

# 「塗料の耐候性に関する調査」(中間報告)

研究期間 8年度～13年度(5年計画)

研究機関 海上保安試験研究センター技術第三課

研究者 鈴木 仁

## 研究の目的

本調査は、平成5年度から平成7年度にかけて行った「土木建築に係る新技術導入に関する調査」に関連して、平成8年度から5ヵ年計画で、「横須賀航路標識事務所構内設置の暴露試験台」において、フッ素塗料及びウレタン塗料の自然暴露を行い、平成10年度より、航路標識外装材に多く用られているモザイクタイルに代わる外装材として、耐候性及び汚損除去に優れた効果を持つと期待される、純セラミックコーティング材についても調査を実施している。

## 研究の内容

### 1 方法

JIS-K5400の塗料一般試験方法に規定する以下の項目について試験を行った。

7.4 塗膜の色

7.5 視感反射率

7.6 鏡面光沢度

8.5 付着性

9.9 耐候性

#### (1) フッ素及びウレタン塗料に関する調査

##### イ 暴露期間

平成8年10月31日～平成13年10月30日(5年間)

暴露後1, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 60ヶ月の時点で測定を行う。

##### ロ 試験材料

(イ) 試験塗料はつぎのとおり

- ・フッ素塗料 : Vフロン#200(大日本塗料(株)製)  
常温硬化型フッ素樹脂塗料

- ・ウレタン塗料 : Vトップ(大日本塗料(株)製)

非黄変性ポリウレタン樹脂塗料

(ロ) 試験片形状等は次のとおり

ステンレス板(SUS304)、アルミニウム板、溶融亜鉛メッキ板(3種とも150\*70\*1mm)、FRP板(150\*70\*3mm)の4種の板に、それぞれフッ素塗料とポリウレタン塗料の「赤」と「黄」を、塗料用標準色見本帳(1995年T版社団法人日本塗料工業会発行)により以下の色を指定し塗装した。

・赤 T07-40X(マンセル値 7.5R-4/14近似)

・黄 T22-80X(マンセル値 2.5Y-8/14近似)

### 八 測定結果

1～36ヶ月暴露後の色度を測定した。

塵?等により塗装表面が汚れたため、水での表面洗浄前と洗浄後に分けて測定を行った。

各試験片の下地板(FRP, SUS, Al, Zn)の違いにより、色度の変化に差があるかを調べるため、フッ素、ウレタン塗料毎の標準偏差を求めた。

表中等で用いる塗料種別記号は、F=フッ素、U=ウレタン、R=赤、Y=黄を表し、末尾の数字は暴露期間を示す。

下地板(FRP=FRP板, SUS=ステンレス板, Al=アルミニウム板, Zn=亜鉛板)4種類ごとの、色度値x, y(CIE-Yxy色度座標を使用)の平均値、および、その標準偏差は表1のとおり。

表 1 塗料 毎色度標準偏差 (洗浄前)

塗料種別	平均値 (x)	標準偏差 (x)	平均値 (y)	標準偏差 (y)
T R 0	0.6317	0.0005	0.3355	0.0000
T R 1	0.6179	0.0022	0.3351	0.0001
T R 3	0.6055	0.0037	0.3348	0.0002
T R 6	0.6014	0.0008	0.3343	0.0002
T R 1 2	0.5950	0.0030	0.3338	0.0002
T R 2 4	0.5975	0.0027	0.3324	0.0002
T R 3 6	0.5861	0.0029	0.3304	0.0002
U R 0	0.6524	0.0004	0.3355	0.0004
U R 1	0.6381	0.0020	0.3348	0.0003
U R 3	0.6292	0.0027	0.3343	0.0004
U R 6	0.6163	0.0052	0.3339	0.0008
U R 1 2	0.5935	0.0030	0.3321	0.0005
U R 2 4	0.5664	0.0032	0.3378	0.0009
U R 3 6	0.5646	0.0027	0.3391	0.0004
F Y 0	0.4882	0.0007	0.4871	0.0004
F Y 1	0.4865	0.0005	0.4849	0.0005
F Y 3	0.4846	0.0008	0.4822	0.0002
F Y 6	0.4856	0.0039	0.4796	0.0018
F Y 1 2	0.4804	0.0010	0.4788	0.0009
F Y 2 4	0.4814	0.0009	0.4803	0.0005
F Y 3 6	0.4797	0.0003	0.4787	0.0007
U Y 0	0.4983	0.0005	0.4836	0.0003
U Y 1	0.4953	0.0008	0.4807	0.0002
U Y 3	0.4932	0.0004	0.4782	0.0001
U Y 6	0.4891	0.0031	0.4770	0.0023
U Y 1 2	0.4870	0.0008	0.4750	0.0010
U Y 2 4	0.4803	0.0008	0.4716	0.0005
U Y 3 6	0.4782	0.0006	0.4704	0.0007

(洗浄後)

塗料種別	平均値 (x)	標準偏差 (x)	平均値 (y)	標準偏差 (y)
T R 0	0.6317	0.0005	0.3355	0.0000
T R 1	0.6381	0.0013	0.3351	0.0002
T R 3	0.6381	0.0008	0.3351	0.0001
T R 6	0.6381	0.0016	0.3351	0.0002
T R 1 2	0.6251	0.0061	0.3344	0.0011
T R 2 4	0.6247	0.0010	0.3335	0.0003
T R 3 6	0.6164	0.0020	0.3314	0.0001
U R 0	0.6524	0.0004	0.3355	0.0004
U R 1	0.6592	0.0006	0.3350	0.0003
U R 3	0.6585	0.0007	0.3349	0.0003
U R 6	0.6573	0.0004	0.3347	0.0004
U R 1 2	0.5847	0.0563	0.3371	0.0658
U R 2 4	0.5754	0.0028	0.3355	0.0006
U R 3 6	0.5757	0.0024	0.3357	0.0002
F Y 0	0.4882	0.0007	0.4871	0.0004
F Y 1	0.4894	0.0006	0.4877	0.0004
F Y 3	0.4898	0.0005	0.4874	0.0002
F Y 6	0.4904	0.0005	0.4867	0.0004
F Y 1 2	0.4880	0.0029	0.4853	0.0023
F Y 2 4	0.4865	0.0008	0.4857	0.0005
F Y 3 6	0.4851	0.0009	0.4857	0.0003
U Y 0	0.4983	0.0005	0.4836	0.0003
U Y 1	0.4991	0.0006	0.4837	0.0002
U Y 3	0.4992	0.0003	0.4834	0.0001
U Y 6	0.4996	0.0004	0.4826	0.0003
U Y 1 2	0.4933	0.0005	0.4818	0.0001
U Y 2 4	0.4854	0.0003	0.4763	0.0004
U Y 3 6	0.4811	0.0006	0.4744	0.0002

表から分かるように、36ヶ月間の暴露試験後でも、洗浄前、洗浄後ともに x、y の標準偏差は小さく、下地板の違いによる色度座標の差は見られなかった。

この結果から、色度の変化の傾向を表すために、各塗料毎の平均値を色度図に表したものを、第1~4図に示す。

赤については、第1、2図から分かるように洗浄前の色度は、暴露期間が長くなるにしたがって、中心方向へ移動している。これは汚れにより彩度が低下しているためである。ウレタン塗料については、24ヶ月暴露した時点で、色度範囲から外れている。

また、洗浄後の色度は、フッ素塗料では暴露期間の

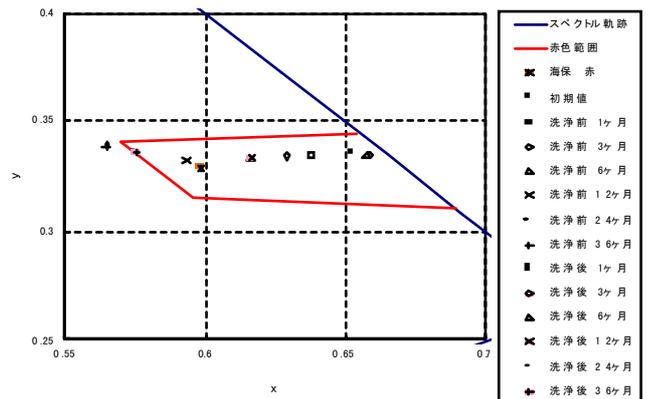
長さに関わらずほぼ近い値で、暴露による色度の変化は少ない。24ヶ月暴露後の赤色ウレタン塗料は、洗浄後であってもかろうじて色度範囲内にある状況である。

次に、黄色については、第3、4図に示すように、色度図上では赤と同様な傾向が見られ、ここでもフッ素塗料よりもウレタン塗料の色度変化が大きくなっている。

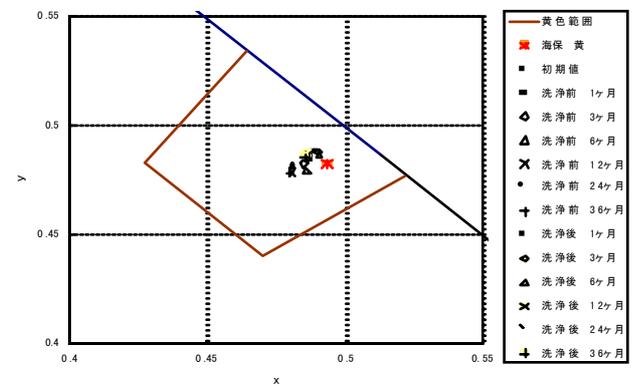
各塗料毎の色の变化量をわかりやすく表すため、初期値との色差を表2に示す。

色差は、人間の色の知覚的な相違を定量的に表したもので、数値が小さいほど色の違いが少なく感じることを示している。

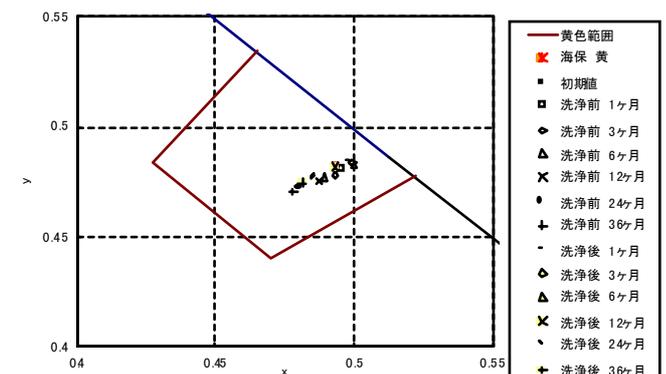
表2からも明らかのように、フッ素塗料に比べ、ウレタン塗料の色の变化が大きく、黄色に比べて赤色の变化が大きいことがわかる。



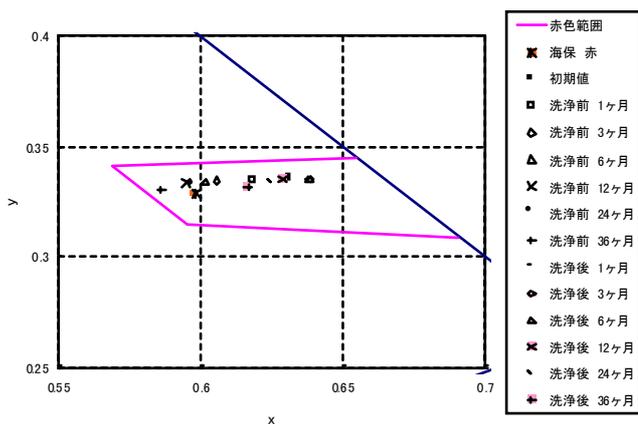
第2図 xy色度図ウレタン塗料赤



第3図 xy色度図フッ素塗料黄



第4図 xy色度図ウレタン塗料黄



第1図 xy色度図 フッ素塗料赤

表 2 塗料 毎色差

赤

塗料種別	洗浄前	洗浄後
F R 1	6.8	2.6
F R 3	11.0	2.5
F R 6	12.3	2.4
F R 12	14.4	1.8
F R 24	13.7	4.1
F R 36	17.4	7.5
U R 1	9.6	2.7
U R 3	13.7	2.2
U R 6	18.8	1.3
U R 12	25.9	18.3
U R 24	30.8	28.2
U R 36	31.0	27.8

黄

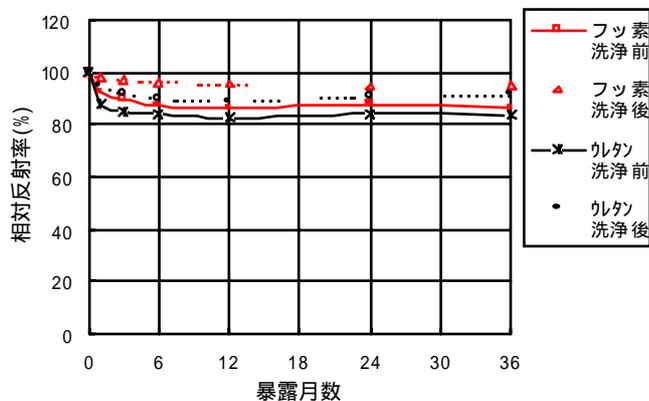
塗料種別	洗浄前	洗浄後
F Y 1	6.4	1.0
F Y 3	10.6	1.0
F Y 6	12.7	1.3
F Y 12	16.5	3.8
F Y 24	14.4	4.8
F Y 36	16.8	5.5
U Y 1	10.9	2.3
U Y 3	15.4	3.6
U Y 6	19.3	5.0
U Y 12	22.6	11.3
U Y 24	27.3	19.2
U Y 36	29.1	22.5

次に、暴露後の視感反射率、鏡面光沢度を、変化をわかり易くするため、初期値を100とした場合の相対値としそれぞれ相対視感反射率、光沢保持率のグラフを第5、6図に示す。

視感反射率については、赤、黄色ともに、洗浄前と洗浄後では、色差ほどの大きな変化は見られない。

グラフ中で、値が初期値より増加しているものは、色彩の変化により、分光値が変化したためである。

分光視感反射率については、紙面の関係から割愛する。

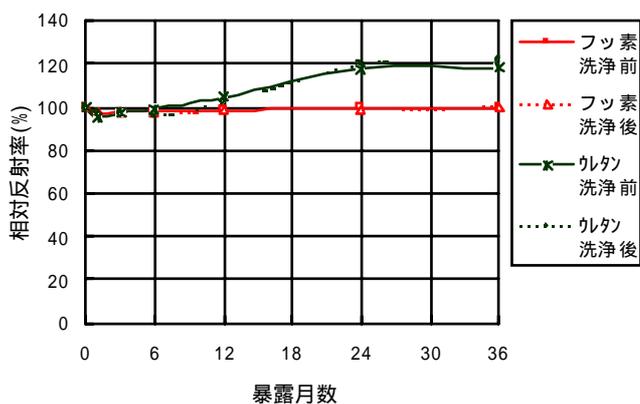


第6図 相対視感反射率（黄）

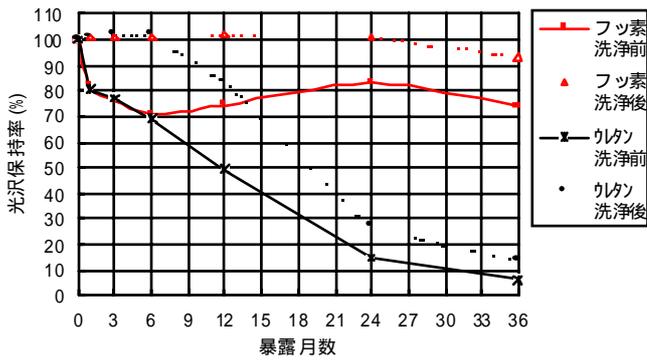
次に光沢保持率を、第7、8図に示す。

赤、黄色ともに洗浄前のものは、表面の汚れにより光沢度が低下している。洗浄後のものは、フッ素塗料については、両色ともに光沢を維持している。ウレタン塗料は、赤、黄色ともに光沢が低下しており、特に赤色の塗装表面の劣化が顕著である。

最後に付着性についてであるが、アルミ板は母材に腐食が生じ、その部分で若干低下を示したものの、その他のものについては良好であった。値の記載は割愛する。



第5図 相対視感反射率（赤）



第7図 光沢保持率（赤）

## (2) 防汚外装コーティング材に関する調査

### イ 暴露期間

平成10年10月30日～平成13年10月30日（2年間）

暴露後6,24ヶ月の時点で測定行う。

### ロ 試験材料

#### (イ) 試験塗料はつぎのとおり

純セラミック防汚コーティング材：ガンマード(日揮プランティック(株)製)

#### (ロ) 試験片形状等は次のとおり

コンクリート板、鋼板、珪酸カルシウム、FRP板の4種の板に、それぞれ「赤」「白」「緑」により塗装した。

### ハ 測定結果

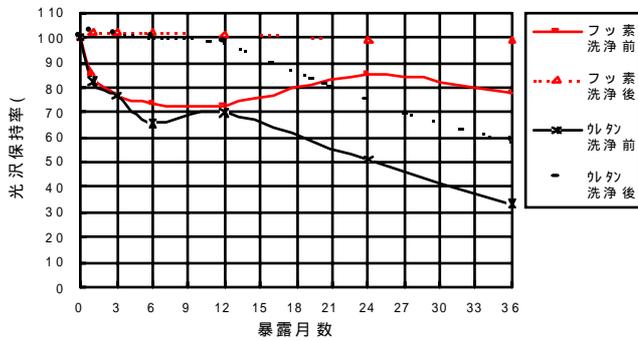
6ヶ月暴露後の色度を測定した結果、赤及び緑は、色度範囲をはずれている。

暴露期間が短期間であること、および、試験片が防汚コーティング材であることを考慮すると、これは、暴露により、コーティング材自体に変化が生じたものと考えられる。

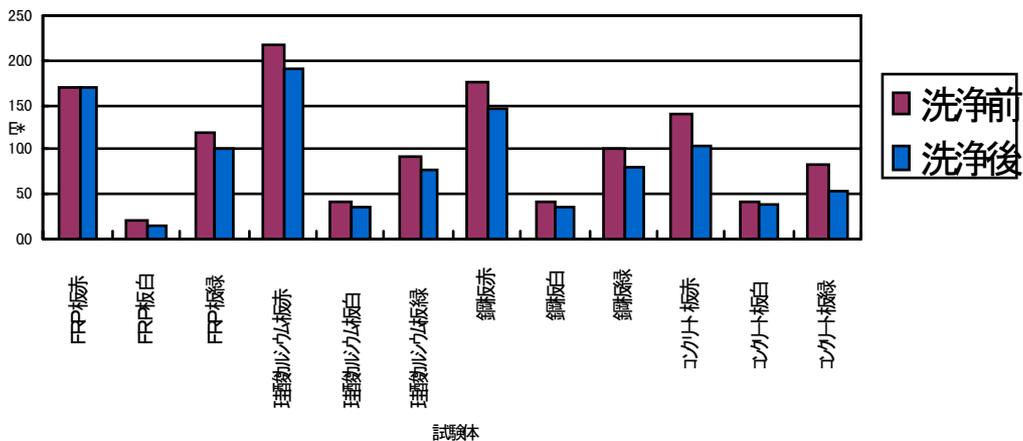
このことは、試験体の洗浄による値の改善が、ほとんど見られていないことからわかる。

それぞれ試験体毎の色の変化をわかりやすくするために、初期値との色差を、第9図に示す。

グラフから、赤および緑の変化が大きいことがわかる。

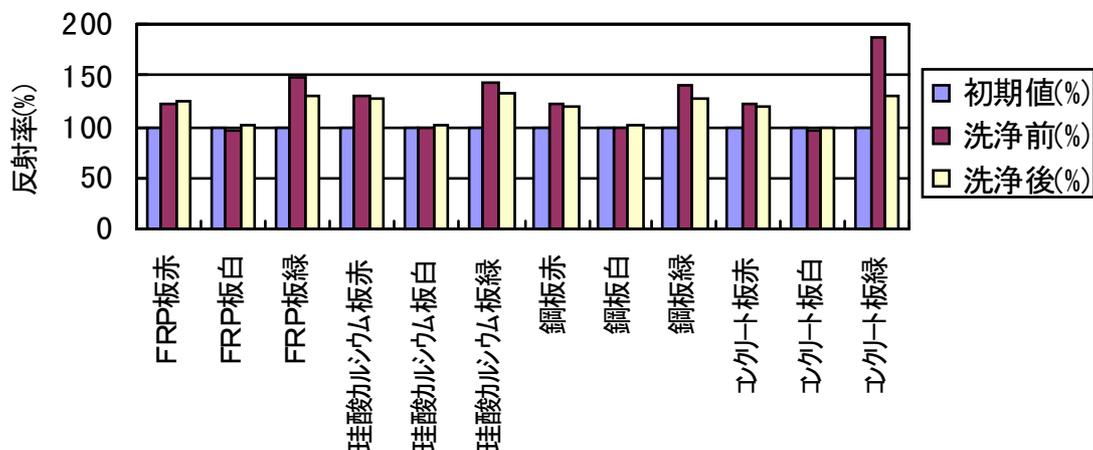


第8図 光沢保持率（黄）

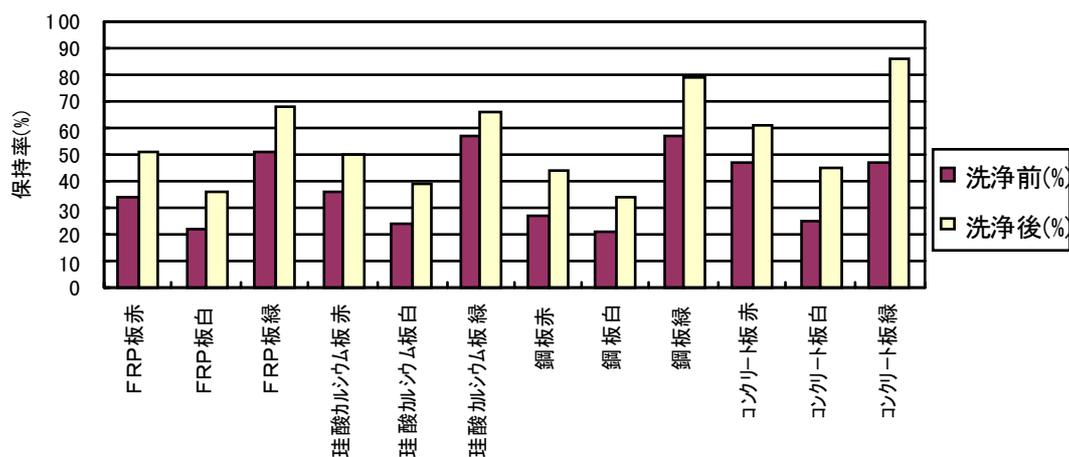


第9図 色差

相対視感反射率、光沢保持率を第10、11図に示す。



第10図 相対視感反射率



第11図 光沢保持率

光沢の保持に限っては、他の色にくらべて白色の方が悪いことがわかる。このことは、白色についても、色彩自体の変化の割合は少ないものの、暴露によりコーティング材自体に変化があったことを示している。付着性については、ほぼ良好であり記載を割愛する。

## 2 結果

フッ素、ウレタン塗料の調査については、現時点ではフッ素の有効性が高い。

防汚コーティング材に関しては、今回の試験で暴露による変化が確認されている。原因を調査したところ、ブリードアウト現象が症状化した可能性が極めて高く、この対策を施した試験体を新たに製作し、再度調査を実施している。

ブリードアウトに関する記載は、紙面の関係から省略するが、含有するセラミクス及び顔料の不整合から、内部物質が表面に噴出する現象で、今回の試験に供した材料に含まれた顔料が0.1 μ以下の微粒な高級顔料

を使用したのが原因と思われ、新たな試験体では0.25  
μ以上の顔料を採用することとした。

## むすび

### 1 活用方策

本調査は、継続中のため結論は先になるが、調査結果から使用塗料の有効性が確認できる。

現時点で、フッ素、ウレタン塗料の比較では、フッ素塗料の利用が薦められる。

防汚コーティング材については、現時点での結果の推測は困難であるが、有効性が確認できれば、その特徴である防汚特性から、利用価値が大きいものと思われる。

### 2 今後の問題点

フッ素、ウレタン塗料の調査に関しては、値がほぼ一定に推移しており、暴露期間終了まで、継続した変化の傾向を求めたい。

防汚コーティング材に関しては、新たな試験体により調査を継続し、対策による効果を確認するとともに、その耐候性を調査する。

また、「ブリードアウト」現象についても調査を行う。