約 6%の VOC 削減となる。

工程	塗料名	塗料中の溶剤量（%）	塗料使用量（g／㎡）	
			汎用スプレー	高塗着スプレー
防食下地	有機ジンクリッチペイント	16	600	600
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	32	240	220
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	32	240	220
中塗	弱溶剤形ふっそ樹脂塗料用中塗	32	170	160
上塗	弱溶剤形ふっそ樹脂塗料上塗	36	140	130
塗料使用量合計（g／㎡）			1390	1330
VOC量（g／㎡）			355	334
VOC削減率（%）			基準	6

※日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会による提供資料

(3) 建築工事における VOC 関連課題への取組

1) サステナブル建築を実現するための設計指針【日本建設業連合会】

日本建設業連合会が提示している「サステナブル建築を実現するための設計指針」には、建築設計における環境に関する配慮項目が提示されている。この設計指針は建築設計を行う際に環境への配慮を呼びかける指針であり、配慮することに強制力を持たせるものではない。配慮項目は地球・地域・生活の各視点に関する項目で構成されている。このうち大気汚染や化学汚染物質に関する配慮項目が含まれているが、各項目の詳細（建材や塗料からの VOC 等）までは定められていない。

制度の名称	サステナブル建築を実現するための設計指針
制度の目的	低炭素化、生物多様性保全、ヒートアイランド対策、資源循環、執務空間の知的生産性向上等、環境配慮項目が多様化する中で、設計活動における環境対応の「理念と道筋」を示す
適用範囲	建築設計活動における最適な環境提案
概要	本指針では、「サステナブルな社会」を目指す建築において、環境とは何かの認識を共有し、「設計配慮項目」を例示した上で、建築設計活動として行動可能な「設計指針」を提示している。 １．地球の視点での環境設計配慮項目 ①省 CO2、節電　②再生可能エネルギー ③建物長寿命化　④エコマテリアル ⑤ライフサイクル　⑥グローバル基準 ２．地域の視点での環境設計配慮項目 ①都市のヒートアイランド抑制　②生物多様性への配慮 ③自然・歴史・文化への配慮 ④地域や近隣への環境影響配慮（土壌汚染、大気汚染、水質汚染、交通量配慮、日影、騒音、振動、臭気、廃棄物等の配慮） ⑤エネルギーネットワーク化　⑥地域防災・地域 BCP ３．生活の視点での環境設計配慮項目 ①安全性 ②健康性（化学汚染物質、感染症対策、清浄度、臭い、他） ③快適性　④利便性　⑤空間性　⑥更新性

参考資料：「サステナブル建築を実現するための設計指針」（日本建設業連合会）
※2011 年 3 月発行、2014 年 2 月改訂

2) その他 VOC 関連課題への取組状況【日本建設業連合会】

建築業協会[4]では、平成 11 年に環境部会の中に「環境ホルモン専門部会」を設置して以来、建築における化学物質対策、健康障害に関する情報収集や関連業界との意見交換を行ってきた。平成 19 年 4 月、建設 3 団体では、「建設業の環境保全自主行動計画第 4 版」を策定し、化学物質の使用に起因する環境汚染、健康障害、事業上のリスクを削減するために有害化学物質を適正管理し、環境への排出削減を推進することを目的に掲げている。また、ライフサイクルの視点に立った有害化学物質のリスク管理を図るため、建設資材の情報を活用する仕組みの必要性から、化学物質に関する規制の動向を踏まえ、関連業界と共同で必要な情報の整備・共有化を促進し、有効な代替製品となる環境配慮型製品の積極的な推奨に努めている。

同協会が平成 21 年に発行した「設計者・施工者に役立つ　化学物質のおはなし」では、新築工事における資材選択が重要であることから、健康に影響があると考えられる VOC を中心に、設計・施工段階ごとにその問題点と対応策を示している。以下にその構成を示す。

冊子の名称	設計者・施工者に役立つ　化学物質のおはなし
構成	１．私たちの身の回りにある気になる化学物質 ・VOC　・フロン　・六価クロム　・鉛 ２．こんなところに気をつけよう（設計編） ・建材成分の確認（MSDS の取寄せ、成分確認等） ・建材サンプルの取り寄せ（塗料の臭気の確認等） ・換気設計 ・各法規への対応 ・さらに安全性の高い材料で代替 ・化学物質やシックハウス対策に関する Q&A ３．こんなところに気をつけよう（施工編） ・施工時の材料確認の徹底（製品ラベル等の写真撮影、MSDS 確認等） ・引渡し前の換気の徹底 ・近隣への配慮 ・VOC の室内濃度測定（測定方法の確認等） ・シックハウス症候群が発生したら ・シックハウス症候群に関する紛争が生じた場合 ・化学物質による労働災害を起こさないために ・化学物質の人体への影響 ４．業界の動向　～化学物質の放散が少ない建材を選択するには～

[4] 平成 23 年 4 月 1 日、日本建設業団体連合会、日本土木工業協会、建築業協会の建設 3 団体が合併し、日本建設業連合会として新たに活動を開始。

(4) まとめ

1) 建築・土木共通

低 VOC 塗料の規格、製品表示の制度として、VOC 30 重量%以下の溶剤形塗料の製品表示を対象とした「低 VOC 塗料自主表示ガイドライン」（日本塗料工業会）がある。これは特定用途の塗料に限定されるものではなく、上記 VOC 重量の要件を満たせば建築用・土木用いずれの塗料にもあてはまる。

施工技術の確保に関する制度については、建築と土木いずれも、施工作業者と施工管理者それぞれの技術向上を図る制度が存在する。このうち、建築・土木双方に係る制度としては､建築塗装作業と鋼橋塗装作業それぞれで施工技術向上を図る｢技能検定」制度がある。

2) 建築

建築用を対象とした低 VOC 塗料の規格、製品表示の制度として、室内環境改善を目的とした「非トルエン・キシレン塗料自主表示ガイドライン」とその改訂版の「室内環境対策の自主表示ガイドライン」（いずれも日本塗料工業会）がある。

施工技術の確保に関する制度については、施工管理の技術向上を図る「登録建設塗装基幹技能者」制度、建築物の品質を確保するための「自主的品質管理監査システム」がある。

また、建築設計時の環境配慮の指針を示した「サステナブル建築を実現するための設計指針」、設計・施工時の VOC 対策を示した「設計者・施工者に役立つ　化学物質のおはなし」（いずれも日本建設業連合会）があり、設計・施工側に対して、VOC に限らず環境配慮に関する普及啓発の取り組みが行われている。

3) 土木

施工技術の確保に関する制度のうち、施工管理の技術向上を図る制度として「土木施工管理技術検定」がある。

また、低溶剤系塗料と併せて採用することによりさらに VOC 削減が見込める高塗着スプレー塗装については、作業側の技術向上を図る「高塗着スプレー塗装技能者」制度と施工管理側の技術向上を図る「高塗着スプレー塗装施工管理技術者」がある。

2.1.3 現場施工での課題及び対策の整理

橋梁・構造物塗装及び建築塗装における低 VOC 塗料（低溶剤形塗料、水性塗料）による施工実績と塗料費・塗装費のコストアップ、工期設定上、施工作業時の支障、施工直後や追跡調査の塗装不良の状況を、日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会（橋梁・構造物塗装）及び日本塗装工業会（建築塗装）の会員事業者へのアンケート結果から整理した。

(1) 建築塗装

1) 施工実績

水性塗料による屋外鉄鋼面の塗装施工実績は 6 事業者、217 件あり、亜鉛めっき鋼面の塗装施工実績は 2 事業者、10 件ある。

表 2-3　過去５年の水性塗料（鉄鋼面）の施工実績（建築塗装）

有り	6	⇒施工件数をお答えください。	217 件
無し	15		

表 2-4　過去５年の水性塗料（亜鉛めっき鋼面）の施工実績（建築塗装）

有り	2	⇒施工件数をお答えください。	10 件
無し	18		

2) 塗料費・塗装費及び支障・塗装不良の状況

a. 建築塗装（鉄鋼面）

建築物の鉄鋼面用の水性塗料の塗料費については、「塗料費、塗装費が「高い」と「ほぼ同等」が同数となっている。また、この５年で溶剤系塗料との価格差は改善していないとの回答が多い。

工期設定上の支障は、「やや支障」よりも「同等」が多い状況であるが、支障の発生状況は改善したかの問いには、「いいえ」の回答が多い。

施工作業時の支障については、「やや支障」の回答が最も多く、撹拌が難しく硬化不良や作業に手間がかかるといった回答があった。また、５年間の改善状況については、「いいえ」の回答が多かった。

施工直後に塗装不良が発生した件数は「不良なし」より多く、剥がれたり、錆が発生するケースが報告されている。

追跡調査を実施している事業者はほとんどない。

また、各支障について、都内で施工した場合に想定される発生頻度については、「同等に発生」との回答が多かった。

ただし、④施工作業時の支障や⑤施工後の不良、⑥追跡調査での不良では、「発生頻度が増える」との回答も多く、意見が割れている。

＜アンケート結果＞

①塗料費（塗装面積あたり）

	高い	ほぼ同等	安い
件数	2	2	1
何割程度高い又は安いか※	3		2

※「高い」と回答した2件のうち、何割高いか回答したのは1件（「3割程度高い」と回答）。
「安い」と回答した1件は、「2割程度安い」と回答。

過去5年の間に複数の実績がある場合、溶剤形塗料との価格差は改善していますか。

はい	2	いいえ	3

②塗装費（塗装面積あたり）

	高い	ほぼ同等	安い
件数	2	2	1
何割程度高い又は安いか※	1		2

※「高い」と回答した2件のうち、何割高いか回答したのは1件（「1割程度高い」と回答）。
「安い」と回答した1件は、「2割程度安い」と回答。

過去5年の間に複数の実績がある場合、溶剤形塗料との価格差は改善していますか。

はい	1	いいえ	4

③工期設定上の支障

支障大	0	やや支障	2	同等	3	支障少	0

支障があった場合、具体的な内容をお答えください。

・溶剤形塗料に比べ、納期が2週間程遅く、塗料が乾く速度も遅い。特に気温や湿度に関しては、溶剤形塗料より施工可能な条件が厳しい為、塗装作業にかかる日程を確保するに手間取った。
・乾燥時間

過去5年の間に複数の実績がある場合、支障の発生状況は改善していますか。

はい	0	いいえ	3

④施工作業時の支障

支障大	0	やや支障	4	同等	1	支障少	0

支障があった場合、具体的な内容をお答えください。

・刷毛が使い捨てになる(錆止め) ・ローラーの選定 ・刷毛とローラーとの取り合い部が目立つ
・水性2液形塗料の場合、撹拌不良による硬化不良、艶引け等が多々ある。 ・夏場は、塗膜乾燥が早すぎて、多々問題がある ・水性錆止めの場合、フラッシュラストが発生する
硬化剤を少量ずつ加えながら撹拌しなければならず、また溶剤形塗料に比べ密着力が弱い為、塗装作業に手間を要した。
防錆性能・対候性能に於いて溶剤塗料より劣る。

過去5年の間に複数の実績がある場合、支障の発生状況は改善していますか。

はい	1	いいえ	3

⑤施工直後の塗装不良

	発生した	不良なし
件数	4	1
不良発生割合※	2.2	

※塗装不良が「発生した」と回答した4件のうち、不良発生割合を回答したのは3件。□
「2.2」は3件が回答した不良発生割合の平均値。

塗装不良があった場合、具体的な内容をお答えください。

・付着力が弱くテープで剥れる
・水性2液形塗料の場合、撹拌不良による硬化不良、艶引け等が多々ある。 ・夏場は、塗膜乾燥が早すぎて、刷毛目等が馴染まない。仕上がりが悪い ・水性錆止めの場合、フラッシュラストが発生する
レベリング
錆の発生

過去5年の間に複数の実績がある場合、塗装不良の発生状況は改善していますか。

はい	2	いいえ	2

⑥追跡調査を実施している場合、経過

欠陥あり	1	同等	1	良好	0

⑦上記③～⑥の支障等について、都内一般環境(山間部を除く)での施工の場合に同様に発生すると考えられますか。

	発生頻度が増える	同等に発生	発生頻度が減る
③工期設定の支障	0	5	0
④施工作業時の支障	2	3	0
⑤施工直後の不良	2	3	0
⑥追跡調査での不良	1	2	0

b. 建築塗装（亜鉛めっき鋼面）

建築物の亜鉛めっき鋼面塗装用の水性塗料の特徴については、件数が少ないために確定的なことは言えないが、塗料費は「高い」が２事業者で「ほぼ同等」が１事業者、塗装費については「高い」と「ほぼ同等」が１事業者ずつである。

工期設定上の支障については、回答した２事業者とも「同等」との回答結果であった。

また、過去５年間の溶剤形塗料との価格差や支障の発生状況については、改善しているとの回答であった。

施工作業時の支障については、「同等」との回答が１件であった。また、５年間の改善状況については、塗装不良の発生状況が改善しているとの回答が２件あった。

施工直後に塗装不良は、「発生した」、「不良なし」とも１件であった。また、 ５年間の改善状況については、塗装不良の発生状況が改善しているとの回答が２件あった。

追跡調査を実施している事業者は２事業者で、経過は溶剤系塗料と同等であるとの回答であった。

また、各支障について、都内で施工した場合に想定される発生頻度については、「工期設定の支障」と「追跡調査での不良」は「同等に発生」とした回答のみであった。

一方、「施工作業時の支障」や「施工直後の不良」については、「発生頻度が増える」と「同等に発生」が１件ずつ見られた。

＜アンケート結果＞

①塗料費（塗装面積あたり）

	高い	ほぼ同等	安い
件数	2	1	0
何割程度高い又は安いか	－		－

過去5年の間に複数の実績がある場合、溶剤形塗料との価格差は改善していますか。

はい	1	いいえ	0

②塗装費（塗装面積あたり）

	高い	ほぼ同等	安い
件数	1	1	0
何割程度高い又は安いか	－		－

過去5年の間に複数の実績がある場合、溶剤形塗料との価格差は改善していますか。

はい	2	いいえ	0

③工期設定上の支障

支障大	0	やや支障	0	同等	2	支障少	0

支障があった場合、具体的な内容をお答えください。

過去5年の間に複数の実績がある場合、支障の発生状況は改善していますか。

はい	1	いいえ	0

④施工作業時の支障

支障大	0	やや支障	0	同等	1	支障少	0

支障があった場合、具体的な内容をお答えください。

・水性2液形塗料の場合、撹拌不良による硬化不良、艶引け等が多々ある。
・夏場は、塗膜乾燥が早すぎて、多々問題がある
・水性錆止めの場合、フラッシュラストが発生する

過去5年の間に複数の実績がある場合、支障の発生状況は改善していますか。

はい	2	いいえ	0

⑤施工直後の塗装不良

	発生した	不良なし
件数	1	1
不良発生割合	－	

塗装不良があった場合、具体的な内容をお答えください。

・水性2液形塗料の場合、撹拌不良による硬化不良、艶引け等が多々ある。
・夏場は、塗膜乾燥が早すぎて、刷毛目等が馴染まない。仕上がりが悪い
・水性錆止めの場合、フラッシュラストが発生する

過去5年の間に複数の実績がある場合、塗装不良の発生状況は改善していますか。

はい	2	いいえ	0

⑥追跡調査を実施している場合、経過

欠陥あり	0	同等	2	良好	0

⑦上記③～⑥の支障等について、都内一般環境（山間部を除く）での施工の場合に同様に発生すると考えられますか。

	発生頻度が増える	同等に発生	発生頻度が減る
③工期設定の支障	0	2	0
④施工作業時の支障	1	1	0
⑤施工直後の不良	1	1	0
⑥追跡調査での不良	0	2	0

(2) 橋梁・構造物塗装

1) 施工実績

水性塗料による施工実績は施工実績は 20 件であり、低溶剤形塗料の 201 件と比べて格段に少なく、低溶剤形塗料の施工実績がある事業者も 43 事業者中 10 事業者と 2 割程度である。

表 2-5　過去５年の水性塗料の施工実績（橋梁・構造物塗装）

会員数	回答数	なし	あり	件数
43	43	37	6	20

表 2-6　過去５年の低溶剤形塗料の施工実績（橋梁・構造物塗装）

会員数	回答数	なし	あり	件数
43	43	33	10	201

2) 塗料費・塗装費及び支障・塗装不良の状況

a. 低溶剤形塗料

橋梁・構造物塗装用の低溶剤形塗料の塗料費・塗装費については、ともに溶剤形塗料と比べて「高い」の回答が多く、この 5 年で溶剤形塗料との価格差は改善していないとの回答が多い。

工期設定上と施工作業時の支障については、ともに溶剤形塗料と比べて「同等」以上の回答が多い。支障の内容としては「膜厚確保、仕上がりや冬季硬化不足による遅れ」といった回答があった。

追跡調査を実施している事業者は 6 事業者であり、経過は「良好」との回答が半数であった。

また、各支障について、都内で施工した場合に想定される発生頻度については、いずれも「同等に発生する」という回答であった。

＜アンケート結果＞

①塗料費

会員数	塗料費					価格改善	
	回答数	安い	同等	高い	何割高い	はい	いいえ
43	9	0	3	6	2	4	5

②塗装費

会員数	塗料費					価格改善	
	回答数	安い	同等	高い	何割高い	はい	いいえ
43	9	0	3	6	2	3	6

③工期設定上の支障

会員数	支障の程度					支障の内容
	回答数	少ない	同等	ややあり	大きい	
43	10	1	4	5	0	膜厚確保、仕上がりや冬季硬化不足による遅れ

④施工作業時の支障

会員数	支障の程度					支障の内容
	回答数	少ない	同等	ややあり	大きい	
43	8	0	3	3	2	膜厚確保、仕上がりや冬季硬化不足による遅れ

⑤追跡調査を実施している場合、経過

会員数	欠陥の程度			
	回答数	欠陥あり	同等	良好
43	6	1	2	3

⑥上記③～⑤について、都内一般環境（山間部を除く）での施工の場合に同様に発生すると考えられますか

【工期設定上の支障】

会員数	工期設定上の支障			
	回答数	増加	同等	減少
43	8	0	8	0

【施工作業時の支障】

会員数	施工時の支障			
	回答数	増加	同等	減少
43	8	0	8	0

【施工後の不良】

会員数	施工後の支障			
	回答数	増加	同等	減少
43	7	0	7	0

【追跡調査での不良】

会員数	欠陥の推測			
	回答数	増加	同等	減少
43	5	0	5	0

b. 水性塗料

橋梁・構造物塗装用の水性塗料の塗料費については、「高い」という回答が多く、この 5 年で溶剤形塗料との価格差は改善していないとの回答であった。塗装費については、「同等」が「高い」よりも多いが、「高い」場合の価格差はこの 5 年で改善していないという回答が 1 事業者であった。

工期設定上と施工作業時の支障については、ともに溶剤形塗料と比べて「ややあり」と「大きい」という回答が「同等」よりも多い。支障の内容としては「気象条件、低温や高湿時での塗装欠陥による遅れ」といった回答があった。

施工直後の塗装不良については、「発生なし」が 4 事業者、「発生した」が 1 事業者であった。発生割合は 3 割あり、塗装不良の内容としては、「高湿度時のタレ、乾燥不良」があった。

追跡調査を実施している事業者は 1 事業者であり、経過は溶剤系塗料と「同等」との回答であった。

また、各支障について、都内で施工した場合に想定される発生頻度については、施工作業時の支障は溶剤形塗料と「同等に発生する」という回答が 2 事業者、「発生頻度が増える」という回答が 1 事業者であった。それ以外の支障は「同等に発生する」という回答と「発生頻度が増える」という回答が 1 事業者ずつであった。

＜アンケート結果＞

①塗料費

会員数	塗料費					価格改善	
	回答数	安い	同等	高い	何割高い	はい	いいえ
43	6	1	1	4	3	0	4

②塗装費

会員数	塗料費					価格改善	
	回答数	安い	同等	高い	何割高い	はい	いいえ
43	5	0	3	2	2	0	1

③工期設定上の支障

会員数	支障の程度					支障の内容
	回答数	少ない	同等	ややあり	大きい	
43	5	0	1	2	2	気象条件、低温や高湿時での塗装欠陥による遅れ

④施工作業時の支障

会員数	支障の程度					支障の内容
	回答数	少ない	同等	ややあり	大きい	
43	5	0	1	2	2	気象条件、低温や高湿時での塗装欠陥による遅れ

⑤施工直後の塗装不良

会員数	不良発生の有無			発生割合	不良内容
	回答数	発生なし	発生		
43	5	4	1	3	高湿度時のタレ、乾燥不良

⑥追跡調査を実施している場合、経過

会員数	欠陥の程度			
	回答数	欠陥あり	同等	良好
43	1	0	1	0

⑥上記③～⑥について、都内一般環境（山間部を除く）での施工の場合に同様に発生すると考えられますか

【工期設定上の支障】

会員数	工期設定上の支障			
	回答数	増加	同等	減少
43	3	1	1	1

【施工作業時の支障】

会員数	施工時の支障			
	回答数	増加	同等	減少
43	3	1	2	0

【施工直後の不良】

会員数	施工後の支障			
	回答数	増加	同等	減少
43	3	1	1	1

【追跡調査での不良】

会員数	欠陥の推測			
	回答数	増加	同等	減少
43	2	1	1	0

(3) 水性塗料の普及への課題

2.1.1、2.1.2 で整理したように、建築・土木ともに、低 VOC 塗料の規格や自主表示の制度は存在し、現場の施工作業・施工管理の技術向上を図る制度も存在している。しかし、(2)で整理したように、特に水性塗料については、建築・土木ともに施工実績が少なく、現場施工時や工期設定上などの支障もあって、普及が進んでいるとは言い難い状況である。ここでは、日本塗料工業会にて集約された意見のうち、現場施工での課題に関する意見を以下に紹介する。

水性塗料は、溶剤形塗料と比べて、たれやすく乾燥も遅いなどの問題があり、現場での普及への課題となっている。

＜水性塗料の普及への課題（日本塗料工業会重防食塗料部会意見集約）＞

- 現時点では水性塗料は高いため、発注、施工側では少しでも安い溶剤形を採用してしまう。
- 施工現場的には、たれやすい、乾燥が遅い、厚くつけにくいため、どうしてもタフな溶剤形を使ってしまう。
- 施工現場での塗料付着やタレによる水質汚染の危険性がある。
- 高湿度環境では、塗装施工ができない。
- 溶剤形に比べて、素地調整の状態の影響が大きく、リスクが高い。
- 施工時の作業性等が異なることもある（例えば塗装感覚が従来塗料とは異なることもある）ことを許容できる環境作りが必要である。
- 発注側、施工側、塗料メーカー側が水性塗料の性質に応じた対応（設計、施工計画など）すべきである。
- 環境への配慮に対する意識は高まってきているが、環境に配慮することでコストや手間がかかるようになり、それが水性塗料の普及を妨げている。
- 弱溶剤形でも高価で、水性は塗装部位や塗装環境に左右されやすい面がある。

(4) 支障改善のため現場で必要となる対策

低 VOC 塗装による支障を改善するため、現場でどのような対策が可能か、既存文献より整理した。

a. 水性塗料

水性塗料は、水分の蒸発や樹脂の硬化反応により強固な塗膜を形成する塗料である。そのため、水分の影響が大きく硬化前に結露や降雨があると、白化や割れが生じたり、塗料が流れ出すことがある。水性塗料による塗装では、これら結露等の影響を受けなくなるまでの硬化時間を十分に確保する必要がある。この硬化時間は、低温・高湿度ほど必要時間が長くなり、可使時間が短くなるため、気候・季節、気象条件に配慮しながら、十分な施工期間を確保することが必要である。

また、粘着性が低いためスケが発生したり、厚塗りや高希釈によりタレが発生することがあるため、刷毛・ローラー捌きや希釈の技術の習熟が塗装作業者に求められる。

その他、溶剤形塗料に比べ主剤と硬化剤の均一混合に時間を要するため十分な撹拌が必要になるなど、塗装時には多くの対策を必要とする。これら水性塗料による塗装施工の支障を改善するための対策として、施工上の留意点を既存文献等で収集した資料から以下に整理した。

＜支障改善のための対策①（水性塗料）＞

４．施工上の留意事項

水系塗料を施工する際は、従来の溶剤系塗料の留意事項を含め以下の事項を特に留意しなければならない。

(1)溶剤系に比べて均一混合に時間を要するものが多いことから、主剤と硬化剤を混合する際は、攪拌機を用いて十分に撹拌すること。

(2)水系塗料の希釈には、水道水を必ず使用し、不純物の混入の可能性が高い河川水、湖沼水は使用しないこと。

(3)水系塗料は、可使時間を過ぎても増粘、ゲル化しないものもあるため、主剤と硬化剤を混合した後、可使時間を過ぎた塗料は使用しないこと。

(4)気温が 5 度以下、湿度 85%以上の時は塗装を避けること。水系塗料は溶剤系塗料より塗装時の環境条件の影響を大きく受ける。

(5)塗装後、短時間のうちに降雨・結露等が予測される場合は塗装を避けること。

(6)水性塗料をエアレス塗装機で塗装する場合は、塗装開始前に、塗装機内に残留溶剤がないことを確認した後、水性塗料を通すこと。残留している溶剤

により樹脂が凝集し、固まる場合がある。

(7)水性塗料をはけ塗りする場合は、ナイロンはけ等の水性塗料用はけを使用すること。溶剤系塗料に用いられる獣毛はけは、はけが固まったりダマになることがある。

(8)塗装終了後は、塗装用具は直ちに水道水で洗浄すること。先に溶剤で洗浄を行うと樹脂が凝集し、固まる場合があること。水道水で洗浄が不十分な場合は、ラッカーシンナー等で十分に洗浄する。エアレス塗装機は、水道水で洗浄した後、塗装機内の水分を除去する目的で、ラッカーシンナー等の水溶性溶剤で洗浄すること。

(9)廃塗料及び塗装用具の洗浄水は、洗浄廃液処理若しくは産業廃棄物として処理すること。

５．管理・検査上の留意事項

水系塗料の管理・検査上の留意事項としては、従来の溶剤系塗料の留意事項に加えて以下の事項に留意しなければならない。

(1)膜厚の管理

水性塗料は、従来の溶剤形塗料に比べて、厚塗りになると乾燥が遅くなったり、たれ易い傾向にあるため、塗装中にウェットフィルム膜厚計でぬれ膜厚をしっかり管理する。

(2)仕上がり外観

水系ポリウレタン樹脂塗料上塗の仕上がり外観については、従来の溶剤系と比べて以下の異なる点がある。

・水系塗料の特性で光沢値が低い。

・マイクロフォームの泡抜け跡がみられるケースがある。

但し、塗膜性能（防食性）に問題はない。

参考資料：「鋼構造物塗装設計施工指針(2013)」（公益財団法人鉄道総合技術研究所発行）

＜支障改善のための対策②（水性塗料）＞

（１）水性塗料全般

水性塗料全般として、低温や高湿度の条件においては乾燥しにくいため、塗膜形成する前に降雨の影響や結露が起こると白化やつや引け等の塗膜表面の変状が起こる。さらに塗膜の流出、膨れ等の防食性能への影響が懸念される現象も起こる可能性もある。

また、低温や高湿度の条件下では塗料がたれる現象が起こり易く、特に添接

部では要注意である。一方で、薄目に塗装すると乾燥後にかすれた仕上がりになりやすい。各塗料についての詳細を以下（２）から（７）で述べる。

（２）水性無機ジンクリッチペイント

水性無機ジンクリッチペイントの空隙率は溶剤形塗料と大差はないが、ミストコート塗装後に破泡跡が残りやすい傾向がある。薄膜では造膜しにくく、厚膜になると割れやすい傾向が有り、塗装管理幅は溶剤形と比べて狭い。また、溶接線の上でも割れる現象が確認されている。さらに、エアレス塗装機の内部に詰まり易く、水性無機ジンクリッチペイントの現状の品質では、施工性の点で問題が多く、塗装系 No.B1 の実用化は難しい。

（３）溶剤形無機ジンクリッチペイント

溶剤形無機ジンクリッチペイントの上に水性エポキシ樹脂塗料を塗装する塗装系 No.B2 については、ミストコートなしでは破泡跡が残る傾向があり、ミストコートを行うことで破泡跡は残りにくく、良好な仕上がりが得られる。塗装系 No.B2 ではミストコートは必須である。

（４）水性有機ジンクリッチペイント

水性有機ジンクリッチペイントの空隙率は溶剤形塗料より高い傾向にある。基本的にはミストコートは必要としないが、溶剤形塗料よりも破泡跡が残る可能性が大きいので更なる詳細な確認が必要である。また、厚膜になるとたれ易い傾向にあり、現状では乾燥膜厚 75μm を 1 回塗りで確保するのは困難である。、乾燥膜厚 37.5μm を 2 回塗りが望ましい。

（５）水性エポキシ樹脂塗料下塗

水性エポキシ樹脂塗料下塗は、改良されつつあるが現状では溶剤形と比べて厚塗り性が低い。乾燥膜厚 60μm を確保するためには慎重な施工管理が必要となる。希釈率を高めると溶剤形塗料と挙動が異なり、粘性挙動はニュートン流動に近づくため、希釈率や粘度の管理も慎重を要する。現状では 1 回塗り当たりの乾燥膜厚は 40μm 程度が望ましい。

また、低温や高湿度な環境で施工した場合、暴露早期で一般部に膨れを発生する場合もあるので施工時の環境管理に注意が必要である。

さらに、水性塗料は溶剤形塗料と比べてさび層への浸透性が低いと考えられる。さびの除去が不十分であると残存さび層が脆弱層となり、防食性に影響を及ぼす。また、暴露早期で一般部に膨れを発生することもあり、素地調整にお

ける配慮は溶剤形塗料と比べてより重要である。

（６）水性ふっ素樹脂塗料用中塗

水性ふっ素樹脂塗料用中塗は、厚膜になるとたれ易く、溶剤形塗料と比べて塗装管理幅が狭いため、慎重な施工管理を要する。

（７）水性ふっ素樹脂塗料上塗

水性ふっ素樹脂塗料上塗は、厚膜になるとたれ易く、溶剤形塗料と比べて塗装管理幅が狭いため、慎重な施工管理を要する。

参考資料：鋼構造物塗装の VOC(揮発性有機化合物)削減に関する共同研究報告（平成 22 年 12 月、土木研究所・関西ペイント・トウペ・神東塗料・中国塗料・日本ペイント・大日本塗料）

＜支障改善のための対策③（水性塗料）＞

・塗装前の素地状態が悪いと、さびや油汚れが発生し、塗装後に剥離等の影響が生じるため、汚れ付着物の除去、油類の除去、さび落としといった素地調整を十分に行う。
・鉄面素地調整の種別としては、ブラストで黒皮とさびを除去する「１種 B（ブラスト)」と、動力工具・手工具でさびを落とす「2 種（動・手ケレン)」の２つがある。

参考資料：東京都環境局平成 25 年度低 VOC 塗装・工事セミナー（第２部・講演３）
日本塗料工業会講演資料
http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/attachement/2-3_jpma.pdf

b. 低溶剤形塗料

低溶剤形塗料は、水性塗料に比べれば施工上の支障や配慮すべき事項は少ないものの、従来の溶剤形塗料と比べ可使時間の短さや仕上がり外観がやや劣ることに留意した上で塗装施工を実施する必要がある。

＜支障改善のための対策（低溶剤形エポキシ樹脂塗料）＞

低溶剤形エポキシ樹脂塗料は無溶剤形エポキシ樹脂塗料より施工性は良好で、下線構造物の現場での塗替においても、はけ・ローラー塗装は可能である。ただし従来の溶剤形エポキシ樹脂塗料と比べ、可使時間は短いことや仕上がり外観がやや劣ることはVOC削減塗料という配合上の特徴から不可避であることに留意する必要がある。

低溶剤形エポキシ樹脂塗料は、溶剤形エポキシ樹脂塗料と比較して仕上がり外観に劣るため、塗料の改善が求められる。また、塗装時に使用したはけ・ローラーの洗浄にはシンナーを使用しなければならないことは、現行のエポキシ樹脂塗料を使用する場合と変わらない。現場塗装で更なるVOC削減を実現するためには、使用したはけ・ローラーを持ち帰り、VOC排出を抑制できる作業所内で洗浄するなど、使用者側からの対策が求められる。

参考資料：鋼構造物塗装のVOC(揮発性有機化合物)削減に関する共同研究報告（平成22年12月、土木研究所・関西ペイント・トウペ・神東塗料・中国塗料・日本ペイント・大日本塗料）

c. 無溶剤形塗料（参考）

無溶剤形エポキシ樹脂塗料の場合も、可使時間、乾燥性、作業性等の問題があるため、塗装効率や作業効率を考慮した塗装が必要である。また、エアレススプレー施工の際は、塗料の飛散防止等周辺環境への配慮も必要となる。

＜支障改善のための対策（無溶剤形エポキシ樹脂塗料）＞

無溶剤形エポキシ樹脂塗料は、常温以上での可使時間の短さや低温での粘度の高さ、塗膜の硬化乾燥が遅いことが大きな特徴であることがわかった。このため、塗料の取り扱いや塗装作業は、従来の溶剤形エポキシ樹脂塗料より劣ることが明らかとなった。したがって、河川構造物の現場での全面及び部分塗替をはけ・ローラーで塗装することは、塗装効率や作業効率を考慮すると困難と思われる。同様のことが一般的なエアレススプレー塗装についても言えると思われる。

また、電子制御混合式のエアレススプレー塗装は、はけ・ローラー塗装と比較して、可使時間を考慮せずに施工できることがわかったが、一方で、塗料混合の不確実性やそのことに起因する塗膜の硬化不良が発生する可能性があることが

わかった。

したがって、電子制御混合式のエアレススプレー施工の際は、塗装機や使用材料の特徴を十分に把握し、健全な塗膜が得られることを確認した上で実施しなければならない。また、塗装機や周辺機器を設置するための敷地の確保も必要である。さらに、エアレススプレー施工の場合は、塗料の飛散により周辺環境を汚染等しないようにする配慮が必要である。特に河川構造物への塗装では、河川水を汚染しないよう、スプレーされた塗料の飛散防止のための十分な養生が欠かせない。このように、電子制御混合式エアレススプレー塗装においても、施工管理や周辺環境への配慮など、現場での塗替塗装では、現実的に困難なことが多いことがわかった。

参考資料：鋼構造物塗装の VOC(揮発性有機化合物)削減に関する共同研究報告（平成 22 年 12 月、土木研究所・関西ペイント・トウペ・神東塗料・中国塗料・日本ペイント・大日本塗料）

(5) まとめ

1) 建築・土木共通

建築塗装（鉄鋼面、亜鉛めっき鋼面塗装）と土木構造物塗装ともに水性塗料による施工実績が少ない。水性塗装による工期設定上や施工作業時に支障は溶剤系と同程度に発生するという回答が多かった。また、施工直後の塗装不良や追跡調査での塗装不良も発生したケースがあった。

以上のことから、特に水性塗料については、建築塗装と土木構造物塗装ともに、施工実績が少ないことと、施工作業時と施工後だけでなく施工前の工期設定上の支障の発生も想定されることが、塗装施工の発注・設計・施工事業者が採用に慎重になる要因と考えられる。

水性塗料による施工では、支障改善のための現場での対策も必要であるが、発注者側も施工の季節の選択や施工期間の確保等の配慮が必要である。

2) 建築

水性塗装による工期設定上、施工作業時の支障の程度については、工期設定上の支障は溶剤形塗料と比べて同程度という回答が多かったが、施工作業時の支障の程度は同程度以上という回答が多かった。

これらの支障について、都内で施工した場合に想定される発生頻度については、水性塗料で同等かそれ以上の頻度で発生するという回答が見られた。

3) 土木

水性塗料による施工実績は建築と比べて少なく、低溶剤形塗料の施工実績がある事業者も土木構造物塗装で 43 事業者中 10 事業者と 2 割程度である。

工期設定上、施工作業時の支障の程度については、低溶剤形塗料と水性塗料ともに、溶剤形塗料と比べて同程度かそれ以上という回答が多かった。

これらの支障について、都内で施工した場合に想定される発生頻度については、低溶剤型塗料で溶剤型塗料と同等に発生、水性塗料で同等かそれ以上の頻度で発生するという回答が見られた。

特に、水性塗料は、溶剤形塗料と比べて、たれやすく乾燥も遅いなどの問題があり、現場での普及への課題となっている。

また、水性塗料は、水分の影響が大きく硬化前に結露や降雨があると、白化や割れが生じたり、塗料が流れ出すことがある。水性塗料による塗装では、これら結露等の影響を受けなくなるまでの硬化時間を十分に確保する必要がある。この硬化時間は、低温・高湿度ほど必要時間が長くなり、可使時間が短くなるため、気候・季節、気象条件に配慮しながら、十分な施工期間を確保することが必要である。

また、粘着性が低いためスケが発生したり、厚塗りや高希釈によりタレが発生することがあるため、刷毛・ローラー捌きや希釈の技術の習熟が塗装作業者に求められる。

低溶剤形塗料は、水性塗料に比べれば施工上の支障や配慮すべき事項は少ないものの、従来の溶剤形塗料と比べ可使時間の短さや仕上がり外観がやや劣ることに留意した上で塗装施工を実施する必要がある。

2.1.4 製品情報及び先進事例の収集

建築物の主要部位への塗装では、環境への配慮（周辺環境、居住者等への臭気対策等）の要請等から低ＶＯＣ塗料が普及し、金属面や耐候性塗料を除けば水性塗料を標準仕様とするケースも多くなっている。一方、土木構造物への塗装では、長期耐久性に関する実績、コストへの要求が厳しいことから低ＶＯＣ塗料の普及が進まず、特に水性塗料の普及が課題となっている。しかし、新製品の開発・製品化や施工事例の積み上げが進展してきているという状況もある。

ここでは、主に橋梁・構造物への重防食塗装（及び建築物で特に防食性能が要求される金属面塗装）に使用される低 VOC 塗料（水性塗料、低溶剤形塗料）について、塗料メーカーからの情報により、性能、価格比（溶剤形と比較)、施工事例を整理した。性能・施工事例は東京都の低 VOC 塗装セミナー（H26.9.25）講演資料、価格比は、メーカーの積算価格表より整理した。

製品事例としては、以下に示す、水性塗料を使用した塗装システム 4 事例、低溶剤形塗料を使用した塗装システム 1 事例を整理した。

①水性塗装システム

・「オール水性塗装システム」（関西ペイント）

・「DNT 水性重防食システム」（大日本塗料）

・「トアガイアシステム」（トウペ）

・「ニッペ水性防食システム」（日本ペイント）

②低溶剤形塗装システム

・「低溶剤形省工程塗装システム」（関西ペイント）

(1) 塗装仕様例

①水性塗装システム

水性塗装システムの塗装仕様には、以下に示す例のように、下塗りから上塗りまで水性塗料を使用するほぼ完全な水性塗装システムを実現した製品例がある。

表 2-7　新設塗装仕様例①（「オール水性塗装システム」）

低 VOC 塗装（外面）		使用量（g/m²）	目標膜厚（μm）	VOC（g/m2）	
				VOC ガイド記載値	当社品
プライマー	無機ジンクリッチプライマー	160	(15)	64	39
防食下地	無機ジンクリッチペイント	600	75	200	164
ミストコート	水性エポキシ樹脂塗料下塗	160	—	7	4.8
下塗	水性エポキシ樹脂塗料下塗	200	40	9	6
下塗	水性エポキシ樹脂塗料下塗	200	40	9	6
下塗	水性エポキシ樹脂塗料下塗	200	40	9	6
中塗	水性ふっ素樹脂塗料用中塗	170	30	8	5.1
上塗	水性ふっ素樹脂塗料上塗	140	25	7	7

表 2-8　新設塗装仕様例②（「DNT 水性重防食システム」）

区分	塗料名	標準膜厚（μm）	塗装間隔（20℃）
素地調整	ブラスト処理（ISO-Sa2 1/2）		4h 以内
防食下地	水性有機ジンクリッチペイント	75	16h～1ヶ月
下塗り塗料第 1 層	水性エポキシ樹脂塗料下塗	60	16h～10 日
下塗り塗料第 2 層	水性エポキシ樹脂塗料下塗	60	16h～10 日
中塗り塗料	水性エポキシ樹脂塗料中塗	30	16h～10 日
上塗り塗料	水性ふっ素樹脂塗料上塗	30	－
	水性ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	－

表 2-9　塗替え塗装仕様例①（「オール水性塗装システム」）

低 VOC 塗装（C 系の塗替、4 種ケレン）		使用量（g/m²）	目標膜厚（μm）	VOC（g/m2）	
				VOC ガイド記載値	当社品
下塗	水性エポキシ樹脂塗料下塗	180	40	8	5.4
中塗	水性ふっ素樹脂塗料用中塗	140	30	7	4.2
上塗	水性ふっ素樹脂塗料上塗	120	25	6	6

溶融亜鉛めっき面		使用量（g/m²）	目標膜厚（μm）	VOC（g/m2）	
				VOC ガイド記載値	当社品
下塗	水性エポキシ樹脂塗料下塗	160	40	8	8
中塗	水性ふっ素樹脂塗料用中塗	140	30	7	4.2
上塗	水性ふっ素樹脂塗料上塗	120	25	6	6

表 2-10　塗替え塗装仕様例②（「DNT 水性重防食システム」）

区分	塗料名	標準膜厚（μm）	塗装間隔（20℃）
素地調整	動力工具にて、さびおよび劣化塗膜を除去し、活膜は入念な目粗しを行い、塵埃等の異物を除去する（発錆部の防錆度：ISO-St3 以上）		4h 以内
下塗り塗料第 1 層	水性エポキシ樹脂塗料下塗	60	16h～10 日
下塗り塗料第 2 層	水性エポキシ樹脂塗料下塗	60	16h～10 日
中塗り塗料	水性エポキシ樹脂塗料中塗	30	16h～10 日
上塗り塗料	水性ふっ素樹脂塗料上塗	30	－
	水性ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	－

②低溶剤形塗装システム

低溶剤形塗装システムについては、以下に示す塗装仕様例のように、下塗上塗り兼用塗料を使用することにより、VOC の削減だけでなく、省工程を実現した事例もある。

表 2-11　「低溶剤形省工程塗装システム」の塗装仕様例

塗料種	膜厚
低 VOC・弱溶剤形シリコン変性エポキシ樹脂下塗上塗兼用塗料	55μm
低 VOC・弱溶剤形厚膜変性エポキシ樹脂塗料下塗	120μm

(2) 性能

①水性塗装システム

水性塗料は溶剤系塗料と比較すると、塗膜の耐水性、乾燥性、水分の影響、点錆の発生などの性能面、作業性の面で課題がある。

防食性、耐候性、旧塗膜との付着性、安全面等の性能については、以下に列挙した通り、溶剤形塗装システムと同等の性能が確認されている水性塗装システムが各社で開発されている。

○防食性

防食性については、例えば、「トアガイアシステム」は、溶剤系塗装システムと同等の、鉄に対する防食性が確認されている。

表 2-12　鉄に対する防食性の比較

	部位	評価項目	耐複合サイクル防食性（サイクル数）			
			120	240	480	960
トアガイアシステム	一般部	ふくれ	○（良好）	○（良好）	○（良好）	○（良好）
		さび	○（良好）	○（良好）	○（良好）	○（良好）
	カット部	ふくれ幅（mm）	2.0	2.4	3.0	7.0
		さび幅（mm）	0.5	1.1	1.5	2.1
溶剤系塗装システム	一般部	ふくれ	○（良好）	○（良好）	○（良好）	○（良好）
		さび	○（良好）	○（良好）	○（良好）	○（良好）
	カット部	ふくれ幅（mm）	1.8	2.2	2.8	7.2
		さび幅（mm）	0.5	0.9	1.2	1.9

○耐候性

耐候性についても、「トアガイアシステム」では、溶剤系塗装システムと同等であることが確認されている。

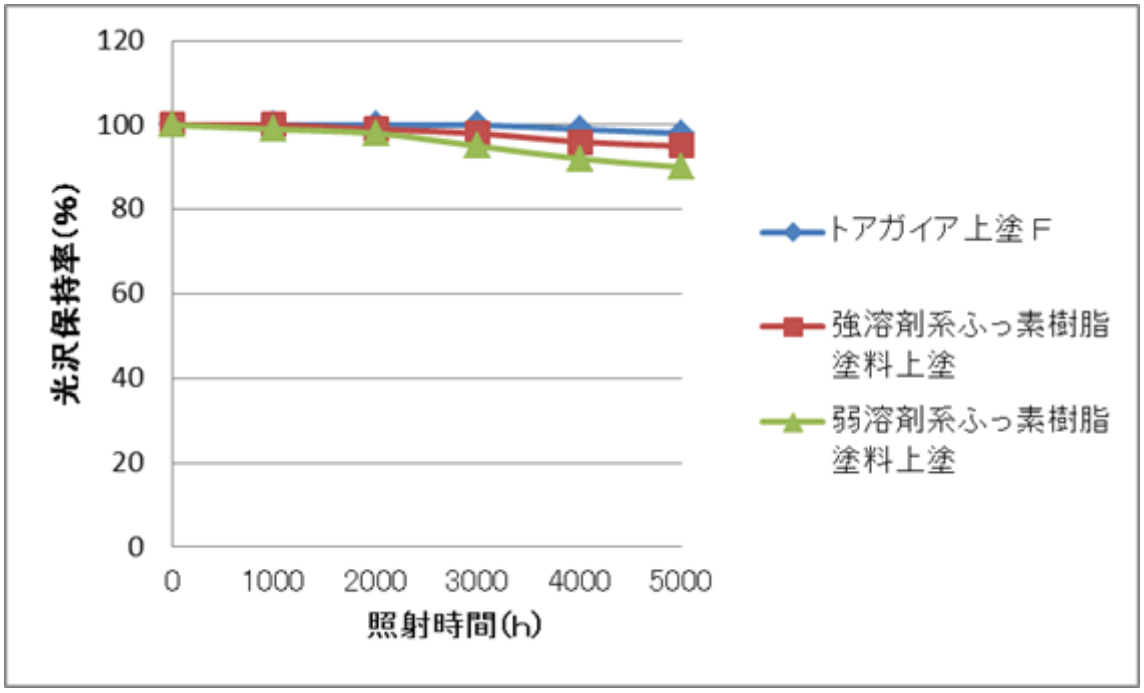


図 2-1　耐候性の比較

○旧塗膜との付着性

旧塗膜との付着性についても、「トアガイアシステム」では、溶剤系塗装システムと同等であることが確認されている。

表 2-13　旧塗膜との付着性の比較

旧塗膜	付着性適性
フタル酸樹脂塗料	◎
合成樹脂調合ペイント	◎
塩化ゴム系塗料	◎
アクリル樹脂塗料	◎
エポキシ樹脂塗料	◎
変性エポキシ樹脂塗料	◎
ポリウレタン樹脂塗料	◎

※各種塗膜共，素地調整として目粗しは必要

○安全面

安全面については、例えば「ニッペ水性防食システム」に使用される塗料には、急性毒性（高毒性）物質は配合していないため、溶剤形・弱溶剤形塗料と比較して安全対策が向上する。

表 2-14　安全面の比較

商品	GHS 分類絵表示	
非危険物水性ポリウレタン樹脂上塗り塗料	塗料液	
	硬化剤	―
弱溶剤型ポリウレタン樹脂上塗り塗料	塗料液	
	硬化剤	
室内環境配慮形水性つや有り塗料		

○臭気

臭気については、「ニッペ水性防食システム」の例では、ほとんど臭気を感じない又は多少臭気はあるが、従来塗料（弱溶剤）に比べ気にならないことがアンケート結果[5]で確認されている。

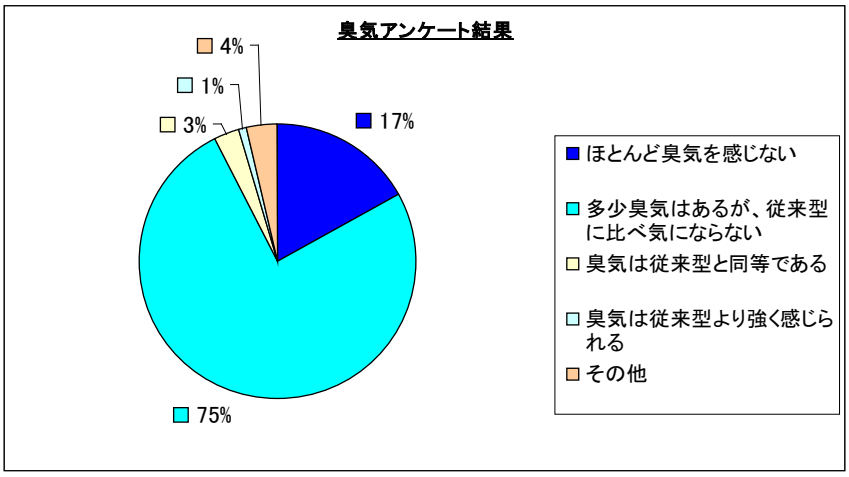


図 2-2　臭気の比較

○その他の性能

[5] メーカーが社員 150 人に実施したアンケート結果

その他の性能（塗装作業性、たるみ性、対衝撃性、耐熱性等）についても、「オール水性塗装システム」のように、溶剤形塗装システム同様の性能を持つことが確認されている水性塗装システムが開発されている。

表 2-15　「オール水性塗装システム」（下塗塗料）の性能

項目	規格	水性	溶剤
容器の中の状態	かき混ぜたとき、堅い塊がなくて一様になる。	合格	合格
半硬化乾燥性	半硬化乾燥している。	合格	合格
塗装作業性	支障がない。	合格	合格
塗膜の外観	正常である。	合格	合格
ポットライフ	規定時間後、使用できる。	合格	合格
たるみ性	たるみがない。	合格	合格
上塗り適合性	支障がない。	合格	合格
耐衝撃性	割れ及びはがれがない。	合格	合格
付着性	分類1又は分類0。※	合格	合格
耐熱性	外観が正常である。試験後の付着性試験で分類2、分類1又は分類0。※	合格	合格
サイクル腐食性	さび、膨れ、割れ及びはがれがない。	合格	合格
塗膜中の鉛の定量（質量分率%）	0.06以下。	合格	合格
塗膜中のクロムの定量（質量分量%）	0.03以下。	合格	合格
屋外暴露耐候性	さび、膨れ、割れ及びはがれがない。	合格	合格

※JIS K 5551：2008 構造物用さび止めペイントＣ種１号　試験結果

②低溶剤形塗装システム

「低溶剤形省工程塗装システム」では、溶剤形塗装システムによる従来工法以上の膜厚と耐久性を備え、従来工法より少ない工程で塗装が可能である。溶剤形塗装システムと比較しても、防食性、施工性に差はない。耐候性については、ふっ素樹脂系塗料とほぼ同じであり、アクリルシリコン樹脂塗料やポリウレタン樹脂塗料と比較すると優れている。

表 2-16　塗装仕様

塗料種	膜厚
低 VOC・弱溶剤形シリコン変性エポキシ樹脂下塗上塗兼用塗料	55μm
低 VOC・弱溶剤形厚膜変性エポキシ樹脂塗料下塗	120μm

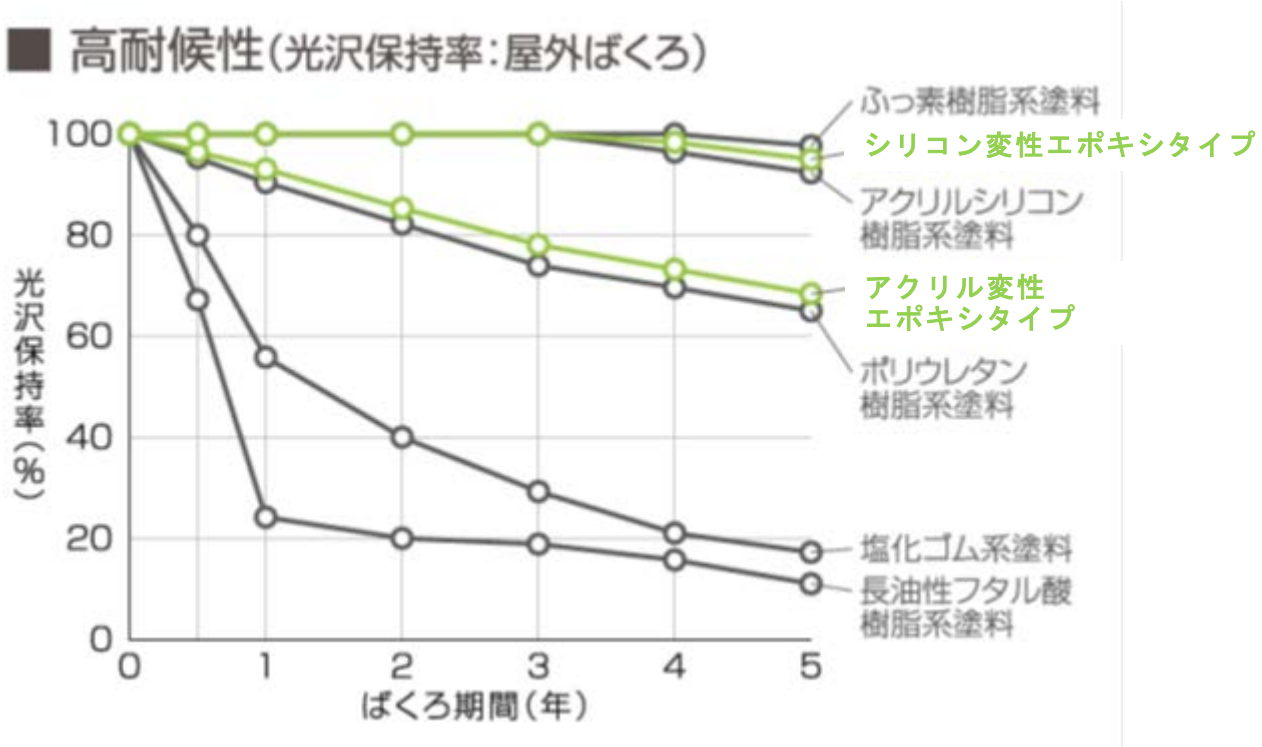


図 2-3　溶剤形塗料との耐候性の比較

(3) VOC 量

①水性塗装システム

VOC 量については、「オール水性塗装システム」の例では、溶剤形塗装システムと比較すると、VOC 排出量削減率が 84%となる。

「DNT 水性防食システム」については、溶剤形塗装システムと比較すると、新設水性ふっ素システムで約 90%、塗り替え水性ポリウレタンシステムで約 85%となる。

表 2-17　VOC 量の比較

			VOC排出量(g/㎡)	
工程	塗料 樹脂系	膜厚(μm)	水性塗料 システム	溶剤形塗料 システム
下塗　1層目	エポキシ	60	7.5	48.4
下塗　2層目	エポキシ	60	7.5	48.4
中塗	エポキシ	30	3.8	23.3
上塗	ふっ素	25	5.4	31.5
合計		175	24.2	151.6
VOC排出量削減率(%)			84	–

「トアガイアシステム」の VOC 量は、溶剤系塗装システムよりも、新築塗装で 64%、塗替え塗装で 89%それぞれ削減できる。

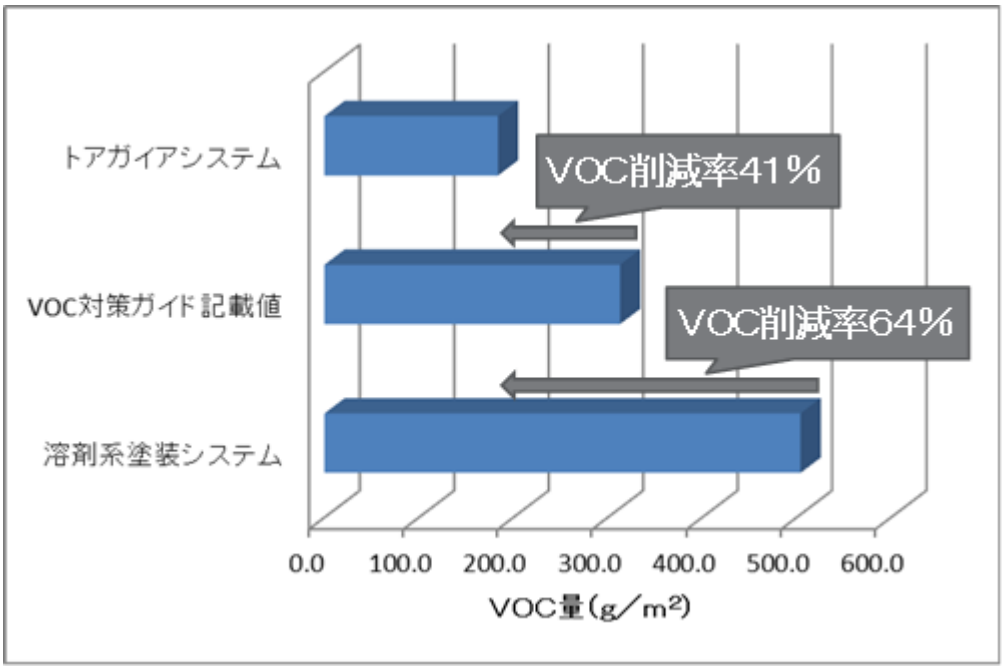


図 2-4　VOC 量の比較（新築塗装）

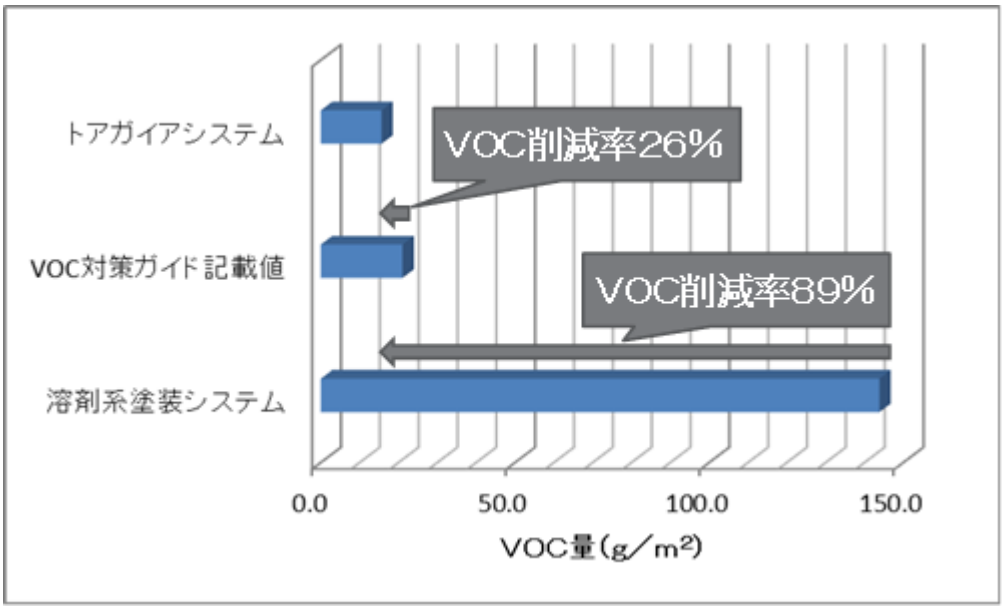


図 2-5　VOC 量の比較（塗替え塗装）

「ニッペ水性防食システム」に使用される塗料では、PRTR 対象物質が含まれていないため、従来の弱溶剤系の防食システムと比較して PRTR 対象物質が 100%削減でき、VOC を 90%削減できる。

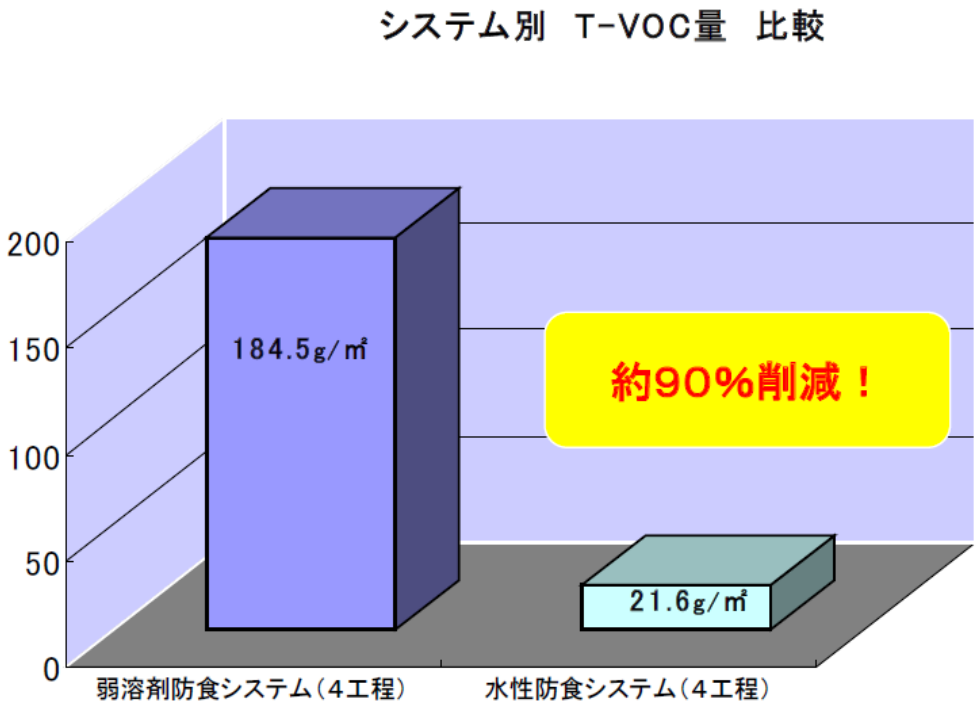


図 2-6　　VOC 量の比較

②低溶剤形塗装システム

低溶剤形塗装システムについては、「低溶剤形省工程塗装システム」の例では、溶剤形塗装システムと比較すると、VOC 排出量削減率が 47%となる。

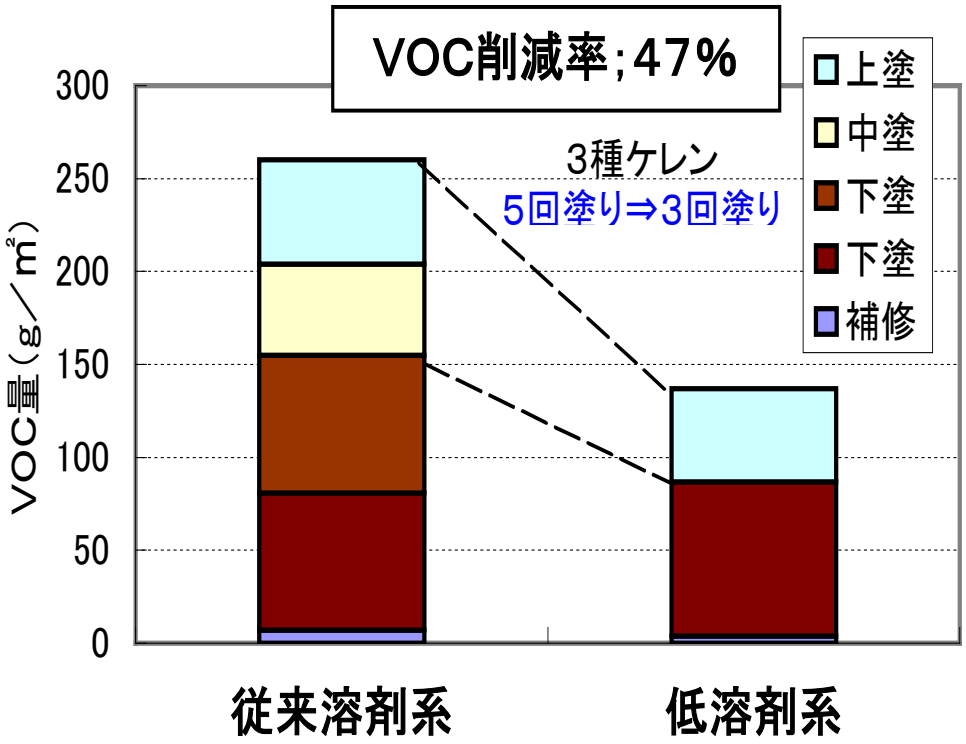


図 2-7　VOC 量の比較

(4) 従来の溶剤形塗料との価格比

①水性塗装システム

従来の溶剤形塗料を使用する塗装系との塗料製品の価格比については、溶剤形塗料の積算価格が製品ラインアップや色相により異なるが、水性塗装システムについては、水性・溶剤形とも積算価格が公開されている以下の３事例を見る限り、各工程に使用する水性塗料の価格は溶剤形塗料と比べて高価になるケースが多い。

表 2-18　溶剤形塗料との価格比の算出例①

（「トアガイアシステム」の塗料と溶剤形塗料との比較例）

工程	種類	一般名称	色相	積算価格（円） 石油缶当たり
下塗	水性	水性エポキシ樹脂塗料下塗	白・グレー・赤さび色	36000
	溶剤形 （注）	特殊エポキシ樹脂塗料下塗	白・赤さび色・グレー・淡彩色	26100
		変性エポキシ樹脂塗料下塗	赤さび色・黒さび色	26100
		エポキシ樹脂塗料下塗	赤さび色・黒さび色	26100
		特殊エポキシ樹脂塗料下塗	白・グレー	32800
	溶剤形塗料との価格比			**約1.10～1.38倍**
中塗	水性	水性エポキシ樹脂塗料中塗	白	36000
		水性エポキシ樹脂塗料中塗	淡彩色	38000
	溶剤形 （注）	エポキシ樹脂塗料中塗	白	29700
		エポキシ樹脂塗料中塗	淡彩色	32400
	溶剤形塗料との価格比			**約1.17～1.21倍**
上塗	水性	水性エポキシ樹脂塗料上塗	白	33000
		水性エポキシ樹脂塗料上塗	淡彩色	35000
	溶剤形 （注）	エポキシ樹脂塗料上塗	白	36000
		エポキシ樹脂塗料上塗	淡彩色	37800
	溶剤形塗料との価格比			**約0.92～0.93倍**

※メーカーの重防食塗料積算価格表（平成13年4月）より作成

（注）製品ラインアップ、色相によって価格が異なる（水性塗料より高価になる製品もある。）。

表 2-19　溶剤形塗料との価格比の算出例②

（「ニッペ水性防食システム」の塗料と溶剤形塗料との比較例）

工程	種類	一般名称	色相	積算価格（円） 石油缶当たり
下塗	水性	非危険物水性変性エポキシ樹脂 下塗り塗料	グレー・ホワイト・ブラウン	59000
	溶剤形	変性エポキシ樹脂 下塗り塗料	グレー・ホワイト・ブラウン	41600
	溶剤形塗料との価格比			**約1.42倍**
中塗	水性	非危険物水性ふっ素樹脂塗料用 中塗り塗料	淡彩色	66000
	溶剤形	ふっ素樹脂塗料用 中塗り塗料	ホワイト	43200
		ふっ素樹脂塗料用 中塗り塗料	淡彩色	47400
	溶剤形塗料との価格比			**約1.39～1.53倍**
上塗	水性	非危険物水性ふっ素樹脂 上塗り塗料	淡彩色	180800
	溶剤形	弱溶剤ふっ素樹脂 上塗り塗料	ホワイト	122850
		弱溶剤ふっ素樹脂 上塗り塗料	淡彩色	131400
	溶剤形塗料との価格比			**約1.38～1.47倍**

※メーカーの積算価格表（平成26～27年）より作成

表 2-20　溶剤形塗料との価格比の算出例③

（「DNT 水性防食システム」の塗料と溶剤形塗料との比較例）

工程	種類	塗料名	色相	積算価格（円） 石油缶当たり
防食下地	水性	水性厚膜形エポキシ樹脂ジンクリッチペイント	グレー	70,000
	溶剤形	有機ジンクリッチペイント	グレー	53,800
	溶剤形塗料との価格比			**約1.30倍**
下塗	水性	水性変性エポキシ樹脂ジンクリッチペイント	グレー・ライトグレー	54,400
	溶剤形	変性エポキシ樹脂塗料下塗	さび色・赤さび色・グレー	40,600
	（注）	変性エポキシ樹脂塗料下塗A	さび色・赤さび色・グレー	41,400
		変性エポキシ樹脂塗料下塗B	さび色・赤さび色・グレー	41,400
	溶剤形塗料との価格比			**約1.31～1.34倍**
中塗	水性	水性エポキシ樹脂中塗塗料	白	59,200
	溶剤形	エポキシ樹脂中塗塗料　厚膜形	淡彩系	44,000
	（注）	エポキシ樹脂中塗塗料　厚膜形	中彩A	53,000
		エポキシ樹脂中塗塗料　厚膜形	中彩B	50,600
		柔軟型エポキシ樹脂塗料	淡彩色	64,000
	溶剤形塗料との価格比			**約0.93～1.35倍**
上塗	水性	水性ポリウレタン樹脂上塗塗料	白	67,500
（ウレタン仕様）	溶剤形	ポリウレタン樹脂上塗塗料	淡彩系	58,320
	（注）	ポリウレタン樹脂上塗塗料	中彩A	70,020
		ポリウレタン樹脂上塗塗料	中彩B	67,140
	溶剤形塗料との価格比			**約0.96～1.16倍**
（ふっ素仕様）	水性	水性ふっ素樹脂上塗塗料	白	165,000
	溶剤形	ふっ素樹脂上塗塗料	淡彩系	127,520
	（注）	ふっ素樹脂上塗塗料	中彩A	153,120
		ふっ素樹脂上塗塗料	中彩B	146,720
	溶剤形塗料との価格比			**約1.08～1.29倍**

※メーカーの重防食塗料積算価格表（平成26年1月）より作成

（注）製品ラインアップ、色相によって価格が異なる（水性塗料より高価になる製品もある。）。

②低溶剤形塗装システム

低溶剤形塗装システムの場合も、従来の溶剤形塗料の積算価格が製品ラインアップや色相により異なるが、以下に示す事例を見る限り、各工程に使用する水性塗料の価格は溶剤形塗料と比べて高価になる。また、塗装コストについては、溶剤形塗装システムによる従来工法と比較すると、施工コストは積算価格ベースで 32%削減できる。

表 2-21　溶剤形塗料との価格比の算出例

（「低溶剤形省工程塗装システム」の塗料と溶剤形塗料との比較例）

工程	種類	一般名称	色相	積算価格（円） 石油缶当たり
下塗	低溶剤 （注）	低VOC・弱溶剤厚膜型変性エポキシ樹脂系さび止塗料	グレー・ライトグレー	56,200
	強溶剤 （注）	変性エポキシ樹脂塗料	赤さび色・さび色・白・グレー	45,870
	強溶剤形塗料との価格比			**約1.23倍**
上塗	低溶剤 （注）	弱溶剤形シリコン変性エポキシ樹脂系	淡彩色	77,390
	強溶剤 （注）	低汚染型ふっ素樹脂塗料上塗	白	146,790
			淡彩色	149,150
	強溶剤形塗料との価格比			**約0.52～0.53倍**

※メーカーの重防食塗料積算価格表（平成26年1月）より作成
（注）製品ラインアップ、色相によって価格が異なる。

(5) 施工事例

①水性塗装システム

水性塗装システムについては、この 10 年間で、土木構造物では道路橋、鉄道橋、歩道橋等、建築物では建屋や立体駐車場等への施工実績が蓄積されつつある。

「平成 26 年度低 VOC 塗装セミナー（重防食塗装編）」での報告件数は、この 10 年間で「オール水性塗装システム」が 22 件（歩道橋・道路橋 17 件、鉄道橋 5 件）、「トアガイアシステム」が 19 件ある。

表 2-22 「オール水性塗装システム」による施工事例（歩道橋・道路橋）

施工対象	年度	面積	塗装仕様
A 橋	平成 19 年	1207m²	オール水性（ふっ素上塗）
G 歩道橋	平成 20 年	1300m²	オール水性（ふっ素上塗）
M 橋・T 橋	平成 20 年	計 767m²	オール水性（ふっ素上塗）
D 橋・K 橋・A 橋	平成 21 年	計 787m²	オール水性（ふっ素上塗）
K 橋・M 橋・M 橋	平成 22 年	計 748m²	オール水性（ふっ素上塗）
S 橋・I 橋・N 橋	平成 23 年	計 659m²	オール水性（ふっ素上塗）
S 橋・O 橋・T 橋	平成 24 年	計 832m²	オール水性（ふっ素上塗）
K 歩道橋	平成 25 年	343m²	オール水性（ふっ素上塗）

表 2-23 「オール水性塗装システム」による施工事例（鉄道橋）

施工対象	年度	面積	塗装仕様
S 高架橋	平成 19 年度	12.5m²	オール水性（ふっ素上塗）
J 橋	平成 20 年度	1350m²	ECO 塗装
K 駅ホーム桁	平成 23 年度	3565m²	ECO 塗装
N 駅ホーム桁	平成 23 年度	4390m²	ECO 塗装
S 駅架道橋	平成 26 年度	2535 m²	ECO 塗装

※「ECO 塗装」は、「鋼構造物塗装設計施工指針（2005 年改訂版、2013 年改訂版）」（公益財団法人鉄道総合技術研究所発行）に規定されている塗装系「塗装系 ECO（EC01-7）」に相当

表 2-24　「トアガイアシステム」による施工事例①

施工時期	施主	被塗物	塗装面積	塗装仕様
2002.02	電気･ガス	建屋内部	900m^2	ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ中塗 ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2002.02	民間	立体駐車場	1,780m^2	ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ中塗 ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2002.03	電気･ガス	建屋鉄部	340m^2	ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ中塗 ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2002.03	国・地方公共団体	建屋鉄部	170m^2	ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ中塗 ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2002.05	民間	建屋内部	870m^2	ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ中塗 ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2002.06	国・地方公共団体	建屋鉄部	100m^2	ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ中塗 ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2002.07	民間	屋根	2,300m^2	ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ中塗 ﾄｱｶﾞｲｱ上塗

表 2-25　「トアガイアシステム」による施工事例②

施工時期	施主	被塗物	塗装面積	塗装仕様
2006.09	鉄道会社	橋梁	190m^2	変性ｴﾎﾟｷｼ樹脂塗料 ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2007.08	鉄道会社	橋梁	149m^2	変性ｴﾎﾟｷｼ樹脂塗料 ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2007.08	鉄道会社	橋梁	165m^2	変性ｴﾎﾟｷｼ樹脂塗料 ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2008.11	鉄道会社	橋梁	375m^2	変性ｴﾎﾟｷｼ樹脂塗料 ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2009.08	電気･ガス	タンク	1,700m^2	有機ｼﾞﾝｸﾘｯﾁﾍﾟｲﾝﾄ ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2010.09	民間	屋根	2,500m^2	ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2010.09	民間	立体駐車場	100m^2	ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ上塗

表 2-26　「トアガイアシステム」による施工事例③

施工時期	施主	被塗物	塗装面積	塗装仕様
2010.10	工場	屋根	10,000㎡	ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2011.01	民間	立体駐車場	400㎡	トアガイアプライマー ﾄｱｶﾞｲｱ上塗U
2012.09	電気・ガス	タンク	4,000㎡	ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ中塗 ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2013.09	電気・ガス	タンク	4,000㎡	ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ中塗 ﾄｱｶﾞｲｱ上塗
2013.09	民間	タンク	100㎡	ﾄｱｶﾞｲｱﾌﾟﾗｲﾏｰ ﾄｱｶﾞｲｱ中塗 ﾄｱｶﾞｲｱ上塗F

図 2-8　小学校の校舎内への塗装施工例（ニッペ水性防食システム）

図 2-9　歩道橋への塗装施工例（ニッペ水性防食システム）

②低溶剤形塗装システム

低溶剤形塗装システムについても、「低溶剤形省工程塗装システム」の例では、施工事例がこの 10 年間で 6 件ある。

表 2-27　施工事例

施工対象	年度	面積
石油備蓄タンク	平成 16 年度	7000m^2
K 橋（人道橋）	平成 17 年度	87m^2
高速道路 W 線	平成 17 年度	500m^2
T 橋（道路橋）	平成 18 年度	400m^2
T 橋（道路橋）	平成 19 年度	400m^2
S 橋（道路橋）	平成 19 年度	400m^2

(6) まとめ

建築物の主要部位への塗装では、水性塗料が普及し、水性塗料を標準仕様とするケースも多くなっている。一方、建築物の鉄骨、土木構造物への塗装では、塗料の水性化が課題となっている。ここでは、主に橋梁・構造物への重防食塗装について、低 VOC 塗料（水性塗料、低溶剤形塗料）による塗装系の製品事例を整理した。

塗料の水性化が課題とされてきた重防食塗装については、下塗りから上塗りまで水性塗料を使用する塗装系が商品化されている事例があり、普及に向けた製品開発は進んでいる。

製品事例として整理した水性の重防食塗装系の防食性、耐候性、乾燥性等の性能については、従来の溶剤形塗装系と比べて同等の性能を持つとされている。VOC 量は、一事例ではあるが、低溶剤形塗装系でも従来の溶剤型と総計と比べて大幅に削減できるとされている。これら水性・低溶剤形の重防食塗装系の施工事例としては、道路橋、鉄道橋、歩道橋、石油備蓄タンク、立体駐車場等、この 10 年間で施工実績が蓄積されつつある。

但し、水性塗料系で使用される水性塗料の価格は、原材料コスト及び塗料生産数量の少なさから、従来の溶剤形塗装系で使用される塗料と比べて高価となることもあり、普及に向けての課題となっている。

2.2 国内における先進事例（低 VOC 塗装仕様事例）

ここでは、国内における建築・土木工事の低 VOC 塗装仕様として、公的機関又はそれに準ずる機関の発行する標準仕様書や暫定仕様等に記載されている例を示した。

(1) 建築

建築工事については、国土交通省「公共建築工事標準仕様書（建築工事編）」や日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS18 塗装工事」で、水性塗料又は弱溶剤塗料を使用する塗装仕様が複数種類存在する。東京都 VOC 対策ガイドでは、建築物を対象に、これらの仕様の中から、塗装対象物（鉄鋼面、亜鉛めっき鋼面等）別に、水性塗料や弱溶剤系塗料で塗装する仕様を提案している。

1) 鉄鋼面

表 2-28　つや有合成樹脂エマルションペイント塗り

工程	塗料名	塗付量 (kg/m^2)	シンナー希釈率(%)	塗り回数	塗装方法	工程間隔（最終養生）	VOC (g/m^2)
下塗り 1回目	鉛・クロムフリーさび止めペイント（JIS K 5674 2種）	0.11	水道水 5	1	はけ	4時間 ～7日	5.5
	水系さび止めペイント（JASS 18 M-111 適合品）	0.11	水道水 5	1	はけ	4時間 ～7日	5.5
下塗り 2回目	鉛・クロムフリーさび止めペイント（JIS K 5674 2種）	0.11	水道水 5	1	はけ	4時間 ～7日	5.5
	水系さび止めペイント（JASS 18 M-111 適合品）	0.11	水道水 5	1	はけ	4時間 ～7日	5.5
中塗り	つや有合成樹脂エマルションペイント（JIS K 5660）	0.1	水道水 5	1	はけ	5時間	5
上塗り	つや有合成樹脂エマルションペイント（JIS K 5660）	0.1	水道水 5	1	はけ	（48時間）	5
参考資料	・国土交通省「公共建築（改修）工事標準仕様書（建築工事編）」；平成25年 ・日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS18 塗装工事」；2013年					VOC量合計 VOC削減率	$21.0g/m^2$ 84%
耐久性ランク：[Ⅰ] 材工費ランク：[B]						比較対象：[弱溶剤系;合成樹脂調合ペイント塗り]	
留意事項：屋内仕様だが準外部に適用例があるため参考として掲載 施工時の温度、湿度、降雨に注意							

※東京都VOC対策ガイド

表 2-29　合成樹脂調合ペイント塗り（鉛・クロムフリー仕様）

工程	塗料名	塗付量 (kg/m^2)	シンナー希釈率(%)	塗り回数	塗装方法	工程間隔（最終養生）	VOC (g/m^2)
下塗り1回目	鉛・クロムフリーさび止めペイント(弱溶剤系)（JIS K 5674 1種）	0.1	専用シンナー-5	1	はけ（吹付け）	24時間～1ヶ月	30
下塗り2回目	鉛・クロムフリーさび止めペイント(弱溶剤系)（JIS K 5674 1種）	0.1	専用シンナー-5	1	はけ（吹付け）	24時間～1ヶ月	30
中塗り	合成樹脂調合ペイント1種又は2種中塗り用（JIS K 5516　1種、2種）	0.09	専用シンナー-5	1	はけ（吹付け）	24時間～1ヶ月	36
上塗り	合成樹脂調合ペイント1種又は2種上塗り用（JIS K 5516　1種、2種）	0.08	専用シンナー-5	1	はけ（吹付け）	（72時間）	32
参考資料	・国土交通省「公共建築（改修）工事標準仕様書（建築工事編）」;平成25年 ・日本建築学会「建築工事標準仕様書　JASS18　塗装工事」;2013年					VOC量合計 VOC削減率	$128.0g/m^2$ 0%

耐久性ランク:[Ⅰ]　材工費ランク:[A]　　比較対象:[弱溶剤系;合成樹脂調合ペイント塗り(シアナミド鉛さび止めペイント)]

留意事項:弱溶剤塗料(トルエン・キシレンなどの代わりに光化学反応性の低い有機溶剤を主成分とした塗料)及び鉛を含まないさび止め塗料を用いた環境配慮型仕様

※東京都VOC対策ガイド

表 2-30　弱溶剤系耐候性塗料塗り

工程	塗料名	塗付量 (kg/m^2)	シンナー希釈率(%)	塗り回数	塗装方法	工程間隔（最終養生）	VOC (g/m^2)
下塗り1回目	構造物用さび止めペイント(弱溶剤系)（JIS K 5551　A種）	0.14	専用シンナー-5	1	はけ（吹付け）	24時間～7日	56
	変性エポキシ樹脂プライマー(弱溶剤系)（JASS18 M-109 適合品）	0.14	専用シンナー-5	1	はけ（吹付け）	24時間～7日	56
下塗り2回目	構造物用さび止めペイント(弱溶剤系)（JIS K 5551　A種）	0.14	専用シンナー-5	1	はけ（吹付け）	24時間～7日	56
	変性エポキシ樹脂プライマー(弱溶剤系)（JASS18 M-109 適合品）	0.14	専用シンナー-5	1	はけ（吹付け）	24時間～7日	56
中塗り	鋼構造物用耐候性塗料(弱溶剤系)（JIS K 5659 中塗り塗料）	0.14	専用シンナー-10	1	はけ（吹付け）	16時間～7日	77
上塗り	鋼構造物用耐候性塗料(弱溶剤系)（JIS K 5659　上塗り塗料　1級、2級、3級）	0.1	専用シンナー-10	1	はけ（吹付け）	（72時間）	65
参考資料	・国土交通省「公共建築（改修）工事標準仕様書（建築工事編）」;平成25年 ・日本建築学会「建築工事標準仕様書　JASS18　塗装工事」;2013年					VOC量合計 VOC削減率	$254.0g/m^2$ 0%

耐久性ランク:[Ⅲ～Ⅴ]　材工費ランク:[C～E]　　比較対象:[強溶剤系;耐候性塗料塗り]

留意事項:弱溶剤塗料(トルエン・キシレンなどの代わりに光化学反応性の低い有機溶剤を主成分とした塗料)を用いた環境配慮型仕様

上記　上塗りのシンナー希釈率はJIS K 5659　3級の場合を代表値とした。

※東京都VOC対策ガイド

2) 亜鉛めっき鋼面

表 2-31　弱溶剤系耐候性塗料塗り

工程	塗料名	塗付量 (kg/m²)	シンナー 希釈率(%)	塗り 回数	塗装方法	工程間隔 (最終養生)	VOC (g/m²)
下塗り	変性エポキシ樹脂プライマー(弱溶剤系) (JASS 18　M-109適合品)	0.14	専用シンナー 5	1	はけ (吹付け)	24時間 ～7日	56
中塗り	鋼構造物用耐候性塗料(弱溶剤系) (JIS K 5659 中塗り塗料)	0.14	専用シンナー 10	1	はけ (吹付け)	16時間 ～7日	77
上塗り	鋼構造物用耐候性塗料(弱溶剤系) (JIS K 5659　上塗り塗料　1級、2級、3級)	0.1	専用シンナー 10	1	はけ (吹付け)	(72時間)	65
参考資料	・国土交通省「公共建築(改修)工事標準仕様書(建築工事編)」;平成25年 ・日本建築学会「建築工事標準仕様書　JASS18　塗装工事」;2013年				VOC量合計 VOC削減率		198.0g/m² 0%

耐久性ランク:[Ⅲ～Ⅴ]　材工費ランク:[C～E]　　比較対象:[強溶剤系;耐候性塗料塗り]

留意事項:弱溶剤塗料(トルエン･キシレンなどの代わりに光化学反応性の低い有機溶剤を主成分とした塗料)を用いた環境配慮型仕様

上記　上塗りのシンナー希釈率はJIS K 5659　3級の場合を代表値とした。

※東京都VOC対策ガイド

3) セメント系素地面

表 2-32　つや有合成樹脂エマルションペイント塗り

工程	塗料名	塗付量 (kg/m²)	シンナー 希釈率(%)	塗り 回数	塗装方法	工程間隔 (最終養生)	VOC (g/m²)
下塗り	合成樹脂エマルションシーラー (JIS K 5663)	0.07	水道水 0	1	ローラー	3時間以上	2.1
	つや有合成樹脂エマルションペイント用 下塗り塗料(JASS 18 M-204 適合品)	0.07	水道水 0	1	ローラー	3時間以上	2.1
中塗り	つや有合成樹脂エマルションペイント (JIS K 5660)	0.1	水道水 10	1	ローラー	5時間以上	5
上塗り	つや有合成樹脂エマルションペイント (JIS K 5660)	0.1	水道水 10	1	ローラー	(48時間)	5
参考資料	・国土交通省「公共建築(改修)工事標準仕様書(建築工事編)」;平成25年 ・日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS18 塗装工事」;2013年					VOC量合計 VOC削減率	12.1g/m² 96%

耐久性ランク:[Ⅰ]　材工費ランク:[B]　　比較対象:[強溶剤系;アクリル樹脂エナメル塗り]

留意事項:低VOC塗装仕様

施工時の温度、湿度、降雨に注意

素地がGRC板・押出成形セメント板・けい酸カルシウム板などの場合、下塗りは弱溶剤系反応形合成樹脂ワニスなど、上塗りの塗料製造所の指定する製品とする。

※東京都VOC対策ガイド

表 2-33　アクリル樹脂系非水分散形塗料塗り

工程	塗料名	塗付量 (kg/m²)	シンナー 希釈率(%)	塗り 回数	塗装方法	工程間隔 (最終養生)	VOC (g/m²)
下塗り	アクリル樹脂系非水分散形塗料 (JIS K 5670)	0.1	専用シンナー 10	1	ローラー	3時間以上	55
中塗り	アクリル樹脂系非水分散形塗料 (JIS K 5670)	0.1	専用シンナー 10	1	ローラー	3時間以上	55
上塗り	アクリル樹脂系非水分散形塗料 (JIS K 5670)	0.1	専用シンナー 10	1	ローラー	(48時間)	55
参考資料	・国土交通省「公共建築(改修)工事標準仕様書(建築工事編)」;平成25年 ・日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS18 塗装工事」;2013年					VOC量合計 VOC削減率	165.0g/m² 48%

耐久性ランク:[Ⅰ]　材工費ランク:[B]　　比較対象:[強溶剤系;アクリル樹脂エナメル塗り]

留意事項:弱溶剤塗料(トルエン・キシレンなどの代わりに光化学反応性の低い有機溶剤を主成分とした塗料)を用いた環境配慮型仕様

素地がGRC板・押出成形セメント板・けい酸カルシウム板などの場合、下塗りは弱溶剤系反応形合成樹脂ワニスなど、上塗りの塗料製造所の指定する製品とする。

※東京都VOC対策ガイド

表 2-34　ポリウレタンエマルションペイント塗り

工程	塗料名	塗付量 (kg/m²)	シンナー 希釈率(%)	塗り 回数	塗装方法	工程間隔 (最終養生)	VOC (g/m²)
下塗り	合成樹脂エマルションシーラー (JIS K 5663)	0.07	水道水 0	1	ローラー	3時間以上	2.1
	つや有合成樹脂エマルションペイント用 下塗り塗料(JASS 18 M-204 適合品)	0.07	水道水 0	1	ローラー	3時間以上	2.1
中塗り	ポリウレタンエマルションペイント (JASS 18 M-209 適合品)	0.1	水道水 10	1	ローラー	5時間以上	5
上塗り	ポリウレタンエマルションペイント (JASS 18 M-209 適合品)	0.1	水道水 10	1	ローラー	(48時間)	5
参考資料	・国土交通省「公共建築(改修)工事標準仕様書(建築工事編)」;平成25年 ・日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS18 塗装工事」;2013年					VOC量合計 VOC削減率	12.1g/m² 96%

耐久性ランク:[Ⅱ]　材工費ランク:[C]　　比較対象:[強溶剤系;耐候性塗料塗り]

留意事項:低VOC塗装仕様

施工時の温度、湿度、降雨に注意

素地がGRC板・押出成形セメント板・けい酸カルシウム板などの場合、下塗りは弱溶剤系反応形合成樹脂ワニスなど、上塗りの塗料製造所の指定する製品とする。

※東京都VOC対策ガイド

表 2-35　弱溶剤系耐候性塗料塗り

工程	塗料名	塗付量 (kg/m²)	シンナー 希釈率(%)	塗り 回数	塗装方法	工程間隔 (最終養生)	VOC (g/m²)
下塗り	弱溶剤系反応形合成樹脂シーラー (JASS 18 M-201 適合品)	0.08	専用シンナー-35	1	ローラー	16時間～7日	92
中塗り	建築用耐候性上塗り塗料用中塗り (弱溶剤系) (JASS 18 M-403,-404,-405適合品)	0.14	専用シンナー-15	1	ローラー	16時間～7日	98
上塗り	建築用耐候性上塗り塗料(弱溶剤系) (JIS K 5658 1級,2級,3級)	0.1	専用シンナー-15	1	ローラー	(72時間)	70
参考資料	・国土交通省「公共建築(改修)工事標準仕様書(建築工事編)」;平成25年 ・日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS18 塗装工事」;2013年					VOC量合計 VOC削減率	260.0g/m² 12%

耐久性ランク:[Ⅲ～Ⅴ]　材工費ランク:[C～E]　　比較対象:[強溶剤系;耐候性塗料塗り]

留意事項:弱溶剤塗料(トルエン・キシレンなどの代わりに光化学反応性の低い有機溶剤を主成分とした塗料)を用いた環境配慮型仕様

上塗りのシンナー希釈率は、JIS K 5658 3級の場合を代表値とした。

中塗り工程において、上塗り塗料を使用する場合がある。

下塗り及び中塗り工程で使用する塗料は、上塗り塗料製造所の指定する製品とする。

※東京都VOC対策ガイド

4) コンクリート面、モルタル面等

表 2-36　合成樹脂エマルションペイント塗り（EP）

表 7.10.1 合成樹脂エマルションペイント塗り

工　程		種　別			塗料その他			塗付け量 (kg/m²)
		A種	B種	C種	規格番号	規格名称等	種類	
下地調整		○	○	—	7.2.5，7.2.6 及び 7.2.7 による。			—
		—	—	○	表 7.2.4，表 7.2.5 及び表 7.2.7 によるＲＣ種			
1	下　塗　り	○	○	○	JIS K 5663	合成樹脂エマルションシーラー	—	0.07
2	中　塗　り（１回目）	○	○	○	JIS K 5663	合成樹脂エマルションペイント	１種	0.10
3	研磨紙ずり	○	—	—	研磨紙 P220～240			—
4	中　塗　り（２回目）	○	—	—	JIS K 5663	合成樹脂エマルションペイント	１種	0.10
5	上　塗　り	○	○	○	JIS K 5663	合成樹脂エマルションペイント	１種	0.10

（注）1.　新規に塗る場合は，Ａ種又はＢ種とする。
2.　押出成形セメント板面の下地調整は，表 7.2.6 によるＲＢ種又はＲＣ種とする。

※国土交通省「公共建築工事標準仕様書（建築工事編）平成 25 年版」（平成 26 年 3 月改定）

(2) 土木

1) 新設構造物の低 VOC 塗装仕様事例

新設構造物への低 VOC 塗装仕様事例として、「鋼構造物塗装設計施工指針(2013)」（公益財団法人鉄道総合技術研究所発行）で鉄桁等の一般外面に塗装する塗装系 JECO-3 がある。JECO-3 では、第 1 層が工場塗装、第 2～6 層が現場塗装となっている。このうち、第 5 層（中塗）と第 6 層（上塗）を水性塗料（水系ポリウレタン樹脂塗料）で塗装する仕様となっている。

表 2-37　新設構造物の低 VOC 塗装仕様例（一般外面の塗装系：JECO-3）

<table>
<tr><th colspan="3">工程</th><th>塗料名</th><th>標準
使用量
(g/m²)</th><th>塗装
間隔
(20℃)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">工場塗装</td><td rowspan="2">第 1 層</td><td>添接板
表面</td><td>厚膜型無機ジンクリッチペイント
（JIS K 5553 1 種）</td><td>スプレー
700</td><td rowspan="3">12 か月
以内</td></tr>
<tr><td>ボルト・
ナット・
平座金</td><td>―</td><td>―</td></tr>
<tr><td rowspan="11">現場塗装</td><td rowspan="2">素地
調整</td><td>添接板
表面</td><td colspan="2">添接板に赤錆が発生した部分は、手・動力工具を用いて素地調整を行い、その日の内に第 2 層目を塗装</td></tr>
<tr><td>ボルト・
ナット・
平座金</td><td colspan="2">締め付けにより傷を生じ、さびが発生した部分は、十分なさび落としを行い、その日の内に第 2 層目を塗装</td><td>その日
の内</td></tr>
<tr><td colspan="2">第 2 層</td><td>厚膜型エポキシ樹脂系塗料下塗
（JIS K 5551 B 種）</td><td>はけ 240</td><td>24 時間
～15 日</td></tr>
<tr><td colspan="2">第 3 層</td><td>厚膜型エポキシ樹脂系塗料下塗
（JIS K 5551 B 種）</td><td>はけ 240</td><td>24 時間
～15 日</td></tr>
<tr><td colspan="2">第 4 層</td><td>厚膜型エポキシ樹脂系塗料下塗
（JIS K 5551 B 種）</td><td>はけ 240</td><td>24 時間
～15 日</td></tr>
<tr><td colspan="2">第 5 層</td><td>水系ポリウレタン樹脂塗料用中塗</td><td>はけ 130</td><td>24 時間
～7 日</td></tr>
<tr><td colspan="2">第 6 層</td><td>水系ポリウレタン樹脂塗料上塗</td><td>はけ 120</td></tr>
</table>

2) 既設構造物の低 VOC 塗装仕様事例

既設構造物の塗替の低 VOC 塗装仕様事例として、「鋼構造物塗装設計施工指針(2013)」（公益財団法人鉄道総合技術研究所発行）で一般外面に塗装する塗装系 ECO1（ECO1-7）と ECO2（ECO2-7）がある。

ECO1 は、溶剤形の塗装系（塗装系G[6]、塗装系T[7]）に匹敵する防食性が期待でき、環境負荷が低減、ライフサイクルコスト低減及び景観性向上を達成できる塗装系である。

ECO2 は、ECO1 より防食性向上を図り、溶剤形の塗装系（塗装系L[8]、塗装系J[9]）に匹敵する防食性を得るため、第 1 層目に厚膜型エポキシ樹脂ジンクリッチペイントを用いた塗装系である。標準使用量 500g/m2 は、はけ・ローラ塗りでの限界塗り付け量に近く、これを意識して施工しないと塗り付け量不足になるので注意が必要である。

表 2-38　既設構造物の低 VOC 塗装仕様例（一般外面の塗装系：ECO1-7）

工程	塗料名	標準使用量 (g/m²)	区分 (注)	塗装間隔 (20℃)
第 1 層	厚膜型エポキシ樹脂系塗料（JIS K 5551 B 種）	はけ・ローラ 200 (スプレー240)	補修	24 時間～7 日
第 2 層	厚膜型エポキシ樹脂系塗料（JIS K 5551 B 種）	はけ・ローラ 200 (スプレー240)	補修	24 時間～7 日
第 3 層	水系エポキシ樹脂塗料	はけ・ローラ 220 (スプレー260)	全面	24 時間～7 日
第 4 層	水系ポリウレタン樹脂塗料上塗	はけ・ローラ 120 (スプレー150)	全面	

(注)素地調整種別により塗り回数や補修塗りと全面塗りの組合せが異なるので注意が必要。

表 2-39　既設構造物の低 VOC 塗装仕様例（一般外面の塗装系：ECO2-7）

工程	塗料名	標準使用量 (g/m²)	区分 (注)	塗装間隔 (20℃)
第 1 層	厚膜型エポキシ樹脂ジンクリッチペイント（JIS K 5551 2 種）	はけ・ローラ 500 (スプレー700)	補修	2 日～1 か月
第 2 層	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料（JIS K 5551 C 種）	はけ・ローラ 200 (スプレー240)	補修	24 時間～7 日
第 3 層	水系エポキシ樹脂塗料	はけ・ローラ 220 (スプレー260)	全面	24 時間～7 日
第 4 層	水系ポリウレタン樹脂塗料上塗	はけ・ローラ 120 (スプレー150)	全面	

(注)素地調整種別により塗り回数や補修塗りと全面塗りの組合せが異なるので注意が必要。

---

[6] 第 1～3 層を「厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料」、第 4 層を「厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料上塗」で塗装

[7] 第 1～3 層を「厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料」、第 4 層を「厚膜型ポリウレタン樹脂塗料上塗」で塗装

[8] 第 1 層を「厚膜型エポキシ樹脂ジンクリッチペイント」、第 2～4 層を「厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料」、第 5 層を「厚膜型ポリウレタン樹脂塗料上塗」（又は「厚膜型エポキシ樹脂系塗料上塗」）で塗装

[9] 第 1～2 層を「厚膜型エポキシ樹脂ジンクリッチペイント」、第 3～4 層を「厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料」、第 5 層を「ポリウレタン樹脂塗料用中塗」、第 6 層を「ポリウレタン樹脂塗料上塗」で塗装

また、「鋼道路橋防食便覧」（公益社団法人日本道路協会発行）では、外面に塗装する塗装系 Rc-Ⅰ～Rc-Ⅳ、内面に塗装する Rc-Ⅳ、溶融亜鉛めっき外面に塗装する Rzc-Ⅰがある。

外面用の Rc-Ⅰ～Rc-Ⅳのうち、Rc-Ⅰと Rc-Ⅱは下塗り第 2 層から上塗りまで、Rc-Ⅲと Rc-Ⅳはは下塗り第1層から上塗りまでをそれぞれ弱溶剤形塗料で塗装する塗装系である。内面用の Rc-Ⅳは第 1 層と第 2 層を無溶剤形塗料、溶融亜鉛めっき外面用の Rzc-Ⅰは中塗りと上塗りを弱溶剤形塗料でそれぞれ塗装する塗装系である。

表 2-40　既設構造物の低 VOC 塗装仕様例（外面用塗替え：Rc-Ⅰ）

工程	塗料名	標準使用量 (g/m²)	塗装間隔 (20℃)
素地調整	1 種		4 時間以内
下塗り	有機ジンクリッチペイント（JIS K 5553 2 種）	600（スプレー）	1 日～10 日
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗（JIS K 5551 C 種）	240（スプレー）	1 日～10 日
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗（JIS K 5551 C 種）	240（スプレー）	1 日～10 日
中塗り	弱溶剤形変性ふっ素樹脂塗料用中塗（JIS K 5659 中塗）	170（スプレー）	1 日～10 日
上塗り	弱溶剤形変性ふっ素樹脂塗料上塗（JIS K 5659 上塗）	140（スプレー）	1 日～10 日

表 2-41　既設構造物の低 VOC 塗装仕様例（外面用塗替え：Rc-Ⅱ）

工程	塗料名	標準使用量 (g/m²)	塗装間隔 (20℃)
素地調整	2 種※		4 時間以内
下塗り	有機ジンクリッチペイント（JIS K 5553 2 種）	240（はけ・ローラー）	1 日～10 日
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗（JIS K 5551 C 種）	200（はけ・ローラー）	1 日～10 日
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗（JIS K 5551 C 種）	200（はけ・ローラー）	1 日～10 日
中塗り	弱溶剤形変性ふっ素樹脂塗料用中塗（JIS K 5659 中塗）	140（はけ・ローラー）	1 日～10 日
上塗り	弱溶剤形変性ふっ素樹脂塗料上塗（JIS K 5659 上塗）	120（はけ・ローラー）	1 日～10 日

※素地調整程度 1 種であるが、健全なジンクプライマーやジンクリッチペイントを残し他の旧塗膜を全面除去した場合は、鋼材露出部のみ有機ジンクリッチペイントを塗布。

表 2-42　既設構造物の低 VOC 塗装仕様例（外面用塗替え：Rc-Ⅲ）

工程	塗料名	標準使用量 (g/m²)	塗装間隔 (20℃)
素地調整	3 種		4 時間以内
下塗り※	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗（JIS K 5551 C 種）	200（はけ・ローラー）	1 日～10 日
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗（JIS K 5551 C 種）	200（はけ・ローラー）	1 日～10 日
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗（JIS K 5551 C 種）	200（はけ・ローラー）	1 日～10 日
中塗り	弱溶剤形変性ふっ素樹脂塗料用中塗（JIS K 5659 中塗）	140（はけ・ローラー）	1 日～10 日
上塗り	弱溶剤形変性ふっ素樹脂塗料上塗（JIS K 5659 上塗）	120（はけ・ローラー）	1 日～10 日

※鋼板露出面のみ

表 2-43　既設構造物の低 VOC 塗装仕様例（外面用塗替え：Rc-Ⅳ）

工程	塗料名	標準使用量 (g/m²)	塗装間隔 (20℃)
素地調整	4 種		4 時間以内
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗（JIS K 5551 C 種）	200（はけ・ローラー）	1 日～10 日
中塗り	弱溶剤形変性ふっ素樹脂塗料用中塗（JIS K 5659 中塗）	140（はけ・ローラー）	1 日～10 日
上塗り	弱溶剤形変性ふっ素樹脂塗料上塗（JIS K 5659 上塗）	120（はけ・ローラー）	1 日～10 日

表 2-44　既設構造物の低 VOC 塗装仕様例（内面用：Rd-Ⅲ）

工程	塗料名	標準使用量 (g/m²)	塗装間隔 (20℃)
素地調整	3 種		4 時間以内
第 1 層	無溶剤形変性エポキシ樹脂塗料	300（はけ・ローラー）	2 日～10 日
第 2 層	無溶剤形変性エポキシ樹脂塗料	300（はけ・ローラー）	2 日～10 日

表 2-45　既設構造物の低 VOC 塗装仕様例（溶融亜鉛めっき外面用塗替え：Rzc-Ⅰ）

工程	塗料名	標準使用量 (g/m²)	塗装間隔 (20℃)
素地調整	3 種		4 時間以内
下塗り	亜鉛めっき用エポキシ樹脂塗料下塗（JIS K 5551 C 種）	200（スプレー）	1 日～10 日
中塗り	弱溶剤形変性ふっ素樹脂塗料用中塗（JIS K 5659 中塗）	170（スプレー）	1 日～10 日
上塗り	弱溶剤形変性ふっ素樹脂塗料上塗（JIS K 5659 上塗）	170（スプレー）	1 日～10 日

2.3 海外における VOC 規制の整理

(1) 規制の概要

塗料中の VOC 含有量に関する他国の規制事例として、欧米の VOC 規制の概要を既存文献から整理した。これらの規制事例は塗料中の VOC 含有量の規制値に上限を定めるものであるが、それだけでなく、含有量の表示を義務付けるものもあり、この義務付けは塗料から排出される VOC の自主削減の検討の際に参考となる。

①欧州

IED 指令（産業排出に関する指令） では、2011 年に VOC 指令（有機溶剤使用により生じる VOC 排出制限に関する指令）等の従来の 7 つの指令が統合された。規制内容は継続されている。塗装に係る規制対象は工場塗装や自動車塗装となる。

塗料指令では、VOC 指令の対象外となる、建築塗装が対象。塗料製品カテゴリ毎に VOC 含有量の規制値を設定している。

②米国

国レベルでは、大気清浄法（CAA)により、1970 年代後半に金属塗装や自動車塗装等に対して排出基準を設定し、1998 年には同法のセクション 183(e)に基づき、建築塗装に対する VOC 含有量規制、ラベル表示義務を設定している。

州レベルでは、1977 年にカリフォルニア州等で建築塗装に対する VOC 含有量規制を開始している。このうち、カリフォルニア州では、1990 年より「建築用ルール 1113」で屋外塗装に対する VOC 含有量規制を開始している。

表 2-46　海外の塗料中 VOC 含有量に関する規制の概要

	EU		米国（連邦）	米国（ｶﾘﾌｫﾙﾆｱ州）
根拠法令・規則	IED指令 (2010/75/EU)	塗料指令 (2004/42/EC)	大気清浄法 （CAA:Clean Air Act ）	建築用ルール1113
施行・発効年	2011 （従来のVOC指令等を統合）	2004	1970（1977,1990年改正）	1990
規制対象	製造業（木製・プラスチック製品、自動車塗装、金属塗装、ドライクリーニング、塗料・インキ・接着剤製造）、印刷業等	**表装用（建築構造物等）塗料**、ニス・自動車補修用塗料	自動車塗装、木材家具塗装、金属塗装、プラスチック塗装等 ※1998年には**建築塗装も**同法に基づき**規制開始**	**建築塗料**
規制内容	・特定産業に対して遵守すべき排出基準を設定 ・産業毎に「利用可能な最善の方法（BAT）」設定 ・2013 年 1 月までに国内法 への移行を義務付け	・特定の製品分類にVOC含有量の上限を設定 ⇒**建築構造物用の塗料の種類ごとに規制値** ・製品の表示を義務づけ	・**建築塗料の種類ごとにVOC含有量の規制値**を設定 ・塗料製品への**VOC含有量等のラベル表示義務**	・**塗料の種類ごとにVOC含有量の上限値及び規制値**を設定

(2) 塗料中のＶＯＣ含有量規制値の例

1) ＥＵ：塗料指令

塗料指令では、建築物や構造物の塗装用の塗料製品カテゴリごとに塗料中のＶＯＣ含有量の規制値を設定している。

塗料製品カテゴリ毎のVOC含有量の規制値の例

	塗料製品カテゴリ （建築構造物用）	規制値(g/L)	
		水系	溶剤系
A	内装壁用マット・天井	30	30
B	内装壁用光沢マット・天井用	100	100
C	ミネラル下地の外装	40	430
D	内装/外装用トリム及びクラディング塗料	130	300
E	内装/外装用トリムワニス及び木材着色剤(不透明剤を含む）	130	400
F	内装/外装用最小構築の木材着色剤	130	700
G	プライマー	30	350
H	結合プライマー	30	750
I	一液型塗装	140	500
J	二液型塗装（床用等の特殊用途）	140	500
K	多色塗装	100	100
L	装飾効果塗装	200	200

※塗料指令（2004/42/EC）で2010年1月1日より開始される段階Ⅱの規制値（段階Ⅰの規制は2007年1月1日より開始）

2) 米国連邦：CAA に基づく規制

連邦政府では、61 種類の塗装分類ごとに塗料中のＶＯＣ含有量の規制値を設定している。また、塗料製品の販売・配布・輸入の際には、塗料中ＶＯＣ含有量等のラベル表示を義務付けている。

塗料製品カテゴリ毎のVOC含有量の規制値の例

塗料製品カテゴリ	規制値(g/L)
アンテナ塗装	530
防汚塗装	450
落書き防止塗装、ボンドブレーカー	600
瀝青塗装及びマスチック、グラフィックアート塗装	500
養生剤とシーラント	700
変換ワニス	725
ドライフォグ塗装、防錆塗装、床塗装	400
超高耐久性塗料	800
難燃性/抵抗性塗装（クリア）	850
難燃性/抵抗性塗装（半透明）	450
平坦塗装（エクステリア、インテリア）、屋根塗装	250
非平坦塗装（エクステリア、インテリア）	380
熱反応性塗装	420
高温塗装	650
ラッカー（ラッカーサンディングシーラーを含む）	680
多色塗装	580
非鉄金属装飾用ラッカーと表面保護剤	870
エナメル（プライマー、シーラー、下塗り）	450

塗料製品のラベル表示義務

対象	1999/9/13以降に製造した塗料製品（FIFRA*1基づく登録塗料製品は2000/3/13以降）の販売・配布・輸入 *1連邦殺虫剤・殺菌剤・殺鼠剤法
表示内容	・製造日（又は日付コード） ・希釈のための推奨事項 ・**塗料中のVOC含有量** ・特殊用途（工業用メンテナンス塗料のみ） など

※US.EPAホームページ（ Detailed Fact Sheet “Architectural Coating Rule for Volatile Organic Compounds”）より作成

3) 米国カリフォルニア州：建築用ルール 1113

州政府は、オゾンや PM2.5 等の大気汚染物質の環境基準に達しない地域がある場合、環境基準達成のための計画(SIP)を作成し、VOC 等の前駆物質の排出削減対策を検討・実施することが求められる。カリフォルニア州では、排出削減にあたり、「建築用ルール 1113」により、塗装分類ごとに塗料中のＶＯＣ含有量の規制値を設定している。

塗料製品カテゴリ毎のVOC含有量の規制値の例

塗料製品カテゴリ	規制値(g/L)	
	上限値	現行規制値
ボンドブレーカー		350
木材仕上げ（ワニス、シーラー）	350	275
木材仕上げ（ラッカー）		275
道路・橋梁用コンクリート養生剤		350
ドライフォグ塗装、コテ仕上げ塗装		50*1
クリアトップコート、マスチック塗装		100*1
防火加工塗装、グラフィックアート塗装		150*1
床塗装	100	50
金属着色塗装	500	150*1
非平坦塗装	150	50
前処理洗浄下塗り剤		420
プライマー、シーラー、アンダーコート、屋根塗装（アルミ）		100
屋根プライマー		350
錆防止塗装	400	100
落書き防止塗装	100	50*2

※RULE 1113. ARCHITECTURAL COATINGS

*1 2014年1月1日以降の規制値
*2 2012年1月1日以降の規制値
その他は2008年7月1日以降の規制値

4) 米国カリフォルニア州：NAAQS 達成計画（SIP）

国家環境大気質基準(NAAQS)は、CAA に基づいて定められている 6 物質（オゾン、PM、鉛、NO2、CO、SO2）に対する全国統一基準である。基準は 5 年毎に見直し、新基準適用後 3 年以内に NAAQS に達するための大気汚染防止プログラムの州実施計画(SIP)の提出を義務付け、EPA が認可する仕組みとなっている。オゾンについては 1979 年以降 1 時間基準が使われてきたが、1997 年に多くの調査・研究に基づいて 8 時間基準が採用された。

ここでは、2013 年に SIP を改定したサクラメント地区、サンホアキンバレー地区を対象に、建築用塗料に関する対策動向を整理した。

①サクラメント地区

サクラメント地区はオゾンの 8 時間基準達成のための 2009 年の SIP を 2013 年に改訂した。

当該地区では、固定発生源、広域発生源からの排出を規制する責任があるとされている。サクラメント地区の環境基準未達成地域を構成する 5 地区（SMAQMD、EDCAQMD、FRAQMD、PCAPCD、YSAQMD）は、これら発生源からの排出を規制するための様々な対策を採用している。対策の対象は、建築用塗料、自動車補修用製品、脱脂および溶剤洗浄製品、金属部品の塗装、天然ガス処理、温水器とボイラー、固定内燃機関等となっている。

これらの対策では、1 日当りの VOC 及び NOx の追加削減が期待されている。次の表 C2 は、建築用塗料等の発生源ごとに、1 日あたりの排出量のインベントリを示し、2013 年の SIP 改定で更新されている。

その次の表 B5 は、開発中のためまだ更新されたインベントリに反映されていない、2009 年の計画で特定された、州及び各地区で対象とする発生源について、期待される排出削減量を示している。建築用塗料については、地区毎に VOC 削減量が示されている。これらの追加対策は、合理的な更なる進展、又は不測の事態のため、必ずしも達成する必要はないが、排出削減を継続することを規定するものである。

Table C2: Summer Planning Emissions Inventory for Volatile Organic Compounds (VOC) in tons per day Sacramento Nonattainment Area

Stationary Sources	2002	2014	2017	2018	2019
ELECTRIC UTILITIES	0.168	0.402	0.420	0.425	0.426
COGENERATION	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
OIL AND GAS PRODUCTION (COMBUSTION)	0.154	0.083	0.078	0.076	0.075
MANUFACTURING AND INDUSTRIAL	0.070	0.123	0.123	0.123	0.122
FOOD AND AGRICULTURAL PROCESSING	0.355	0.195	0.115	0.110	0.106
SERVICE AND COMMERCIAL	0.221	0.262	0.266	0.266	0.266
OTHER (FUEL COMBUSTION)	0.089	0.044	0.033	0.033	0.033
SEWAGE TREATMENT	0.030	0.057	0.058	0.060	0.061
LANDFILLS	0.362	0.547	0.570	0.582	0.588
INCINERATORS	0.006	0.004	0.004	0.004	0.004
SOIL REMEDIATION	0.081	0.113	0.120	0.122	0.123
OTHER (WASTE DISPOSAL)	0.213	0.293	0.303	0.308	0.310
LAUNDERING	0.047	0.061	0.064	0.065	0.066
DEGREASING	2.464	2.133	2.197	2.217	2.231
COATINGS AND RELATED PROCESS SOLVENTS	3.019	4.102	4.309	4.397	4.453
PRINTING	1.219	1.494	1.573	1.599	1.620
ADHESIVES AND SEALANTS	0.827	0.889	0.884	0.880	0.877
OTHER (CLEANING AND SURFACE COATINGS)	0.003	0.018	0.019	0.019	0.019
OIL AND GAS PRODUCTION	0.799	0.568	0.531	0.519	0.507
PETROLEUM REFINING	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PETROLEUM MARKETING	3.855	5.603	5.890	5.985	6.031
OTHER (PETROLEUM PRODUCTION AND MARKETING)	0.000	0.005	0.006	0.006	0.006
CHEMICAL	2.052	2.697	3.024	3.141	3.221
FOOD AND AGRICULTURE	0.518	0.581	0.617	0.630	0.641
MINERAL PROCESSES	0.218	0.181	0.201	0.209	0.212
METAL PROCESSES	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WOOD AND PAPER	0.696	0.649	0.677	0.687	0.687
ELECTRONICS	0.006	0.023	0.025	0.025	0.027
OTHER (INDUSTRIAL PROCESSES)	0.002	0.049	0.070	0.080	0.083
Stationary Sources Subtotal	17.475	21.176	22.176	22.569	22.793
Area-Wide Sources	**2002**	**2014**	**2017**	**2018**	**2019**
CONSUMER PRODUCTS	14.760	12.575	12.999	13.160	13.281
ARCHITECTURAL COATINGS AND RELATED PROCESS SOLVENTS	8.449	8.827	9.176	9.291	9.380
PESTICIDES/FERTILIZERS	1.799	1.176	1.171	1.169	1.165
ASPHALT PAVING / ROOFING	0.821	0.908	0.917	0.920	0.921
RESIDENTIAL FUEL COMBUSTION	2.893	2.062	2.053	2.049	2.038
FARMING OPERATIONS	2.620	2.763	2.763	2.763	2.756
CONSTRUCTION AND DEMOLITION	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PAVED ROAD DUST	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
UNPAVED ROAD DUST	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
FUGITIVE WINDBLOWN DUST	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
FIRES	0.036	0.046	0.048	0.049	0.049
MANAGED BURNING AND DISPOSAL	0.981	1.018	1.003	0.998	0.990
COOKING	0.111	0.137	0.142	0.143	0.144
OTHER (MISCELLANEOUS PROCESSES)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Area-Wide Sources Subtotal	32.470	29.511	30.271	30.541	30.722

Table B5: Additional Measures(tpd)[1]

Statewide	NOx	VOC
A. **Statewide Measure**	**0.3**	**3**
New Emission Standards for Recreational Boats	0.3	3.0
Local Non-Regulatory Measures	**NOx**	**VOC**
B. **Total Local Non-Regulatory Measures**	**0.6**	**0.1**
Regional Mobile Incentive Program - Onroad	0.5	0.0[2]
Regional Mobile Incentive Program - Offroad	0.0	0.0[2]
Spare the Air Program	0.0[2]	0.1
SMAQMD	**NOx**	**VOC**
C. **Total SMAQMD Measures**	**0.0**	**1.1**
442 - Architectural Coatings	0.0	0.9
459 - Automotive Refinishing	0.0	0.1
461 - Natural Gas Production and Processing	0.0	0.1

EDCAQMD	NOx	VOC
D. **Total EDCAQMD Measures**	**0.0[2]**	**0.2**
215 - Architectural Coatings	0.0	0.2
239 - Large Water Heaters and Small Boilers	0.0[2]	0.0
FRAQMD	**NOx**	**VOC**
E. **Total FRAQMD Measures**	**0.0[2]**	**0.0[2]**
3.15 - Architectural Coatings	0.0	0.0[2]
3.19 - Automotive Refinishing	0.0	0.0[2]
3.14 - Solvent Degreasing	0.0	0.0[2]
3.22 - Stationary Internal Combustion Engines (Non-Agricultural)	0.0[2]	0.0
3.23 - Large Water heaters and Small Boilers	0.0[2]	0.0
PCAPCD	**NOx**	**VOC**
F. **Total PCAPCD Measures**	**0.0[2]**	**0.3**
218 - Architectural Coatings	0.0	0.2
234 - Automotive Refinishing	0.0	0.0[2]
CM2 - Large Water Heaters and Small Boilers	0.0[2]	0.0
CM3 - Miscellaneous Metal Parts and Products	0.0	0.0[2]
YSAQMD	**NOx**	**VOC**
G. **Total YSAQMD Measures**	**0.5**	**1.0**
2.14 - Architectural Coatings	0.0	0.2
2.26 - Automotive Refinishing	0.0	0.1
2.24/2.31 - General Surface Preparation/Cleanup and Degreasing	0.0	0.8
2.29 - Graphic Arts	0.0[3]	0.0[3]
2.27 - Boilers, Steam Generators, and Process Heaters	0.3	0.0
2.37 - Large Water Heaters and Small Boilers	0.2	0.0

[1] These additional measures are under development. The emission reductions associated with these measures go beyond those needed for the attainment demonstration.

[2] Emissions <0.05 tpd.

[3] No current estimate on emission reduction.

tpd: 1日当りトン

出典：Staff Report on Proposed Revisions to the 8-Hour Ozone State Implementation Plan for the Sacramento Federal Nonattainment Area (Release Date: October 22, 2013, Hearing Date: November 21, 2013)

②サンホアキンバレー地区

サンホアキンバレー地区では、オゾン 1 時間値基準の達成計画が 2013 年に策定されている。サンホアキンバレー地区は、2 つのオゾン環境基準の達成計画を連邦政府の大気浄化法（CAA）で義務付けられている。1 つは、失効したオゾン 1 時間値基準の達成計画であり、もう一つはオゾンの 8 時間値基準の達成のための新計画（2008 年策定）である。 EPA が 2005 年に 1 時間値基準を取り消し、8 時間値基準により健康保護を求める一方で、EPA による当該地区の 2004 年のオゾン基準超過達成実行計画の活動が遅れ、その後の訴訟の判決の結果、新計画の提出が必要となった。

新計画では、2015 年又は 2016 年にオゾンの 8 時間値基準（75ppb）達成を求められているが、元々バックグラウンド濃度が高いこともあり、現行対策では基準達成が困難であり、追加対策が必要とされている。当該地区の VOC 削減のための追加対策として、下表に示す試行対策が検討されている。このうち、建築用塗料については、ルール 4601（Rule 4601 Architectural Coatings）により、オゾンに関する次期計画の開発中に、更なる排出削減の可能性を評価することとしている。

表　サンホアキンバレー地区の追加対策に関する検討内容

規制・対策	検討内容	検討終了
Rule 4103 野焼き	5 年ごとに延期された燃焼活動の実現可能性を評価。	2015 年
Rule 4106 所定の燃焼 (※1)	Placer 郡と同様のバイオマス除去計画の実施可能性を調査。	2013 年
Rule 4311 フレア	フレア最小化計画と更なる排出削減の機会に関する年次報告をレビュー。	2013 年
Rule 4601 建築用塗料	オゾンに関する次期計画の開発中に、更なる将来の排出削減の潜在的な機会を評価。	2014 年
Rule 4624 有機液体の輸送	オゾンに関する次期計画の開発中に、「BAAQMD 規則 8 ルール 33」(※2)や「BACT」(※3)の規制と同等に厳しく VOC 規制値を下げることについて、技術的実現可能性を評価。	2014 年
Rule 4693 ベーカリー用オーブン	オゾンに関する次期計画の開発中に、NOx 排出規制値 30ppmv（換算酸素濃度 3%）の実施による排出削減の実現可能性を評価。	2014 年
芝生の手入れ機器	潜在的な排出削減の機会を明らかにするため、排出インベントリと技術実証の取組について評価。	2013 年
アスファルト・コンクリート処理	潜在的な排出削減の機会としてウォームミックスアスファルトの実現可能性を調査。	2013 年
進行中の研究	健康調査も含めて、オゾン濃度とオゾン生成に対する当該地区の理解を高めるために継続している研究を実施・支援。	進行中

出典：2013 Plan for the Revoked 1-Hour Ozone Standard（SJVUAPCD）

(※1)特定の環境条件下で、所望の結果を達成するために、所定の領域に計画・適用する燃焼
(※2)ガソリンバルクターミナル及びガソリン貨物タンクに対する有機化合物規制
(※3)利用可能な最善の技術基準。大規模な新規設備に適用される。

○建築用塗料のルール 4601（Rule 4601 Architectural Coatings）

サンホアキンバレー地区におけるルール 4601 の削減対策評価では、現在のところ、本規則で対象とする発生源（建築用塗料）における実行可能な排出削減の機会が明らかになっていない。サウスコースト大気質管理区（SCAQMD）では 2011 年 6 月に建築用塗料のルール 1113 を改正し、既存の RACT の要件より厳しい VOC 排出規制をいくつか実施した。ルール 4601 は RACT の要件を満たす規則である。サンホアキンバレー地区は、次期オゾンの計画開発中に SCAQMD ルールに採択されるように、将来の更なる排出削減の可能性を評価することになっている。当該地区での建築用塗料のルール 4601 に対する評価の内容を以下に整理した。

＜サンホアキンバレー地区におけるルール 4601 の評価＞

本規則は、建築用塗料の供給、販売、使用、営業を行う者、又は、当該地区で建築用塗料の使用するためにブレンドや再パッケージを行う者に適用される。

本規則の目的は、これら発生源からの VOC 排出量を規制することである。

Summer Average Emission Inventory (tons per day)

Pollutant	2007	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
NOx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VOC	11.31	8.38	8.46	8.53	8.63	8.72	8.82	8.92	9.01	9.13	9.24

Regulatory Evaluation

EPA Approved	EPA Approval Year	Regulatory Actions Since EPA Approval:		
		Federal	State	Local
Yes	2011	No	No	No

以上に示す当該地区における評価一覧表は、以下の評価に基づいている。

- ルール 4601 は、2009 年の RACT の SIP デモンストレーションで評価された。しかし、2009 年の RACT SIP の部分的な承認及び部分不承認に対する EPA の技術支援文書は、ルール 4601 が CTG カテゴリではなく、主要な発生源を規制していないため、RACT を対象としていないと述べている。
- EPA は、2011 年 11 月 8 日にルール 4601 の 2009 年改正の承認を確定した。76 FR 69135, http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2011-11-08/pdf/2011-28788.pdf
- CTG, ACT, NSPS, MACT, NESHAP の方法で、この発生源カテゴリに適用する具体的な連邦政府のガイドラインがない。
- ルール 4601 は、2007 年 9 月に公布された建築用塗料に適用可能な ARB SCM と同じくらい厳しい。ARB による SCM の採用は、長年の公共プロセス、つま

り、ARB とコーティングメーカー間による徹底的な研究と共同の努力により、カリフォルニアで使用される建築用塗料に対して一貫性のある VOC 含有量基準を確立した。

- ルール 4601 は、少なくとも、カリフォルニア州内の他の大気管理区における類似発生源のルール（BAAQMD Regulation 8 Rule 3, VCAPCD Rule 74.2, SMAQMD Rule 442）と同じぐらい厳しい。
- SCAQMD は 2011 年 6 月 3 日にルール 1113 を改正した。
  - ・この改正は、2014 年 1 月に発効し、ドライフォグ、押出成形化合物、グラフィックアート、金属塗装のカテゴリに対し新しい規制を実装している。これらの規制は SCM の基準を上回っている。サウスコースト大気管理地区（SCAQMD）とサンホアキンバレー地区では気候が違うために、SCAQMD の塗装規制の中には、サンホアキンバレー地区では実行不可能なものもある。2010 年の規則改正に対する最終報告書で示されているように、この気候の違いは、失効したオゾン 1 時間値基準の問題に対して、凍結又は解凍の安定性、安全性、パファーマンスの標準 C-45 計画を作成している。
  - ・上記塗装カテゴリは、建築用塗料というカテゴリの非常に小さなサブセクションであり、発生源カテゴリからの排出量としては小さな割合を示す。第 2 章で述べたように、オゾン計画のモデリングでは、サンホアキンバレー地区は、特に今後数年は NOx-limited であり、従って、NOx 削減が最も効果的なオゾン濃度低減策である一方、VOC 削減は基準達成に前進しないことが示されている。
  - ・当該地区はオゾンに関する次期計画開発中に SCAQMD の新排出規制を評価する。

【技術的評価】

当該地区は、2009 年の RACT SIP でこの発生源カテゴリの排出削減の可能性を評価した。当該地区は、SCAQMD のルール 1113 の塗装規制の中には地区ルール 4601 でいくつかの制限よりも厳しいものがあることを明らかにした。しかし、当該地区は、SCAQMD の本規則の塗装規制を完全に評価するため、既に 2009 年後半に本規則の改正プロジェクトを計画していた。そのプロジェクトの間に、前述したように、当該地区は、SCAQMD より厳しい規制を実施することには技術的実現可能性に問題があると判断した。このため、2011 年 11 月に EPA は、サンホアキンバレー地区の特性上、ルール 4601 は適度に可能なほど厳しいと判断した。

出典：2013 Plan for the Revoked 1-Hour Ozone Standard（SJVUAPCD）

2.4 実在物件の現場塗装からの VOC 排出量の試算

建設物の評価の例として、実在する建設物について、建設工事（新設工事）により塗料から排出される VOC について、低 VOC 塗装による排出削減効果を試算した例を示す。この試算方法で効果を試算するときに、前述した既存の表示制度をどのように活用すれば建設物の評価が可能か、検討した。

(1) 試算方法

低 VOC 塗装による排出削減効果は、現状の工法（主に溶剤形塗料による工法）を採用したケースと低 VOC 工法（主に水性塗料等の低 VOC 塗料による工法）を採用したケースの排出量を試算し、両者を比較することにより試算する。

1) VOC 排出量算定式・試算条件

試算に用いる VOC 排出量算定式、試算条件を以下に示す。

＜VOC 排出量算定式＞

VOC 排出量（塗装工事、鉄骨工事、内外装工事）
　＝ 塗料使用量 × （塗料中 VOC 含有率＋シンナー希釈率） × 大気放出率

VOC 排出量（防水工事、左官工事）
　＝ 塗料使用量 × 塗料中 VOC 含有率 × 大気放出率

塗料使用量＝ 施工面積（m^2）×塗料の標準使用量（kg/m^2）×施工量（回）

＜現状の工法による VOC 排出量の試算条件＞

・標準使用量等の工事数量は、「東京都建築工事標準仕様書」又は「建築工事積算資料」等より把握。
・塗料中 VOC 含有率とシンナー希釈率は東京都の VOC 対策ガイドから設定。
・溶剤組成は「平成 21 年度塗料からの VOC 排出実態推計のまとめ」（日本塗料工業会）の溶剤組成表やメーカー情報（弱溶剤系）等を参考に各々設定。
・工事現場は基本的に開放形であるため、大気への放出率は 100%とした。

★今回の試算は、設計資料を基に行ったものだが、このほか、施工後に材料使用記録に基づき、塗料使用量及び希釈シンナー使用量の実績から VOC 排出量を試算する方法も考えられる。

＜低 VOC 工法による VOC 排出量の試算条件＞

・外壁塗装等を低ＶＯＣ塗装に移行した場合の低減効果について試算。
・低ＶＯＣ塗装への移行は、基本的に「ハイソリッド塗料」あるいは「水系塗料」への移行とした。

【移行の例】集合住宅の鉄部 SOP （合成樹脂調合ペイント）塗装の場合
弱溶剤系 SOP 塗り⇒EP-G 塗り（つや有合成樹脂エマルションペイント塗り）
（VOC 含有率：下塗りで 25%⇒5%に削減、中・上塗りで 35%⇒5%に削減）

・クリアラッカー塗り、木部面・ケイカル面・ベニヤ面への溶剤系塗装については、ポリウレタンエマルションペイント塗りによる代替とした。
・但し、現状の工法で水系塗料を用いている場合は、低ＶＯＣ化は行わないとした。
・亜鉛めっき鋼面 SOP 塗装は、現状の工法で弱溶剤系と仮定し、低 VOC 化は行わないとした。

2) 工程別の工事数量と低 VOC 塗料への移行の想定

塗料を使用する工程別の工事数量は以下のように設定する。また、低 VOC 塗料への移行については、現行の工法で溶剤形塗料を使用している工程について、水性塗料等への移行を想定する。

集合住宅の新設事例では、塗装工事のうち「鉄部・SOP 塗り」について、弱溶剤系塗装から水性塗装（EP-G 塗り）への移行を想定する。

集合住宅の新設事例の工事数量（施工面積等）　　塗料を使用する工程

工　程	種　　別	数量	単位	摘　　要	
防　水	断熱アスファルト防水層	561.4	m²	平部+立上り	
	塗膜防水　ウレタン系	66.2	m²		
	ポリマーセメント系塗膜防水	97.5	m²		
木工事	防腐剤塗	167.8	m²		
左　官 （仕上塗材）	複層模様吹付	1,153.0	m²		
	複層模様吹付ＳＩ	1,102.1	m²		
	樹脂系リシン吹付	733.0	m²		
塗　装	鉄部・ＳＯＰ塗	109.6	m²	外部塗装	弱溶剤系塗装⇒EP-G塗り
	ＥＰ防かび塗料	703.1	m²	内部塗装	
	ＥＰ-G塗（細幅もの）	242.1	m²	内部塗装	
	鉄部・ＳＯＰ塗	356.6	m²	内部塗装	弱溶剤系塗装⇒EP-G塗り
	ＥＰ-G塗（鉄鋼面）	87.5	m²	内部塗装	
内　装	乾式遮音二重床工法用木質系床下地材	310.9	m²		
	ビニル床シート	62.0	m²		
	ソフト巾木張り	1,065.5	m		
	壁紙張り	3,065.0	m²		
	発泡樹脂板張	164.0	m²		
	発泡樹脂パネル張	984.5	m²		
	壁石膏ボード張り	107.5	m²		
	壁耐水石膏ボード張	271.5	m²		
	天井せっこうボード張り	47.5	m²		
	天井化粧石膏ボード張り	234.9	m²		
	乾式耐火遮音間	358.1	m²		
	乾式耐火遮音間仕切シーリング	787.7	m		
	合成樹脂製見切材	209.5	m		
雑工事	シーリング	1,360.7	m		

図 2-10　工程別の工事数量（集合住宅の新設事例）

事務所ビルの新設事例で塗料を使用する工程のうち、鉄骨工事については水性化が難しいことから溶剤系塗装をハイソリッド塗装への移行を想定する。塗装工事については、「ウレタン樹脂塗装」、「２－ＦＵＥ塗り」、「鉄部・SOP 塗り」、「ＵＣ塗り」、「ＣＬ塗り」を溶剤系塗装から水性塗装、「鉄部・SOP 塗り」を弱溶剤系塗装から水性塗装へそれぞれ移行することを想定する。

事務所ビルの新設事例の工事数量（施工面積等）　塗料を使用する工程

工程	種別	数量	単位	摘要
鉄骨	鉄骨錆止塗装（庇鉄骨）	40.3	m^2	
	鉄骨錆止塗装（ｴﾚﾍﾞｰﾀｰｼｬﾌﾄ鉄骨）	183.0	m^2	
	鉄骨錆止塗装（PCﾌｧｽﾅｰ鉄骨）	124.0	m^2	
防水	アスファルト防水（屋根）	513.0	m^2	
	アスファルト防水（床）	56.5	m^2	
	合成高分子系ルーフィングシート防水	26.7	m^2	
	ウレタン塗膜防水（屋根）	28.6	m^2	
	建築用シーリング	2,743.1	m	
	アスファルト防水（内部床・壁）	82.8	m^2	
	ウレタン塗膜防水（内部床・壁）	114.1	m^2	
左官（仕上塗材）	つや有複層塗材ＲＥ（壁面）	2,120.1	m^2	
	外装薄塗材Ｅ（天井）	20.7	m^2	
塗装	ウレタン樹脂塗装	219.0	m^2	外部鉄骨階段見掛り部分
	２－ＦＵＥ塗り	39.2	m^2	外部鋼製建具面
	ＥＰ塗り	2,182.2	m^2	内部ボード面・コンクリート等
	鉄面ＳＯＰ塗り	1,061.7	m^2	内部鉄面
	ＵＣ塗り	6.3	m^2	内部木部
	ＣＬ塗り	44.3	m^2	
内外装	合成樹脂塗装	54.1	m^2	外部押えコンクリート面
	防音スクリーン裏吸音材貼付	69.6	m^2	
	床タイルカーペット	2,146.2	m^2	
	ビニル床タイル	100.7	m^2	
	ビニル系床シート	525.7	m^2	
	視覚障碍者床タイル	110.0	枚	
	移動棚下下地合板（床）	268.0	m^2	ラワン合板
	床移動棚下ポリスチレンフォーム敷	268.0	m^2	
	合成樹脂塗床	246.9	m^2	
	床・立上　防塵塗装	98.4	m^2	
	ＯＡフロア	1,841.6	m^2	
	ＯＡフロアボーダー	33.9	m^2	
	ビニル幅木	53.5	m^2	
	壁面化粧フィルム	549.3	m^2	壁面
	せっこうボード張り	2,942.8	m^2	壁面・天井
	耐火間仕切	652.5	m^2	
	発泡ウレタン吹付	55.9	m^3	壁等
	ロックウール吸音板	2,368.0	m^2	天井等

溶剤系塗装(ｱﾙｷﾄﾞ樹脂系)
⇒ハイソリッド塗装

溶剤系塗装(ｳﾚﾀﾝ樹脂系)
⇒EP-G、ﾎﾟﾘｳﾚﾀﾝEP塗り

溶剤系塗装(ｼﾘｺﾝ･ふっ素樹脂)
⇒EP-G塗り

弱溶剤系塗装⇒EP-G塗り

溶剤系塗装(ｳﾚﾀﾝ樹脂系)
⇒EP-G、ﾎﾟﾘｳﾚﾀﾝEP塗り

溶剤系塗装(ｸﾘｱﾗｯｶｰ)
⇒ﾎﾟﾘｳﾚﾀﾝEP塗り

図 2-11　工程別の工事数量（事務所ビルの新設事例）

福祉教育関連施設の新設事例で塗料を使用する工程のうち、塗装工事について、「フッ素樹脂塗装」、「ＣＬ塗り」、「ＵＣ塗り」、「ＯＳＣＬ塗り」、「塩化ビニル樹脂エナメル塗り」を溶剤系塗装から水性塗装、鉄鋼面等の「SOP 塗り」を弱溶剤系塗装から水性塗装へそれぞれ移行することを想定する。

福祉教育関連施設の工事数量（施工面積等）　　塗料を使用する工程

工程	種別	数量	単位	摘要
防水	屋根アスファルト防水	1,113.1	m^2	平面+立ち上がり
	シート防水	52.6	m^2	平面+立ち上がり
	床塗膜防水	154.0	m^2	
	無機質系塗膜防水	605.4	m^2	
	その他の塗膜防水	250.5	m^2	
	シーリング	2,642.5	m	
左官（仕上塗材）	フッ素樹脂着色クリアー塗り	130.0	m^2	外壁・仕上塗材
	アクリル共重合樹脂塗装	360.0	m^2	外壁・仕上塗材
塗装	フッ素樹脂塗装	36.8	m^2	外部階段メッキ面
	塩化ビニル樹脂エナメル塗り	176.0	m^2	外部・天井
	鉄鋼面・ＳＯＰ塗り	1,617.9	m^2	
	亜鉛メッキ面・ＳＯＰ塗り	965.0	m^2	
	ＳＯＰ塗り	739.7	m^2	錆止め面・木部等
	ＣＬ塗り	371.0	m^2	ベニヤ面
	ＵＣ塗り	136.7	m^2	一般木部
	ＯＳＣＬ塗り	1,091.4	m^2	一般平面
	ＥＰ－Ｉ塗り	1,067.2	m^2	ＲＣ面・ＰＢ面・ＥＣＰ面
	ＥＰ－Ⅱ塗り	514.2	m^2	ＰＢ面・人工木材面
	塩化ビニル樹脂エナメル塗り	309.3	m^2	ケイカル面
	木部・天然樹脂塗料塗り	98.0		木部
内外装	ウッドデッキ	141.9	m^2	屋外階段
	ケイ酸カルシウム板張り	176.0	m^2	天井
	塗り床Ｅ	232.6	m^2	
	コンクリート表面強化防塵塗装	2,739.9	m^2	
	ビニル床シート	527.4	m^2	
	タイルカーペット	346.6	枚	
	フローリング	1,863.8	m^2	
	乾式二重床	1,892.7	m^2	
	ＯＡフロア	236.7	m^2	
	石こうボード張り	1,508.7	m^2	壁面
	ロックウール吸音板張り	1,703.0	m^2	壁面
	化粧石こうボード張り	229.8	m^2	壁面
	ソフト巾木	405.6	m^2	壁面
	硬質石こうボード張り	6,412.5	m^2	壁面

図 2-12　工程別の工事数量（集合住宅の新設事例）

3) 工程別の塗料使用量・VOC 排出量・削減量の試算例

1)の排出量試算式・試算条件、2)の工事数量と低 VOC 塗料への意向の想定をもとに、工程別に試算した塗料使用量、VOC 排出量、低 VOC 塗装による排出削減量の一例として、集合住宅の塗装工事での試算例を示す。

塗装工事の工程別の塗料使用量・VOC 排出量・削減量の算出事例（集合住宅の新設事例）

工程種別	a.施工面積 (m2)	b.塗料の標準使用量 (kg/m2)		c.施工量 (回)	d.塗料使用量 (kg) =a×b×c		e.塗料中VOC含有率 (%)		f.シンナー希釈率 (%)		g.VOC排出量 (kg) =d×e+d×f		VOC排出削減量 (kg)	備考（前提条件等）
		現状の工法	低VOC塗装		現状の工法	低VOC塗装	現状の工法	低VOC塗装	現状の工法	低VOC塗装	現状の工法	低VOC塗装		
外部塗装														
鉄部 SOP塗														弱溶剤系塗装⇒ＥＰ－Ｇ塗への移行を仮定
錆止塗料下塗り（1回目）	109.6	0.10	0.11	1	10.96	12.06	25	5	5	5	3.29	1.21	-2.08	【現状の工法】 鉛・クロムフリーさび止めペイント（弱溶剤系）使用 （JIS K 5674 1種） 【低VOC塗装】 鉛・クロムフリーさび止めペイント（2種）使用 （JIS K 5674 2種）
錆止塗料下塗り（2回目）	109.6	0.10	0.11	1	10.96	12.06	25	5	5	5	3.29	1.21	-2.08	
中塗り	109.6	0.09	0.10	1	9.86	10.96	35	5	5	5	3.95	1.10	-2.85	【現状の工法】 合成樹脂調合ペイント1種又は2種中塗り用使用 （JIS K 5516） 【低VOC塗装】 つや有合成樹脂エマルションペイント使用 （JIS K 5660）
上塗り	109.6	0.08	0.10	1	8.77	10.96	35	5	5	5	3.51	1.10	-2.41	
内部塗装														
EP防かび塗料（ｺﾝｸﾘｰﾄ･ﾎﾞｰﾄﾞ･ｹｲｶﾙ面）														「ポリウレタンエマルションペイント塗り」と同じと仮定
下塗り	703.1	0.07	0.07	1	49.22	49.22	3	3	0	0	1.48	1.48	0.00	【現状の工法・低VOC塗装共通】 合成樹脂エマルションシーラー使用 （JIS K 5663）
中塗り	703.1	0.10	0.10	1	70.31	70.31	5	5	10	10	10.55	10.55	0.00	【現状の工法・低VOC塗装共通】 ポリウレタンエマルションペイント使用 （JASS 18 M-209適合品）
上塗り	703.1	0.10	0.10	1	70.31	70.31	5	5	10	10	10.55	10.55	0.00	
EP-G塗（木面）														
下塗り	242.1	0.10	0.10	1	24.21	24.21	3	3	0	0	0.73	0.73	0.00	【現状の工法・低VOC塗装共通】 合成樹脂エマルションシーラー使用 （JIS K 5663）
中塗り	242.1	0.10	0.10	1	24.21	24.21	5	5	10	10	3.63	3.63	0.00	【現状の工法・低VOC塗装共通】 つや有合成樹脂エマルションペイント使用 （JIS K 5660）
上塗り	242.1	0.10	0.10	1	24.21	24.21	5	5	10	10	3.63	3.63	0.00	
鉄部 SOP塗														弱溶剤系塗装⇒ＥＰ－Ｇ塗への移行を仮定
錆止塗料下塗り	356.6	0.10	0.11	1	35.66	39.22	25	5	5	5	10.70	3.92	-6.77	【現状の工法】 鉛・クロムフリーさび止めペイント（弱溶剤系）使用 （JIS K 5674 1種） 【低VOC塗装】 鉛・クロムフリーさび止めペイント（2種）使用 （JIS K 5674 2種）
中塗り	356.6	0.09	0.10	1	32.09	35.66	35	5	5	5	12.84	3.57	-9.27	【現状の工法】 合成樹脂調合ペイント1種又は2種中塗り用使用 （JIS K 5516） 【低VOC塗装】 つや有合成樹脂エマルションペイント使用 （JIS K 5660）
上塗り	356.6	0.08	0.10	1	28.52	35.66	35	5	5	5	11.41	3.57	-7.84	
EP-G塗（鉄鋼面）														
下塗り	87.5	0.10	0.10	1	8.75	8.75	5	5	5	5	0.88	0.88	0.00	【現状の工法・低VOC塗装共通】 つや有合成樹脂エマルションペイント使用 （JIS K 5660）
上塗り	87.5	0.10	0.10	1	8.75	8.75	5	5	5	5	0.88	0.88	0.00	【現状の工法・低VOC塗装共通】 つや有合成樹脂エマルションペイント使用 （JIS K 5660）
計											81.28	47.97	-33.32	

溶剤系塗料から低VOC塗料へ移行

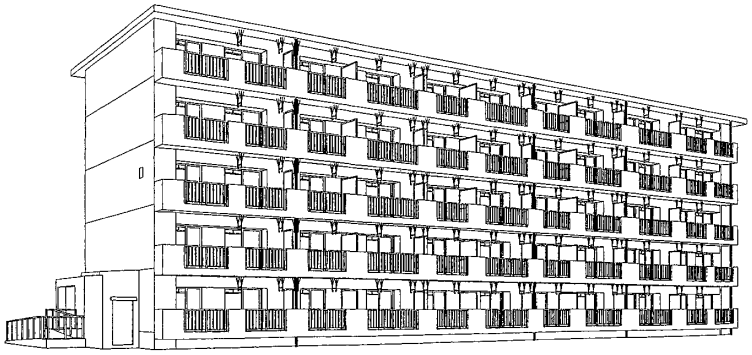
(2) 試算結果

1) 集合住宅

都営住宅の施工事例では、新築施工時の塗料使用による VOC 排出量は 1 棟当たり約 158kg(うちトルエン･キシレン等の芳香族成分の排出量は 1 棟当たり約 71kg)となる。

これを低ＶＯＣ塗装（外壁塗装等に使用する塗料を水系塗料に代替）で施工した場合、VOC 排出量は 1 棟当たり約 124kg となり、現状の工法に比べて 21%削減（芳香族成分は 52%削減）される結果となる。

	全VOC	うち芳香族成分				
		トルエン	キシレン	エチルベンゼン	石油系炭化水素	計
現状の工法による VOC排出量(kg/棟)	157.62	0.30	1.23	1.12	68.67	71.31
低VOC塗装による VOC排出量(kg/棟)	124.20	0.30	0.42	0.31	33.09	34.12
排出削減率	-21%	0%	-66%	-72%	-52%	-52%



建設物の規模と施工面積

【規模】
地上5階
延床面積1,920m²

【施工面積(塗装面積)】
防水工事: 725m²
木工事 : 168m²
左官工事:2,988m²
塗装工事:1,499m²
計: 5,480m²

2) 事務所ビル

事務所ビルの施工事例では、新築施工時の塗料使用による VOC 排出量は１棟当たり約 211kg（うちトルエン・キシレン等の芳香族成分の排出量は１棟当たり約 114kg）となる。

これを低ＶＯＣ塗装（鉄骨塗装に使用する塗料をハイソリッド塗料、外壁塗装等に使用する塗料を水系塗料に代替）で施工した場合、VOC 排出量は１棟当たり約 154kg となり、現状の工法に比べて 27%削減（芳香族成分は 47%削減）される結果となる。

	全VOC	うち芳香族成分				
		トルエン	キシレン	エチルベンゼン	石油系炭化水素	計
現状の工法による VOC排出量(kg/棟)	211.48	4.86	11.47	8.80	88.56	113.69
低VOC塗装による VOC排出量(kg/棟)	154.24	0.64	1.98	1.74	56.22	60.58
排出削減率	-27%	-87%	-83%	-80%	-37%	-47%

建設物の規模と施工面積

【規模】
地上7階地下1階
延床面積3,570m²

【施工面積（塗装面積）】
鉄骨工事　：　347m²
防水工事　：　822m²
左官工事　：2,141m²
塗装工事　：3,553m²
内外装工事：　399m²
計：7,262m²

3) 福祉関連施設

福祉教育関連施設（UR 都市機構）の施工事例では、新築施工時の塗料使用による VOC 排出量は 1 棟当たり約 892kg（うちトルエン・キシレン等の芳香族成分の排出量は 1 棟当たり約 502kg）となる。

これを低ＶＯＣ塗装（外壁塗装等に使用する塗料を水系塗料に代替）で施工した場合、VOC 排出量は 1 棟当たり約 550kg となり、現状の工法に比べて 38%削減（芳香族成分は 51%削減）される結果となる。

	全VOC	うち芳香族成分				
		トルエン	キシレン	エチルベンゼン	石油系炭化水素	計
現状の工法による VOC排出量(kg/棟)	891.55	46.53	22.13	18.70	414.77	502.13
低VOC塗装による VOC排出量(kg/棟)	549.51	1.91	6.12	5.45	230.77	244.26
排出削減率	-38%	-96%	-72%	-71%	-44%	-51%

建設物の規模と施工面積

【規模】
地上4階、地下1階
延床面積3,749m²

【施工面積（塗装面積）】
防水工事　：　2,176m²
左官工事　：　490m²
塗装工事　：　7,123m²
内外装工事：　3,284m²
計：13,073m²

2.5 都内建築・土木工事の塗料からの VOC 排出量の算出

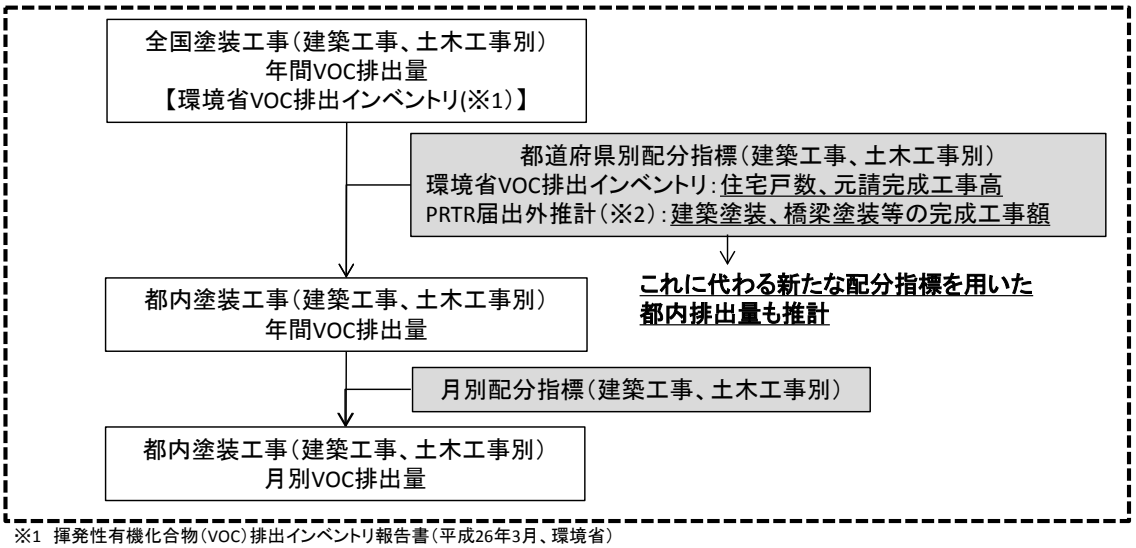
(1) 推計の概要

ここでは、環境省 VOC 排出インベントリの VOC 排出量データをもとに、平成 24 年度の都内塗装工事（建築工事、土木工事の塗料使用）による VOC 排出量を推計する。

都内 VOC 排出量は、上記インベントリの都道府県配分方法、 PRTR 届出外推計（非対象業種）の都道府県配分方法の他、より排出実態に近いと考えられる新たな配分指標を提案し、この配分方法による都内排出量を推計する。

更にこの年間排出量を月別に配分し、都内塗装工事による月別 VOC 排出量を推計する。

都内塗装工事VOC排出量の推計フロー



※1 揮発性有機化合物（VOC）排出インベントリ報告書（平成26年3月、環境省）
※2 平成24年度PRTR届出外排出量の推計方法の詳細「塗料に係る排出量」（平成26年3月、経済産業省・環境省）

(2) 都道府県配分指標改善の検討

1) 建築工事

【既存の配分指標の問題点】

環境省 VOC 排出インベントリの配分指標（住宅戸数）には、住宅以外の建築物(商業施設等）が含まれない。

また、PRTR 届出外推計の配分指標(完成工事額）は施工事業者本社の都道府県別値であり、施工された都道府県別値とは必ずしも一致しない

【改善策】

住宅以外も含めた全建築物の建築工事が実施された都道府県別配分指標を採用する。

建築工事の塗料からの排出量の都道府県配分指標

		都道府県別 配分指標	対象建築物	対象工事	都道府県	月別値 有無
既存の配分方法	環境省 VOC排出インベントリ	着工新設住宅戸数 （建築着工統計調査）	住宅のみ	建築工事全般	着工届出都道府県	-
	PRTR届出外推計	「建築塗装」+「防水」の 完成工事額 （日本塗装工業会）	全建築物	建築工事全般	施工事業者 本社の都道府県	-
新たな配分方法	今回推計（案1）	着工建築物床面積 （建築着工統計調査）	全建築物	建築工事全般	着工届出都道府県	○
	今回推計（案2）	建築工事（塗装工事業）の 元請完成工事高 （建設工事施工統計調査）	全建築物	建築工事のうち 塗装工事	施工都道府県	×

2) 土木工事

【既存の配分指標の問題点】

環境省 VOC 排出インベントリの配分指標（元請完成工事高）には、土木工事以外の工事高が含まれる。

また、PRTR 届出外推計の配分指標(完成工事額）は施工事業者本社の都道府県別値であり、施工された都道府県別値とは必ずしも一致しない。

【改善策】

土木工事の施工都道府県別配分指標を採用する。

土木工事の塗料からの排出量の都道府県配分指標

		都道府県別 配分指標	対象構造物	対象工事	都道府県	月別値 有無
既存の配分方法	環境省 VOC排出インベントリ	元請完成工事高 （建設工事施工統計調査）	土木構造物、 建築物（住宅）等	土木工事、 建築工事等	施工都道府県	-
	PRTR届出外推計	「橋梁塗装」+「タンク・プラント設備」の完成工事額 （日本塗装工業会）	橋梁、タンク・プラント設備	橋梁塗装工事、 タンク・プラント設備工事	施工事業者 本社の 都道府県	-
新たな配分方法	今回推計（案1）	出来高ベースの土木工事費 （建設総合統計）	土木構造物全般	土木工事全般	施工都道府県	○
	今回推計（案2）	土木工事（塗装工事業）の 元請完成工事高 （建設工事施工統計調査）	土木構造物全般	土木工事のうち 塗装工事	施工都道府県	×

(3) 都道府県配分指標

都道府県配分指標として、建築工事・土木工事ともに、下表に示す２案のうち、塗装工事業の元請完成工事高（案２）を採用することが塗装からの VOC 排出の実態に近いと考えられる。但し、平成 22 年度以前は、この配分指標の統計データが得られないこと、月別データがないことから、平成 17～24 年度の排出量配分には、各年度の統計データが得られる下表の案１の配分指標を採用する。

①建築工事

		都道府県配分指標	a.全国値	b.東京都値	c.配分割合 (=b/a)
既存の配分方法	環境省 VOC排出インベントリ	着工新設住宅戸数 ※1	893,002 戸	141,316 戸	15.8%
	PRTR届出外推計	「建築塗装」+「防水」の完成工事額 ※2	461,140 百万円	119,237 百万円	25.9%
新たな配分方法	今回推計（案1）	着工建築物床面積 ※3 （新築以外に増築・改築工事も含む）	135,454,057 m2	15,642,018 m2	11.5%
	今回推計（案2）	建築工事（塗装工事業）の元請完成工事高 ※4	237,176 百万円	38,824 百万円	16.4%

②土木工事

		都道府県別配分指標	a.全国値	b.東京都値	c.配分割合 (=b/a)
既存の配分方法	環境省 VOC排出インベントリ	元請完成工事高 ※5	46,524,166 百万円	6,937,020 百万円	14.9%
	PRTR届出外推計	「橋梁塗装」+「タンク・プラント設備」の 完成工事額 ※6	68,693 百万円	8,600 百万円	12.5%
新たな配分方法	今回推計（案1）	土木工事の工事費 （出来高ベース）※7	19,721,657 百万円	1,751,088 百万円	8.9%
	今回推計（案2）	土木工事（塗装工事業）の元請完成工事高 ※4	54,101 百万円	5,153 百万円	9.5%

※1 国土交通省「建築着工統計調査報告」 平成24年度着工新設住宅戸数（利害関係別・都道府県別表）
※2 日本塗装工業会（平成24年度）「建築塗装」及び「防水」合計の完成工事額
※3 国土交通省「建築着工統計調査」（平成24年度） 第7表－1 着工建築物：都道府県別、用途別（大分類）床面積
※4 国土交通省「建設工事施工統計調査」（平成24年度）第10表 業種別、施工都道府県別－元請完成工事高
※5 国土交通省「建設工事施工統計調査報告」（平成23年度実績）第13表 発注者別、施工都道府県別－元請完成工事高
※6 日本塗装工業会（平成24年度）「橋梁塗装」及び「タンク・プラント」合計の完成工事額
※7 国土交通省「建設総合統計」（平成24年度） 公共・民間別、施工都道府県別工事費 （出来高ベース）

(4) 都内における塗装工事 VOC 排出量（年間値）の推計結果

1) 各配分指標を用いた場合の平成 24 年度の都内排出量の推計結果

a. 総排出量

平成 24 年度について、各配分指標を用いた場合の都内の VOC の総排出量の推計結果を下表に示す。

①建築工事

	都道府県別 配分指標	a.配分割合	VOC排出量（t/年）	
			b.全国※	c.東京都(=b×a)
環境省VOC排出インベントリの配分方法	着工新設住宅戸数	15.8%	66,790	10,569
PRTR届出外推計の配分方法	「建築塗装」+「防水」の完成工事額	25.9%		17,283
今回推計（案1）の配分方法	着工建築物床面積	11.5%		7,713
今回推計（案2）の配分方法	建築工事（塗装工事業）の元請完成工事高	16.4%		10,933

②土木工事

	都道府県別 配分指標	a.配分割合	VOC排出量（t/年）	
			b.全国※	c.東京都(=b×a)
環境省VOC排出インベントリの配分方法	元請完成工事高	14.9%	23,693	3,533
PRTR届出外推計の配分方法	「橋梁塗装」+「タンク・プラント設備」の完成工事額	12.5%		2,966
今回推計（案1）の配分方法	土木工事費 （出来高ベース）	8.9%		2,104
今回推計（案2）の配分方法	土木工事（塗装工事業）の元請完成工事高	9.5%		2,257

※全国のVOC排出量は環境省VOC排出インベントリの平成24年度値

b. 配分指標当たりの単位排出量

平成 24 年度について、前頁で算出した都内の総排出量から、各配分指標当たりの単位排出量で示した結果を下表に示す。

①建築工事

	都道府県別 配分指標	a.配分指標値 （都内）	VOC排出量	
			b.都内 総排出量	c.都内 配分指標あたり 排出量(=b/a)
環境省VOC排出インベントリの配分方法	着工新設住宅戸数	141,316 戸	10,569 t/年	74.8 kg/戸・年
PRTR届出外推計の配分方法	「建築塗装」＋「防水」の完成工事額	119,237 百万円	17,283 t/年	144.8 kg/百万円・年
今回推計（案1）の配分方法	着工建築物床面積	15,642,018 m2	7,713 t/年	0.5 kg/m2・年
今回推計（案2）の配分方法	建築工事（塗装工事業）の元請完成工事高	38,824 百万円	10,933 t/年	281.6 kg/百万円・年

②土木工事

	都道府県別 配分指標	a.配分指標値 （都内）	VOC排出量	
			b.都内 総排出量	c.都内 配分指標あたり 排出量(=b/a)
環境省VOC排出インベントリの配分方法	元請完成工事高	6,937,020 百万円	3,533 t/年	0.5 kg/百万円・年
PRTR届出外推計の配分方法	「橋梁塗装」＋「タンク・プラント設備」の完成工事額	8,600 百万円	2,966 t/年	344.9 kg/百万円・年
今回推計（案1）の配分方法	土木工事費 （出来高ベース）	1,751,088 百万円	2,104 t/年	1.2 kg/百万円・年
今回推計（案2）の配分方法	土木工事（塗装工事業）の元請完成工事高	5,153 百万円	2,257 t/年	437.9 kg/百万円・年

2) 平成 17～24 年度の全国排出量および配分指標の経年値

1）の案 1 の配分指標を用いて、平成 17～24 年度における都内の経年排出量を推計するための、全国 VOC 排出量、配分指標の経年値を以下に示す。

全国の VOC 排出量は平成 17 年度以降、建築・土木ともに減少傾向である。配分指標について、全国に占める東京都分の割合は、建築工事では 9～12%、土木工事では 8～14%で上下変動している。

表 2-47　全国 VOC 排出量の経年値

	全国VOC排出量(t/yr)							
	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24
建築工事	82,730	78,050	75,510	68,623	62,585	62,786	63,609	66,790
土木工事	29,858	28,580	28,193	27,733	24,556	22,424	22,563	23,693

出典：環境省 VOC 排出インベントリ

表 2-48　配分指標の経年値（建築工事）

	建築物着工面積(m^2)							
	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24
全国	185,680,730	187,614,047	157,221,530	151,393,221	113,196,104	122,283,007	127,292,010	135,454,057
東京都	18,899,748	17,960,624	14,877,786	16,790,326	13,583,339	14,241,236	14,251,015	15,642,018
配分割合	10.2%	9.6%	9.5%	11.1%	12.0%	11.6%	11.2%	11.5%

出典：建築物着工統計

表 2-49　配分指標の経年値（土木工事）

	土木工事の工事費・出来高ベース（百万円）							
	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24
全国	23,130,842	21,475,804	21,640,294	21,099,248	21,484,733	19,689,518	18,021,682	19,721,657
東京都	2,198,990	2,126,297	2,107,858	2,161,564	1,886,242	2,691,769	1,764,510	1,751,088
配分割合	9.5%	9.9%	9.7%	10.2%	8.8%	13.7%	9.8%	8.9%

出典：建設総合統計

3) 平成 17～24 年度の経年排出量の推計結果

2)の全国排出量及び配分指標を用いて推計した都内の経年排出量を以下に示す。

総排出量は、建築工事・土木工事ともに、平成 17 年度と比較して平成 24 年度で減少しているが、この 7 年間の経年排出量は、配分指標の上下変動により、単調に減少する全国排出量と違って、年度により上下変動がある結果となっている。

配分指標当たりの単位排出量は、建築工事では、平成 20 年度から平成 21 年度にかけて建築物着工面積当たりの単位排出量が増加しているが、平成 20 年度以前は年度により上下変動があり、平成 21 年度以降は単調に減少する結果となっている。土木工事では、平成 17 年度から平成 24 年度にかけて、年度によって上下変動がある結果となっている。

表 2-50　都内の VOC 排出量推計結果（総排出量）

	東京都内のVOC排出量(t/yr)							
	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24
建築工事	8,421	7,472	7,145	7,611	7,510	7,312	7,121	7,713
土木工事	2,839	2,830	2,746	2,841	2,156	3,066	2,209	2,104

表 2-51　都内の VOC 排出量推計結果（配分指標当たり単位排出量）

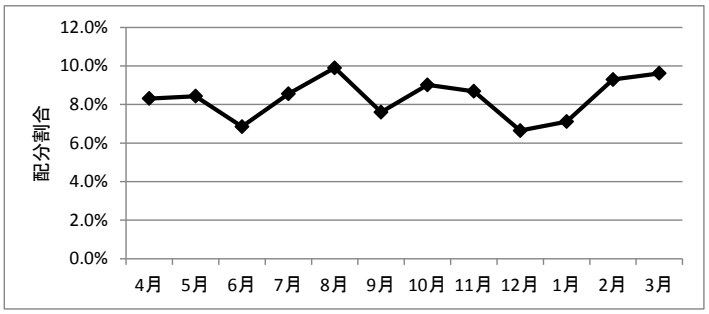
	東京都内の配分指標当たり単位排出量							
	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24
建築工事 (kg/m^2)	0.45	0.42	0.48	0.45	0.55	0.51	0.50	0.49
土木工事 (kg/百万円)	1.29	1.33	1.30	1.31	1.14	1.14	1.25	1.20

(5) 月配分指標

月配分指標は、平成 17 年度から 24 年度まで各年度について東京都分の月別統計データが得られる指標（建築工事は月別着工建築物床面積、土木工事は出来高ベースの月別土木工事費）を採用する。以下に示す月別データは平成 24 年度の例である。

①建築工事　:月別着工建築物床面積（東京都値）

月別配分割合（平成24年度）

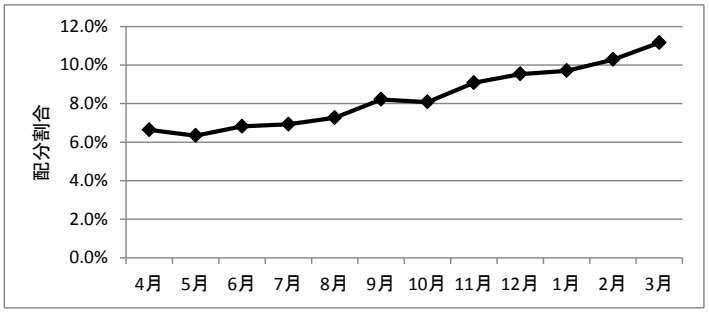


※建築着工統計調査より

注1）床面積10m2以下の建築物は統計調査の対象外
注2）月別着工建築物床面積は、工事の着手予定期日の属する月毎月分のデータ
注3）新築以外に、増築・改築工事による着工床面積も含む

②土木工事　:出来高ベースの月別土木工事費（東京都値）

月別配分割合（平成24年度）



※建設総合統計より

＜全国年間排出量の東京都・月別配分方法＞

①建築工事

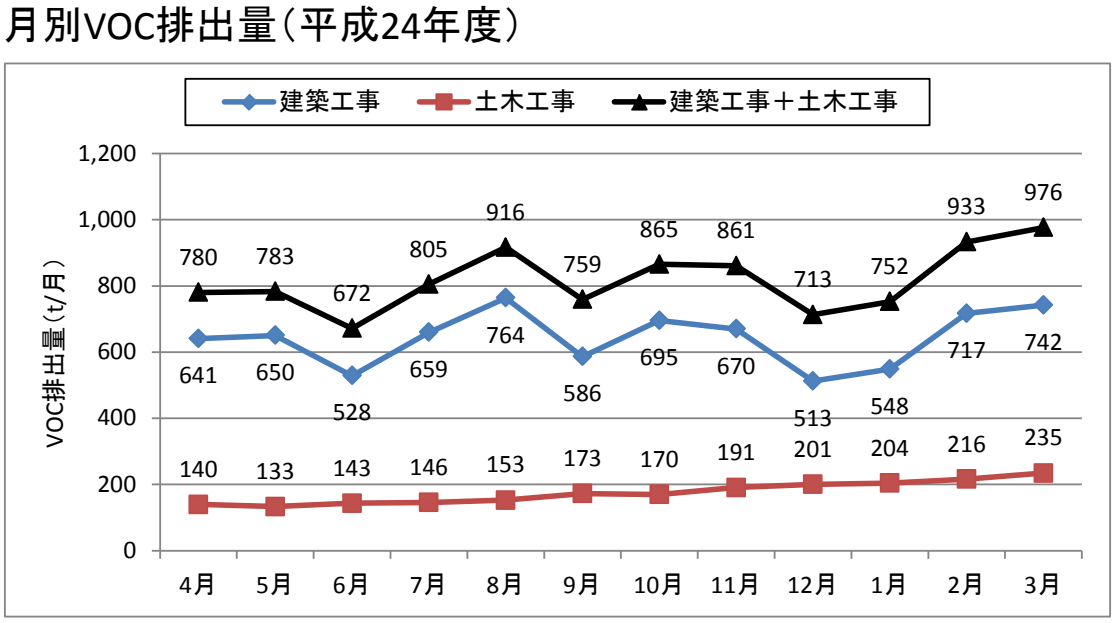
全国年間値⇒東京都年間値：都道府県別の着工建築物床面積【案1】で配分
年間値⇒月別値　　：月別の着工建築物床面積（東京都値）で配分

②土木工事

全国年間値⇒東京都年間値：都道府県別の出来高ベースの土木工事費【案1】で配分
年間値⇒月別値　　：月別の出来高ベースの土木工事費（東京都値）で配分

(6) 都内における塗装工事 VOC 排出量（年間値）の推計結果

平成 24 年度について、各配分指標を用いた場合の都内の排出量推計結果を下図に示す。



3. 具体的な対策手法のまとめ

3.1 低ＶＯＣ塗料の規格化、低ＶＯＣ塗料製品表示と選択機会の拡大

3.1.1 低 VOC 塗料の規格、製品表示の現状

(1) 建築・土木共通

低 VOC 塗料の製品表示については､VOC 含有量 30 重量%以下の溶剤形塗料を対象とした「低 VOC 塗料自主表示ガイドライン」が策定され、低 VOC 塗料の普及に向けた制度検討に参考となる製品表示の制度が存在する。

塗料中の VOC の測定・推定方法に関する規格としては､「加熱残分」（JIS K 5601-1-2)､「塗料中の揮発性有機化合物（VOC）の測定（JIS K5601-5-1 及び 5-2)」があり、これは 2)の「低 VOC 塗料自主表示ガイドライン」で製品表示の判断基準となる VOC 量の確認方法の１つとして採用されている。

低 VOC 塗料の規格については、水性塗料では､「つや有合成樹脂エマルションペイント」（JIS K 5660）や「合成樹脂エマルションペイント及びシーラー」（JIS K 5663)､「鉛・クロムフリーさび止めペイント（2 種)」（JIS K5674）等、主に建築塗装に使用される塗料の規格が存在する｡低溶剤形塗料､弱溶剤系塗料に関しては、JIS には建築用、構造物用も含めて「弱溶剤」の明確な規格はない。

低 VOC 塗料のうち、水性塗料については、２章で整理したように、水性重防食塗料が商品化され、低 VOC 塗料の規格や自主表示の制度も存在しているが、建築・土木ともに、普及が進んでいるとは言い難い状況である。WG にて集約された意見では､「公な規格が存在しない」､「VOC に関しての制約や規定等がない」といった規格や規定の問題に関する意見が見られる。また、WG にて集約された意見では、「既存製品の中から選ぶ形でないと広く普及させるには難しい」､「並列して製品表示すれば、発注担当者は水性塗料を使わない」など発注者側への製品表示に関する意見もある。水性塗料については、規格や規定をどのように定め、発注者側にどのような形で製品表示を行い、選択機会を拡大するかが普及への課題である。

＜WG での意見（水性塗料の規格・製品表示等に関する意見)）＞

- 水性塗料が発注者側から発注・採用されないのは、公な規格が存在しないから。
- VOC に関しての制約や規定等がない。
- 建築の場合、初期（新設塗装）は早く安く施工するため溶剤形を使い、塗りかえは全て水性形を使うのが一般的。
- 最も VOC 量が低い塗料の使用を要求するような縛る仕組みは実現不可能。

・低 VOC 塗装の普及につなげるための制度として、日本塗料工業会が関与する制度では、低 VOC 塗料の製品表示ガイドライン、ＪＩＳの加熱残分は関係あるが、普及につなげるための制度に室内塗料をどの程度考慮するかが問題。日本塗装工業会としては、これらの既存制度をうまく活用し、水系塗料等で塗装する技術を担保することができる仕組みができればいい。
・顧客が低 VOC 塗料を既存製品の中から選べる仕組みでないと、低 VOC 塗料を広く普及させるには難しい。
・設計の立場としては、低ＶＯＣ塗料がいろいろあるが、比較しやすいようにしてほしい。
・水性塗料と低溶剤形塗料を並列して製品表示すれば、発注担当者は水性塗料を使わない。使用を勧めるのであれば選択肢は１つしかないという考え方もある。

(2) 建築

建築用塗料の製品表示については、室内用の塗料を対象とした「非キシレン・トルエン塗料自主表示ガイドライン」の改訂版の「室内環境対策の自主表示ガイドライン」が策定され、低 VOC 塗料の普及に向けた制度検討に参考となる製品表示の制度が存在する。

低 VOC 塗料の規格については、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS18 塗装工事(2013)」（一般社団法人日本建築学会発行）では「弱溶剤系塗料」の定義がある。

(3) 土木

低 VOC 塗料の規格については、参考として、「鋼道路橋防食便覧(2014)」（公益社団法人日本道路協会発行）では、「低溶剤系塗料」及び「弱溶剤系塗料」の定義がある。

また、JIS ではない塗料規格として、JR の ECO 塗装系に使用する水性塗料については、「鋼構造物塗装設計施工指針(2013)」（公益財団法人鉄道総合技術研究所発行）に独自で規格を設けている。また、低溶剤形塗料については、「鋼構造物塗装の VOC（揮発性有機化合物）削減に関する共同研究報告(2010)」（独立行政法人土木研究所発行）にて、低溶剤形エポキシ樹脂塗料規格(案)が示されており、弱溶剤系塗料については、「鋼道路橋防食便覧」で通常の溶剤系塗料と同様の性能での塗料規格が明記されているなど、現状でも参考となる規格は存在している。

3.1.2 新たな評価指標による低 VOC 塗料の規格化、製品表示への展開と課題

前節で整理した低 VOC 塗料の規格及び製品表示の現状、水性塗料普及への課題をもとに、低 VOC 塗料製品の選択機会の拡大のため、VOC 含有量と Ox 生成寄与を勘案した新たな評価指標による規格化・製品表示の必要性、及びその実現に際しての課題を整理した。

(1) 新たな評価指標による規格化・製品表示の必要性

1) 建築・土木共通

新たな評価指標については、低 VOC 塗装による VOC 削減効果を、塗料を選択する側（発注者・設計者）へわかりやすく示した指標が必要である。また、塗料種類によって性能上必要な溶剤量が異なるため、VOC 含有量が一定程度以下の塗料に限定することなく、より幅広く評価できる指標の検討も必要である。

低 VOC 塗料製品の選択機会を拡大するためには、既存の規格や表示の制度を活用し、VOC 含有量と Ox 生成寄与を勘案した新たな評価指標による規格化や製品表示の制度を検討することが必要である。

製品表示の制度としては、VOC 含有量 30 重量%以下の溶剤形塗料を対象とした「低 VOC 塗料自主表示ガイドライン」が策定されている。塗料中の VOC 量を算出する方法としては、塗料中の総 VOC 量を不揮発量から逆算する加熱残分等の JIS 規格が存在する。

上記ガイドラインは総 VOC 量を表示の判断基準とし、これらの成分と総 VOC 量の把握には、上記の表示制度の活用が可能である。その他の VOC 成分の把握には、SDS の成分表示の情報の活用が可能である。

新たな評価指標による規格化･製品表示により低 VOC 塗料の選択機会を拡大し、現場への低 VOC 塗料の普及につなげるためには、総合評価方式での加点など、塗装業者へのインセンティブも重要である。

＜WG での意見（総合評価での加点等、インセンティブが重要、といった意見等）＞

- ・総合評価方式の入札の中で、塗装事業者が低 VOC 塗装の提案をすればポイントが上がり、受注できるようなインセンティブがあるとよい。
- ・東京都が削減したい VOC 量を提案し、それに該当する低 VOC 塗料がいくつあるかを示すことも考えられる。
- ・芳香族成分のうち、SDS に記載義務のない成分まで丁寧に載せているメーカーもいれば、記載義務のあるものしか載せないメーカーもいるので、芳香族成分の記

載についてインセンティブを与える仕組みを構築できるとよい。
・低 VOC 塗装の普及につなげるための制度として、日本塗料工業会が関与する既存制度では、低 VOC 塗料の製品表示ガイドライン、JIS の加熱残分が関係あるが、普及につなげるための制度に室内塗料をどの程度考慮するかが問題。日本塗装工業会としては、これらの既存制度をうまく活用し、水系塗料等で塗装する技術を担保することができる仕組みができればいい。
・例えば、橋梁工事の施工中に低 VOC 塗料で施工していることを表示するものとして何かないか。又はそれが低 VOC 塗料の普及促進につながったりしないか。橋梁工事の場合は、塗装系の履歴を表示するが、これに低 VOC の☆を 1 個、2 個と表示するような制度も面白い。
・東京五輪の開催年である 2020 年に向けた対策として、例えばアルミのパネルやカーテンウォールは粉体塗料を使うことを指定した仕様も既にある。
・民間事業者では、建築物の評価で環境への配慮はかなり点数になるので、建築環境総合性能評価システム（CASBEE）で S ランク、S ランクでもさらに点数の高いランクを狙うことが設計条件となり、発注の条件になる場合もある。

また、特に普及が進まない水性塗料については、WG で集約された意見の中で、水性塗料の性質に応じた発注側の対応が必要であること、低 VOC 塗装への補助金制度が有効であることが挙げられている。従って、水性塗料についても、発注・設計側が選択機会を拡大できるように、上記の評価の仕組みを構築し、普及につなげていくことが必要である。

＜WG での意見（水性塗料の普及への課題に関する意見）＞

・発注側、施工側、塗料メーカー側が水性塗料の性質に応じた対応（設計、施工計画など）すべきである。
・環境への配慮に対する意識は高まってきているが、環境に配慮することでコストや手間がかかるようになり、それが水性塗料の普及を妨げている。
・「低 VOC 塗料を使った塗装をすれば補助金がもらえる」といった補助金制度も有効ではないか。

2) 建築

建築塗装では、1)のガイドラインの他、室内用塗料を対象とする「室内環境対策の自主表示ガイドライン」が策定されている。このガイドラインは労働安全衛生法の規制対象となるトルエン、キシレン、エチルベンゼンを判断基準としている。この表示制度も、これらの成分と総 VOC 量の把握に活用可能である。

建築塗装では、水性塗料及び弱溶剤系塗料による施工が一般的であるが、「CASBEE」等の既存の建設物評価方法に低 VOC 塗装の効果を活用出来る仕組みを示すことでのインセンティブ、また発注・設計側による低 VOC 塗装指定（環境物品調達等）に活用可能な指標が必要である。

3) 土木

土木構造物（橋梁・鋼構造物）塗装では、低 VOC 塗装の施工実績が少なく、低 VOC 塗装に関する発注側の認識や設計側･施工側が得られる情報も不足していることから、塗装時の VOC 排出に関する現状把握に活用可能な指標が必要である。

また、特に普及が進まない水性塗料については、塗装の全工程を水性仕様にするのではなく、上塗りを水性塗料で塗装する仕様の方が普及しやすいことが WG での意見として挙げられている。このように上塗りを溶剤形塗料から水性塗料に代替した場合､塗装系でどの程度 VOC を削減できるかを評価できる仕組みも必要である。

＜WG での意見（水性塗料の普及への課題に関する意見）＞

・塗装の全工程を水性仕様にするのではなく、溶剤形有機ジンクリッチペイントが塗装仕様にあった方が土木では普及しやすいのではないか。例えば、下塗りを低溶剤のエポキシ樹脂塗料、上塗りを水性のフッ素樹脂塗料で塗装するいう仕様が今のところ現実的ではないか。

(2) 実現に際しての課題

1) 建築・土木共通

VOC 含有量と Ox 生成寄与を勘案した新たな評価指標による規格化や製品表示の仕組みの実現には、業界団体による「VOC 含有量の表示」等、現状で実現可能な取組を当面展開し、今後、ランク評価も含めた制度化につなげていくことが必要である。溶剤成分での評価は、当面は SDS 記載義務のある物質に限って実施する案も考えられるが将来的には SDS に記載されていない成分情報の把握が課題である。

＜WG での意見（実現に際しての課題に関する意見）＞

・評価指標について、例えばオキシダントの発生量で評価するか、ＭＩＲで評価するのか、加熱残分で評価するのか、明確にする必要がある。
・「弱溶剤」という呼称は、溶剤量を抑制するために芳香族成分が含まれているという意味ではなく、成分がミネラルスピリットなど灯油に近く、溶解性があまりない、身体に影響しない等、といった意味で、塗料メーカーが使用している。このように、「弱溶剤」の元々の定義が芳香族成分を含むこととは違うので、元々の使い方を考慮して、元々の定義と分けてランク付けした方が良い。
・「弱溶剤」のランク付けについては、オキシダント生成寄与が高い成分等を減らすための塗料、といった新しい考え方（違う見方では「弱溶剤」に該当する）を示し、それに対比するランク付けとして「強溶剤」がある方がよい。
・評価の中では、工程においては VOC 総量だけ規制すればよいという意見が意外と多い（総量規制が一番手っ取り早い）。
・塗料メーカー側が塗装系や建物全体で使用される溶剤量を用いて VOC の総量（平米当たりの総量）を計算することは可能。
・工期を考えると、溶剤形を使うしかないことは結構ある。これを考慮せず、更に VOC 量を削減する必要があるといわれると難しい。
・建設物の評価手法については、初期での評価と経年にかかわる評価を東京都環境局と協力して取り組んでいきたい。

2) 建築

わかりやすい塗料のランク評価の実現には、Ox 生成寄与を勘案した溶剤成分での評価と、溶剤量での評価をどのように組合せるかが課題である。

(3) 評価方法

わかりやすい塗料のランク表示や Ox 生成寄与を勘案した新たな評価指標を実現するための、塗料の自主表示に関する評価方法として、以下のような試案が考えられる。

＜塗料の自主表示に関する評価方法（試案）＞

１　溶剤成分の評価（希釈シンナーにも適用）【建築・土木共通】
１Ａ　溶剤成分（ＳＤＳで把握）
１Ｂ　溶剤分類
・削減対象とする VOC の含有率が低いもの（以下「Ox 対応型」。当面はい

わゆる「弱溶剤」が該当すると見做す）

・削減対象とするVOCの含有率に応じてランク分け（以下「Ox対応型☆」。含有率の具体的な制限は、溶剤のMIRの上限値を設定するか、「非キシレン・トリメチルベンゼン」のような具体的な成分の含有率の上限を設定することを検討。）

・水性

２　溶剤量（希釈シンナー標準使用量後）の評価【建築・土木共通】

２Ａ　VOC量の把握（JIS加熱残分測定法、水性塗料のVOC量測定法を活用）

２Ｂ　溶剤系のうち、VOC量が少ないものを、量に応じてランク付け（以下「低溶剤」、「低溶剤☆」）

３　塗料ランク（１Ｂおよび２Ｂにより設定）【建築のみ】

溶剤分類と溶剤量ランクを加味

※１　「水性」（溶剤系とは別の扱い）

※２　１Ｂの「Ｏｘ対応型」、「Ｏｘ対応型☆」、２Ｂの「低溶剤」、「低溶剤☆」との組合せは、以下のようにＶＯＣ量に応じてランク表示

低ＶＯＣ：１Ｂの「Ｏｘ対応型」と２Ｂの「低溶剤」の組合せ

低ＶＯＣ☆：１Ｂの「Ｏｘ対応型☆」と２Ｂの「低溶剤」の組合せ

１Ｂの「Ｏｘ対応型」と２Ｂの「低溶剤☆」の組合せ

低ＶＯＣ☆☆：１Ｂの「Ｏｘ対応型☆」と２Ｂの「低溶剤☆」の組合せ

４　塗装系のＶＯＣ算出（１Ａおよび２Ａにより算出）【建築・土木共通】

４Ａ　下塗りから上塗りまでの合算としてのＶＯＣ量／塗装面積

４Ｂ　ライフサイクル評価⇒４Ａ／設計耐用年数

４Ｃ　成分評価⇒４Ｂ×成分別ＭＩＲ

４Ａ～４Ｃを、低ＶＯＣ塗装系と比較塗装系（溶剤塗装系）について算出し、比較塗装系からの４Ａ～４Ｃの削減率を算出。

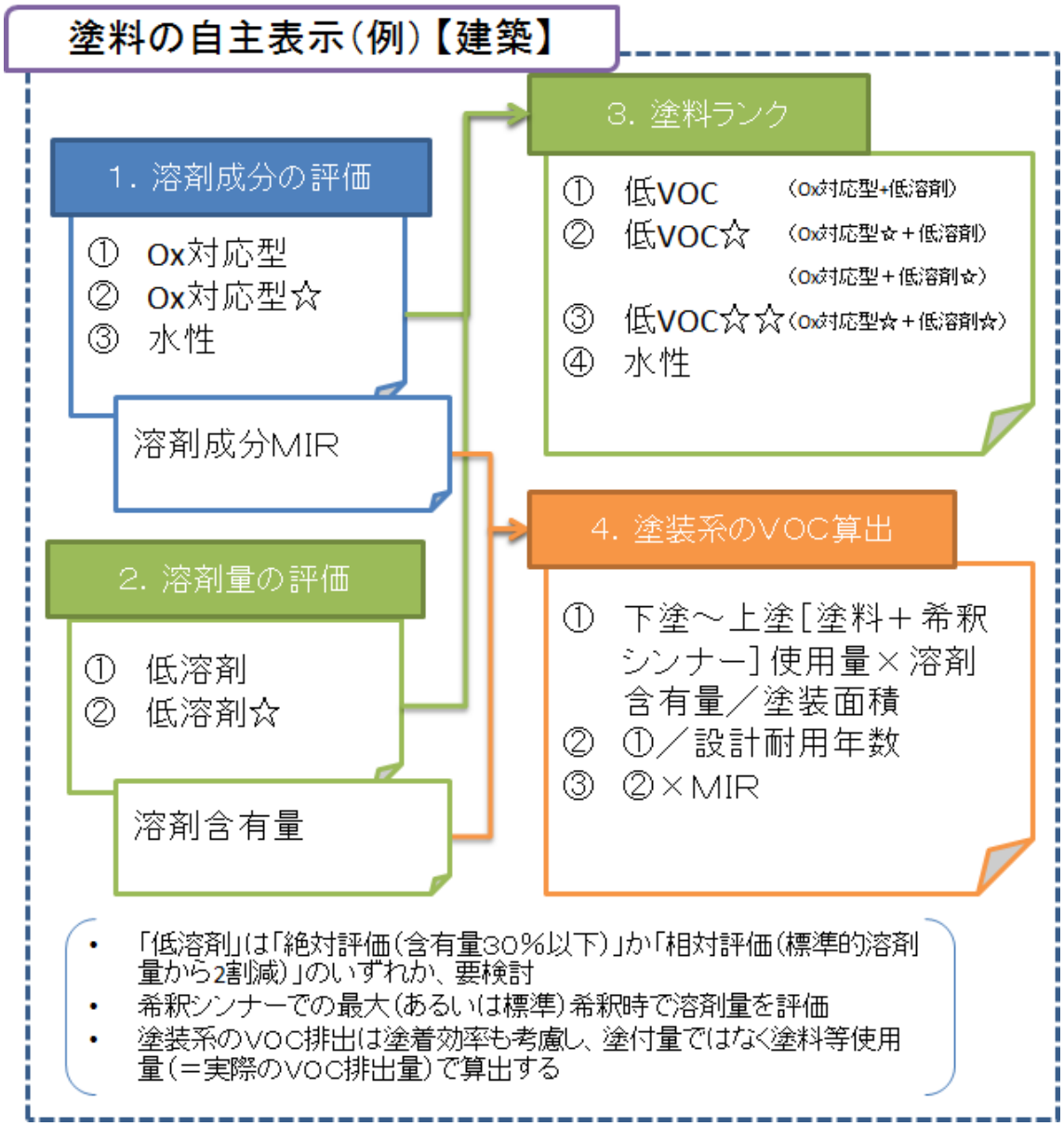


図 3-1　塗料の自主表示の相関図（建築）

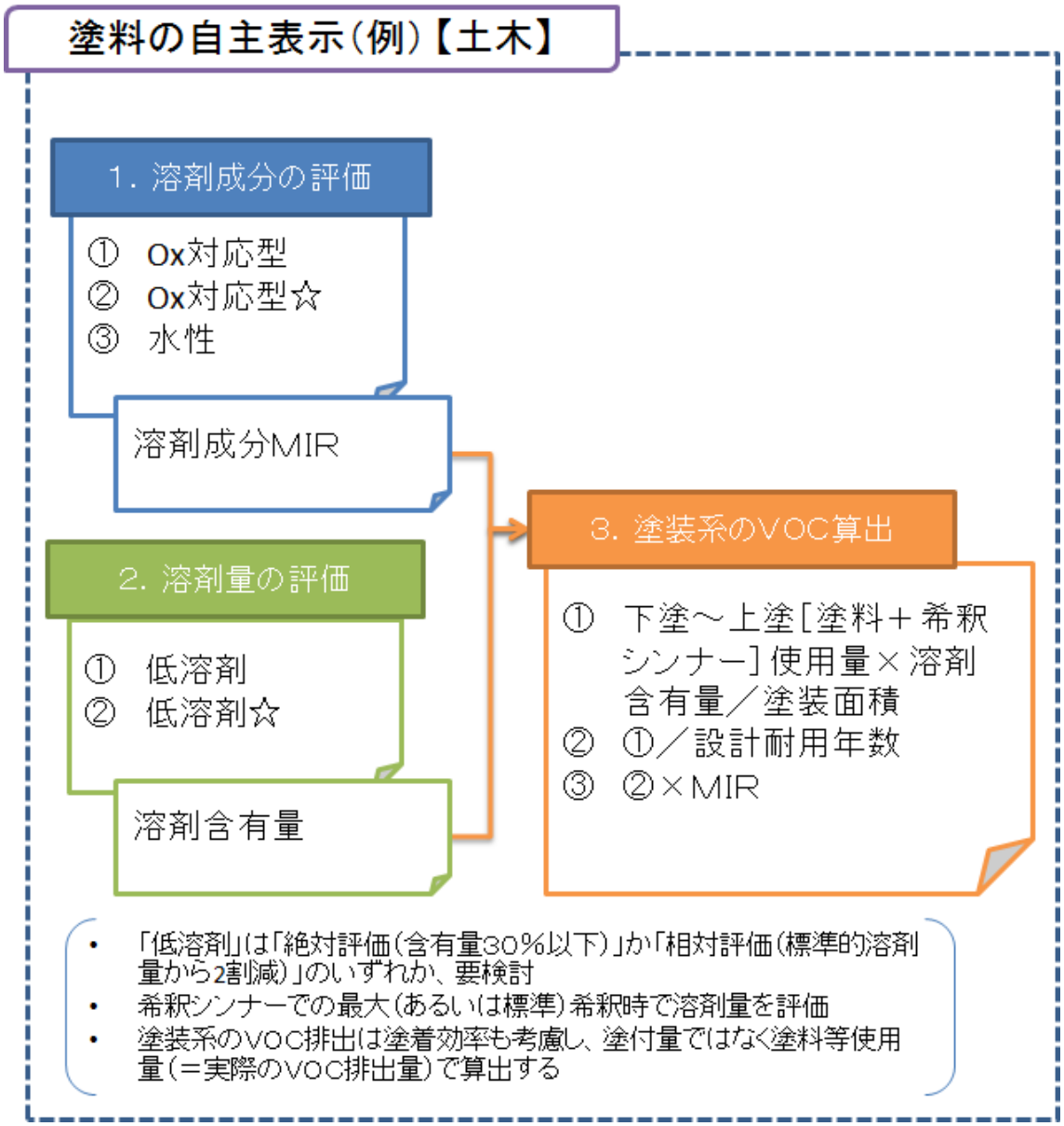


図 3-2　塗料の自主表示の相関図（土木）

3.2 現場での施工技術の向上と必要な施工経費・施工期間の確保

3.2.1 低 VOC 塗料の施工実績と支障の現状

1) 建築・土木共通

2 章で整理したように、建築塗装（鉄鋼面、亜鉛めっき鋼面塗装）と土木構造物塗装ともに水性塗料による施工実績が少ない。

また、建築塗装と土木構造物塗装ともに、施工直後の塗装不良や追跡調査での塗装不良の発生したケースがあった。

以上のことから、特に水性塗料については、建築塗装と土木構造物塗装ともに、施工実績が少ないことと、施工作業時と施工後だけでなく施工前の工期設定上の支障の発生も想定されることが、塗装施工の発注・設計・施工事業者が採用に慎重になる要因となることが考えられる。

2) 建築

工期設定上、施工作業時の支障の程度については、水性塗装による工期設定上の支障は溶剤形塗料と比べて同程度という回答が多かったが、施工作業時の支障の程度は同程度以上という回答が多かった。

施工直後の塗装不良や追跡調査での塗装不良等の支障について、都内で施工した場合に想定される発生頻度については、水性塗料で同等かそれ以上の頻度で発生するという回答が見られた。

3) 土木

水性塗料による施工実績が少ないが、低溶剤形塗料の施工実績がある事業者も土木構造物塗装で 43 事業者中 10 事業者と 2 割程度である。

工期設定上、施工作業時の支障の程度については、低溶剤形塗料と水性塗料ともに、溶剤形塗料と比べて同程度かそれ以上という回答が多かった。

施工直後の塗装不良や追跡調査での塗装不良等の支障について、都内で施工した場合に想定される発生頻度については、低溶剤型塗料で溶剤型塗料と同等に発生、水性塗料で同等かそれ以上の頻度で発生するという回答が見られた。

3.2.2 低 VOC 塗料の施工に関する関係者の現状認識

ここでは、低 VOC 塗料（低溶剤形塗料、水性塗料）の施工に関する関係者（施工現場側、設計側）の現状認識を整理した。

施工現場側の現状認識として、日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会（橋梁・構造物塗装）及び日本塗装工業会（建築塗装）の会員事業者へのアンケート結果から、低 VOC 塗料を仕様で指定された場合の受注可否、低 VOC 塗装に関する作業者への技術指導の必要性、発注側への配慮の必要性等を整理した。

設計側の現状認識として、東京都建築士事務所協会（建築設計）及び建設コンサルタンツ協会関東支部（土木構造物設計）の会員事業者へのアンケート結果から、低 VOC 塗装仕様の提案に必要な条件を整理した。

(1) 建築塗装

1) 施工現場側の現状認識

a. 低 VOC 塗料を仕様で指定された場合の受注可否

金属面塗装で低 VOC 塗料を指定した場合、「対策を講じれば」も含めると、ほとんどの事業者が受注できると回答した。

b. 低 VOC 塗装に関する作業者への技術指導の必要性

低 VOC 塗料の施工に関しては、塗装作業者への技術指導は必要との意見が多い。

c. 設計変更が認められる場合の受注工事の低 VOC 塗料提案の意向

設計変更が認められれば、受注した工事に低 VOC 塗料を「提案してもよい」と回答した事業者は 13 事業者であった。また、「積極的に提案したい」と回答した事業者は 7 事業者であった。

d. 発注側への配慮の必要性

低 VOC 塗装の普及拡大にあたり発注側に配慮してほしいこととしては、コスト増（材料費､施工時の作業増）に対する意見が多く、仕上がりが良くないことへの理解を求める声も多い。乾燥の問題に鑑み工期への配慮や、耐久性や付着力が弱いために剥離に対する瑕疵の免除などに配慮が必要としている。また、防錆性能が劣ることから適用箇所への配慮が必要との意見も挙げられている。

＜アンケート結果（発注側への配慮の必要性）＞

問　低ＶＯＣ塗装の普及拡大に当たり、発注者側からのどのような配慮が必要か？

コストアップ
・外部一般鉄部の環境が良好な箇所は水性系でもよいが、腐食が激しい箇所、メッキ面は不向きと感じる。 ・内部は頻繁にスペックインされているが油性との仕上面の不具合は考慮してほしい。また付着力が弱いと感じるので剥離に対する瑕疵は免除される方向で進めてほしい。
乾燥の問題等を鑑み工程の見直しが必要、コストもその他の塗料と同じでは難しい
水性塗料や低VOCへ変えていく事は良いが仕上がり面や施工面も考慮し全てが良い状態で商品を出してほしい
適切な設計価格の適用
・「水性塗料などの低VOC塗装仕様」の指定 ・適切な時期（季節）における発注と工期の設定（特に水性塗料の場合） ・適正な材料費の採用（コストアップになる場合）
現状の鉄部用水性塗料はレベリングが悪く塗膜表面がきれいに仕上がりづらい。仕上がりの程度が溶剤型塗料に比べて劣ることを御了解頂きたい。隠ぺい性にも問題のあるものが多く、規定塗回数では透けることが多い。積算基準の見直しも併せてお願いしたい。経験ではSOP等の溶剤型塗料に比べ、割高になるケースがほとんどです。
低VOC対策水性塗料を使用すことは大変良いことだと思われるが、鉄部塗装に関しては、施工方法・塗膜の耐久性・被塗物への密着性などを塗料メーカーとよく検討して、使用した方が良いと考えられる。
素地調整の明確なグレード、方法、工期に関する適正な積算。
低VOC塗料の値段、施工に対しての理解を深め、発注額に反映して頂きたい。 また、耐久性等を鑑みた適切な仕様で発注願いたい。
コスト（材料費，作業手間）増。
艶等仕上がりが良くない・施工性が良くないので単価設定・錆びている箇所への塗装は疑問
設定単価の見直し
メーカーの水性錆止めカタログの性能が過大評価している。2液水性プライマー等メーカーから上市されているのでJISに拘らず発注してほしい。
・意匠性（溶剤と水性塗料の仕上り具合）の違いについて。 ・耐衝撃性等の耐久性について。 ・隠ぺい力の違いによるコストアップについて。
耐候性や仕上がり感の低下（と思われる）などデメリットの把握
水性塗料や低VOC塗料だと単価が高くなる点や溶剤形の塗料と比較し塗膜の耐水性が劣る点、施工時天候の影響を受けやすい点、艶ありの場合溶剤に比べて艶がない点等、発注者側も理解していただきたいです。
現時点では溶剤塗料より防錆性能は面で劣ると思いますので性能面で配慮をお願いしたい。

2) 設計側の現状認識

a. 官公庁・民間発注工事における塗装設計について

○塗装設計にあたり、発注時に指定される事例

塗装仕様の提案がある場合は、「環境への配慮」を強く求められるケースがみられる。「現場塗装時、塗装剤製造時の VOC 放出への配慮」を求められるケースは官公庁発注工事の建築塗装で数件見られる。

○VOC 放出への配慮を指定された場合の低 VOC 塗料の採用

外装塗装時の VOC 放出への配慮を指定された場合、鉄鋼面については、民間発注工事で水性塗料、弱溶剤形塗料、低 VOC 塗料も採用したことがあるとの回答が得られた。特に、低 VOC 塗料は積極的に採用されるとの回答もあった。

コンクリート面では、防錆への配慮が緩和されるためか、民間発注工事で水性塗料や弱溶剤形でも積極的に採用する事業者が見られた。

b. 塗装設計時の情報入手先について

○塗料、塗装仕様に関する情報入手先機関

塗料や塗装仕様に関する情報は、主に塗料メーカーより得ている。

○東京都 VOC 対策ガイドの認知度

東京都 VOC 対策ガイド〔建築・土木工事編〕については認知度が低い結果となっている。

＜アンケート結果＞

【建築塗装】

ガイドを入手し、活用している	0
入手しているが、参考にしたことはない	0
名称は知っているが入手していない	3
存在を知らなかった	5

○低 VOC 塗装仕様提案に必要となる発注者側からの働きかけ

発注者側からのどのような働きかけで、低 VOC 塗装仕様を提案できるようになるかについては、施主の希望や設計条件となっている場合は、提案可能との回答が得られた。また、公共建築工事標準仕様書の中から選択できるように指示があれば、提案も可能ではないかという回答もあった。

＜アンケート結果＞

【建築塗装】

今は特に考えていません
費用にかかわらず、そうした塗料を使用したいと施主の希望があれば、提案します。
設計条件になっている場合。 コスト比較等の資料作成が必要ない場合。 メーカー等製品指定が出来る場合は、提案し易いかもしれない。
都内での設計物件があまりないため、東京都VOC対策については認識がなかった。 官公庁の物件を多く設計していることもあり、発注者側の標準仕様が、公共建築工事標準仕様書の仕様から選択されているケースが多いので、おのずと低VOC塗装仕様で設計している場合が多い。 発注者からの働きかけとしては、公共建築工事標準仕様書の中から選択ができるような指示があれば、設計側から判断して、低VOC塗装仕様を提案することも可能になると思われる。
発注者からの働きかけはどのような形でも良いと思います。それを元に、設計側は勉強を行い、十分な提案を行うはづです。すなわち、ある程度の強制力が必要であり重要と思います。

(2) 橋梁・構造物塗装

1) 施工現場側の現状認識

a. 低 VOC 塗料を仕様で指定された場合の受注可否

鋼構造物塗装で低 VOC 塗料を指定した場合、「対策を講じれば」も含めると、ほとんどの事業者が受注できると回答した。

b. 低 VOC 塗装に関する作業者への技術指導の必要性

低VOC塗料の施工に関しては、塗装作業者への技術指導は必要との意見が多い。

c. 設計変更が認められる場合の受注工事の低 VOC 塗料提案の意向

設計変更が認められれば、受注した工事に低 VOC 塗料を「提案してもよい」と回答した事業者は 24 事業者であった。また、「積極的に提案したい」と回答した事業者は 3 事業者であった。

d. 発注側への配慮の必要性

低 VOC 塗装の普及拡大にあたり発注側に配慮してほしいこととしては、発注時期との回答が多かった。

＜アンケート結果（発注側への配慮の必要性）＞

問　低ＶＯＣ塗装の普及拡大に当たり、発注者側からのどのような配慮が必要か？

会員数	配慮してほしいこと					
	回答数	コスト面	瑕疵担保期間	発注時期	塗装仕様	事前打合
43	22	5	1	12	3	1

2) 設計側の現状認識

a. 官公庁・民間発注工事における塗装設計について

○塗装設計にあたり、発注時に指定される事例

塗装仕様の提案がある場合は、「環境への配慮」を強く求められるケースがみられる。「現場塗装時、塗装剤製造時の VOC 放出への配慮」を求められるケースはほとんど見られない。

○VOC 放出への配慮を指定されない場合の低 VOC 塗料等の提案

道路橋（塗装仕様の鋼橋）の設計業務（新設・補修）において、塗装仕様を発注者に提案する事例はほとんどなく、実績や性能が不足しているため、今後の提案も難しいとの回答が大勢をしめている 。

b. 塗装設計時の情報入手先について

○塗料、塗装仕様に関する情報入手先機関

塗料や塗装仕様に関する情報としては、塗料メーカーや書籍を利用されている事業者が多い。

○東京都 VOC 対策ガイドの認知度

東京都 VOC 対策ガイド〔建築・土木工事編〕については認知度が低い結果となっている。

＜アンケート結果＞

【橋梁・構造物塗装】

ガイドを入手し、活用している	1
入手しているが、参考にしたことはない	0
名称は知っているが入手していない	0
存在を知らなかった	14

○低 VOC 塗装仕様提案に必要となる発注者側からの働きかけ

発注者側からのどのような働きかけで、低 VOC 塗装仕様を提案できるようになるかについては、設計側から低 VOC 塗装仕様を提案するためには、「特記仕様書等による指示」が特に必要で、「耐久性を担保する実績」や「VOC 量を把握するための情報提供」も必要であるとの回答結果である。

＜アンケート結果＞

【橋梁・橋梁・構造物塗装】

耐久性を示す実績の提示	9
特記仕様書等による指示	15
VOC量を把握するための情報提供	9
その他（自由意見欄）	

発注者より検討を求められれば，各文献や資料をもとに最適な塗装仕様を提案することも考えられますが，性能面，費用面，施工性等々の比較を行うための情報が不足しており，最適なものを選定することが難しいように思われます．現状として明確な基準類等で規定されない限りは，低VOC塗装を採用する場合には基本的には発注者が発注時に仕様を指定するほかないのではないかと思います．
VOCに関する認識や知識が不足していると思われる
・管理者側が認識を持つことが前提と思います。 ・そのうえで、従来の塗装系と一般的な比較をして、採用されるだけのメリットがあれば提案可能かもしれません。 ・国や東京都が進める環境配慮に関わる事項なので、まずはトップダウンで各管理者へ周知すべきと思います。
VOCに関する認識が不足していると思います。 塗装の設計において、VOCに関するマニュアルや基準類の整備が必要と思いますが、 設計業務では塗装仕様までは選定しますが、材料（メーカー）指定までは実施していないため、 図面数量では、「注記：塗装仕様はVOC量〇〇以下」等と表記することが主になる気がします。
VOCに関するに認識が不足していると思われる
・「使用する」、「使用しない」は条件であり、設計側の提案ではないと思われる。 （VOC削減が目的であれば、使用が前提と思われる） ・コスト面、環境面等、評価ができない。 （知識不足、判断基準が分からない）
一般的な基準書（日本道路協会，各協会発行）に記述があることが，必要だと思います。
設計会社への情報公開（事例等）と発注者の指示や適用基準・推進方針の明確化が必要と思われる。

(3) まとめ

低 VOC 塗装のうち、現時点で特に普及が進んでいないとみられる土木鋼構造物塗装での低溶剤形塗料や水性塗料、建築塗装（金属面）での水性塗料による塗装についての施工業者の現状認識をアンケートにより整理した。

1) 建築・土木共通

a. 施工現場側の現状認識

低 VOC 塗料（水性塗料、低溶剤形塗料）による塗装を仕様で指定した場合、いずれも殆どの事業者が受注できると回答しており、「対応できる業者が少ないため普及しないのでは」という懸念はないと考えられる。ただし、施工にあたっては、塗装作業者への技術指導は必要との意見が多い。

設計変更が認められれば、受注した工事に低 VOC 塗料を「提案してもよい」との回答は多かった。

b. 設計側の現状認識

東京都の VOC 対策ガイド〔建築・土木工事編〕についての認知度が低く、低 VOC 塗装普及を促進するための資料の存在が認知されておらず、既存の技術資料で触れられている低 VOC 塗装に関する知見も十分に理解されていないと考えられる。

2) 建築

a. 施工現場側の現状認識

設計変更が認められれば、受注した工事に低 VOC 塗料を「積極的に提案したい」との回答は橋梁・構造物塗装の施工現場よりも多かった。

低 VOC 塗装の普及拡大にあたり発注側に配慮してほしいこととしては、コスト増を挙げる回答が多かった。また、仕上がりが良くないこと（美観への要求が厳しい）、工期への配慮や、剥離に対する瑕疵の免除などに配慮が必要とし、防錆性能が劣ることから適用箇所への配慮が必要との意見も挙げられている。

b. 設計側の現状認識

塗装仕様の提案がある場合、「環境への配慮」は強く求められ、「現場塗装時、塗装剤製造時の VOC 放出への配慮」を求められることも官公庁発注工事で数件見られる。外装塗装時の VOC 放出への配慮を指定された場合、鉄鋼面で水性塗料や弱溶剤形塗料の低 VOC 塗料の採用実績がいくつかあり、コンクリート面では、防錆への配慮が緩和されるためか、民間発注工事で低 VOC 塗料を積極的に採用する事業者が見られた。設計側からの低 VOC 塗装仕様提案については、「施主の希望や設

計条件となる場合は提案可能」、「公共建築工事標準仕様書の中から選択できるように指示があれば提案も可能ではないか」という回答があった。

3) 土木

a. 施工現場側の現状認識

低 VOC 塗装の普及拡大にあたり発注側に配慮してほしいこととしては、発注時期（厚塗りするため乾燥時間の確保に関する条件が建築塗装より厳しい）との回答が多かった。

b. 設計側の現状認識

塗装仕様の提案がある場合、「環境への配慮」を求められることは少なく、「現場塗装時、塗装剤製造時の VOC 放出への配慮」を求められるケースは殆ど見られない。鋼橋塗装の設計業務（新設・補修）では、塗装仕様を発注者に提案する事例はほとんどなく、実績や性能が不足しているため、今後の提案も難しいとの回答が大勢をしめている。設計側から低 VOC 塗装仕様を提案するためには、「特記仕様書等による指示」が特に必要で、 「耐久性を担保する実績」や「VOC 量を把握するための情報提供」も必要であるとの回答結果である。

3.2.3 発注・設計側への働きかけ及び施工側での普及

1) 建築・土木共通

2 章で整理したように、低 VOC 塗料のうち、特に水性塗料による塗装施工では、スケやタレの発生などの支障を防ぐための現場の施工技術の向上が必要である。現場への水性塗料の普及には、現場の塗装技術向上に繋がる技能検定制度等の構築が課題である。

また、水性塗装による工期設定上や施工作業時の支障も溶剤系と同程度に発生するケースが多い。

従って、発注・設計側には、水性塗料等の低 VOC 塗装仕様を指定する場合、施工する季節や時間帯、十分な施工期間や経費の確保などの配慮を働きかけることが必要である。

2) 建築

施工現場へのアンケート結果からも、塗装現場では、建築塗装ではコスト増（材料費､施工時の作業増）に対する意見が多く､仕上がりが良くないことに対し､発注・設計側へ理解を求める声も多い。従って、発注・設計側には、水性塗料等の低 VOC 塗装仕様を指定する場合、施工する季節や時間帯、十分な施工期間や経費の確保などの配慮を働きかけることが必要である。

3) 土木

水性塗料は、気象条件の影響による可使時間の短さから硬化時間を十分確保し、施工期間を長く設定する必要がある。

また、粘着性が低いためスケが発生したり、厚塗りや高希釈によりタレが発生することがあるため、刷毛・ローラー捌きや希釈の技術の習熟が塗装作業者に求められる。

低溶剤形塗料は、水性塗料に比べれば施工上の支障や配慮すべき事項は少ないものの、従来の溶剤形塗料と比べ可使時間の短さや仕上がり外観がやや劣ることに留意した上で塗装施工を実施する必要がある。

従って、発注・設計側には、水性塗料等の低 VOC 塗装仕様を指定する場合、施工する季節や時間帯、十分な施工期間や経費の確保などの配慮を働きかけることが必要である。

3.3 建設物への低ＶＯＣ塗装の効果をわかりやすく示すための評価方法

ここでは、塗料製品の表示制度や、建設物の評価制度に繋げるための、低 VOC 塗装の環境影響の評価方法について、評価の目的、評価の際に考慮すべき項目、評価の対象を整理した。

(1) 評価の目的

1) 建築

利用者や近隣住民等へ施設の環境対策をアピールするケースが想定されることから、既存の建築物評価方法に、低 VOC 塗装の効果を付加価値として示し、環境物品調達の採用や環境影響評価に活用することを目的とする。

2) 土木

VOC 対策のために塗装系の中の塗料を VOC 量によって使い分けるといった運用は現実的ではないことから、当面は塗装系ごとの VOC 排出量を数値化することにより、VOC 排出に関する現状と低 VOC 塗装による削減可能性を把握することを目的とする。

(2) 評価の際に考慮すべき項目

建設物への低 VOC 塗装の環境影響の評価の際に考慮すべき項目を、WG での示唆をもとに、以下の通り、列挙した。低 VOC 塗料の選択機会拡大には①～③は不可欠である一方、④、⑤のような制約となる項目も考慮する必要がある。

①発注者にわかりやすい表示【建築・土木共通】
②既存の評価方法との組合せで評価可能【建築・土木共通】
③性能・価格が同等であれば低 VOC 塗装が選択される評価方法
【建築・土木共通】
④美観重視、塗替が困難等の個別事情【建築】
⑤施工性【建築・土木共通】

(3) 評価項目

1) 建築

(2)の考慮すべき項目をもとに、建設物への低 VOC 塗装の評価項目を以下の相関図で示した。

3.1.1 で示した「塗料ランク」は、環境物品調達への活用を想定する。但し、美観重視や塗替困難等の個別事情、施工性を考慮した上での活用を想定する。

「建設物の評価」は、3.1.1 で示した「塗料ランク」と「塗装系の VOC 算出」を組合せた評価項目であるが、前者のみの評価、後者のみの評価等、複数ケースの評価が考えられる。前者は環境物品調達、後者は環境影響評価等への活用を想定する。

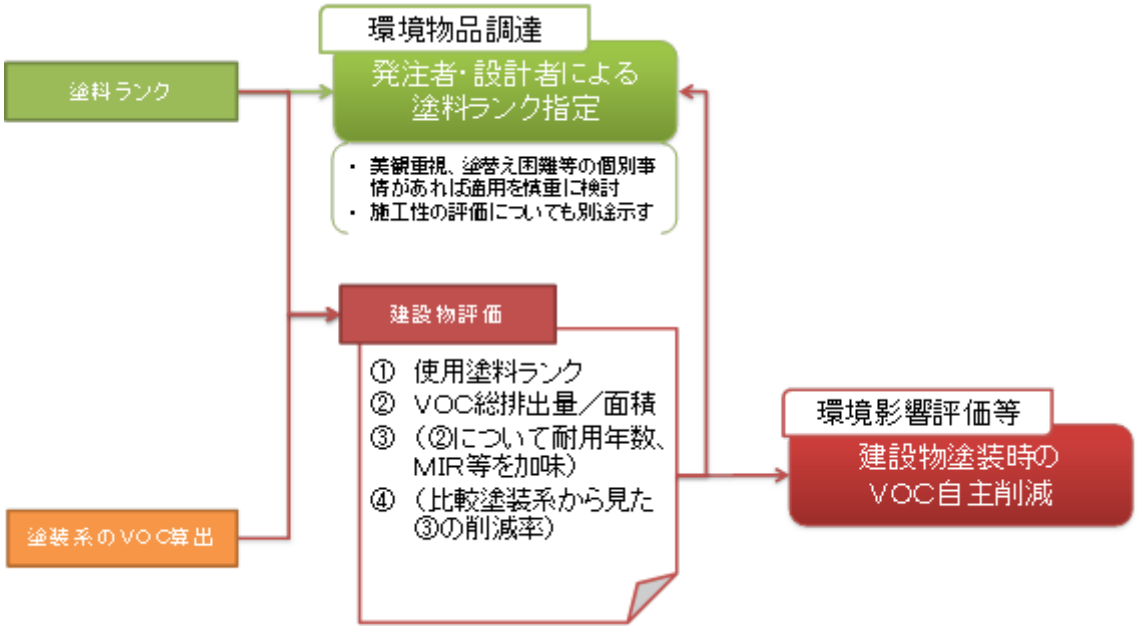


図 3-3　評価項目の相関図

2) 土木

土木について、建設物への低 VOC 塗装の評価項目を以下の相関図で示した。

「建設物の評価」は、3.1.1 で示した「塗装系の VOC 算出」をもとに、1)建築と同様に評価する。「建設物の評価」は、建築と同様、環境影響評価等への活用を想定する。

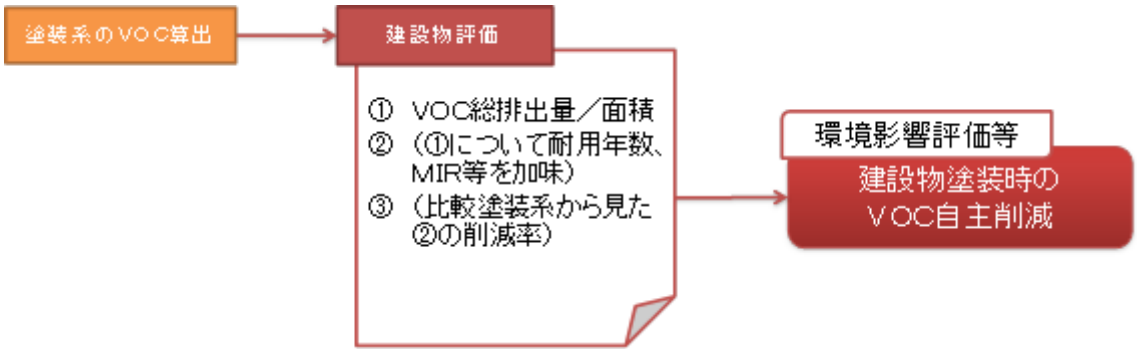


図 3-4　評価項目の相関図

(4) 評価方法

(3)の各評価項目のうち建設物の評価について、評価方法の試案を、以下に示した。先に述べた理由により、建築物では５Ａ、５Ｂ、５Ｂ’、土木構造物では５Ｂ、５Ｂ’による評価を想定している。

＜建設物への低 VOC 塗装の効果の評価方法（試案）＞

５　建設物（塗装工事）としての評価

５Ａ　　使用した塗料の塗料ランクによる評価【建築のみ】
（→図 3-4 の①に対応）

５Ｂ　　塗装工事からのＶＯＣ総排出量／塗装面積【建築・土木共通】
（→図 3-3 の②、図 3-4 の①にそれぞれ対応）

５Ｂ’　５Ｂについて、設計耐用年数、成分別ＭＩＲを加味【建築・土木共通】
（→図 3-3 の③、図 3-4 の②にそれぞれ対応）

※５Ｂ’は、VOC 総排出量と成分別 MIR、設計耐用年数等を組合せた指標により、光化学反応性やライフサイクルを含めてランクで評価する方法が考えられる。

※５Ｂ’は溶剤形塗装系と比較することにより、低 VOC 塗装の環境負荷低減効果を提示（→図 3-3 の④、図 3-4 の③にそれぞれ対応）

建設物の評価方法（試案）【建築】

5A　使用塗料ランク

塗装工事に使用した塗料中の溶剤成分・溶剤量に応じて、
「低VOC」「低VOC☆」「低VOC☆ ☆」「水性」等とランク表示

5B　VOC総排出量／塗装面積

塗装工事の工程別（下塗～上塗）に、塗料使用量、塗料中の溶剤量、塗装面積から
塗装面積当たりのVOC総排出量を算出

5B'　5B＋設計耐用年数・成分別MIR等

5B（塗装面積当たりのVOC総排出量）に、設計耐用年数や成分別MIRを組合せた指標により、
ライフサイクルや光化学反応性を含めて評価（A～Cなどのランクで評価）

＜5B'の評価イメージ＞

・VOCの総排出量で評価する場合

$$5B'\text{の評価指標} = \frac{\{\sum(\text{VOC総排出量})\} \text{／塗装面積}}{\text{設計耐用年数}} \quad (g\text{-}O_3/m^2/year)$$

・MIRを考慮する場合

$$5B'\text{の評価指標} = \frac{\{\Sigma(\text{VOC各成分の排出量} \times \text{MIR})\} \text{／塗装面積}}{\text{設計耐用年数}} \quad (g\text{-}O_3/m^2/year)$$

⇒低VOC塗装系と比較塗装系（溶剤形塗装系）について評価指標を算出し、
比較塗装系からの削減率を算出することで、低VOC塗装の環境負荷低減効果を提示

図 3-5　建設物の評価方法（建築）

建設物の評価方法（試案）【土木】

5B　VOC総排出量／塗装面積

塗装工事の工程別（下塗～上塗）に、塗料使用量、塗料中の溶剤量、塗装面積から
塗装面積当たりのVOC総排出量を算出

5B'　5B＋設計耐用年数・成分別MIR等

5B（塗装面積当たりのVOC総排出量）に、設計耐用年数や成分別MIRを組合せた指標により、
ライフサイクルや光化学反応性を含めて評価（A～Cなどのランクで評価）

＜5B'の評価イメージ＞

・VOCの総排出量で評価する場合

$$5B'\text{の評価指標} = \frac{\{\sum(\text{VOC総排出量})\} \text{／塗装面積}}{\text{設計耐用年数}} \quad (g\text{-}O_3/m^2/year)$$

・MIRを考慮する場合

$$5B'\text{の評価指標} = \frac{\{\Sigma(\text{VOC各成分の排出量} \times \text{MIR})\} \text{／塗装面積}}{\text{設計耐用年数}} \quad (g\text{-}O_3/m^2/year)$$

⇒低VOC塗装系と比較塗装系（溶剤形塗装系）について評価指標を算出し、
比較塗装系からの削減率を算出することで、低VOC塗装の環境負荷低減効果を提示

図 3-6　建設物の評価方法（土木）

(5) 評価の役割分担

(4)の評価を行うための役割分担としては、以下に示す役割分担が考えられる。

＜評価の役割分担＞

日本塗料工業会：

「１．溶剤成分の評価」、「２．溶剤量の評価」、「３．塗料ランク」、「４．塗装系のＶＯＣ算出」のガイドラインを策定。

塗料メーカー：

・「１．溶剤成分の評価」、「２．溶剤量の評価」を把握し、「３．塗料ランク」を塗料製品ごとに設定。

・「４．塗装系のＶＯＣ算出」をメーカーが推奨する組合せによる塗装系に対して算出し、ユーザー（発注者・設計者）に提供。

発注者・設計者：

・塗料メーカーが設定した「３．塗料ランク」を指定。【建築のみ】

・塗料メーカーから提供された「４．塗装系のＶＯＣ算出」をもとに「５．建設物の評価」を実施。【建築・土木共通】

特に、「４．塗装系のＶＯＣ算出」は建築・土木とも評価に活用すること、またランク表示と異なり各社の製品について既知のデータから算出が可能なことから、現状の製品ラインナップについて、塗料メーカーがユーザーに数値を提供する取組が早々に開始されることを期待したい。

(6) 評価の主な訴求対象

「３．塗料ランク」は、発注者が・設計者がランクを指定することにより環境物品調達に採用することが考えられる。また、塗料ランクを基にした「５．建設物の評価」に活用できれば、居住者や施設利用者への PR にもつながる可能性がある。

「４．塗装系の VOC 算出」については、設計者や施工者が「５．建設物の評価」を行う際に使用する数値として重要である。

「５．建設物の評価」は、居住者とか施設利用者への PR の他、建設工事を行う場合の近隣住民への説明の際に、工事で排出される VOC 量を示し、VOC 排出抑制の取組を説明するなどにも活用することが考えられる。

＜評価の主な訴求対象＞

３　塗料ランク【建築のみ】 （１）発注者・設計者によるランク指定⇒環境物品調達に採用 （２）５Ａの建設物塗料ランク評価に使用⇒居住者、施設利用者等へのＰＲ ４　塗装系の VOC 算出【建築・土木共通】 設計者、施工者が５Ｂの評価を行う際に使用 ５　建設物評価【建築・土木共通】 （１）　５Ａ⇒居住者、施設利用者等への PR （２）　５Ｂ⇒居住者、施設利用者等への PR のほか、近隣地域住民への説明、VOC 排出抑制の自主的取組、環境影響評価指標等に活用

(7) 試算にあたっての実務上の課題

2 章 2.2.1(2)で前述した排出量の試算には以下の情報の把握が必要となる。これらの情報を把握する方法と、情報の把握にあたっての実務上の課題を整理した。

①塗料使用量

○施工面積・施工量

工程別の施工面積・施工量は、「東京都建築工事標準仕様書」や「建築工事積算資料」等、公の標準仕様書や積算資料に基づき把握することができる。建築工事の場合は施工面ごとに適用される塗装仕様が異なるため把握すべき項目が多いことや、防水工事のトップコート等、どこまでを塗装工事としてのＶＯＣ排出に含めるかの整理が課題になる。構造物の場合は、施工面積は広いものの、比較的単一の塗装系で施工されることが多いため、建築工事よりも把握は容易であると考えられる。

○塗料の標準使用量

工程別の塗料の標準使用量も、上記の標準仕様書や積算資料、東京都の VOC 対策ガイドの水性塗料等の塗装仕様から標準使用量を把握することができる。これらの仕様にない低 VOC 塗料についても、商品化された塗料であれば塗料メーカーの製品カタログにある塗装仕様から把握することができる。

②VOC 含有率（総 VOC)、シンナー希釈率

工程別に使用する塗料中の VOC 含有率とシンナー希釈率は、該当する塗装仕様が東京都の VOC 対策ガイドにあれば、その塗装仕様で使用する塗料の VOC 含有率とシンナー希釈率を把握することができる。これ以外の低 VOC 塗料についても、「低 VOC 塗料自主表示ガイドライン」の対象（VOC 含有量 30 重量%以下の溶剤形塗料）であればその総 VOC 量の表示から把握することができる。

但し、左官工事や内外装工事等で、該当する塗装仕様がない場合の VOC 含有率の把握が課題である。前述した試算では VOC 対策ガイドから類似すると考えられる塗装仕様の VOC 含有率をあてはめているが、実務上これをどのようにあてはめるか課題である。塗装系としての VOC 排出量が容易になるような情報提供が塗料メーカーからなされることが望ましい。

③成分組成

成分組成は、前述の試算では、溶剤形塗料と水性塗料については「塗料からのVOC 排出実態推計のまとめ」（日本塗料工業会）から、各工程に使用する塗料に対応する塗料分類の平均的な組成を設定している。実際は、同一分類でも塗料製品によって組成が異なるため､使用する塗料が確定した後はメーカーの SDS から把握するべきである。但し、Ox 生成寄与を勘案した建設物の評価を行うには、記載義務のない成分についても組成の把握が必要となってくることから、実際には塗料あるいは塗装系としてのＯｘ生成量のような形での情報提供がされることが望ましい。

④耐用年数

2 章では VOC 総排出量までの試算例を示したが、これに耐用年数を加味する場合、耐用年数は既存文献より推定可能である。

「建築物の耐久性向上技術の開発概要報告書」（昭和 60 年 11 月、建設省）では､例えば鉄骨部材表面や亜鉛めっきの素地に防食塗装を施す場合の目標耐用年数について、以下の式で示されている。

Y ＝ Y0 × D × B × C × M

ここで、Y：目標耐用年数（年）

Y0：標準耐用年数（年）

D：劣化外力係数

B：部位別係数

C：施工係数

M：維持管理係数

標準耐用年数 Y0 は、鉄骨部材表面や亜鉛めっきの防食システム（下塗・中塗・上塗に使用する塗料の種類）ごとに例示されている。但し、例示データのほとんどが従来の溶剤形塗料であり、低 VOC 塗料のデータの蓄積が課題である。

劣化外力係数 D は、日本国内の地域別・環境別に以下の劣化係数が例示されている。地域別の劣化係数は容易に設定可能であるが、環境別の劣化係数は、建築物の場所が「非汚染地帯」と「汚染地帯」どちらにあるかの判断材料となる情報が必要である。

部位別係数は､外部突出部､開口部等の部位別､方位別の係数が示されているが、主に過去に実施した実態調査結果に基づいており、定期的な実態調査により更新されることが望ましい。

施工係数は、施工計画係数と施工検査係数別に示されている。前者は管理士、施

工者、作業工程・施工時期・作業環境の適切さにより係数が決まる。後者は検査項目（塗料の品質、素地の水分やアルカリ度等)、検査レベル（目視・指触、水分計測等の検査方法）により係数が決まる。このように、施工係数の設定には、多くの項目を把握する必要があり、そのために施工管理の記録を取得しておくことが必要である。また、作業工程・施工時期・作業環境の適切さについては、それを判断する人によって係数が変わる可能性があり、客観的な判断基準となる情報が提供されることが望ましい。

維持管理係数は、建築物の点検間隔と点検後の処置の適切さに応じて係数が示されているが、この係数を設定するためには、点検の記録を取得しておくことが必要である。

また、「建築物の耐久性向上技術の開発概要報告書」（昭和 60 年 11 月、建設省）では、外装塗り仕上げについて、以下の耐用年数の推定式が示されている。

Ye ＝ Ys × a × b × c × d × e

ここで、Ye：推定耐用年数（年）
Ys：標準耐用年数（年）
a：材料係数
b：施工係数
c：部位係数
d：環境係数
e：維持管理係数

標準耐用年数、施工係数、部位係数、維持管理係数については、前述した通りである。

材料係数は、材質（主材、トップコート)、仕様レベル別（標準仕様書に基づかない、標準仕様書に基づく、標準仕様書以上)、塗料種類別に係数が示されているが、これらの項目が決まっていれば容易に把握することが可能である。

環境係数は、外装塗り仕上げ材の劣化との関わりの深い環境因子（気温、湿度、降水、日照）について、その度合いに応じたウェイト、グレード別に係数が示されているが、関わりの度合いをどのように評価するかが課題である。

以上のように、耐用年数の推定にあたっては、係数の数が多く、係数の設定に多方面（施工管理情報、維持管理情報、気象条件等）の情報を必要とすることから、より容易に計算できるように、一元化したデータとして情報提供されることが望ましい。

3.4 まとめ

(1) 建築・土木共通

1) 低 VOC 塗料選択機会の拡大のための低 VOC 塗料規格化及び塗料製品表示

製品表示については、日本塗料工業会の「低 VOC 塗料自主表示ガイドライン」による製品表示、規格については、塗料中の総 VOC 量を把握する加熱残分の JIS 規格、建築・土木構造物用両方とも低 VOC 塗料の種類ごとに規格が存在する。

低 VOC 塗料製品の選択機会を拡大するためには、これら既存の表示制度や総 VOC 量を把握する規格に、SDS による成分情報を加味し、Ox 生成寄与を勘案した新たな評価指標による規格化や製品表示の制度に繋げることが必要である。

2) 現場での施工技術の向上と必要な施工経費・施工期間の確保

建築塗装と土木構造物塗装ともに、水性塗装による施工実績が少なく、施工作業時・施工前後を通じて支障の発生が想定されることが、塗装施工の発注・設計・施工事業者が採用に慎重になる要因となることが考えられる。

低 VOC 塗装による支障は、建築塗装、土木構造物塗装とも、低溶剤形塗料と水性塗料とも､溶剤形と同等以上に発生することが確認されている｡特に水性塗料は、スケやタレの発生等を防ぐための現場の施工技術の向上が必要である。

また、特に水性塗料は、溶剤形塗料よりも気象条件の影響から施工期間を長く設定する必要があり、塗料費・塗装費も増えることから、発注・設計側への施工期間の確保やコストに対する配慮の働きかけも必要である。

(2) 建築

1) 低 VOC 塗料選択機会の拡大のための低 VOC 塗料規格化及び塗料製品表示

製品表示については､室内用塗料であるが､「室内環境対策の自主表示ガイドライン」による製品表示も存在する。

2) 建設物への低 VOC 塗装の効果をわかりやすく示すための環境影響評価方法

建築塗装では､「CASBEE」等の既存の評価方法に低 VOC 塗装の効果を付加価値として示すため、建設物塗装による環境影響の評価方法を提案した。

評価方法は、溶剤成分、溶剤量の評価を出発点とし､「塗料ランク」によるわかりやすい表示､「塗装系の VOC の算出」による数値化により評価する方法である。

「塗装系の VOC の算出」で耐用年数や MIR を考慮することにより、ライフサイクルや Ox 生成寄与を加味した評価も考えられる。この評価方法は、環境物品調達や環境影響評価への活用、居住者や施設利用者への PR にもつながることが想定さ

れる。

(3) 土木

1) 建設物への低 VOC 塗装の効果をわかりやすく示すための環境影響評価方法

土木構造物塗装では VOC 排出の数値化による現状把握を目的に、建設物塗装による環境影響の評価方法を提案した。評価方法は、溶剤成分、溶剤量の評価を出発点とし、「塗装系の VOC の算出」による数値化により評価する方法である。

「塗装系の VOC の算出」で耐用年数や MIR を考慮することにより、ライフサイクルや Ox 生成寄与を加味した評価も考えられる。この評価方法は、環境影響評価への活用、居住者や施設利用者への PR にもつながることが想定される。

以上を踏まえると、建築・土木構造物の低 VOC 塗装の普及促進には、上記のような製品表示や規格の既存制度を組み合わせ、包括した制度の構築が必要である。

4. 対策を促進する制度の要綱等の規程類の案

4.1 各団体の既存制度の適用範囲の拡大

各団体が関与する、低 VOC 塗装の普及・発展につながる可能性のある既存の制度について、制度に関する課題を各団体から収集した資料、第 1 回～2 回の WG での議論 、ヒアリング結果から整理し、業界が取り組める既存制度を活かした制度の構築の必要性を述べる。

低 VOC 塗装の普及のため、各業界の現在の取り組み・既存制度の適用範囲をどのように拡大し、活用することが考えられるか提案する。

(1) 低 VOC 塗料の規格・製品表示の制度

1) 建築・土木共通

低 VOC 塗料の製品表示の制度として、VOC 30 重量%以下の溶剤形塗料の製品表示を対象とした「低 VOC 塗料自主表示ガイドライン」があるが、この VOC 重量一定未満の塗料に限定することなく、表示対象とする塗料を拡大することが考えられる。

当面は、総 VOC の重量を製品表示の判断基準として上記の製品表示制度を運用するが、更に Ox 生成寄与が高い成分に拡大することが考えられる。成分の拡大も当面は、SDS への記載義務のある成分を対象とするが、更に SDS に記載義務のないが Ox 生成寄与の高い成分にまで拡大することも考えられる。SDS に記載義務のない成分については、溶剤メーカーによって SDS に記載するケースと記載しないケースが分かれているため、成分拡大にあたっては、溶剤メーカーに何らかのインセンティブを与える制度の構築も考えられる。

また、低 VOC 塗料の規格については、JIS 以外も含めて、建築・土木いずれにも塗料の種類毎に存在し、上記製品表示の対象となる塗料に既存の規格を拡大するか、独自の規格を設けることが考えられる。

2) 建築

低 VOC 塗料の製品表示の制度として、室内環境改善を目的とした「室内環境対策の自主表示ガイドライン」があり、これを屋外塗装用に拡大することが考えられる。表示の判断基準とする成分もトルエン、キシレン、エチルベンゼンから、SDS で表示される成分、更には SDS に記載義務はないが Ox 生成寄与が高い成分に拡大することが考えられる。

3) 土木

1)のような製品表示制度を、塗装業者へのインセンティブとして、総合評価方式で低 VOC 塗料を提案する塗装業者に特典を与え、低 VOC 塗料の積極的な提案を促進する制度に拡大することも考えられる。

(2) 施工技術の確保に関する制度

1) 建築・土木共通

施工技術の確保に関する制度については、建築と土木いずれも、施工作業者と施工管理者それぞれの技術向上を図る制度が存在する。このうち、建築・土木双方に係る制度としては、建築塗装作業と鋼橋塗装作業それぞれで施工技術向上を図る「技能検定」制度がある。

2.1.3 で整理したように、低 VOC 塗料（特に水性塗料）による施工では、従来の溶剤形塗料による施工よりも高度な塗装技術を要し、工期設定の面でも高度な施工管理技術を要するため、これらの技術向上を図る制度に発展させることが考えられる。このような高度な技術を持つ施工作業者、施工管理者には上級クラスの資格を別途設け、また、このような施工作業者、施工管理者を配属する事業者に何らかの認定・特典を与える制度の構築も考えられる。

2) 建築

施工技術の確保に関する制度については、施工管理の技術向上を図る「登録建設塗装基幹技能者」制度、建築物の品質を確保するための「自主的品質管理監査システム」があり、これら既存の制度を高度な施工技術、品質管理が要求される低 VOC 塗装施工の技術向上を図る制度に発展させることが考えられる。

3) 土木

施工技術の確保に関する制度のうち、施工管理の技術向上を図る制度として「土木施工管理技術検定」がある。

また、弱溶剤系塗料や低溶剤系塗料を用いた塗り替えに適している高塗着スプレー塗装については、作業側の技術向上を図る「高塗着スプレー塗装技能者」制度と施工管理側の技術向上を図る「高塗着スプレー塗装施工管理技術者」がある。

これら既存の制度を、施工技術、施工管理の技術向上を図る制度に発展させるとともに、低 VOC 塗装施工で要求される高度な技術を持つ施工作業者・管理者を配属する事業者に、総合評価方式で特典を与え、受注が容易になるようなインセンティブ制度を構築することが考えられる。

(3) 建設工事における VOC 関連課題への取組

1) 建築

建築設計時の環境配慮の指針を示した「サステナブル建築を実現するための設計指針」、設計・施工時の VOC 対策を示した「設計者・施工者に役立つ　化学物質のおはなし」（いずれも日本建設業連合会）があり、設計・施工側に対して、VOC に限らず環境配慮に関する普及啓発の取り組みが行われている。建築では、環境配慮の必要性についての認識が発注・設計側・現場施工側に比較的浸透していることから、環境配慮については Ox 生成の観点も加え、上記のような普及啓発の取り組みを継続していくことが考えられる。

2) 土木

土木では、低 VOC 塗料が橋梁・構造物塗装に要求される性能や施工面等の課題を克服し、施工実績が蓄積されて標準仕様になる段階にならないと、環境配慮の普及啓発に取り組んでも低 VOC 塗装施工の普及促進にはつながりにくい。従って、当面は、普及啓発の取り組みよりも(1)の製品表示制度、(2)の施工技術向上を図る制度を発展させ、低 VOC 塗装による施工実績の蓄積、標準化に向けた取り組みを優先することが望ましい。

4.2 収集した他業界・他国事例を参考にした新規制度

新規制度の検討にあたっては、他業界の取り組みとして、印刷業界のグリーンプリンティング（GP）認定制度を踏まえた検討や、2 章で整理した欧米の規制事例を踏まえた検討を実施した。また、第 3 回 WG で各団体が表明した低 VOC 塗装普及に係る取組予定や、WG での意見を踏まえて新規制度の検討を行った。

(1) 他業界（印刷業界）を参考にした新規制度

印刷業界では、印刷資材の製造から調達に至るまで、切れ間なく環境配慮を促すグリーンプリンティング（GP）認定制度がある。

グリーンプリンティング（GP）認定制度とは、一般社団法人日本印刷産業連合会が印刷業界の自主基準として制定した環境配慮総合認定制度であり、①環境を配慮した工場を認定する制度、②環境配慮した印刷製品にマークを表示する制度、③印刷工場が使用する資材を認定する制度から構成される。

グリーンプリンティング(GP)認定制度の特徴は、製品への環境配慮に留まらず、製品を製造する工場、および使用する資材にまで環境配慮を広げていること、また、GP 認定工場の認定基準にグリーン購入法やエコマークの基準が採用されており、特定調達品目に係る判断基準と連動していることが挙げられる。これらの特徴を低 VOC 塗装の認定制度に置き換えると、塗装対象物（建築物/構造物）の認定やラベル表示だけに留まるのではなく、資材である塗料や施工する塗装業者についても認定やラベル表示を行うこと、また、特定調達品目に係る判断基準や東京都の「建築物環境計画書制度」の評価項目と連動させることにより、低 VOC 塗装が普及するように制度設計することが考えられる。

上記制度は、個々の取組みについては既に類似の取組みが実施されていたり、他業界と言えども先行事例があるため、比較的容易に始められる点、低 VOC 塗装に関連する幅広い取組みを対象とできる等のメリットである。一方で、各取組みを連携して全体が有機的に結びついた取組みとするためには、特定調達品目に係る制度や建築物環境計画書制度等の各制度と調整する必要があり、この点に課題がある。また、塗料の規格化や実績の積み上げ、VOC 削減効果の明確化などが制度の前提条件として必要である。

出典：日本印刷産業連合会(http://www.jfpi.or.jp/greenprinting/about/index.html)

＜印刷工場の選び方＞

- 印刷会社に対し、項目ごとに環境配慮を行っているか確認する方法もあるが、業界団体が進め、第三者が確認しているグリーンプリンティング認定工場を選択する方法が確実。
- GP 認定工場の認定基準の必須項目が、グリーン購入法、エコマークの印刷基準に採用されている。
- GP 認定工場の認定基準は、オフセット印刷部門で 70 項目あり、必須項目の他 70%以上の達成が必要である。

出典：日本印刷産業連合会(http://www.jfpi.or.jp/greenprinting/about/index.html)

(2) 他国事例を参考にした新規制度の検討

2 章で整理した海外の規制を参考にした低 VOC 塗料の普及制度としては、塗料種類ごとに VOC 含有量の規制値を設定するという手法が考えられる。塗料種類については、既に加熱残分の規格があるＪＩＳの区分があるが、ＪＩＳ規格のない塗料も広く低 VOC 塗料として認めるためにも、海外の規制のような塗布箇所・用途による区分を検討することが望ましいと考えられる。

また、従来の%表示のほか、海外の VOC 規制値と同様に、塗料 1L 当たりの重量で表示する方法も考えられる。この場合、国内での低 VOC 塗料としての表示に加え、海外の規制値も満たしていることが明確となり、ユーザーに訴求しやすい利点がある。

表 4-1　海外の VOC 規制と国内の JIS 加熱残分及び低 VOC 塗装仕様との対応関係

海外の 建築構造物用塗料中の VOC 含有量規制値	東京都 VOC 対策ガイド		JIS 加熱残分
	低 VOC 塗装仕様の 低 VOC 塗料	VOC 含有率 (%)	
欧州・塗料指令： 溶剤系：30～750g/L 水系：30～200g/L 米国・CAA の規制： 150～870g/L 米国カリフォルニア州 建築用 RULE1113： 50～730g/L(現行規制)	鉛クロムフリーさび止めペイント（1 種）	25	75 以上
	鋼構造物用耐候性塗料 中塗り塗料	45	白・淡彩 60 以上 他色 50 以上
	鋼構造物用耐候性塗料 上塗り塗料	55	白・淡彩 50 以上 他色 40 以上
	合成樹脂調合ペイント （1 種又は 2 種中塗り用）	35	65 以上
	合成樹脂調合ペイント （2 種上塗り用）	40	60 以上
	反応形合成樹脂シーラー及び弱溶剤系反応形合成樹脂シーラー	80	20 以上
	建築用耐候性上塗り塗料	55	白・淡彩 50 以上 他色 40 以上

(3) 低 VOC 塗装普及に係る各団体の取組予定を踏まえた検討

第 3 回 WG で各団体により説明のあった「低 VOC 塗装普及に係る取組予定」を以下に簡単に示した。

①低 VOC 塗料の規格化、製品表示

低 VOC 塗料の規格化、製品表示に関する取組みは日本塗料工業会が予定しており、また、日本塗装工業会が使用者として協力する予定である。この取組みは、団体内の既存組織・既存事業で対応可能であり、平成 27 年度内に着手する予定である。

＜日本塗料工業会における取組み＞
日本塗料工業会では、重防食塗料部会において、平成 26 年度より「重防食水性塗料規格化作業部会」を立ち上げ、従来溶剤型 JIS の水性化バージョン（性能規格）を、JIS K 5551（構造用さび止めペイント）、JIS K 5659（鋼構造物用耐候性塗料）等で検討する予定となっている。平成 27 年 9 月に作業部会の取りまとめを行い、標準化委員会で 1 年間審議を行い、平成 28 年 10 月から日本塗料工業会内で運用、平成 29 年 10 月頃に JIS 規格の成立をはかる予定となっている。

②低 VOC 塗装技術の調査、普及

低 VOC 塗装技術の調査、普及に関する取組みは日本塗装工業会や日本橋梁・構造物塗装技術協会が予定している。この取組みは、団体内の既存組織・既存事業で対応可能であり、平成 27～28 年度内に着手する予定である。

③低 VOC 塗装建設物評価手法の検討・調査協力

低 VOC 塗装建設物評価手法の検討・調査協力に関する取組みの主体は日本塗料工業会である。この取組みは、団体内の既存組織・既存事業で対応可能であり、平成 27 年度内に着手する予定である。使用塗料、塗布量が明確であることから、卓上での評価も可能とされている。

④環境物品等調達制度への提案に関わる協力

環境物品等調達制度への提案に関する取組みは建設コンサルタンツ協会が予定している。この取組みは、団体内の既存組織・既存事業で対応可能であり、東京都の進捗に併せて随時検討していく予定である。

これらの取組みは各団体が低 VOC 塗装のために独自に展開するものであり、新規制度の設計にあたっては、各団体の取組みを上手く取り込んで検討する必要がある。

(4) 第 3 回 WG での意見を踏まえた検討

WG での意見を踏まえ、低 VOC 塗装の普及につなげるための新規制度について検討を行った。

＜WG での意見＞

・低 VOC 塗装の普及につなげるための制度として、日本塗料工業会が関与する既存制度では、低 VOC 塗料の製品表示ガイドライン、ＪＩＳの加熱残分が関係あるが、普及につなげるための制度に室内塗料をどの程度考慮するかが問題。日本塗装工業会としては、これらの既存制度をうまく活用し、水系塗料等で塗装する技術を担保することができる仕組みができればいい。
・顧客が低 VOC 塗料を既存製品の中から選べる仕組みでないと、低 VOC 塗料を広く普及させるには難しい。
・塗料メーカー側が塗装系や建物全体で使用される溶剤量を用いて VOC の総量（平米当たりの総量）を計算することは可能。
・国土交通省の標準仕様書の中に、今、東京都が考えていること（Ox 生成寄与が低い、適切な塗装技術を担保、既存製品から選択可能）が反映された、なおかつそれがわかりやすい仕様にならないと、発注・設計側がどのような取り組みをすべきか、なかなか見えてこない。従って、標準仕様書との関係も既存制度の位置づけの図に描いた方が良い。標準仕様書の解説書である監理指針の中にいかにこの考え方をうまく盛り込めるかについては、日本塗料工業会や日本塗装工業会で検討する話になる。
・低 VOC 塗料が幾ら環境物品等調達方針の対象品目に登録されても、発注・設計側や施工側には「使うのがよい」という程度しか伝わらない。このため、低 VOC 塗料を使う塗装仕様は土木の共通仕様書や防食便覧になかなか載らない。
・日本塗料工業会の自主表示制度を塗装現場が活用して低 VOC 塗装の施工実績を蓄積することにより、日本塗料工業会が低 VOC 塗装を適用可能であると判断して低 VOC 塗料を製造するようになる。そうなれば、塗装現場で低 VOC 塗装が適用可能か見きわめ、低 VOC 塗装を導入するようになるのではないか。

WG の意見を踏まえると、①国土交通省（あるいは東京都）の標準仕様書の中に低 VOC 塗装の仕様を反映させること、②低 VOC 塗料は既存製品の中から選択できるように工夫することが必要である。

4.3 新規制度の組合せの運用

4.2 で検討した新規制度や各団体の取組予定、WG の意見を踏まえてに、上記ルールを各業界が運用し、対策を講じるために考えられる制度の組合せを検討した。検討にあたっては、建築、土木に分けて検討を行い、共通する部分については初めに共通部分として整理を行った。

1) 建築・土木共通

塗装工程に係る既存制度としては、塗装現場の高度な塗装技術者や施工管理者を認定する制度は、建築塗装・土木構造物塗装ともに存在する。また、建築塗装・土木構造物塗装ともに、塗料の製品表示に係る既存制度として「低 VOC 塗料自主表示ガイドライン」、VOC 量の測定方法の規格として JIS の加熱残分が存在する。

現在では、最終製品である「建設物」に対する認定・表示については、塗装という枠組みでは制度がない。グリーンプリンティング（GP）認定制度では、「認定工場が基準を満たす資材を使用する」ことで印刷物にＧＰマークを付与することが出来ることから、環境配慮設計のもと、低ＶＯＣ塗料の使用、適切な塗装技術による施工を担保された建設物について「低ＶＯＣ塗装」表示等を行うという運用も考えられる。

ただし、塗装の場合は、新築・改修の双方に適用できる制度であることが特に重要となる。

また、建築用、土木構造物用ともに、塗料中の溶剤量は予め決められて商品化されているため、既存の製品ラインアップから選択できる制度であることが重要である。製品表示については、「低 VOC 塗料自主表示ガイドライン」を、建設物や塗装系での VOC 総量、Ox 生成寄与に着目した成分の表示に発展させることが考えられる。このガイドラインによる製品表示の判断基準となる加熱残分についても、その残分量に応じて溶剤の視点でランク分けするなど、VOC 量の情報に置き換えて示すことが考えられる。

上記制度の組合わせについては、低 VOC 塗料の製品表示に係る制度と低 VOC 塗装建設物評価制度を組み合わせて運用することが考えられる。

製品表示については、「低 VOC 塗料自主表示ガイドライン」の表示対象塗料（VOC 30 重量%以下）を拡大し、表示の判断基準も VOC 総量から Ox 生成寄与の高い成分へ拡大することも考えられる。成分については、当面は SDS 記載義務のある成分とするため、既存の SDS 表示制度と組み合わせて運用することが考えられる。JIS の加熱残分については、これまでどおり、ガイドラインによる自主表示の判断基準として運用するが、加熱残分に応じて溶剤の視点でランク付けして VOC の情報に置き換え、

製品表示することが考えられる。

低 VOC 塗装建設物評価については、来年度以降の評価方法の検討・調査結果をもとに、評価方法を確立して制度化し、運用することが考えられる。

＜組み合わせ運用＞

①「低 VOC 塗料自主表示ガイドライン」による製品表示制度
→表示対象塗料の拡大、表示の判断基準を総量から成分へ拡大
・SDS 表示制度
→①で成分を把握するための基礎データとする
・JIS 加熱残分による塗料中 VOC 量推定
→①の表示判断基準とするとともに、溶剤の視点で加熱残分に応じランク付け
②低 VOC 塗装建設物評価制度
→低 VOC 塗装建設物評価手法の検討・調査結果をもとに構築し、運用

2) 建築

建築塗装では、新築・改築ともに、国土交通省の標準仕様書に基づいて、設計・発注、施工を行うことが基本となっている。従って、建築塗装への低 VOC 塗料の普及には、1)の製品表示の制度を発展・活用し、Ox 生成寄与が低く、適切な塗装技術を担保した低 VOC 塗装を選択することを、標準仕様書（又はそれを解説する監理指針）に盛り込むことを提案し、最終的に標準仕様化することが考えられる。

また、建築塗装では、地球環境に関する取り組みの必要性から設計時の環境配慮項目を提示した「サステナブル建築を実現するための設計指針」、室内汚染対策の必要性から、設計・施工時のシックハウス対策の観点での VOC 対策に関する普及啓発の取組も行われている。今後はこのような普及啓発の取り組みに Ox 生成の観点を加味することが考えられる。

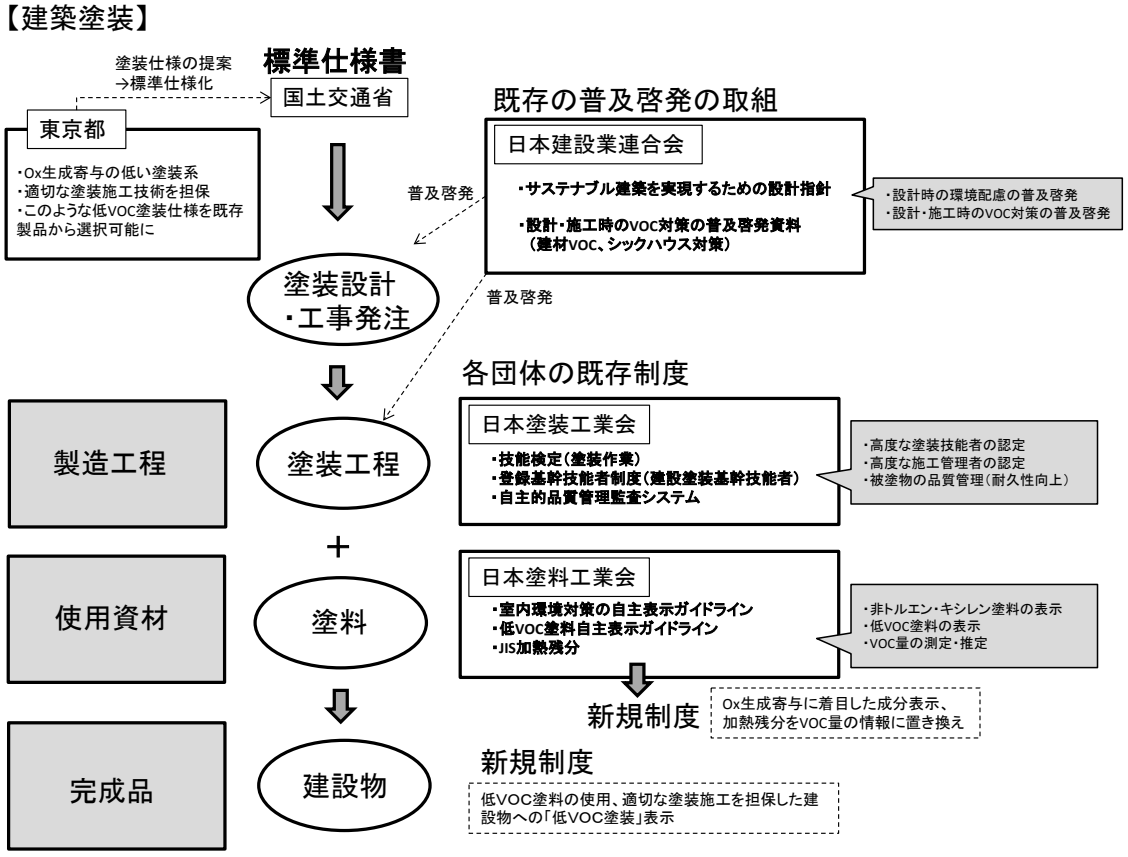


図 4-1　製造工程・使用資材・完成品の表示・認定制度に対応する
各団体の既存制度の位置づけ【建築塗装】

3) 土木

土木構造物塗装でも、国土交通省の標準仕様書に基づいた設計・発注、施工が行基本であるが､環境配慮よりも実績やコストが重視される土木構造物塗装において、低 VOC 塗装の施工実績が非常に少ない現状では低 VOC 塗装の標準仕様化は困難である。

従って、標準仕様化に向けて、1)の表示制度を発展させて自主的に低 VOC 塗装を導入して VOC 削減を推進し､低 VOC 塗装の施工実績を蓄積していくことが重要である。当面は、新設塗装と比べて低 VOC 塗装を導入しやすい塗替え塗装での標準仕様化に向けた制度構築、施工実績の蓄積が考えられる。

【土木構造物塗装】

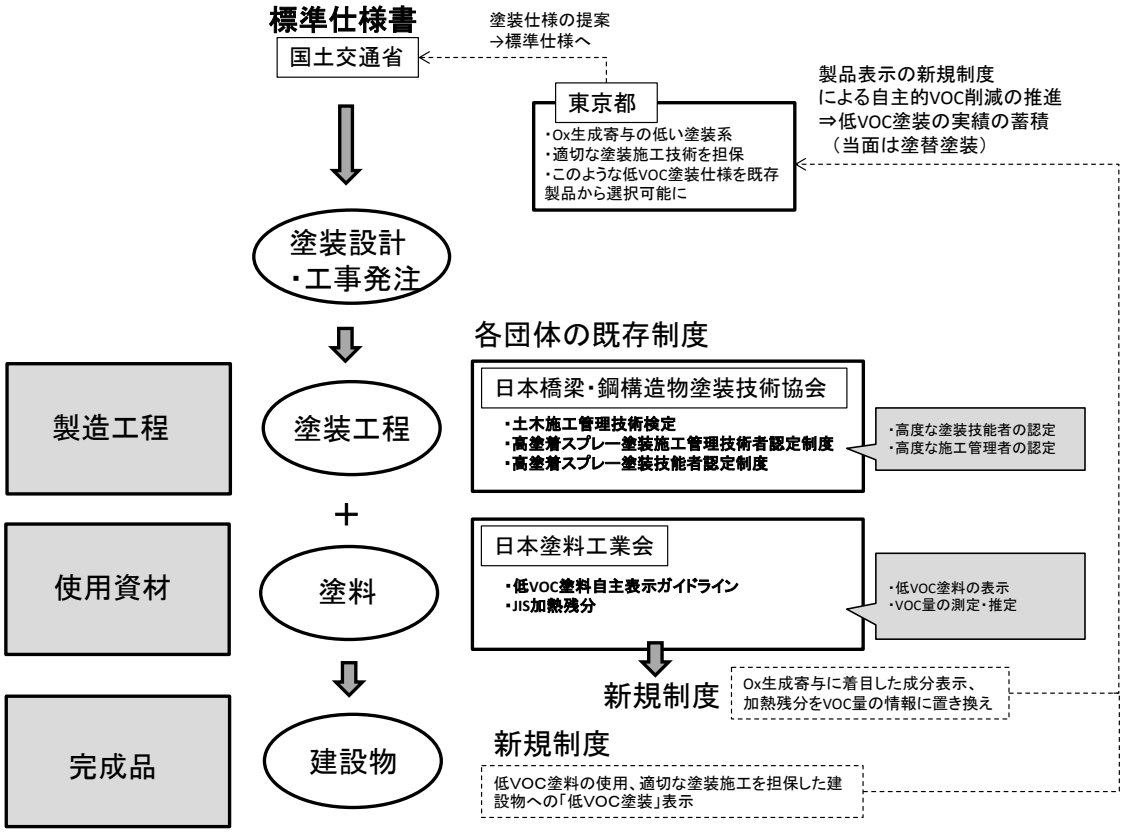


図 4-2　製造工程・使用資材・完成品の表示・認定制度に対応する
各団体の既存制度の位置づけ【土木構造物塗装】

4.4 環境物品等調達方針提案様式による低 VOC 塗料等の提案方法

ここでは、低 VOC 塗料（あるいは低 VOC 塗装施工）を環境物品等調達方針提案様式（平成 26 年度様式）により提案するにあたり、現在の調達方針で採用・変更すべき要件を整理し、低 VOC 塗料・低 VOC 塗装施工の採用に必要な情報や実績を整理した。

(1) 現在の調達方針で採用されている低 VOC 塗料・塗装施工の要件

現在の東京都の調達方針である「平成 26 年度東京都環境物品等調達方針（公共工事)」（平成 26 年 12 月、東京都）で採用されている、低 VOC 塗料・低 VOC 塗装施工の要件を整理した。

東京都の調達方針では、低VOC塗料は、「その他環境負荷の低減に寄与するもの」に分類される「特別品目」[10]として、下表のような要件が定められている。

表 4-2　現在の東京都の調達方針における低 VOC 塗料の要件

品目名	要件
低 VOC 塗料	・鉛、水銀、カドミウム、六価クロム等の有害金属類を添加していない塗料であって、VOC 含有量 1%以下（鉄部用は 5%以下）の水性塗料であること（建築物内装用に限る。） ・鉛、水銀、カドミウム、六価クロム等の有害金属類を添加していない塗料であって、粉体・無溶剤系塗料、水性塗料、もしくは VOC 含有量が 30%以下の低 VOC 塗料（溶剤系）であること。（建築物外装用に限る。）

また、上記以外に低VOC塗料に相当する品目としては、東京都の調達方針では、「特定調達品目」[11]として、国の調達方針と同様に「低揮発性有機溶剤型の路面標示用水性塗料」について要件[12]が定められている。

---

10 東京都建設リサイクル推進計画及びガイドラインにおいて、都が政策として、各種の副産物対策や環境負荷の軽減のため建設（実施）する施設や事業などにおける副産物又は製品のことをいい、10 項目（建設発生土の有効利用を図るもの、温室効果ガスの削減を図るもの、その他環境負荷の低減に寄与するもの等）に分類される。

11 国がグリーン購入法に基づき策定する「環境物品等の調達の推進に関する基本方針」のうち、「公共工事」に分類される資材、建設機械、工法、目的物などの環境物品等と原則として同じものとする。但し、都等で調達することが適当でないものは除くこととし、用語の表現や仕様等の一部については都独自の表現に改める。

12 水性型の路面標示用塗料であって、揮発性有機溶剤（VOC）の含有率（塗料総質量に対する揮発性溶剤の質量の割合）が 5%以下であること。

(2) 調達方針で採用又は変更すべき低 VOC 塗料・塗装施工の要件の提案

需要分野（建築、土木構造物）、工程（下塗り、中塗り、上塗り）によって使用する塗料の VOC 含有量が異なるため、以下の 2)の要件を検討すべきである。しかし、2)のような詳細な要件設定が難しい場合には、土木構造物にも適用できるように、1)を検討すべきである。更に、要件の追加が可能であれば、3)の提案も検討すべきである。

1) 用途を限定した要件の撤廃

現在の東京都の調達方針では、屋外塗装用の低 VOC 塗料について、用途が「建築物外装用」に限定されており、「土木構造物用」の要件が存在しないことに課題がある。「土木構造物用」の要件がないために、適用のインセンティブが働かず、実績が積み上がらない。

したがって、要件の中から用途限定を撤廃し、建築物塗装だけでなく、少なくとも施工実績がある橋梁・鋼構造物塗装についても低 VOC 塗料・塗装施工の提案が可能とすべきである。ただし、単に用途限定をはずすだけでなく、土木構造物に適した要件設定が必要である。そのためには、これまでの実績を踏まえて、必要な防錆性や耐久性を備えた上で、可能な VOC 含有率について情報を提示することが必要である。

2) 塗料種類別の含有量の要件設定

2 章で整理したように、上塗りは低 VOC 塗料で塗装するが、下塗りや中塗りは溶剤形を使う標準仕様が多い。また、建築塗装では水性塗料の適用が標準仕様となっているケースが多いが、土木構造物塗装では低 VOC 塗料の標準仕様の事例が少ない。このように、需要分野や塗装工程によって塗料中の VOC 含有量が異なるため、低 VOC 塗料の要件として挙げられている「VOC 含有量が 30%以下」という要件は、塗装工程別に VOC 含有量が異なる現状と合致していないという問題がある。このため、VOC がより低含有な塗料を採用する可能性がありながら、共通に設定した VOC 含有量のために採用されない事態が生じうる。

従って、需要分野別（建築用、土木構造物用）、工程別（下塗り用、中塗り用、上塗り用）の塗料種類毎に、含有量の上限を新たに定めるべきである。土木構造物用は含有量で上限を定めるが、建築用は 3 章で提示した溶剤含有量や溶剤成分に応じて設定する塗料ランクで要件（「低 VOC☆以上」等）を定めることが考えられる。

このように塗料種類別に含有量の上限を要件として定めるために、需要分野ごと、塗装工程ごとに、低 VOC 塗料の使用実績や VOC 含有量を把握し、適切な値を提案していく必要がある。

3) 調達品目に「低 VOC 塗装仕様」を新設

1)、2)は現在の調達方針で採用されている低 VOC 塗料単体の要件を変更するものであるが、塗料単体だけでなく、「低 VOC 塗装仕様」等を新たに品目として新設し、要件として、塗装仕様の各工程で使用する塗料の総 VOC 含有量を定めることが考えられる。

これは、各塗料メーカーが工程別に使用する塗料を設定した標準的な塗装仕様が存在しており、工程別に低 VOC 塗料の要件を満たした「低 VOC 塗装仕様」があらかじめ提案されるのであれば、塗装業者としてはこの仕様を採用することで容易に低 VOC 塗装を使用できるからである。

2)で述べたように、需要分野や各工程で使用する塗料によって VOC 含有量が異なるため、塗装仕様の総 VOC 含有量も異なる。従って、品目と要件は、「建築用」と「土木構造物用」、「低溶剤形塗装」と「水性塗装」など、需要分野と塗料種類に分けることが考えられ、低 VOC 塗料の利用実績を整理して要件を提案していく必要がある。

また、建設物の長寿命化は塗り替え回数が削減され、長期的な環境負荷低減につながることから、建設物の耐用年数も要件に含めることが必要である。その要件としては、3 章で提示した塗装系での総 VOC 排出量に、耐用年数を加味した総合的な評価指標（「A ランク以上」等）で定めることが考えられる。

※上記以外の視点として、低 VOC 塗料・低 VOC 塗装の採用を提案した場合のメリットを用意することが必要ではないかとの議論があった。WG での意見では、入札時の総合評価方式において低 VOC 塗料や低 VOC 塗装を採用した場合には、評価点を加点することが有効ではないかとの意見があったため、ここに記しておく。

(3) 低 VOC 塗料・塗装施工の採用につなげるために必要な情報・実績

⑵で提案した要件で低 VOC 塗料・塗装施工の採用につなげるために必要となる情報や実績として、以下のものが挙げられる。

1) 用途に関する要件を撤廃する場合

・建築物以外で低 VO 塗装施工が適用可能な用途（施工対象物等）に関する情報
・建築物以外の低 VOC 塗装の施工実績（施工対象物、施工件数等）

2) 塗料の種類別の含有量に関する要件を新設する場合

・需要分野別、塗装仕様での工程別等の低 VOC 塗料の含有量に関する情報
・低 VOC 塗装仕様の適用実績（施工対象物、施工件数、工程別の塗料の種類等）

3) 調達品目（「低 VOC 塗装仕様」等）を新設する場合

・低 VOC 塗装仕様の開発・商品化の動向に関する情報
・低 VOC 塗装仕様の適用実績（施工対象物、施工件数、工程別の塗料の種類等）