

「油性さび止めの防錆性」

－非鉛系・非クロム系（沖縄暴露結果）－

品質向上研究会

守屋 進(委員長)^{※1}

○嘉瀬井 一彦 ^{※※2}

岩見 勉 ^{※※※3}

藤城 正樹 ^{※※※※4}

1. はじめに

近年、環境問題の高まりと共に鋼橋塗装の分野でもVOCの削減や、鉛やクロム等の有害重金属の使用制限など、環境負荷に配慮した塗料の実用化が求められている。

政府調達では、平成13年4月にグリーン購入法が施行され、塗料分野で平成14年4月に「下塗用塗料」（鉛・クロム等有害重金属を含む顔料を配合していないこと）がグリーン調達商品として指定された。また、日本工業標準調査会の審議を経て、平成15年11月20日付けで、「JIS K 5674:鉛・クロムフリーさび止めペイント」が制定された。この前身である「JPMS 26:りん酸塩系さび止めペイント」では防錆顔料種が規定されていたが、JIS K 5674 ではこの規定がない。

このJIS規格制定に先立ち、各種非鉛・非クロム防錆顔料の防錆性能を明らかにするため、沖縄での暴露試験を開始した。暴露6ヶ月後の調査結果を報告する。

2. 試験方法

2. 1. 供試塗料

供試塗料の配合及び供試塗料作製時の性状値は表-1に示す。

供試塗料の組成概要は下記の通り。

- ・ 基体樹脂：長油性フタル酸樹脂（合成樹脂系）
- ・ 防錆顔料種：モリブデン酸亜鉛、モリブデン酸亜鉛カルシウム、リン酸亜鉛、リン酸アルミ、亜リン酸亜鉛、亜リン酸カルシウム、メタほう酸バリウム、シアナミド亜鉛、シアナミド鉛（JIS K 5625で規定されている鉛系防錆顔料で比較用）
- ・ 防錆顔料濃度：総顔料中の防錆顔料の量を「PVC30%」と「PVC50%」の2水準（シアナミド鉛はPVC30%のみ）

表-1. 供試塗料の配合

原料名	モリブデン酸亜鉛		リチウム酸亜鉛カルシウム		リン酸亜鉛	
	PVC50%	PVC30%	PVC50%	PVC30%	PVC50%	PVC30%
防錆顔料	24.3	14.5	23.8	14.0	21.5	13.2
酸化チタン	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
体質顔料	9.3	18.7	9.0	17.8	6.7	15.9
沈殿防止剤	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
皮張防止剤	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
乾燥剤	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
長油性フタル酸樹脂ワニス	36.5	38.5	39.0	39.8	36.2	37.9
ミネラルスピリット	13.2	11.6	11.5	11.7	18.9	16.3
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
分散度(分布図法: μ)	50	50	50	50	50	50
粘度(KU、23°C)	83	86	88	85	72	77
密度(23°C)	1.43	1.45	1.33	1.33	1.33	1.32
加熱残分(%)	75.9	77.9	75.4	75.8	72.7	73.7

原料名	リン酸アルミ		亜リン酸亜鉛		亜リン酸カルシウム	
	PVC50%	PVC30%	PVC50%	PVC30%	PVC50%	PVC30%
防錆顔料	23.9	14.2	21.5	13.2	21.5	13.2
酸化チタン	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
体質顔料	9.0	18.2	6.7	15.9	6.7	15.9
沈殿防止剤	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
皮張防止剤	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
乾燥剤	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
長油性フタル酸樹脂ワニス	40.1	40.7	36.2	37.9	36.2	37.9
ミネラルスピリット	10.3	9.3	18.9	16.3	18.9	16.3
合計	100.0	99.1	100.0	100.0	100.0	100.0
分散度(分布図法: μ)	50	50	50	50	50	50
粘度(KU、23°C)	87	88	80	78	80	85
密度(23°C)	1.39	1.38	1.38	1.38	1.36	1.37
加熱残分(%)	76.3	76.6	76.2	76.5	74.1	75.4

原料名	メタほう酸バリウム		シアナミド亜鉛		シアナミド鉛
	PVC50%	PVC30%	PVC50%	PVC30%	PVC30%
防錆顔料	9.1	4.5	24.7	14.5	13.0
酸化チタン	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
体質顔料	21.3	24.9	9.8	18.8	22.0
沈殿防止剤	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
皮張防止剤	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
乾燥剤	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
長油性フタル酸樹脂ワニス	38.4	40.4	37.1	38.7	37.0
ミネラルスピリット	14.5	13.5	11.7	11.3	11.3
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
分散度(分布図法: μ)	50	50	50	50	50
粘度(KU、23°C)	69	71	87	88	88
密度(23°C)	1.38	1.35	1.43	1.41	1.46
加熱残分(%)	73.1	72.8	75.4	75.1	75.5

2. 2. 試験板

試験板はブラスト鋼板、さび鋼板、磨軟鋼板の3種類の鋼板を用いた。

- ・ブラスト鋼板：黒皮鋼板をブラスト処理（ISO Sa2 1/2）したもの。

鋼板サイズは100×300×2.3mmのものを使用。

- ・さび鋼板：海浜地区にて3ヶ月暴露を行いさびさせた試験板を、デスクサンダー処理（ISO St3）したもの。

鋼板サイズは100×200×2.3mmのものを使用。

- ・磨軟鋼板：#240ペーパーで目荒らしを行い、トルエンにて脱脂したもの。

鋼板サイズは100×300×0.8mmのものを使用。

2. 3. 試験板の作製

供試塗料は、試験板に各工程刷毛にて塗装した。

塗装仕様は、「下塗り×2回/フタル酸樹脂塗料中塗り/フタル酸樹脂塗料上塗り」のA塗装系の成層膜（以降、成層膜とする。）とし、各工程の塗布量はJISに準拠した。

但し、ブラスト鋼板及びさび鋼板は吸い込みによる影響を考慮し、下塗り塗布量を1.5倍とし、磨軟鋼板は鋼板の下半面を下塗りのみとして試験板を作製した。

2. 4. 試験項目

試験板を大気暴露してその防錆性能の評価を行った。

暴露試験は、A塗装系にとっては苛酷な腐食環境である、紫外線強度が強く飛来塩分の多い厳しい腐食環境である沖縄県大宜味村の土木研究所暴露場にて実施した。

尚、暴露条件としては南面30度にて行い、暴露期間は5月上旬から11月上旬の一夏を経た6ヶ月間である。

評価項目は、ASTMに準拠して一般部の「さび（ASTM D610-68）」及び「ふくれ（ASTM D714-56）」を目視にて評価を行い、さびに関しては表-2に示すように、発生面積を点数化し表記した。

また、磨軟鋼板には塗装面に鉄ノコの刃を用いて鋼板素地に達するまでのカット部を作成して、そのカット部からのさび幅を評価した。

表-2. さびの評価基準

評価点	さび発生面積 (ASTM D610-68準拠)
5点	0%~0.03%未満
4点	0.03%以上~0.3%未満
3点	0.3%以上~3%未満
2点	3%以上~10%未満
1点	10%以上~16%未満
0点	16%以上

2. 5. 試験結果

沖縄暴露6ヶ月までの結果を表-3に示す。

また、磨軟鋼板カット部の拡大写真を写真-1に示す。

- ・プラスト鋼板：従来のシアナミド鉛試験板でさびが見られた。(4点程度)
また、モリブデン酸亜鉛やモリブデン酸亜鉛カルシウムで同様の傾向が見られたが、ふくれはなかった。
- ・磨軟鋼板：成層膜部では、モリブデン酸亜鉛カルシウムやメタほう酸バリウム、シアナミド亜鉛の系で、カット部からのふくれ幅が大きい。
下塗のみではモリブデン酸亜鉛カルシウムやりん酸亜鉛にさびが見られた。また、防錆顔料PVCにばらつきがあるものの、モリブデン酸亜鉛や、りん酸アルミ、シアナミド亜鉛の試験板で、さびが見られた。
- ・サビ鋼板：モリブデン酸亜鉛やモリブデン酸亜鉛カルシウム、りん酸亜鉛、シアナミド亜鉛、シアナミド鉛の試験板でさびが見られた。
また、ふくれは全般に見られるが中でもメタほう酸バリウムやシアナミド鉛の試験板はふくれが大きい。

表-3. 沖縄 6ヶ月暴露後

防錆顔料		プラスト鋼板		磨軟鋼板						さび鋼板	
		成層膜		成層膜			下塗のみ			成層膜	
		一般部		一般部	カット部	一般部	カット部	一般部	カット部	一般部	
顔料種	PVC	さび	ふくれ	さび	ふくれ	さび幅	さび	ふくれ	さび幅	さび	ふくれ
モリブデン酸亜鉛	50%	5点	○	5点	○	3mm	4点	○	3mm	3点	6MD
	30%	4点	○	5点	○	2mm	5点	○	3mm	4点	6MD
モリブデン酸亜鉛 カルシウム	50%	5点	○	5点	○	4mm	4点	○	5mm	3点	6MD
	30%	4点	○	5点	○	5mm	4点	○	5mm	3点	6MD
りん酸亜鉛	50%	5点	○	5点	○	3mm,系	4点	○	4mm	3点	6MD
	30%	5点	○	4点	○	3mm	4点	○	3mm	3点	6MD
りん酸アルミ	50%	5点	○	5点	○	3mm,系	4点	○	2mm	5点	6MD
	30%	5点	○	5点	○	3mm,系	5点	○	3mm	4点	6MD
亜りん酸亜鉛	50%	5点	○	5点	○	2mm	5点	○	1mm	4点	6M
	30%	5点	○	5点	○	2mm	5点	○	2mm,系	5点	6F
亜りん酸カルシウム	50%	5点	○	5点	○	2mm,系	5点	○	4mm	5点	6M
	30%	5点	○	5点	○	2mm,系	5点	○	3mm	4点	6M
メタほう酸バリウム	50%	5点	○	5点	○	5mm,系	5点	○	2mm	5点	4M
	30%	5点	○	5点	○	2mm,系	5点	○	2mm,系	4点	4M
シアナミド亜鉛	50%	5点	○	5点	○	4mm,系	5点	○	4mm,系	4点	8F
	30%	5点	○	5点	○	6mm,系	4点	○	3mm,系	3点	6MD
シアナミド鉛	30%	4点	○	5点	○	3mm,系	5点	○	3mm,系	4点	4M

(備考)

- ・表中の○印は異状なし
- ・プラスト鋼板及びさび鋼板はカット部は作成せず
- ・表中カット部の「系」印は系状錆を示す

写真-1. 沖縄 6ヶ月暴露後<鉛軟銅板-カット部の拡大写真>

		モリブデン酸亜鉛		モリブデン酸亜鉛カルシウム		リン酸亜鉛	
		PVC30%	PVC50%	PVC30%	PVC50%	PVC30%	PVC50%
成層級	成層級						
	下塗りのみ						
		リン酸アルミ		亜リン酸亜鉛		亜リン酸カルシウム	
		PVC30%	PVC50%	PVC30%	PVC50%	PVC30%	PVC50%
成層級	成層級						
	下塗りのみ						
		メタほう酸バリウム		シアナミド亜鉛		シアナミド鉛	
		PVC30%	PVC50%	PVC30%	PVC50%	PVC30%	
成層級	成層級						
	下塗りのみ						

3. まとめ

鉛・クロムフリーさび止めペイントの防錆性能に関する暴露試験を行った結果、腐食環境の厳しい沖縄暴露での6ヶ月暴露において、防錆顔料種によりその防錆性能の傾向に若干の差が見られることが判った。

今回調査を行った防錆顔料の中で防食性が良好であった防錆顔料は、「りん酸アルミ」「亜りん酸亜鉛」「亜りん酸カルシウム」であった。

本検討結果は、暴露期間が6ヶ月と短いことから、今後継続調査が必要であるが、少なくとも「鉛・クロムフリーさび止めペイント」は現行の「JIS K 5625 シアナミド鉛さび止めペイント」と同等以上の性能を有するものがあることが明らかとなった。

田園環境である茨城県つくば市の土木研究所構内の暴露場でも暴露試験を行っており、今後、沖縄暴露と併せて継続調査を行い、非鉛・非クロム防錆顔料の長期防錆性能を検証することで、鋼橋塗装分野における塗装の環境負荷の低減に貢献することが期待される。

参考文献)

Structure Painting-橋梁・鋼構造物塗装-2004 Vol.32 No.1

「非鉛・非クロム防錆顔料の防錆性能の検討」

守屋進、嘉瀬井一彦、岩見勉、藤城正樹

※¹ 独立行政法人土木研究所 材料地盤研究グループ（新材料）主任研究員

※※² 関西ペイント販売(株)建設塗料本部 開発技術部 防食グループ 係長

※※※³ 大日本塗料(株)開発本部 一般塗料部 構造物塗料グループ チームリーダー

※※※※⁴ 日本ペイント(株)鉄構塗料部 技術グループ 係長