

平成20年度 揮発性有機化合物（VOC）対策功労者の取組報告書

部門	VOC対策推進部門		
企業名又は団体名	財団法人 鉄道総合技術研究所	事業所名	財団法人 鉄道総合技術研究所
事業所の概要	鉄道技術に関する研究・開発		
事業所の所在地	〒185-0034		
担当部署名	材料技術研究部 防振材料研究室		
取組の名称	塗装系ECOの開発と「鋼構造物塗装設計施工指針」の改訂と普及		
取組の概要 (要旨)	屋外での現場作業となる橋梁の塗替え塗装時に適用する長期耐久型でライフサイクルコスト低減が可能であるとともに、中塗り塗料及び上塗り塗料に水系塗料を用いることで、大幅に環境負荷を低減した塗装系「ECO1及びECO2」の研究開発を行い、平成17年「鋼構造物塗装設計施工指針」改訂で実用と各鉄道事業者への普及を積極的に行った。		
取組の内容	<p>1. 背景</p> <p>例えば、東京都の平成17年度蒸発系固定発生源VOC排出量82,100トンのうち屋外塗装が約30%を占めるなど、屋外塗装に使用される塗料の環境負荷低減が重要との認識で、塗装作業での環境負荷低減を目的とした有害化学物質、VOC量低減が求められていた。</p> <p>2. 目的</p> <p>橋梁等の屋外塗装に適用でき長期耐久型でライフサイクルコスト低減が可能であるとともに、平成12年度実績と比較して、有害化学物質、VOC量とも30%以上削減可能な塗装系の開発と普及を目的とした。</p> <p>3. 内容</p> <p>(1)平成8年度より耐久性を保持し中塗り塗料及び上塗り塗料に水系塗料を用いて環境負荷を低減できる塗装系「ECO1及びECO2」の開発研究実施。</p> <p>(2)実橋梁施工試験で実用性を確認し、平成17年5月の「鋼構造物塗装設計施工指針」改訂に採用。</p> <p>(3)塗装指針や塗装系の説明会、研究会を通じて各鉄道事業者への普及、平成19年2月の東京都主催「低VOCセミナー(鉄道編)」への参加、現場実用時の技術指導などの活動。</p>		



## 開発した環境負荷低減型塗装系

工程	塗装系ECO1	塗装系ECO2
1層(補修)	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料 (溶剤系200g/m <sup>2</sup> )	厚膜型エポキシ樹脂シンクリッチペイント (溶剤系500g/m <sup>2</sup> )
2層(補修)	厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料(溶剤系200g/m <sup>2</sup> )	
3層(全面)	水系エポキシ樹脂塗料(220g/m <sup>2</sup> )	
4層(全面)	水系上塗り塗料(ポリウレタン樹脂系, 変性アクリル樹脂系: 120g/m <sup>2</sup> )	

## 塗装系ECOの環境負荷低減程度

塗装系	有害化学物質質量	VOC量	
		総量	MIR値
従来B7	2.2	6.0	13
従来G7	6.9	8.3	50
ECO1	2.0	1.4	8.5
ECO2	2.0	1.2	7.0

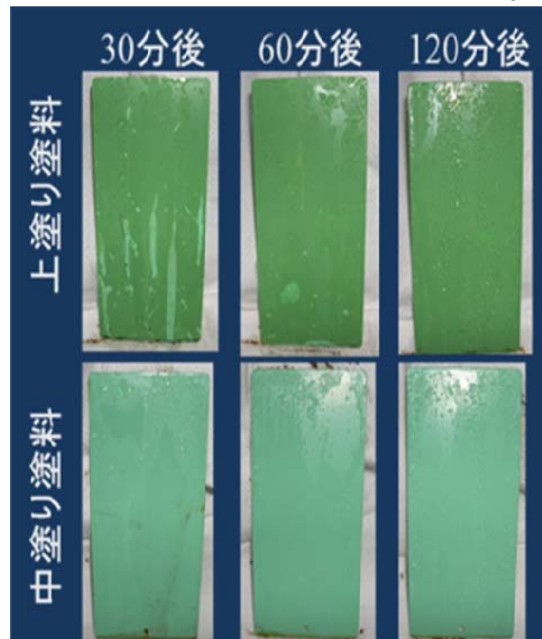
単位は g・m<sup>2</sup>・年, すなわち, 耐久性を塗装系B7で15年, その他の塗装系を30年と仮定したライフサイクルでの評価(単位年, 単位塗装面積当り)

有害化学物質: B7の約10%, G7の約70%削減

VOC量: 総量でB7の約75%, G7の約85%削減

MIR値でB7の約40%, G7の約80%削減

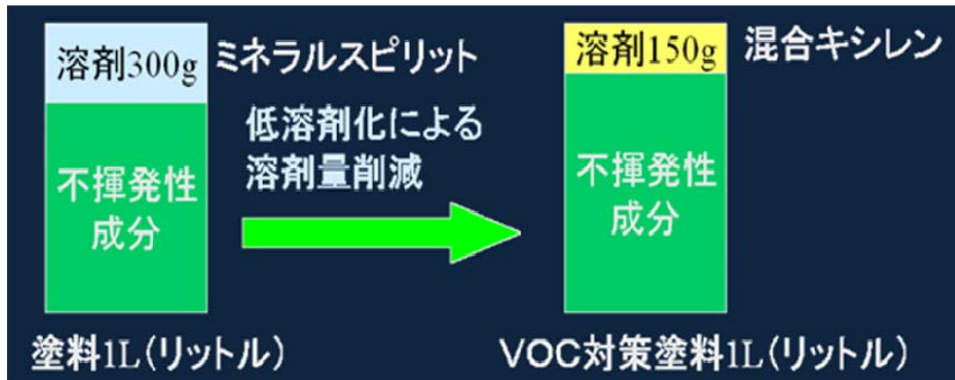
## 水系塗料塗装直後の降雨影響試験



## 試験施工橋梁の外観



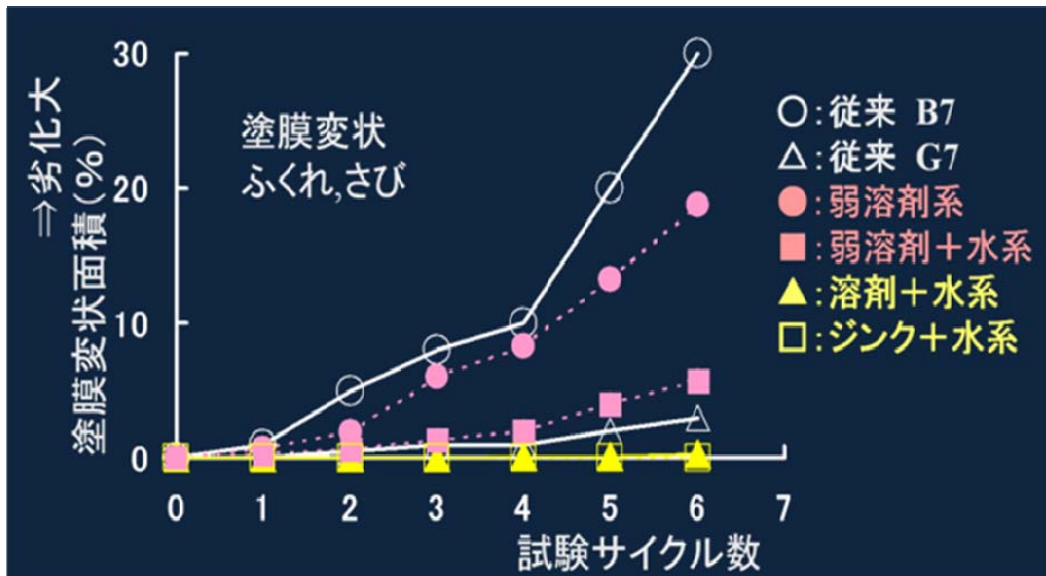
## 総量評価とMIR評価



総量評価: 300g/L → 150g/Lとなり 50%削減と評価

MIR値評価: 234g/L → 1.065g/Lとなり 350%増と評価

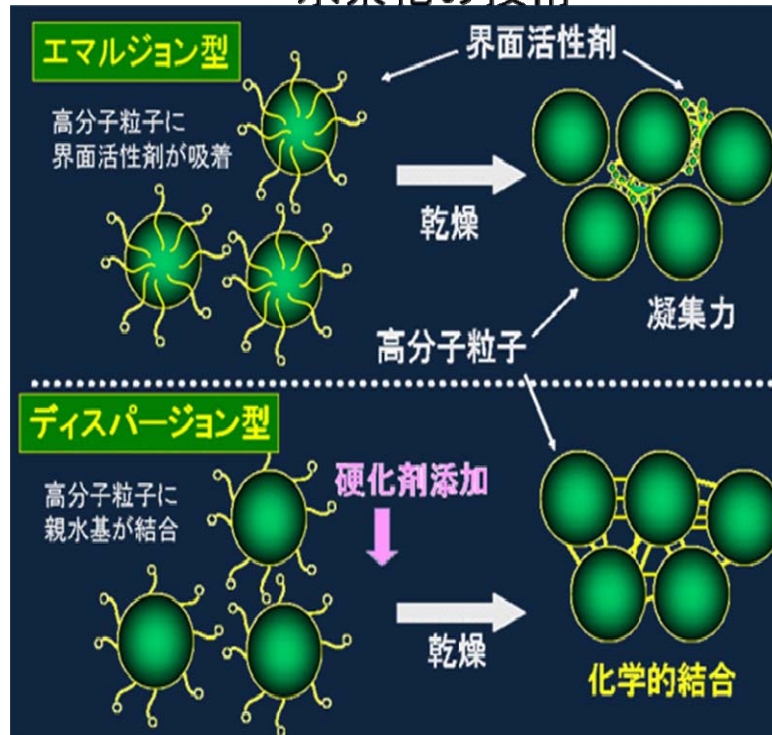
## 試作品の促進劣化試験結果



弱溶剤系は耐久性が低く、VOC削減目標は達成できるが、有害化学物質の削減目標は達成できないことが判明



## 水系化の技術



## 有機溶剤のMIR値の例

溶剤名	MIR 値	有害性
m-キシレン	10.61	PRTR 法 指定 物質
O-キシレン	7.49	
p-キシレン	4.25	
トルエン	3.97	
メチルセロソルブ	2.98	
ミネラルスピリット*	0.78~1.27	指定外

\* : 混合物の組成で異なる

(Documentation of The SAPRC-99 Chemical Mechanism for VOC Reactivity Assessment Volume 1 of 2 Documentation Text. By William P. L. Carter, May 8, 2000)

# VOC評価法

## 総量評価

化学種を問わず，含有量で評価

## MIR (Maximum Incremental Reactivity)

米国W.P.L.Carter提唱

VOC種別のオゾン発生量の実験結果から評価

## POCP (Photochemical Ozone Creation Potentials)

英国R.G.Derwentら提唱

光化学反応機構の反応定数などからオゾン発生量を計算

## 環境負荷低減対策の検討 (1996年～)

・有害化学物質削減，VOC削減対策の可否

無溶剤化：有害物質増となり採用不可

ハイソリッド化（低溶剤化）：

エポキシ系塗料は有害物質増で採用不可

ポリウレタン樹脂系塗料のみ有望

弱溶剤化：防食性能確保で有望（MIR評価で）

ただしVOC総量評価では削減効果疑問

水系化：エマルジョン系は性能低下で採用不可

ディスパーション系は防食性能確保で有望

## 健康、環境問題

- 揮発性有機化合物 (VOC)

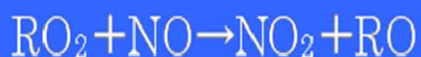
光化学オキシダント (オゾン発生) , 大気酸性化  
浮遊粒子状物質

「大気汚染防止法」改正で規制対象となる  
(平成16年5月26日公布)

### オゾン発生機構例



RH : 有機化合物 (VOC)



OH $\cdot$  : ヒドロキシラジカル



R $\cdot$  : 有機ラジカル



h $\nu$  : 光量子



## 長期防錆塗装の主な歴史（鋼鉄道橋）

- 1963年～1970年  
腐食性環境用に塩化ビニル塗料(1970年に廃止)
- 1965年～1976年  
本州四国連絡鉄道橋を想定した長期防錆型塗装系の研究
- 1976年～現在  
ジnkリッチ系下塗+(変性)エポキシ樹脂+ポリウレタン樹脂
- 1996年～2004年  
環境負荷低減型塗装系の研究
- 2005年～  
鉛・クロムフリー化, 水系塗料採用の高耐久型塗装系など

## 1990年以後の社会情勢変化

- 環境問題がクローズアップ（法的規制が進む）  
1999年 PRTR法, 2002年 グリーン購入法, 2005年 大気汚染防止法  
環境負荷低減へのニーズ増大
  - 鉛化合物, クロム化合物・タール等発がん性物質の排除
  - 有害化学物質量, 揮発性有機化合物（VOC）量の削減
- ニーズの多様化（LCC低減など）
  - 構造物の使用目的に応じた耐久性（短期中期長期）
  - 性能規定化へのニーズ