

## 塗膜外観の劣化と長期耐久性

塗料の組成、暴露の地域差、促進試験機種の影響について

(耐候性に関する調査研究委員会塗料分科会中間報告)

社団法人 日本鋼橋塗装専門会 福島 稔

(財)日本ウエザリングテストセンター(以下、JWTCという)では、1991年から「新発電関連要素機器の長期耐久性及び寿命予測の標準化研究」の試験を防錆性と耐候性について行ってきた。このたび、3年間の暴露試験と促進試験により、耐候性について結果を得たので報告する。

構造物の塗装においては、環境との調和や自然に優しいといったことが求められるようになり、耐候性が塗膜の重要な性能として見直されている。試験は、4地域での屋外暴露と5種類の促進試験を行い、各種塗料の光沢の変化と代表的な塗料種における色彩別の変色、及び屋外暴露と促進試験の相互関係を調べた。

試験は、新しく開設した沖縄県宮古島暴露場やISOが提唱するキセノン灯式促進試験機も使用して行った。

### 1. 試験の概要

#### 1.1 試験片の種類

塗膜外観の耐久性試験は、つぎの2系統の試験片によって実施した。

A. 塗料種の差の試験(11種類ビヒクルを用いた塗料、色彩はグレー)

B. 色彩の差の試験(2種類の塗料と9種類の色彩を組み合わせた塗料)

内容の概要を表に示す。

#### A. ビヒクルの種類による試験

- |      |               |
|------|---------------|
| A-1  | ポリウレタン樹脂塗料    |
| A-2  | ふっ素樹脂塗料       |
| A-3  | アクリル・シリコン樹脂塗料 |
| A-4  | シリコン・ウレタン樹脂塗料 |
| A-5  | 合成樹脂調合ペイント    |
| A-6  | 塩化ゴム系塗料       |
| A-7  | フタル酸樹脂塗料      |
| A-8  | アミノアルキド樹脂塗料   |
| A-9  | 粉体塗料          |
| A-10 | 焼付形ポリエステル樹脂塗料 |
| A-11 | つや有エマルジョン塗料   |

#### B. 塗料と色彩による試験

塗料の種類	合成樹脂調合ペイント
×	ポリウレタン樹脂塗料
色彩の種類	グレー、P1-10004
	— 青濃彩、P18-846
	— 青淡彩、P18-846淡
	— 緑濃彩、P32-557
	— 緑淡彩、P32-557淡
	— 黄濃彩、P34-346
	— 黄淡彩、P34-346淡
	— 赤濃彩、P33-145
	— 赤淡彩、P33-145淡

## 1.2 調査方法

試験後の試験片の観察及び測定法は、表のように行った。

測定項目	測定方法
白亜化	JIS K 5400 による。
汚れ	汚れと変色を汚染用及び変退色用グレースケールにより判定
変色 目視法	塗膜の表面を柔らかい刷毛で軽く払った部分と、水拭きした部分とについて、保存試験片と比べて調べる。
変色 計測法	JIS K 5400の7.4.2による。塗膜の表面は柔らかい刷毛で軽く払った部分と、水拭きした部分とについて、保存試験片を標準として調べる
鏡面光沢度	JIS K 5400の7.6による。塗膜の表面を柔らかい刷毛で軽く払った部分と、水拭きした部分とについて測定する。
塗膜の外観	JIS K 5400の7.1による。

## 1.3 暴露試験方法

### 暴露場所

- 1) 銚子、日本ウエザリングテストセンター暴露場
- 2) 宮古島、日本ウエザリングテストセンター暴露場
- 3) 沖縄西原、琉球大学構内
- 4) マイアミ暴露場

### 暴露場の環境

日本国内の暴露場所の環境は次のようである。測定期間：1994.1～1994.12

かなりの欠測日数があったので、数字的に単純補正した。

	銚子	宮古島	沖縄西原
平均気温 °C	14.9	23.3	23.0
湿度平均 %	76	79	74
日照時間 h	2047.7	1768.4	1822.2
試験板 平均温度	黒板	13.0 (7.8月欠)	24.8 (9月欠)
	白板	11.3	23.6
結露時間	2452.8	2038.9	—
日照量 (30度)	5628.9 (30度)	5260.8 (20度)	5240.8 (0度)
紫外線量	325.0 (30度)	349.9 (20度)	309.8 (0度)
海塩粒子量 NaCl/day/100cm <sup>2</sup>	0.190	0.446	0.233
いおう酸化物量 SO <sub>3</sub> /day/100cm <sup>2</sup> · PbO <sub>2</sub>	0.065	0.057	0.048

暴露試験角度は、銚子では30度、宮古島と沖縄西原では20度とした。

#### 1.4 促進試験方法

- 1) サンシャインカーボン灯式促進試験
- 2) キセノンランプ式促進試験
- 3) QUV灯式促進試験
- 4) メタルハイドランプ式促進試験

	UV強度	点灯/休止/結露	試験時間
条件1	65mW/cm <sup>2</sup>	6 / 4 / 2 時間	0~384時間
条件2	75mW/cm <sup>2</sup>	20 / - / 4 時間	0~240

#### 2. 試験結果

測定値は表に示す。

A塗料種の差の試験結果は、色彩がグレーなので光沢値のみを示し、色差値は省略する。

B色彩の差の試験結果は、光沢は洗浄前の値、色差は洗浄後の値を示し、その他は省略した。

##### 2.1 暴露環境

日本国内での暴露は、標準暴露地のJWTC銚子に加えて、沖縄地区2地域で試験した。環境測定の概要は表で示した。

宮古島は銚子に比べて、温度が高く海塩粒子量も多いが、日照量や結露時間はむしろ少なかった。

##### 2.2 塗料種の差の試験

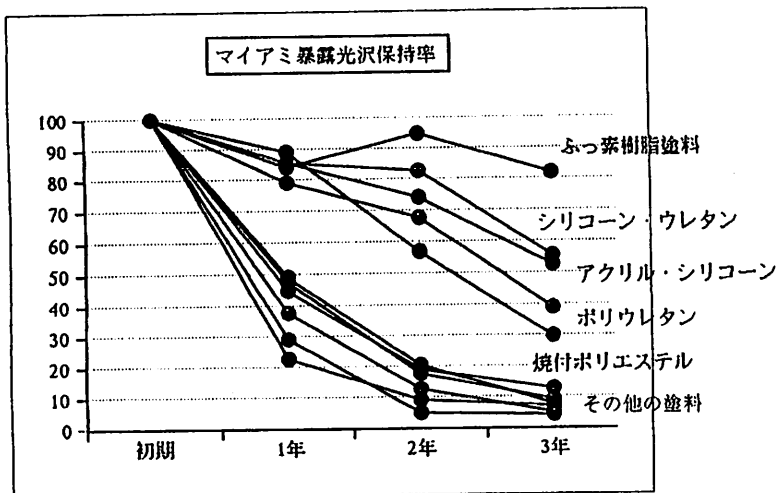
塗料の差は大きく、耐侯性により次ぎのようにグループ分けをすることができる。

- ①特に良いグループ：ふっ素樹脂塗料、アクリル・シリコン樹脂塗料、シリコン・ウレタン樹脂塗料
- ②良いグループ：ポリウレタン樹脂塗料、焼付形ポリエステル樹脂塗料
- ③その他のグループ：フタル酸樹脂塗料、塩化ゴム系塗料、合成樹脂調合ペイント、アミノアルキド樹脂塗料、アクリル粉体塗料、つや有エマルジョン塗料

光沢低下の図から、光沢保持率が50%になった時間を読みとって、塗料種と試験方法差を比較すると表のような結果が得られる。

	光沢保持率が半減するまでの試験時間				
	銹子暴露	宮古島暴露	マイアミ暴露	サンシャインカーボン	キセノンランプ
ふっ素樹脂塗料	3年<	2.4年	3年<	2500時間<	2500時間<
シリコン・ウレタン樹脂塗料	3<	2.1	3年<	2500<	2500<
アクリル・シリコン樹脂塗料、 ポリウレタン樹脂塗料	3<	1.9	3年<	2500<	2500<
焼付形ポリエステル樹脂塗料	2.5	1.9	2.6	2000	2500
フタル酸樹脂塗料	2.6	1.5	2.3	1000	2500<
つや有エポキシ塗料	1.8	1.6	1.0	900	1700
アミノアミド樹脂塗料	1.6	1.6	1.0	1200	1300
アミンアミド樹脂塗料	1.5	0.9	0.8	400	700
塩化ゴム系塗料	0.8	0.8	0.9	1600	1800
アクリル粉体塗料	0.8	0.6	0.7	500	600
合成樹脂調合ペイント	0.7	0.6	0.7	500	400

耐候性のグループ分けの例を、マイアミ暴露光沢保持率の図で示す。



光沢保持率の表で暴露地と促進試験の比較をすると、順位的にはほぼ相関性がある。暴露地では、宮古島での光沢低下がもっとも大きく、銹子とマイアミはほぼ同じ結果であった。したがって、今回の結果から見ると、マイアミよりは宮古島で試験を行う方が効果的な試験ができることが分かった。

促進試験では、キセノンランプ式促進試験はサンシャイン・カーボンアーク灯式促進試験より促進効率率は低かったが、順位相関性が暴露試験の結果に近かった。

### 2.3 色彩の差の試験

暴露試験では、光沢の低下は銩子暴露と宮古島暴露で大差はなかった。色差は、ポリウレタン樹脂塗料は宮古島暴露のほうが大きく、試験時間で見て、銩子暴露の約2倍の低下が見られた。

一方、合成樹脂調合ペイントの色差は、銩子と宮古島でほぼ同等だった。これは、最初の測定を行った1年後ですでに変色が限界に達していたために差が検出できなかったためかとも考えられる。

促進試験は、暴露1年後の低下と同じとなる時間をグラフから読みとって比較すると、表のようになった。

暴露1年後の光沢低下に相当する促進試験時間

塗料の種類	サンシャイン	キセノン	Q U V	メタルハライド' 1	メタルハライド' 2
合成樹脂調合ペイント	500時間	1000時間	300時間	240時間	192時間
ポリウレタン樹脂塗料	1000時間	1000時間	300時間	384時間	192時間

光沢の低下については、キセノンは促進効率が低く、Q U Vとメタルハライドは促進効率が高かった。

暴露1年後の 変色 に相当する促進試験時間

塗料の種類	サンシャイン	キセノン	Q U V	メタルハライド' 1	メタルハライド' 2
合成樹脂調合ペイント	500時間 順位は○	1000時間 順位は◎	300時間 順位は×	240時間< 順位は×	192時間 順位は△
ポリウレタン樹脂塗料	1000時間<	1000時間<	300時間 順位は×	384時間<	192時間 順位は△

色差の変化は、キセノンは促進効率が低いが、9種類の色の変色の順位を暴露試験結果と対比すると、キセノンがもっとも良くついでサンシャインが良かった。Q U Vとメタルハライドは促進効率は高いが、暴露試験との色別変色の順位相関は低かった。

変色の程度は色によって異なった。変色のもっとも大きかったのは赤の濃彩と淡彩で、ついで黄の濃彩と淡彩であり、この色はポリウレタン樹脂塗料でも3年間の暴露で塗り替えを必要とする程度の色差 ( $\Delta E 20$ ) となった。ただし、この変色は、日照がもっとも多くなるように暴露した結果であり、垂直部分の多い構造物に塗装した場合には試験片による暴露の2~3倍程度の耐候性寿命を示すと考えられる。青・緑系の変色はほぼ同程度で、グレーはもっとも変色がすくなかった。

### 3. 考察

#### 3.1 塗料種による耐候性の違い

高耐候性塗料として、ポリウレタン樹脂塗料やふっ素樹脂塗料が構造物の塗装に使用されている。これらの塗料は合成樹脂調合ペイントや塩化ゴム系塗料の3倍あるいは4倍以上の耐久性があり、工業用の焼付形塗料よりも耐候性の良いことが立証された。

シリコーン樹脂塗料もふっ素樹脂塗料に匹敵する耐候性を示した。シリコーン樹脂塗料は2種類試験した。アクリルシリコーンはアクリル樹脂の主鎖をシロキサンで重合させたものであり、シリコーンウレタンはポリシロキサンを含む主鎖をイソシアネートで重合させたものであるが、どちらも耐候性に優れ今後の活用が期待される。

合成樹脂調合ペイントとポリウレタン樹脂塗料で試験した結果、塗膜の変色は顔料の性能だけでなくピヒクルの性能にも支配されることが分かった。このため、耐候性試験においては、光劣化だけでなく加水分解等による劣化にも考慮して、濡れ時間や温度も加味した条件設定が必要となる。

#### 3.2 暴露試験と促進試験の対比

塗料のJISでは、上塗り塗料の促進耐候性試験をサンシャインカーボンアーク灯式試験機で促進劣化させて評価判定している。

ふっ素樹脂塗料をはじめとする高耐候性塗料が規格化されるにしたがって、より効率の良い促進試験が求められている。一方、ISOはより精度の高い試験としてキセノンランプ式促進試験機を推奨している。

この試験では各種の促進試験と各地での暴露試験を行って対比した。

光の影響を強めることで促進効率をあげたQUV灯式促進試験やメタルハライドランプ式促進試験について試験したが、塗料種によっては必ずしも暴露と相関しなかった。これは、塗膜外観の劣化の高い宮古島の環境が必ずしも日照量や紫外線量が多くなく、光劣化だけでなくピヒクルの加水分解なども外観の劣化に影響しているためと考えられる。

したがって、暴露地域自体に環境差があり万能促進試験はないと考えられる。

また、塗料業界ではキセノンランプ式促進試験機のデータがすくないので、この測定値がJISのISO整合作業などに役立つことが期待される。

#### 3.3 宮古島暴露場

公共の暴露場として設置された沖縄県宮古島暴露場で塗料の耐久性について組織的な試験を行って、その実態を明らかにすることができた。

宮古島暴露場は、従来、標準暴露地として利用してきたJWTC銚子暴露場に比べて2倍程度の塗膜劣化があった。

塗料のJISは耐久性の評価に促進試験だけでなく、2年ないし3年の暴露試験も行って評価の信頼性を高めようとしている。最近、ふっ素樹脂塗料、厚膜形無機ジンキリッチペイント、厚膜形エポキシ樹脂塗料といった高耐久性塗料が規格化されてきた。このような塗料を暴露で評価するためには塗膜劣化の大きい暴露場が必要で、沖縄に公共の暴露場ができたことの意義は大きい。

塗料のJISでは、暴露場の環境定義があいまいなので、宮古島暴露場の設置を契機に規定化することが望まれる。

#### 4. おわりに

この報告は、(財)日本ウエザリングテストセンター（以下、JWTCという）が1991年から行っている、「新発電関連要素機器の長期耐久性及び寿命予測の標準化研究」の中間報告で、試験は吉田豊彦委員長（色材協会）をはじめ各団体及び各社の委員により行われたものである。

A 塗料種の差の試験

光沢の変化

	銚子暴露	水洗の有無	試験時間			
			初期	1年	2年	3年
B 1	ポリウレタン樹脂塗料	水洗前	77	55	44	34
		水洗後		64	53	31
B 2	ふっ素樹脂塗料	水洗前	76	65	63	58
		水洗後		75	75	69
B 3	アクリル・シリコーン	水洗前	78	60	54	44
		水洗後		66	66	46
B 4	シリコーン・ウレタン	水洗前	69	53	46	42
		水洗後		59	58	48
B 5	合成樹脂調合ペイント	水洗前	73	19	8	5
		水洗後		36	24	18
B 6	塩化ゴム系塗料	水洗前	34	13	8	5
		水洗後		27	17	13
B 7	フタル酸樹脂塗料	水洗前	93	65	41	23
		水洗後		80	56	49
B 8	アミノ・アルキド樹脂塗	水洗前	89	58	30	17
		水洗後		79	53	37
B 9	アクリル粉体塗料	水洗前	88	35	17	10
		水洗後		30	24	20
B 10	焼付ポリエステル樹脂塗	水洗前	72	58	46	30
		水洗後		75	63	47
B 11	つや有りエマルジョン塗	水洗前	70	44	26	18
		水洗後		61	52	44

	宮古島暴露	水洗の有無	試験時間			
			初期	1年	2年	3年
B 1	ポリウレタン樹脂塗料	水洗前	77	59	36	18
		水洗後		58	30	18
B 2	ふっ素樹脂塗料	水洗前	77	70	48	22
		水洗後		74	42	18
B 3	アクリル・シリコーン	水洗前	75	55	37	16
		水洗後		48	33	8
B 4	シリコーン・ウレタン	水洗前	69	57	37	23
		水洗後		52	36	20
B 5	合成樹脂調合ペイント	水洗前	68	14	5	4
		水洗後		27	16	10
B 6	塩化ゴム系塗料	水洗前	35	15	6	5
		水洗後		27	21	15
B 7	フタル酸樹脂塗料	水洗前	91	56	27	17
		水洗後		59	48	42
B 8	アミノ・アルキド樹脂塗	水洗前	90	40	17	11
		水洗後		51	40	29
B 9	アクリル粉体塗料	水洗前	86	20	10	7
		水洗後		22	19	12
B 10	焼付ポリエステル樹脂塗	水洗前	72	58	14	10
		水洗後		65	37	42
B 11	つや有りエマルジョン塗	水洗前	57	32	24	21
		水洗後		51	50	45



	沖縄西原暴露	水洗の有無	試験時間			
			初期	1年	2年	3年
B 1	ポリウレタン樹脂塗料	水洗前	75	62	40	23
		水洗後		60	39	19
B 2	ふっ素樹脂塗料	水洗前	76	72	63	58
		水洗後		74	60	69
B 3	アクリル・シリコーン	水洗前	78	60	63	36
		水洗後		66	66	27
B 4	シリコーン・ウレタン	水洗前	79	64	46	27
		水洗後		66	43	32
B 5	合成樹脂調合ペイント	水洗前	76	17	9	5
		水洗後		35	20	14
B 6	塩化ゴム系塗料	水洗前	36	13	6	3
		水洗後		30	23	12
B 7	フタル酸樹脂塗料	水洗前	92	64	31	19
		水洗後		67	55	44
B 8	アミノ・アルキド樹脂塗料	水洗前	88	45	21	9
		水洗後		58	44	28
B 9	アクリル粉体塗料	水洗前	89	22	14	5
		水洗後		33	20	12
B 10	焼付ポリエステル樹脂塗料	水洗前	71	67	30	13
		水洗後		75	41	46
B 11	つや有りエマルジョン塗料	水洗前	62	36	20	12
		水洗後		55	48	39

	マイアミ暴露	水洗の有無	試験時間			
			初期	1年	2年	3年
B 1	ポリウレタン樹脂塗料	水洗前	78	60	52	30
		水洗後		668	64	39
B 2	ふっ素樹脂塗料	水洗前	76	64	72	62
		水洗後		78	78	76
B 3	アクリル・シリコーン	水洗前	76	65	56	40
		水洗後		49	58	44
B 4	シリコーン・ウレタン	水洗前	70	60	58	39
		水洗後		67	64	52
B 5	合成樹脂調合ペイント	水洗前	73	21	4	3
		水洗後		33	18	14
B 6	塩化ゴム系塗料	水洗前	31	14	6	4
		水洗後		24	15	13
B 7	フタル酸樹脂塗料	水洗前	90	44	19	7
		水洗後		59	44	39
B 8	アミノ・アルキド樹脂塗料	水洗前	88	33	11	4
		水洗後		54	35	27
B 9	アクリル粉体塗料	水洗前	86	20	8	6
		水洗後		45	27	19
B 10	焼付ポリエステル樹脂塗料	水洗前	70	62	40	21
		水洗後		78	57	52
B 11	つや有りエマルジョン塗料	水洗前	65	31	12	6
		水洗後		51	36	41

サンシャイン・カーボンアーク灯式促進試験

	サンシャイン	試験時間 (時間)								
		初期	100	300	500	800	1000	1500	2000	2500
B 1	ポリウレタン樹脂塗料	77	74	72	74	66	68	56	33	34
B 2	ふっ素樹脂塗料	78	77	77	75	76	76	74	73	72
B 3	アクリル・シリコーン	83	82	79	75	74	71	72	64	63
B 4	シリコーン・ウレタン	78	77	70	70	71	68	68	67	69
B 5	合成樹脂調合ペイント	75	65	36	17	8	5	2	2	2
B 6	塩化ゴム系塗料	36	38	29	33	29	27	5	11	5
B 7	フタル酸樹脂塗料	84	89	96	73	41	37	25	22	18
B 8	アミノ・アルキド樹脂塗	91	92	76	28	16	11	6	6	3
B 9	アクリル粉体塗料	91	90	82	39	16	12	2	3	2
B 1 0	焼付ポリエステル樹脂塗	76	74	72	69	53	38	18	25	20
B 1 1	つや有りエマルジョン塗	62	72	62	64	27	20	24	22	23

キセノンランプ式促進試験

	キセノン	試験時間 (時間)								
		初期	100	300	500	800	1000	1500	2000	2500
B 1	ポリウレタン樹脂塗料	64	72	76	75	72	76	67	52	41
B 2	ふっ素樹脂塗料	78	76	77	77	75	75	73	66	65
B 3	アクリル・シリコーン	80	76	73	71	76	71	75	65	63
B 4	シリコーン・ウレタン	76	73	76	72	74	72	70	62	59
B 5	合成樹脂調合ペイント	76	60	53	24	12	10	6	3	3
B 6	塩化ゴム系塗料	36	35	35	34	27	29	23	15	10
B 7	フタル酸樹脂塗料	84	85	85	89	83	72	49	34	30
B 8	アミノ・アルキド樹脂塗	90	88	89	68	38	33	25	14	13
B 9	アクリル粉体塗料	91	87	90	60	24	22	13	9	7
B 1 0	焼付ポリエステル樹脂塗	76	73	73	69	68	68	64	53	44
B 1 1	つや有りエマルジョン塗	60	68	73	82	69	41	8	12	10

B 色彩の差の試験

光沢の変化

銹子暴露

	試験時間			
	初期	1年	2年	3年
合成樹脂調合ペイント				
グレー、P1-10004	86	6	8	3
青濃彩、P18-846	85	6	8	2
青淡彩、P18-846淡	86	6	9	2
緑濃彩、P32-557	86	27	16	3
緑淡彩、P32-557淡	85	10	15	3
黄濃彩、P34-346	76	17	9	2
黄淡彩、P34-346淡	86	9	13	3
赤濃彩、P33-145	80	4	3	1
赤淡彩、P33-145淡	86	7	10	2
平均値	84	10	10	2
ポリウレタン樹脂塗料				
グレー、P1-10004	80	48	37	19
青濃彩、P18-846	81	49	39	16
青淡彩、P18-846淡	80	47	41	74
緑濃彩、P32-557	81	50	48	29
緑淡彩、P32-557淡	76	44	38	26
黄濃彩、P34-346	77	45	45	41
黄淡彩、P34-346淡	84	51	51	40
赤濃彩、P33-145	84	53	39	9
赤淡彩、P33-145淡	84	49	40	19
平均値	81	48	42	30

宮古島暴露

	試験時間			
	初期	1年	2年	3年
合成樹脂調合ペイント				
グレー、P1-10004	85	5	6	2
青濃彩、P18-846	84	5	4	1
青淡彩、P18-846淡	85	6	6	2
緑濃彩、P32-557	85	25	14	2
緑淡彩、P32-557淡	84	11	12	2
黄濃彩、P34-346	78	14	7	2
黄淡彩、P34-346淡	84	11	14	2
赤濃彩、P33-145	79	2	6	1
赤淡彩、P33-145淡	85	7	9	2
平均値	83	9.6	8.7	1.8
ポリウレタン樹脂塗料				
グレー、P1-10004	83	41	17	2
青濃彩、P18-846	78	39	12	2
青淡彩、P18-846淡	76	37	12	2
緑濃彩、P32-557	76	57	45	22
緑淡彩、P32-557淡	73	53	41	10
黄濃彩、P34-346	72	50	44	48
黄淡彩、P34-346淡	83	60	44	43
赤濃彩、P33-145	84	55	29	7
赤淡彩、P33-145淡	83	47	20	2
平均値	79	49	29	15

## B 色彩の差の試験

### サンシャイン・カーボンアーク灯式耐候性試験

サンシャイン	試験時間					
	初期	100	300	500	800	1000
合成樹脂調合ペイント						
グレー、P1-10004	85	77	48	21	11	9
青濃彩、P18-846	85	79	56	12	5	4
青淡彩、P18-846淡	85	78	52	11	6	5
緑濃彩、P32-557	85	86	81	29	13	11
緑淡彩、P32-557淡	84	81	61	15	7	6
黄濃彩、P34-346	75	74	57	7	3	3
黄淡彩、P34-346淡	84	77	57	12	7	6
赤濃彩、P33-145	81	76	40	1	1	1
赤淡彩、P33-145淡	85	78	52	8	6	5
平均値	83	78	56	11	7	6
ポリウレタン樹脂塗料						
グレー、P1-10004	82	77	77	8	4	5
青濃彩、P18-846	82	77	77	77	74	72
青淡彩、P18-846淡	81	76	77	77	74	70
緑濃彩、P32-557	81	75	75	74	64	55
緑淡彩、P32-557淡	73	64	64	62	52	45
黄濃彩、P34-346	72	62	62	62	57	53
黄淡彩、P34-346淡	83	80	79	79	75	68
赤濃彩、P33-145	85	82	81	84	83	80
赤淡彩、P33-145淡	82	77	77	78	75	72
平均値	80	74	74	67	62	58

### キセノンアーク灯式耐候性試験

キセノン	試験時間					
	初期	100	300	500	800	1000
合成樹脂調合ペイント						
グレー、P1-10004	85	76	55	38	20	16
青濃彩、P18-846	85	77	62	48	26	17
青淡彩、P18-846淡	84	75	60	50	28	19
緑濃彩、P32-557	85	83	81	80	58	38
緑淡彩、P32-557淡	84	78	65	49	23	15
黄濃彩、P34-346	77	73	71	67	53	36
黄淡彩、P34-346淡	86	78	70	64	43	28
赤濃彩、P33-145	83	73	67	51	22	10
赤淡彩、P33-145淡	85	76	63	55	31	20
平均値	84	77	66	56	34	22
ポリウレタン樹脂塗料						
グレー、P1-10004	81	76	75	76	74	72
青濃彩、P18-846	81	77	76	77	75	73
青淡彩、P18-846淡	80	73	73	74	73	72
緑濃彩、P32-557	77	70	70	70	67	64
緑淡彩、P32-557淡	76	68	67	68	62	57
黄濃彩、P34-346	79	70	70	70	68	67
黄淡彩、P34-346淡	86	82	81	81	79	77
赤濃彩、P33-145	84	81	81	81	81	80
赤淡彩、P33-145淡	81	75	76	76	74	76
平均値	81	75	74	75	73	71

Q U V 灯式耐候性試験

Q U V	試験時間			
	初期	100	300	500
合成樹脂調合ペイント				
グレー、P1-10004	85	36	15	2
青濃彩、P18-846	84	39	117	3
青淡彩、P18-846淡	85	19	10	2
緑濃彩、P32-557	86	70	33	4
緑淡彩、P32-557淡	84	22	12	3
黄濃彩、P34-346	74	18	8	2
黄淡彩、P34-346淡	85	16	8	2
赤濃彩、P33-145	79	17	7	1
赤淡彩、P33-145淡	84	16	9	2
平均値	83	28	24	2
ポリウレタン樹脂塗料				
グレー、P1-10004	80	79	63	49
青濃彩、P18-846	76	76	68	63
青淡彩、P18-846淡	79	78	65	56
緑濃彩、P32-557	76	73	42	29
緑淡彩、P32-557淡	70	65	28	17
黄濃彩、P34-346	76	71	22	11
黄淡彩、P34-346淡	84	82	43	21
赤濃彩、P33-145	82	81	77	69
赤淡彩、P33-145淡	81	80	70	63
平均値	78	76	53	42

メタルハライド灯式耐候性試験—条件 I

メタルハライド I	試験時間					
	初期	48	96	168	240	384
合成樹脂調合ペイント						
グレー、P1-10004	82	48	16	12	9	
青濃彩、P18-846	81	64	26	10	6	
青淡彩、P18-846淡	80	56	24	12	7	
緑濃彩、P32-557	83	78	66	29	16	
緑淡彩、P32-557淡	78	76	30	18	10	
黄濃彩、P34-346	71	68	64	31	13	
黄淡彩、P34-346淡	82	68	28	11	9	
赤濃彩、P33-145	75	68	26	9	2	
赤淡彩、P33-145淡	79	75	33	14	8	
平均値	79	67	35	16	9	
ポリウレタン樹脂塗料						
グレー、P1-10004	66	67	67	66	66	63
青濃彩、P18-846	74	75	75	75	74	74
青淡彩、P18-846淡	72	72	71	70	69	69
緑濃彩、P32-557	65	66	66	65	63	52
緑淡彩、P32-557淡	63	61	57	49	44	28
黄濃彩、P34-346	64	64	63	61	60	56
黄淡彩、P34-346淡	81	81	80	79	79	73
赤濃彩、P33-145	77	76	76	76	74	72
赤淡彩、P33-145淡	78	77	73	73	73	72
平均値	71	71	70	68	67	62

メタルハライド灯式耐候性試験－条件2

メタルハライド2	試験時間					
	初期	24	72	144	192	240
合成樹脂調合ペイント						
グレー、P1-10004	82	79	22	14	8	4
青濃彩、P18-846	81	80	55	25	10	5
青淡彩、P18-846淡	80	79	43	22	9	5
緑濃彩、P32-557	83	81	75	34	12	8
緑淡彩、P32-557淡	78	77	50	23	10	8
黄濃彩、P34-346	71	71	57	24	9	5
黄淡彩、P34-346淡	82	81	52	28	8	6
赤濃彩、P33-145	75	75	40	8	4	2
赤淡彩、P33-145淡	79	78	44	18	8	5
平均値	79	78	49	22	9	5
ポリウレタン樹脂塗料						
グレー、P1-10004	66	66	64	64	62	61
青濃彩、P18-846	74	75		73	71	65
青淡彩、P18-846淡	72	71	69	69	67	66
緑濃彩、P32-557	63	63	62	52	29	16
緑淡彩、P32-557淡	63	63	59	52	42	34
黄濃彩、P34-346	64	63	58	49	34	26
黄淡彩、P34-346淡	81	81	79	77	74	70
赤濃彩、P33-145	77	76	70	65	58	35
赤淡彩、P33-145淡	78	77	75	71	67	60
平均値	71	71	67	64	56	48

色差の変化  
銚子暴露

	試験時間			
	初期	1年	2年	3年
合成樹脂調合ペイント				
グレー、P1-10004	0	2.7	2.2	3.7
青濃彩、P18-846	0	10.5	10.9	13.5
青淡彩、P18-846淡	0	7.1	7.1	9
緑濃彩、P32-557	0	13	14.3	17.7
緑淡彩、P32-557淡	0	8.1	9	12.3
黄濃彩、P34-346	0	38.5	44	39.1
黄淡彩、P34-346淡	0	23.8	27	29.8
赤濃彩、P33-145	0	43.4	39.3	42.8
赤淡彩、P33-145淡	0	24.4	25.1	24
平均値	0	19.1	19.9	21.3
ポリウレタン樹脂塗料				
グレー、P1-10004		0.3	1.1	3.5
青濃彩、P18-846		5.1	8	9.9
青淡彩、P18-846淡		4.8	7	8.5
緑濃彩、P32-557		3.6	6	8.8
緑淡彩、P32-557淡		3.6	5.7	8.8
黄濃彩、P34-346		14	20.8	17.3
黄淡彩、P34-346淡		13.2	18.4	19
赤濃彩、P33-145		16.7	26	36.4
赤淡彩、P33-145淡		23.4	33.7	42.8
平均値		9.4	14	17.2

宮古島暴露

	試験時間			
	初期	1年	2年	3年
合成樹脂調合ペイント				
グレー、P1-10004	0	1.6	2.3	4.6
青濃彩、P18-846	0	10	12.7	15.9
青淡彩、P18-846淡	0	6.3	6.8	10.2
緑濃彩、P32-557	0	13.5	15.2	18.7
緑淡彩、P32-557淡	0	7.9	10.1	14.3
黄濃彩、P34-346	0	38.1	43.6	46.7
黄淡彩、P34-346淡	0	26.2	30.6	35.1
赤濃彩、P33-145	0	39.7	37.8	41.1
赤淡彩、P33-145淡	0	25.5	28.2	31.8
平均値	0	18.8	20.8	24.3
ポリウレタン樹脂塗料				
グレー、P1-10004	0	1.6	2.2	17.4
青濃彩、P18-846	0	9.6	9.2	25.7
青淡彩、P18-846淡	0	8	8.3	26.7
緑濃彩、P32-557	0	4.5	8.1	10.8
緑淡彩、P32-557淡	0	5.9	7.9	18.4
黄濃彩、P34-346	0	18.9	29.4	30.7
黄淡彩、P34-346淡	0	19	26.5	26.3
赤濃彩、P33-145	0	21.2	32.4	41.1
赤淡彩、P33-145淡	0	27	36.2	38.3
平均値	0	12.9	17.8	26.2

## 色差の変化

### サンシャイン・カーボンアーク灯式耐侯性試験

	試験時間					
	初期	100	300	500	800	1000
合成樹脂調合ペイント						
グレー、P1-10004	0	0.5	1.4	2.5	3.5	4.2
青濃彩、P18-846	0	0.9	5.5	11.3	19.4	21.9
青淡彩、P18-846淡	0	0.6	3.6	7.7	13	14.4
緑濃彩、P32-557	0	1.3	5.2	14.3	15.9	16.6
緑淡彩、P32-557淡	0	1.6	5	9.1	14.7	16.7
黄濃彩、P34-346	0	11.6	26.8	29	27.5	27.7
黄淡彩、P34-346淡	0	5.4	10.2	14.3	20	21.7
赤濃彩、P33-145	0	7.3	25.4	28.8	28.6	29.7
赤淡彩、P33-145淡	0	2.8	10	16.8	21.5	23.6
平均値	0	3.6	10.3	14.9	18.2	19.6
ポリウレタン樹脂塗料						
グレー、P1-10004	0	0.2	0.2	1.1	1.1	1.8
青濃彩、P18-846	0	0.7	1.1	1.8	2.3	2.7
青淡彩、P18-846淡	0	0.6	1	1.7	2	2.3
緑濃彩、P32-557	0	0.8	1.3	1.1	3	4.4
緑淡彩、P32-557淡	0	0.8	1	1.1	2.4	2.3
黄濃彩、P34-346	0	4.8	6.5	7.8	10.3	11.6
黄淡彩、P34-346淡	0	3.7	4.9	5.4	7.1	8
赤濃彩、P33-145	0	0.8	2.2	3.5	5.9	7.4
赤淡彩、P33-145淡	0	0.6	1.8	3.3	8.6	12.3
平均値	0	1.4	2.2	3	4.7	5.9

### キセノンアーク灯式耐侯性試験

	試験時間					
	初期	100	300	500	800	1000
合成樹脂調合ペイント						
グレー、P1-10004	0	0.7	1.2	1.9	2.6	2.8
青濃彩、P18-846	0	1.4	5.3	8	10.4	11.9
青淡彩、P18-846淡	0	1.1	3.7	5	6.5	7.2
緑濃彩、P32-557	0	1.8	3.7	4.9	11.9	14.5
緑淡彩、P32-557淡	0	1.8	4	6.3	8.8	9.7
黄濃彩、P34-346	0	13.4	18.3	22	28.5	32.2
黄淡彩、P34-346淡	0	6.2	9.7	12.2	15.8	17.7
赤濃彩、P33-145	0	8.6	15.3	23	31.1	33.2
赤淡彩、P33-145淡	0	4	11.4	16.2	20.6	23
平均値	0	4.3	8.1	11.1	15	16.9
ポリウレタン樹脂塗料						
グレー、P1-10004	0	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2
青濃彩、P18-846	0	0.8	1.4	1.8	2.1	2.5
青淡彩、P18-846淡	0	0.7	1.3	1.5	1.9	2.1
緑濃彩、P32-557	0	0.6	1.1	0.8	1.5	2.3
緑淡彩、P32-557淡	0	0.7	1.1	1	1.5	2
黄濃彩、P34-346	0	5.7	8.3	8.2	8.6	9.3
黄淡彩、P34-346淡	0	4.2	5.5	6	6.5	7
赤濃彩、P33-145	0	0.6	3	2.4	4.5	6.7
赤淡彩、P33-145淡	0	0.8	2.3	4.2	9.9	13.9
平均値	0	1.6	2.7	2.9	4.1	5.1



Q U V 灯式耐侯性試験

	試験時間			
	初期	100	300	500
<b>合成樹脂調合ペイント</b>				
グレー、P1-10004	0	3.1	4.7	4.8
青濃彩、P18-846	0	9.1	16	18.6
青淡彩、P18-846淡	0	5.6	9.7	11.6
緑濃彩、P32-557	0	28	34.2	34.6
緑淡彩、P32-557淡	0	12.1	16	16.9
黄濃彩、P34-346	0	47.3	47.9	46.7
黄淡彩、P34-346淡	0	14.3	21	21.7
赤濃彩、P33-145	0	41	49.3	50.9
赤淡彩、P33-145淡	0	8.2	15.3	19.5
平均値	0	18.7	23.8	25
<b>ポリウレタン樹脂塗料</b>				
グレー、P1-10004	0	0.7	1	1.2
青濃彩、P18-846	0	3.2	5.3	6.3
青淡彩、P18-846淡	0	2.1	3.7	4.8
緑濃彩、P32-557	0	17	23.1	25
緑淡彩、P32-557淡	0	6.1	10	12.1
黄濃彩、P34-346	0	26.8	36.5	40.5
黄淡彩、P34-346淡	0	8.1	12.8	15.6
赤濃彩、P33-145	0	12.8	17	17.6
赤淡彩、P33-145淡	0	5.6	7.8	9.8
平均値	0	9.2	13	14.8

メタルハライド灯式耐侯性試験 一条件I

	試験時間					
	初期	48	96	168	240	384
<b>合成樹脂調合ペイント</b>						
グレー、P1-10004	0	0.5	2.1	2.4	3.1	
青濃彩、P18-846	0	1.3	4.1	7.4	9.2	
青淡彩、P18-846淡	0	0.9	3.2	3.8	5.3	
緑濃彩、P32-557	0	0.7	3.5	5.7	6.4	
緑淡彩、P32-557淡	0	1.4	3.4	4.7	7.3	
黄濃彩、P34-346	0	3.1	7.5	12.5	15.9	
黄淡彩、P34-346淡	0	0.5	2.6	7.1	11.8	
赤濃彩、P33-145	0	2	6.7	10.6	14	
赤淡彩、P33-145淡	0	1.6	4.8	9.4	14.3	
平均値	0	1.3	4.2	7.1	9.7	
<b>ポリウレタン樹脂塗料</b>						
グレー、P1-10004	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8
青濃彩、P18-846	0	0.5	0.9	1.4	1.5	2.7
青淡彩、P18-846淡	0	0.4	0.9	1.4	1.7	2.3
緑濃彩、P32-557	0	0.2	0.8	1	1.7	3.2
緑淡彩、P32-557淡	0	0.4	0.8	1.6	2.3	4
黄濃彩、P34-346	0	2.1	4.7	5.6	6.9	8.8
黄淡彩、P34-346淡	0	0.9	2.1	3.6	5.4	7.1
赤濃彩、P33-145	0	0.4	0.9	1.3	2.4	7.1
赤淡彩、P33-145淡	0	0.5	2.6	4.6	7.1	13.8
平均値	0	0.6	1.5	2.3	3.2	5.5

メタルハライド灯式耐侯性試験 一条件2

	試験時間					
	初期	24	72	144	192	240
合成樹脂調合ペイント						
グレー、P1-10004	0	0.5	2.1	3.1	3.7	4.7
青濃彩、P18-846	0	0.8	9.3	7.9	10.5	12.9
青淡彩、P18-846淡	0	0.6	4.8	6.3	7.8	8.7
緑濃彩、P32-557	0	1.1	3.3	4.2	5.6	6.8
緑淡彩、P32-557淡	0	0.7	5.6	7.6	9.2	10.9
黄濃彩、P34-346	0	2.8	16.6	21.5	24.4	30.3
黄淡彩、P34-346淡	0	0.8	6.8	10.5	13.7	18
赤濃彩、P33-145	0	1.8	17.9	23	27.2	34.9
赤淡彩、P33-145淡	0	1.2	12.1	15.3	18.6	23.9
平均値	0	1.1	8.7	11	13.4	16.8
ポリウレタン樹脂塗料						
グレー、P1-10004	0	0.2	0.3	0.4	0.5	1.1
青濃彩、P18-846	0	0.2	0.9	2.4	3	4.3
青淡彩、P18-846淡	0	0.3	0.6	1.3	2.7	4.3
緑濃彩、P32-557	0	0.4	1.5	2.5	3.4	4.9
緑淡彩、P32-557淡	0	0.2	1.2	1.7	2.2	2.8
黄濃彩、P34-346	0	1.6	8.6	13.4	17.3	20.2
黄淡彩、P34-346淡	0	0.7	5.6	6.3	7.8	9.8
赤濃彩、P33-145	0	0.3	3	10.3	23	36.2
赤淡彩、P33-145淡	0	0.9	7.6	13.7	23.1	31
平均値	0	0.5	3.3	5.8	9.2	12.7