

低VOC塗装における塗膜性能調査について

東京都環境局環境改善部化学物質対策課

目次

1.背景

2.目的

3.試験パネルの塗膜性能調査について

4.低VOC塗料の普及に向けて

1. 背景

健康
影響

- ・目や喉への刺激
- ・呼吸が苦しい
- ・めまい、頭痛

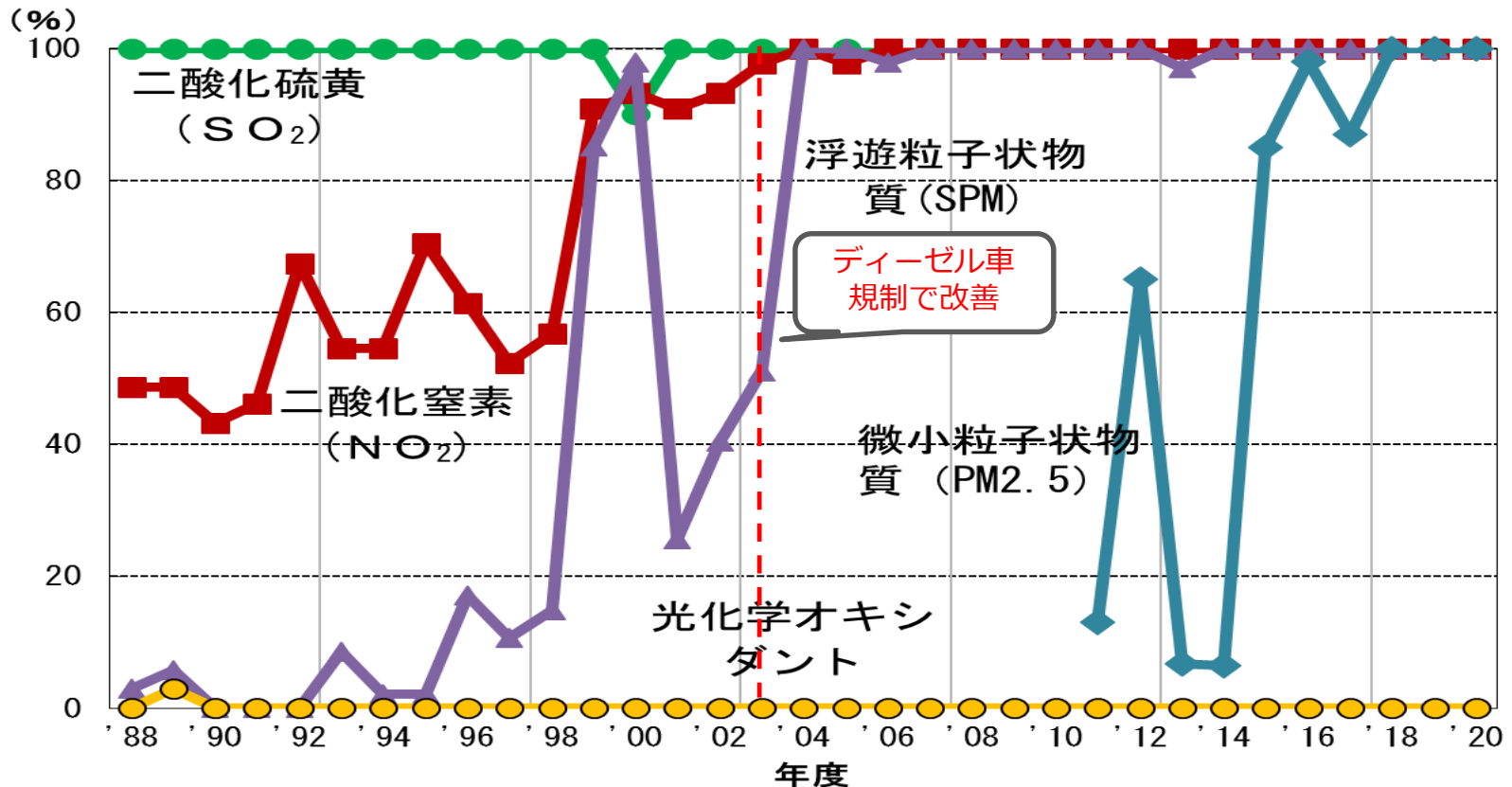
- ・葉の変色
- ・収量の減少

農作物
への影響



→ 光化学オキシダントの原因となる
揮発性有機化合物 (VOC)の削減に努めている

1. 背景

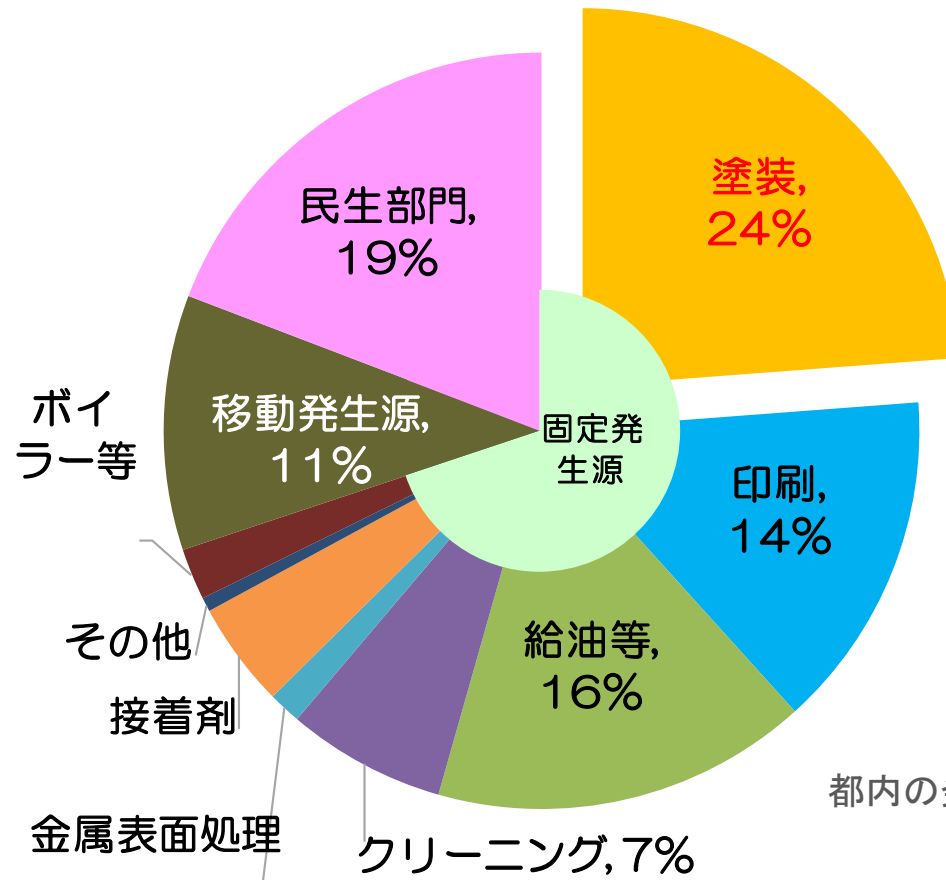


東京都内の一般環境大気測定局の平均データ

→光化学オキシダントだけは環境基準の達成率は0%

1. 背景

都内のVOC総排出量の内訳

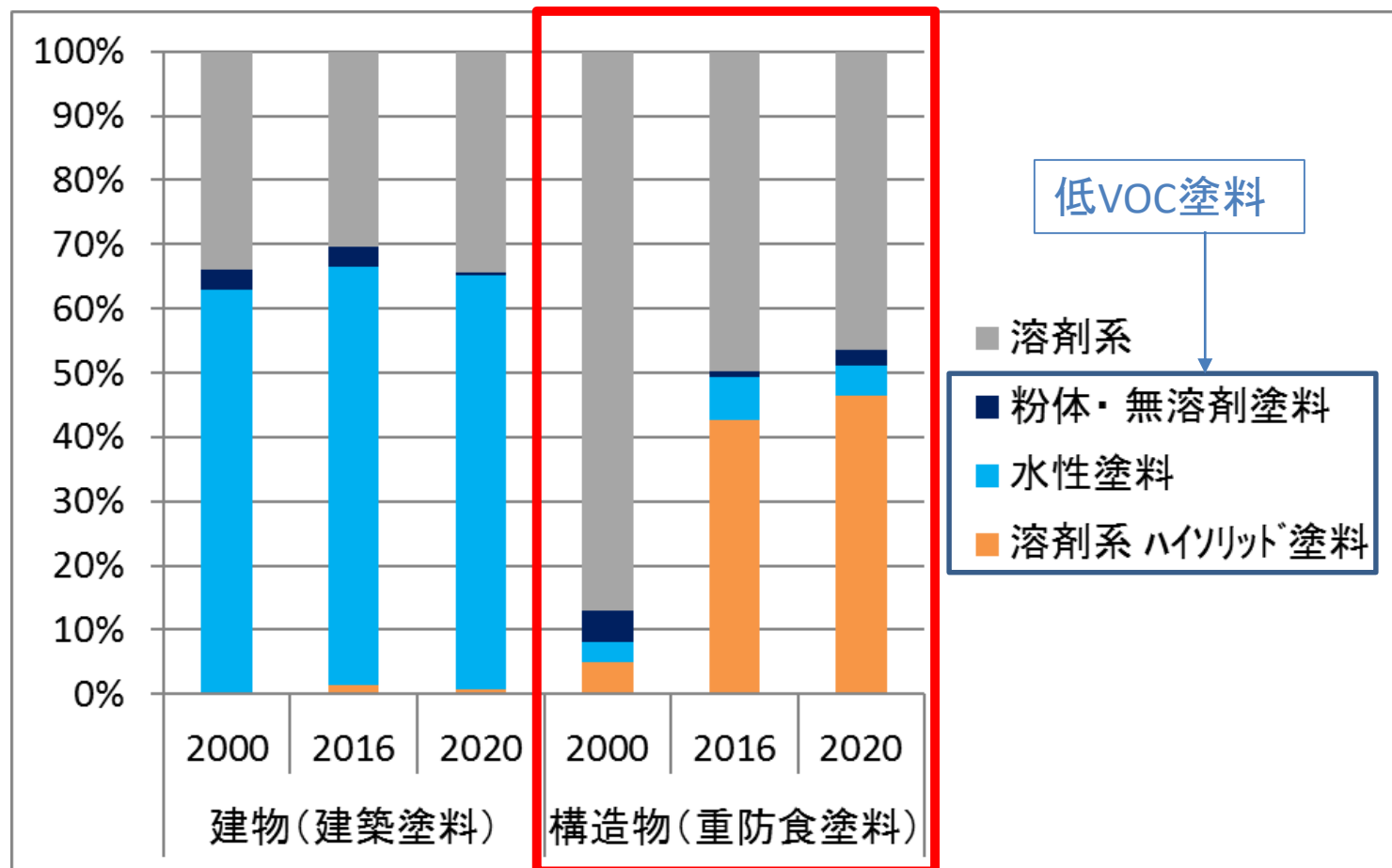


都内の発生源別VOC排出割合(2015年)

→ 低VOC塗装の普及・促進が求められている

1. 背景

業種分野別の低VOC塗料比率（2000～2020年度）



→ 構造物（橋梁等）における低VOC塗料の普及拡大が課題

2. 目的

構造物分野における低VOC塗装の性能に関するデータを公表し、低VOC塗料の普及促進に繋げていく

3.試験パネルの塗膜性能調査について

3.1 調査内容

- (1) 調査地点 東京都廃棄物埋立処分場第三排水処理場
(東京都江東区青梅)
- (2) 調査期間 2011年3月～2021年9月



試験パネル設置場所 (塩害・日射の影響を受ける環境下)

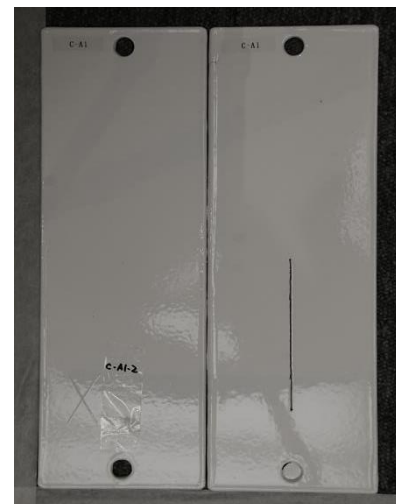
3.1 調査内容

(3) 試験パネル

①パネルサイズ：300(mm)×100(mm)×3.2 (mm)

②パネル基材：ブラスト鋼板(JIS K5600-1-4)

※ ブラスト処理条件→ 除せい度：ISO 8500-1 Sa 2 1/2
研掃材：グリッド、
表面粗さ(Rz_{jis})：20-30μm



試験パネル

3.1 調査内容

(3) 試験パネル

③塗料仕様

- ・ 溶剤系：従来型の有機溶剤を主成分とした塗料系
- ・ 超低VOC：全て水性の塗装系
(ジンクリッチペイントを除く)
- ・ 低VOC-1：一部水性の塗装系
(下塗：弱溶剤、中塗・上塗：水性)
- ・ 低VOC-2：ハイソリッド溶剤系
(不揮発性成分の割合が70%以上)

3.1 調査内容

(3) 試験パネル

④素地

新設

- ・ C-5 : 十分な防食性能と耐候性を有する仕様
(パネル基材には素地調整は行わない)

塗替え

- ・ Rc- I : 素地調整1種 (さび、旧塗膜を完全に除去)
- ・ Rc- Ⅲ : 素地調整3種 (旧塗膜の活膜は残すが、不良部は除去)
- ・ Rc- IV : 素地調整4種 (目あらし (ケレン処理) や清掃のみ)

注) Rc-ⅢとRc-IVは通常はケレン処理は行なうが、試験パネルではケレン処理を行わず、旧膜代替として、下塗り1層を追加する。

3.1 調査内容

(3) 試験パネル

⑤パネル枚数 : 192枚 (16塗装系×6社※×2枚)

※ 関西ペイント(株), 神東塗料(株), 大日本塗料(株),
中国塗料(株), (株) トウペ, 日本ペイント(株)

		溶剤系	超低VOC	低VOC-1	低VOC-2
新設	C-5 (相当)	A1	B1	C1	D1
塗替 注	Rc- I (相当)	A2	B2	C2	D2
	Rc-Ⅲ (相当)	A3	B3	C3	D3
	Rc-Ⅳ (相当)	A4	B4	C4	D4

3.1 調査内容

(3) 試験パネル

⑥ 塗装仕様

超低VOC（B1～B4）における塗装仕様

	第1層	第2層	第3層	第4層	第5層
C-5（相当） （B1）	無機ジンク リッチペイント	（ミスト処理）	水性厚膜型 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性ふっ素樹脂 塗料中塗	水性ふっ素樹脂 塗料上塗
Rc-Ⅰ（相当） （B2）	有機ジンク リッチペイント	水性変性 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性変性 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性ふっ素樹脂 塗料中塗	水性ふっ素樹脂 塗料上塗
Rc-Ⅲ（相当） （B3）	水性変性 エポキシ樹脂 塗料下塗 （鋼材露出部）	水性変性 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性変性 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性ふっ素樹脂 塗料中塗	水性ふっ素樹脂 塗料上塗
Rc-Ⅳ（相当） （B4）	水性変性 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性ふっ素樹脂 塗料用中塗	水性ふっ素樹脂 塗料上塗		

3.1 調査内容

(3) 試験パネル

⑥ 塗装仕様

新設（A1～D1）における塗装仕様

	第1層	第2層	第3層	第4層	第5層
溶剤系 (A1)	無機ジンク リッチペイント	(ミスト処理)	エポキシ樹脂 塗料下塗	ふっ素樹脂 塗料中塗	ふっ素樹脂 塗料上塗
超低VOC (B1)	無機ジンク リッチペイント	(ミスト処理)	水性厚膜型 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性ふっ素樹脂 塗料中塗	水性ふっ素樹脂 塗料上塗
低VOC-1 (C1)	無機ジンク リッチペイント	(ミスト処理)	低溶剤型 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性ポリ ウレタン樹脂塗料 中塗	水性ポリ ウレタン樹脂塗料 上塗
低VOC-2 (D1)	無機ジンク リッチペイント	(ミスト処理)	ハイソリッド エポキシ樹脂 塗料下塗	各社一任	

3.1 調査内容

(4) 調査項目

① 塗膜外観調査

- ・ 一般部 : 塗膜の膨れ、さび、割れ、はがれ
(目視) 評価基準は、JIS K5600-8に準拠
- ・ カット部 : カットからの膨れ幅
(片側最大値及び糸状膨れの長さ)

② 付着性試験

- ・ 旧JIS K5400 8.5.3
Xカットテープ法

③ 光沢度試験

- ・ JIS K5600-4-7
塗膜の鏡面光沢度
測定角度は60°

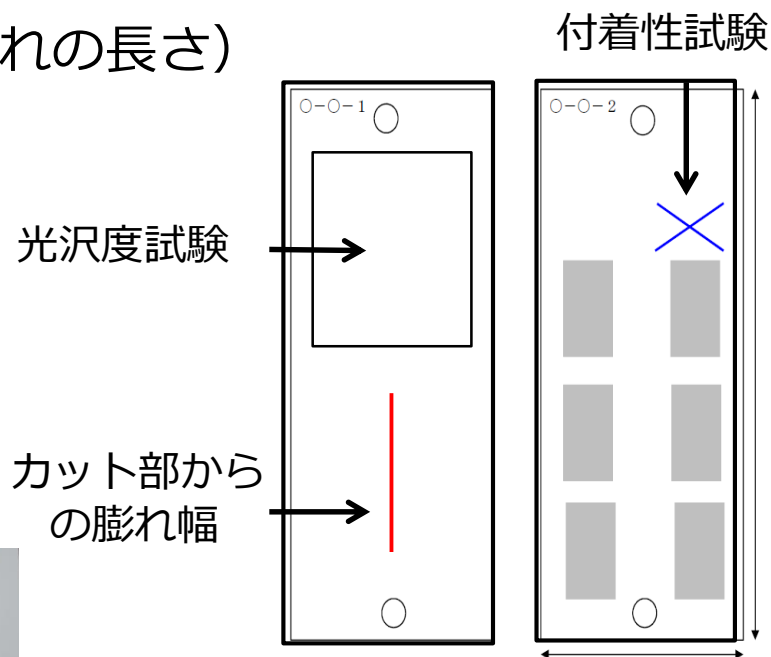


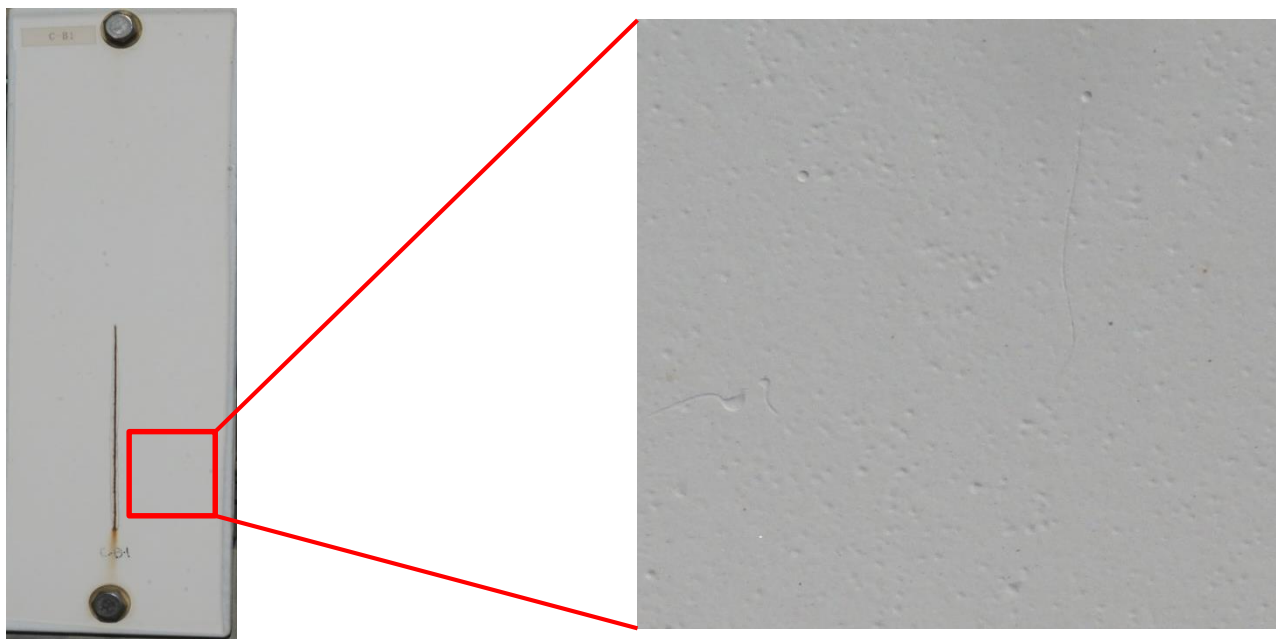
図 試験実施箇所

3.2 結果

① 塗膜外観調査

<一般部について>

- ・全塗装系について、割れ、はがれ、さびは確認されず。
- ・一般部からの膨れの写真



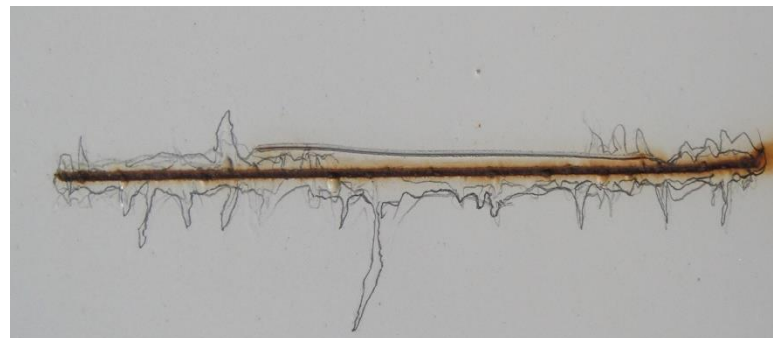
B1

3.2 結果

＜カット部からの膨れについて（写真）＞



A3



C4

※ 糸状のさびが多くみられる



B3



D4

3.2 結果

※供試メーカー各社の平均値にて評価を実施

＜カット部からの膨れ（糸状膨れ）について＞

＜塗装系毎の違い＞

カット部からの膨れは確認されず

	塗装系	溶剤系	超低VOC	低VOC-1	低VOC-2
新設	C-5（相当）	A1 (0mm)	B1 (0mm)	C1 (0mm)	D1 (0mm)
	Rc- I（相当）	A2 (0mm)	B2 (0mm)	C2 (0mm)	D2 (0mm)
塗替	Rc-Ⅲ（相当）	A3 (14mm)	B3 (18mm)	C3 (14mm)	D3 (9.0mm)
	Rc-Ⅳ（相当）	A4 (11mm)	B4 (14mm)	C4 (16mm)	D4 (11mm)

それぞれ平均で10mm以上の膨れ

3.2 結果

「<カット部からの膨れについて>

超低VOC塗料（B1～B4）における塗装仕様

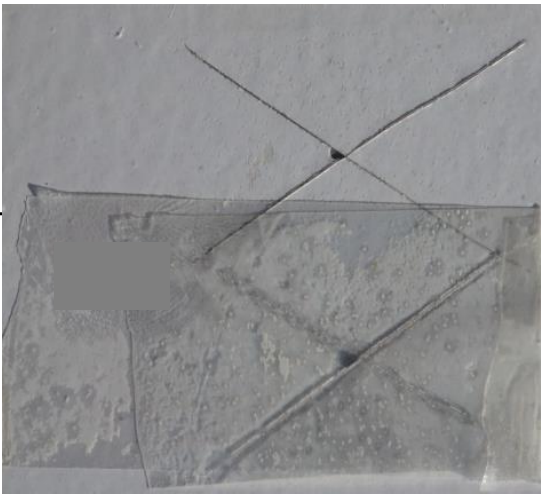
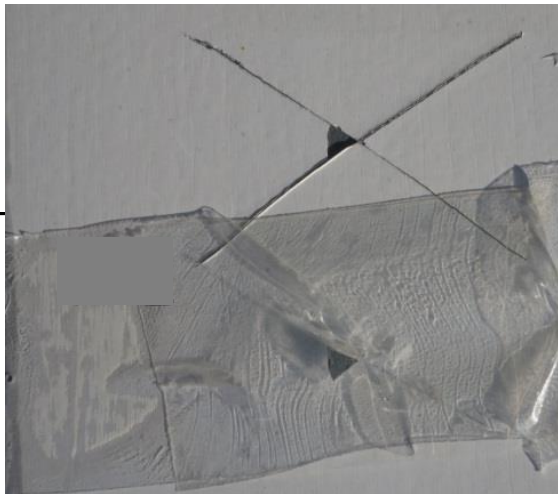
	第1層	第2層	第3層	第4層	第5層
C-5（相当） （B1）	無機ジンク リッチペイント	（ミスト処理）	水性厚膜型 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性ふっ素樹脂 塗料中塗	水性ふっ素樹脂 塗料上塗
Rc-Ⅰ（相当） （B2）	有機ジンク リッチペイント	水性変性 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性変性 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性ふっ素樹脂 塗料中塗	水性ふっ素樹脂 塗料上塗
Rc-Ⅲ（相当） （B3）	水性変性 エポキシ樹脂 塗料下塗 （鋼材露出部）	水性変性 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性変性 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性ふっ素樹脂 塗料中塗	水性ふっ素樹脂 塗料上塗
Rc-Ⅳ（相当） （B4）	水性変性 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性ふっ素樹脂 塗料中塗	水性ふっ素樹脂 塗料上塗		

ジンクリッチペイントの有無がRc-ⅢとRc-Ⅳの防食性低下に影響

3.2 結果

② 付着性試験

※写真は、ジンクリッチペイントの凝集破壊

溶剤系			低VOC系-2		
	試験結果			試験結果	
A1	パネル 本体		D1	パネル 本体	
	テープ			テープ	

各社においてばらつき→塗装方法や塗料（塗膜）の品質の性能差（塗膜硬さ・凝集力、付着力など？）が影響？

3.2 結果

② 付着性試験

・ はがれについて

(はがれが確認された数/全試験数)

	塗装系	溶剤系	超低VOC	低VOC-1	低VOC-2
新設	C-5 (相当)	A1 (3社/ 6 社)	B1 (5社/ 6 社)	C1 (4社/ 6 社)	D1 (3社/ 6 社)
塗替	Rc- I (相当)	A2 (0社/ 6 社)	B2 (0社/ 6 社)	C2 (0社/ 6 社)	D2 (0社/ 6 社)
	Rc-Ⅲ (相当)	A3 (0社/ 6 社)	B3 (0社/ 6 社)	C3 (0社/ 6 社)	D3 (0社/ 6 社)
	Rc-Ⅳ (相当)	A4 (0社/ 6 社)	B4 (0社/ 6 社)	C4 (0社/ 6 社)	D4 (0社/ 6 社)

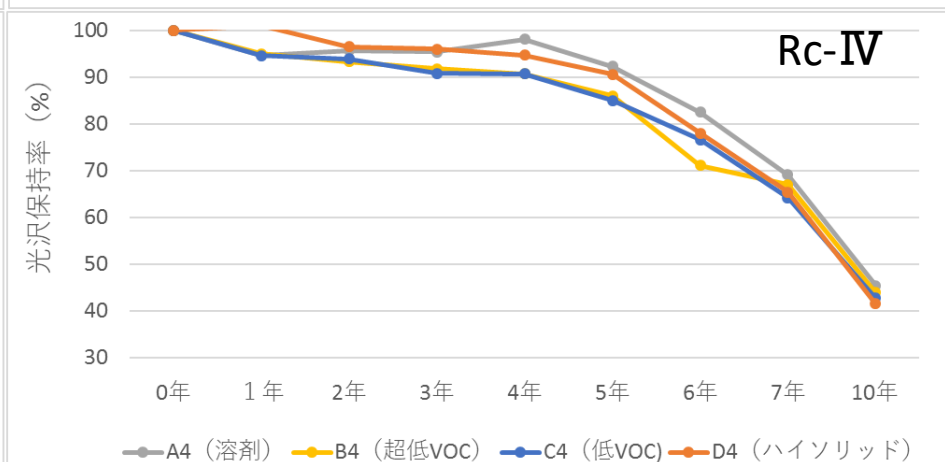
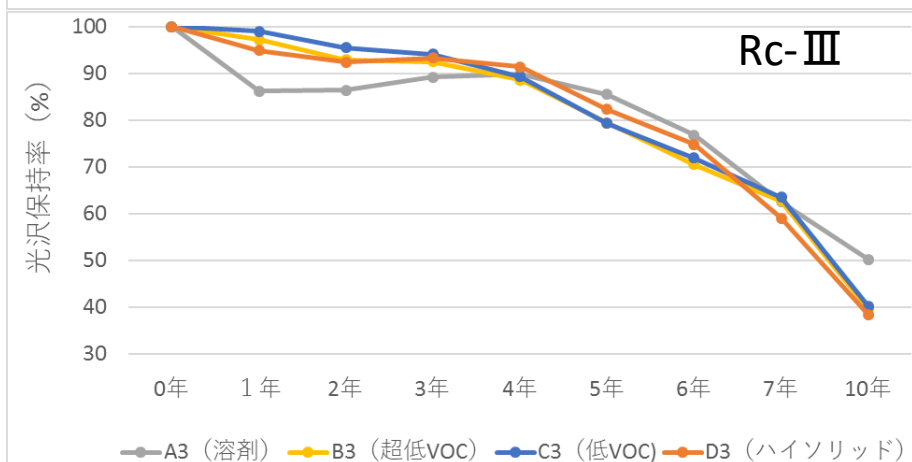
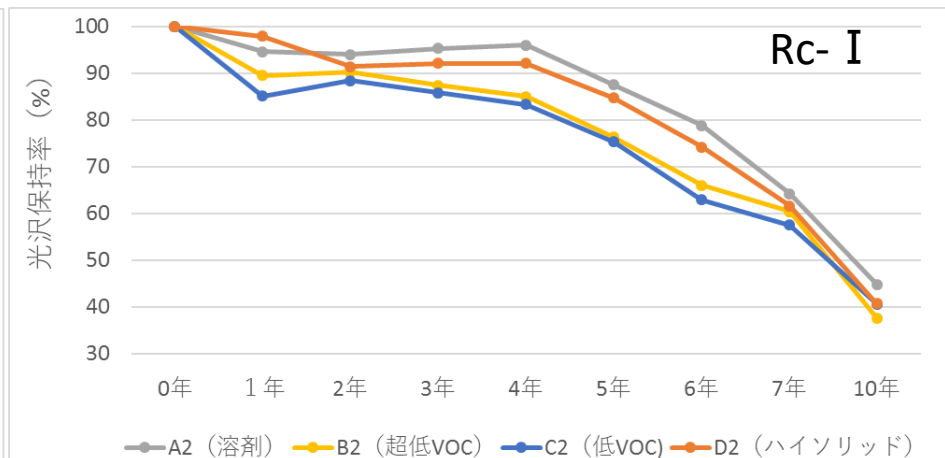
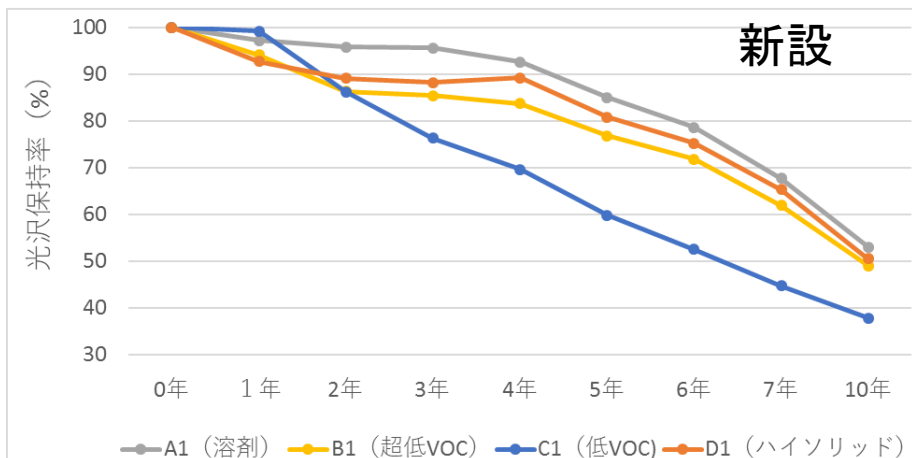
※10年目の結果

調査終了後、2社のパネルを塗膜付着力試験機で計測した結果、2.0 Mpa以上の数値が確認されたので、付着性は問題ないと考えられる。はがれは無機ジンクリッチペイント凝集破壊によるものであると考えられる。

3.2 結果

※ 供試メーカー各社の平均値にて評価を実施

③ 光沢度試験



溶剤系と低VOC系 (C1除く) でその差は小さく、良好な耐候性を示した。

3.2 結果

③光沢度試験

表 新設（A1～D1）における塗装仕様

	第1層	第2層	第3層	第4層	第5層
溶剤系 (A1)	無機ジンク リッチペイント	(ミスト処理)	エポキシ樹脂 塗料下塗	ふっ素樹脂 塗料中塗	ふっ素樹脂 塗料上塗
超低VOC (B1)	無機ジンク リッチペイント	(ミスト処理)	水性厚膜型 エポキシ樹脂 下塗	水性ふっ素樹脂 塗料中塗	水性ふっ素樹脂 塗料上塗
低VOC-1 (C1)	無機ジンク リッチペイント	(ミスト処理)	低溶剤型 エポキシ樹脂 塗料下塗	水性ポリ ウレタン樹脂塗料 中塗	水性ポリ ウレタン樹脂塗料 上塗
低VOC-2 (D1)	無機ジンク リッチペイント	(ミスト処理)	ハイソリッド エポキシ樹脂 塗料下塗	各社一任	

上塗りにポリウレタン樹脂を使用していることが要因か？

3.3 まとめ

- ・ **防食性（カット部からの膨れ幅）**

概ね溶剤系と低VOC系は同程度の防食性

- ・ **塗膜の付着性**

一部の試験パネルでは、はがれが確認されたが、各社における塗膜の性能差によるものと推察

- ・ **塗膜の耐候性**

上塗りにポリウレタン樹脂を使用している低VOC-1系C1を除き、溶剤系と低VOC系は、ほぼ同程度の耐候性

4. 低VOC塗料の普及に向けて

追加の塗膜性能調査を開始（2018年～）

【調査内容】

- ・水性塗料、ハイソリッド系塗料
に加え、無機塗料に対する調査も開始
- ・臨海部（日射・塩害等）に加え、
自動車の排気ガスによる影響についても
調査を開始



亀戸測定局施設内

4. 低VOC塗料の普及に向けて

水性塗料施工時の留意事項（抜粋）

気温、湿度条件

水性塗料は低温や高湿度条件下では乾燥しにくく、たれ易い傾向がある。塗装時に気温5℃以下または湿度85%RH以上の時、塗装後短時間に気温5℃以下または湿度85%RH以上になることが予想される場合は塗装しない。

降雨・結露に対する条件

塗装作業中や塗装直後に降雨・結露が生じると白化や色分け、さらには塗膜の流出や膨れなど防食性能への影響が懸念される現象になるので、降雨・結露の恐れがある場合には塗装を避ける。万が一、白化や色分けが発生した場合はペーパーサンディング等による処置を行い、再度同一塗料で塗り重ねる。塗膜の流出や膨れが発生した場合は不良塗膜除去の上、再塗装を行う。

4. 低VOC塗料の普及に向けて

低VOC塗装における各事業者の取組事例（東京都環境局HP）



奥多摩日原園地 胡桃橋

【施工時期】 平成18年1月

【塗装面積】 約80m²

【塗装仕様】 低溶剤形弱溶剤変性エポキシ樹脂仕様

【VOC削減率】 53%



低VOC塗装事例のご報告をいただいた事業者の取組を紹介しています（20者程度）



https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/air/air_pollution/voc/low_voc_painting/case.html

ご清聴ありがとうございました

問合せ先：東京都環境局環境改善部化学物質対策課
03-5388-3457