

大気暴露試験ハンドブック

〔 〕塗料編

平成 19 年 1 月

財団法人 日本ウエザリングテストセンター

大気暴露試験ハンドブック

まえがき

大気暴露試験は、屋外で工業材料及び工業製品を使用した場合に生じる化学的性質、物理的性質の経時変化を調査する目的で行う。

本書は、大気暴露試験を実際に行う場合の具体的内容を、分かりやすくするために、共通編、金属編、塗料編及びプラスチック・ゴム編に分類して解説し、大気暴露試験ハンドブックとしてまとめたものです。

[] 共通編は JIS Z 2381 (大気暴露試験方法通則)、[] 金属編は JIS Z 2381 及び ISO8566 (Metals and alloys - Atmospheric corrosion testing - General requirements for field tests)、[] 塗料編は JIS K 5600-7-6 (塗料一般試験方法 第7部：塗膜の長期耐久性 第6節：屋外暴露耐候性)、[] プラスチック・ゴム編は JISK7219 (プラスチック 直接屋外暴露、アンダーグラス屋外暴露、太陽集光促進暴露試験方法) の規格を基に解説した。

また、耐候性結果の一例として、平成3年度から経済産業省より「新発電システムの標準化に関する調査研究」によって得られた成果の一部を記載した。

本書の作成に当たって、関係者の方々の懇切なご指導を受けており、ここに記して謝意を表します。

本書は今後も改善を加えていく所存ですので、ご利用者各位にはお気付きの点やご意見をぜひ当センターにお寄せください。



平成 19 年 1 月

財団法人 日本ウエザリングテストセンター

〒105 0011

東京都港区芝公園 1 丁目 3 番 7 号

TEL 03 - 3434 - 5528

FAX 03 - 3434 - 5529

E - Mail tokyo@jwtc.or.jp

〔 〕 塗 料 編

[] 塗料編

目次

	ページ
1. ばしめに	塗 - 1
2. 暴露試験について	"
3. 暴露試験の計画	塗 - 2
3.1 暴露試験場の選定	"
3.2 暴露試験方法の選定	"
3.3 暴露試験期間の選定	塗 - 3
3.4 暴露試験の開始時期	"
3.5 試料の数量	塗 - 4
4. 試料作成	塗 - 5
4.1 試料の形状及び寸法	"
4.2 試料の標識	"
4.3 試料の前処理	塗 - 6
4.4 標準試料	塗 - 7
4.4.1 合成樹脂調合ペイント塗装板（白色）	"
4.4.2 鋼構造物用ポリウレタン樹脂塗料塗装板（赤色）	塗 - 8
5. 暴露試験	塗 - 9
5.1 暴露架台及び試料保持具	"
5.2 試料の取り付け及び取り出し	塗 - 10
5.2.1 試料の取り付け	"
5.2.2 試料の取り外し	"
5.3 暴露試験期間中の日常管理	"
6. 暴露試験場の環境計測	"
7. 評価試験	"
8. 記録	塗 - 11
9. 付記	塗 - 12
9.1 測色	"
9.1.1 原理	"
9.1.2 光学系の種類	塗 - 13
9.1.3 常用標準	"
9.1.4 色差の表示	塗 - 14
9.1.5 測定の手順	塗 - 15
9.1.6 管理・保守・校正	"
9.1.7 試験報告	"
10. 暴露試験の状況及び耐候製結果の一例	塗 - 16

[] 塗 料 編

1. はじめに

本ガイドは、塗料の大気暴露試験(以下、暴露試験という。)を実施する上での試験計画立案、試料作成方法、暴露試験期間中の注意事項、暴露試験後の評価試験について解説する。

なお、塗料の暴露試験方法は、ISO / DIS2810.2,(Paint and varnishes - Natural weathering of coatings - Exposure and assessment)に規定されており、その翻訳がJIS K 5600 - 7 - 6:2002 (塗料一般試験方法 - 第7部：塗膜の長期耐久性 - 第6節：屋外暴露耐候性)であるため、この規格をもとに塗料に関するJISの内容を含めて塗料の暴露試験を行う上での留意すべき事項について、記述したものである。

2. 暴露試験について

暴露試験の計画、前準備から暴露試験後の評価試験までの流れを図1に示す。

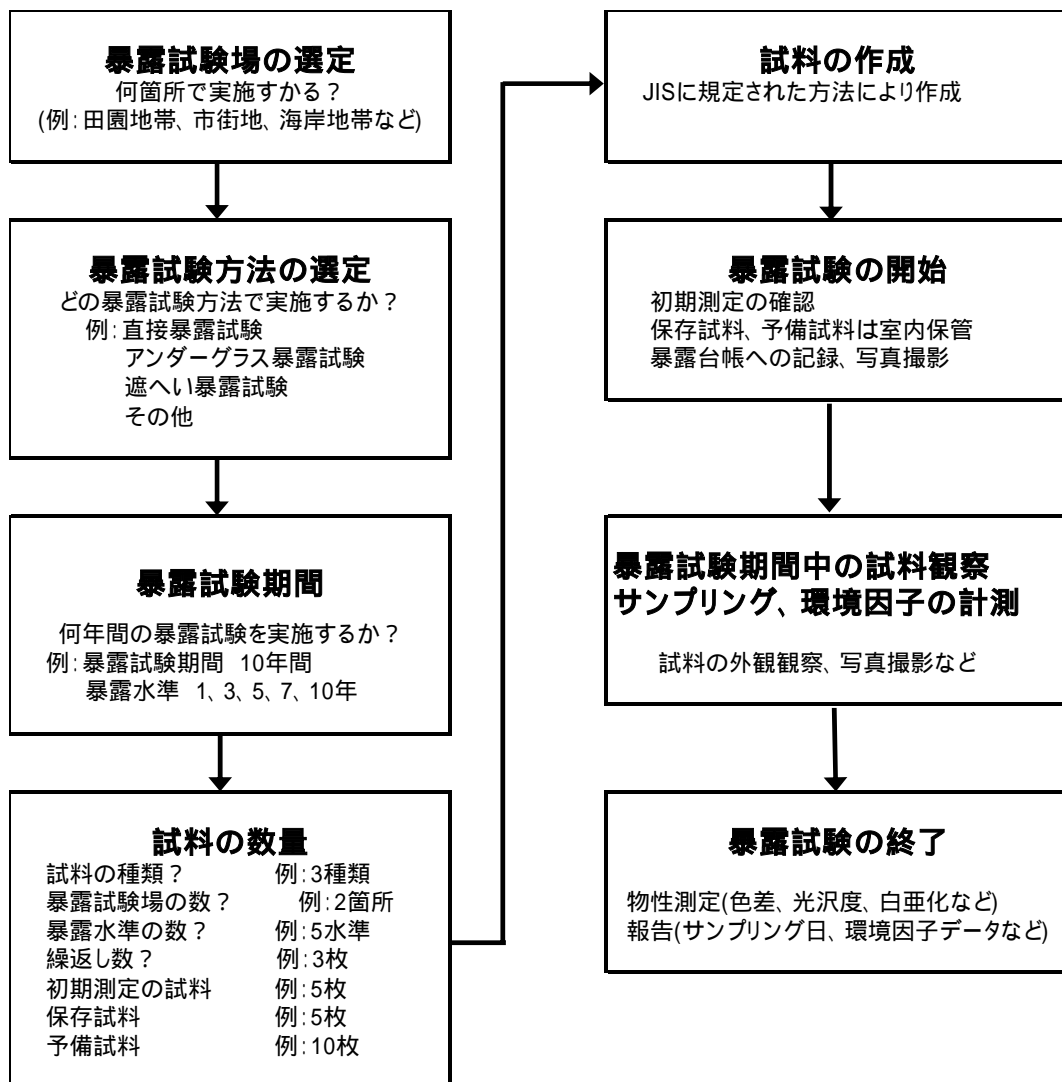


図1 暴露試験の流れ(計画から暴露試験の終了まで)

3. 暴露試験の計画

塗料の耐候性を評価するためには、暴露試験を実施する前に綿密な計画を立てることが重要である。この項では、暴露試験に際して検討しなければならない最低限度の事項を記述する。

3.1 暴露試験場の選定

塗料の劣化は、水、酸素、紫外線、温度などの主要因によって誘起された素反応が何段階にもわたって進行し、その結果、塗膜構成成分の酸化、分解、相分離などを起こし、それが巨視的な欠陥状態となる⁽¹⁾とされている。このため、暴露試験場の選定は、これら因子の影響を考慮して決定することを推奨する。また、暴露試験場では、環境因子（気象因子、大気汚染因子）を計測することが望ましい。

暴露試験場を数箇所選定した場合、同時期に暴露を開始することにより暴露試験場間の耐候性結果の違いを把握することができる。写真 1 は、溶融亜鉛めっき鋼板（ポリエステル系塗装の青色）を、旭川、銚子、宮古島及び宮古島海岸で 6 年間（1999 年 8 月 1 日～2005 年 8 月 1 日）の暴露試験を行い、試料の表面劣化を比較したものである。

注⁽¹⁾ 平成 9 年度新発電システムの標準化に関する調査研究(塗料委員会)

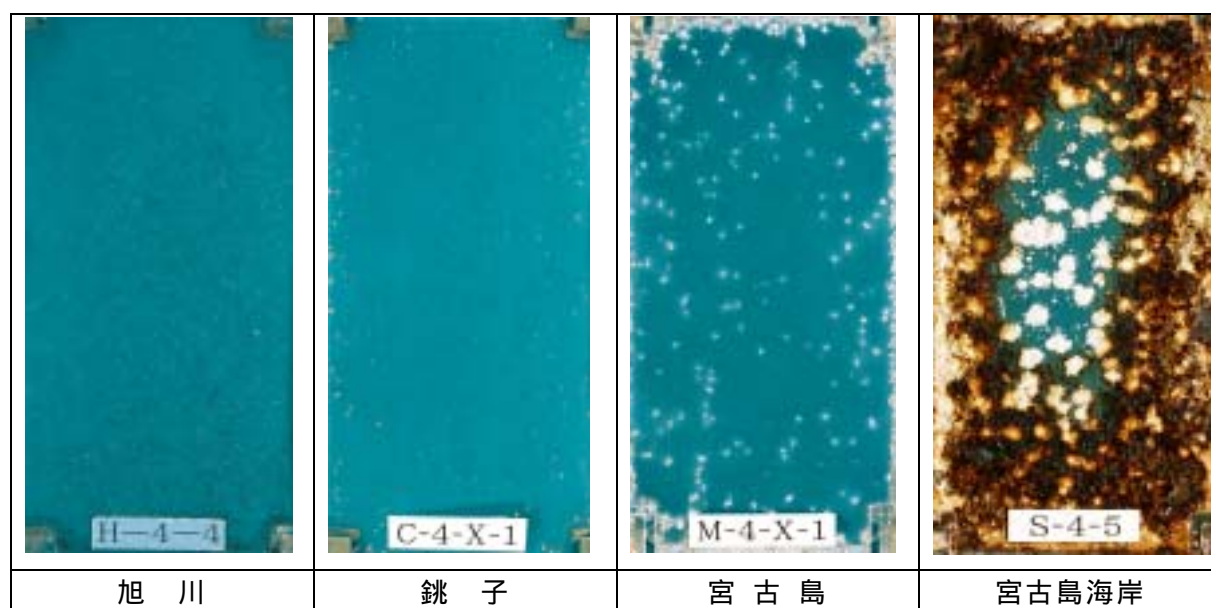


写真 1 溶融亜鉛めっき鋼板(6年暴露)の暴露試験場の違いによる表面劣化の比較

3.2 暴露試験方法の選定

JIS Z 2381 は、5 種類の暴露試験方法（直接暴露試験、遮へい暴露試験、アンダーグラス暴露試験、ブラックボックス暴露試験及び太陽追跡集光暴露試験）を規定しているが、JIS K 5600-7-6 ではこの中の 2 種類(直接暴露試験及びアンダーグラス暴露試験)を規定している。このため、直接暴露試験及びアンダーグラス暴露試験について記述する。

(1) 直接暴露試験

直接暴露試験は、気象因子(日照、雨、雪、風など)の影響を直接受ける状態に試料を暴露する方法である。この試験方法は、一般的に最も広く利用されている方法で

あり、暴露試験の条件を表 1 に示す。

(2) アンダーグラス暴露試験

アンダーグラス暴露試験は、雨、雪などの直接的な影響を除くため、上面を透明板ガラスで覆った試験箱内に試料を取り付け、透明板ガラスを透過した太陽放射光に暴露する方法である。この暴露試験方法は、屋内を想定した方法であり、暴露試験の条件を表 1 に示す。

表 1 直接暴露試験方法及びアンダーグラス暴露試験方法の条件

項目	暴露試験の条件	
	直接暴露試験	アンダーグラス暴露試験
角 度	水平面に対して 45 度 使用目的、又は地域によって他の角度でもよい	
方 位	南向き	
共通事項	試料は、地面から最低 0.45m の高さに保ち、植物との接触がないようにし、被害を予防するのに十分な高さに設置する。	

3.3 暴露試験期間の設定

(1) 規格等により規定されている場合

規定された暴露試験期間を実施する。

なお、塗料に係る JIS では、暴露試験期間及び途中観察の時期として、表 2 に示す内容が規定されている。

(2) 塗膜の経時変化の傾向を把握する場合

塗膜の経時変化の傾向を把握する場合は、暴露試験期間の途中において定期的な評価試験を行う。また、四季があるため最低でも 1 年間以上の暴露試験期間について行うことが望ましい。

表 2 塗料に係る JIS に規定されている暴露試験期間及び途中観察の時期

JIS 番号	JIS 名称	暴露試験期間 (年)	観察時期 (月)
K 5600 -7-6	塗料一般試験方法 第 7 部:塗膜の長期耐久性 第 6 節:屋外暴露耐候性	製品規格に規定する期間	3 か月ごと 1 か年経過後は 6 か月ごと
K 5653	アクリル樹脂ワックス	1	6、12
K 5654	アクリル樹脂エナメル	2	6、12、18、24
K 5656	建築用ポリウレタン樹脂塗料	2	12、24
K 5657	鋼構造物用ポリウレタン樹脂塗料	2	12、24
K 5658	建築用ふっ素樹脂塗料	3	12、24、36
K 5659	鋼構造物用ふっ素樹脂塗料	3	12、24、36
K 5639	塩化ゴム系塗料	2	12、24

3.4 暴露試験の開始時期

暴露試験の開始時期は、規格等があればその規定による。特に規定がない場合は、4 月又は 10 月とし、晴天又は曇天の日の午前中に開始する。また、当事者間の協定によって、それ以外の時期に試験を開始することができる。

3.5 試料の数量

暴露試験のため準備する試料の数量は、暴露試験による評価試験に支障のない数量とし、暴露試験場、暴露試験方法、暴露試験期間、評価試験及び繰返し数によって決定される。また、規格などに規定されている場合は、それに従う。

塗料に関係する JIS に規定されている試料の数量を、表 3 に示す。

表 3 塗料に関係する JIS に規定されている試料の数量

JIS 番号	JIS 名称	試料(枚)		見本品(枚)		合計(枚)
		試験用	原状用	試験用	原状用	
K 5653	アクリル樹脂ワックス	3	1	3	1	8
K 5654	アクリル樹脂エナメル	3	1	3	1	8
K 5656	建築用ポリウレタン樹脂塗料	3	1	3	1	8
K 5657	鋼構造物用ポリウレタン樹脂塗料	2	1	2	1	6
K 5658	建築用ふっ素樹脂塗料	3	1	3	1	8
K 5659	鋼構造物用ふっ素樹脂塗料	2	1	2	1	6
K 5639	塩化ゴム系塗料	4	1	4	1	10

暴露試験期間の途中で評価試験を行うため洗浄又は塗膜破壊などを行う場合は、暴露試験期間の途中で評価試験する回数分の試料数を用意することが必要である。

なお、暴露試験を開始してから新たに試料を追加して暴露試験を行う場合などがあるため、予備試料を含めた試料の数量を準備することを推奨する。

試料の数量の求め方例を、次に示す。

(1) 同一試料について評価試験を行って暴露試験を継続する方法例(非破壊)

暴露試験場 : 3 か所(旭川、銚子、宮古島)

暴露試験方法 : 2 方法(直接暴露試験、アンダーグラス暴露試験)

暴露試験期間 : 5 年間(途中の評価時期 : 3、6、12、18、24、36、48、60 か月)

試料の種類 : 2 種類(ポリエステル樹脂塗料、ふっ素樹脂塗料)

繰返し数 : 3 枚

必要な試料数量 = 3 か所 × 2 方法 × 2 種類 × 3n = 36 枚

(この他に保存試料及び予備試料が必要)

(2) 暴露試験期間の途中で評価試験する方法例

暴露試験場 : 3 か所(旭川、銚子、宮古島)

暴露試験方法 : 2 方法(直接暴露試験、アンダーグラス暴露試験)

暴露試験期間 : 5 年間(途中の評価時期 : 3、6、12、18、24、36、48、60 か月)

試料の種類 : 2 種類(ポリエステル樹脂塗料、ふっ素樹脂塗料)

繰返し数 : 3 枚

必要な試料数量 = 3 か所 × 2 方法 × 8 期間 × 2 種類 × 3n = 288 枚

(この他に初期試料⁽²⁾、保存試料及び予備試料が必要)

注⁽²⁾ 試料の色差及び光沢度のバラツキがある場合は、暴露試験を行う前に、全ての試料について初期測定を行なうことが望ましい。

4. 試料作成

4.1 試料の形状及び寸法

試料の形状及び寸法は、評価試験が十分に行えるものとし、規格があればそれに従う。表4は、塗料に関するJISに規定されている試験板及び寸法であり、形状は全て平板である。

表4 塗料に関するJISに規定されている試験板及び寸法

JIS 番号	JIS 名称	試験板	寸法 (mm)
K 5600 -1-4	塗料一般試験方法 第1部:通則 第4節:試験様標準試験板	鋼板、ぶりき板、亜鉛めっき鋼板・亜鉛鋼板、アルミニウム板、ガラス板、硬質ボード、繊維セメント板、フレキシブル板、セメントモルタル板、パーライト板、木材単体・木材合板、アスファルトブロック	面積 0.03 m ² 以上 縦横の辺が 100mm 以上
K 5653	アクリル樹脂ワックス	フレキシブル板	300×150×4
K 5654	アクリル樹脂エナメル	フレキシブル板	300×150×4
K 5656	建築用ポリウレタン樹脂塗料	フレキシブル板	300×150×4
K 5657	鋼構造物用ポリウレタン樹脂塗料	鋼板	300×150×1
K 5658	建築用ふっ素樹脂塗料	フレキシブル板	300×150×4
K 5659	鋼構造物用ふっ素樹脂塗料	鋼板	300×150×1
K 5639	塩化ゴム系塗料	鋼板	300×150×3.2

4.2 試料の標識

試料の標識について、内容、位置及び表示を表5に示す。

また、試料の標識の内容の記号区分例を表6に示す。

表5 試料の内容

区 分	内 容
標識の内容	標識の内容は、試料の種類・暴露試験場・暴露試験期間・試料の繰返し数などとし、記号・番号などを用いて試料に影響を与えない方法で表示し、暴露試験後も明らかに識別できるものとする。
標識の位置	a) 評価試験に影響を与えない位置とする。 b) 途中観察等を行う場合は、試料の表面下側に表示すると試料の内容を把握しながら観察できる。 c) 長期間の暴露試験の場合は、標識を消えにくくするため試料の裏面下側に表示するとよい。
標識の表示	標識の表示は、耐候性の良い塗料等によるほか、標識を表示した耐候性のよいテープを貼り付ける方法などがある。

表 6 標識に表示する記号区分例

区 分	内 容	記 号
試料の種類	ふっ素樹脂、ポリエステル樹脂・・・	F、P・・・
暴露試験場	銚子、旭川、宮古島・・・	C、A、M・・・
暴露試験方法	直接暴露試験、アンダーグラス暴露試験	D、U
暴露試験期間	1年、2年、3年・・・	1、2、3・・・
繰返し数	1枚目、2枚目、3枚目・・・	(1)、(2)、(3)・・・

備考) 暴露試験期間と繰返し数は、数値による通し番号でもよい。

標識の記号区分例 ; ふっ素樹脂、銚子における直接暴露試験、3年目の試料2枚目

F - C D - 3 (2)

4.3 試料の前処理

試料の裏面及び周辺の評価を行わない場合でも、試験をする塗料で塗装することが一般的に望ましい。また、試料の裏面と端面は、良質の防食塗料で塗装してもよい。

表 7 は、塗料に関する JIS に規定されている試料の前処理及び放置期間である。

表 7 塗料に関する JIS に規定されている試料の前処理及び放置期間

JIS 番号	JIS 名称	試料の裏面及び周辺の処理
K 5653	アクリル樹脂ワックス	裏面及び周辺は、試料と同種の塗料で 2、3 回塗り包む。
K 5654	アクリル樹脂エナメル	
K 5656	建築用ポリウレタン樹脂塗料	
K 5657	鋼構造物用 ポリウレタン樹脂塗料	裏面は、試料の表面と同様の塗装。 周辺は、試料の表面及び裏面を同時に塗装して 1 日乾燥放置後、エポキシ樹脂塗料 2 種下塗り塗料を 1 回、更に 1 日後に鋼構造物用ポリウレタン樹脂塗料上塗で 1 回塗り包む。
K 5658	建築用ふっ素樹脂塗料	裏面は、試料の表面と同様の塗装。 周辺は、試料の両面を塗装して 1 日乾燥後、試料と同一の塗料で 2~3 回塗り包む。
K 5659	鋼構造物用ふっ素樹脂塗料	裏面は、試料の表面と同様の塗装。 周辺は、試料の表面及び裏面を同時に塗装して 1 日乾燥放置後、エポキシ樹脂塗料 2 種下塗り塗料で、更に 1 日後後に鋼構造物様ふっ素樹脂塗料上塗で塗り包む。
K 5639	塩化ゴム系塗料	周辺及び裏面は、試料の表面を上塗り塗装して 1 日乾燥放置後、24 時間間隔で下塗り塗料、中塗り塗料及び上塗り塗料で 1 回ずつ塗り包む。

4.4 標準試料

JIS K 5600 - 1 - 8 (塗料一般試験方法 - 第 1 部 : 通則 - 第 8 節 : 見本品) では、暴露試料と見本品 (暴露試料の品質劣化を評価するために比較する試料) を、一緒に行うことが規定されている。

しかし、同規格の 2.3 項の設定方式による区分の a) 規定見本に該当するものがないため、以下に示す合成樹脂調合ペイント塗装板 (白色) 及び鋼構造物用ポリウレタン樹脂塗料塗装板 (赤色) の 2 種類を標準試料⁽³⁾として推奨する。

注⁽³⁾ 環境変化に対応した劣化状況を明確に評価する標準試料として、経済産業省から委託された新発電システムの標準化に関する調査研究のなかで、「耐候性評価のための基準塗料の検討 (F シリーズ)」の成果として提案している。

4.4.1 合成樹脂調合ペイント塗装板 (白色)

合成樹脂調合ペイントの上塗塗料の白色は、光沢度の変化を評価するための基準塗料であり、試料の詳細を次に示す。

(1) 材質及び寸法

a) 材質は、JIS G 3141 の冷間圧延鋼板 (SPCC - SB) とする。

b) 寸法は、1.0 × 70 × 150mm とする。

(2) 合成樹脂調合ペイントの上塗塗料白色の配合は、表 8 による。

表 8 合成樹脂調合ペイントの上塗塗料 (白色) の配合

材 料		質量 割合 (%)	材料の品質	製造業者及び商品名
顔 料	R - 二酸化チタン	25.0	AL、Si 処理、SG : 4.0	石原産業： タイペーク CR-95
	炭酸カルシウム	10.0	SG : 2.7	竹原化学： サンライト # 1500
樹 脂	大豆油変性アルキド樹脂 ワックス	55.0	油長 65%、 不揮発分 70%、SG : 1.1	大日本インキ： ベッコゾール P470-70 P
添加剤	酸化ポリエチレンワック ス系沈殿防止剤	1.0		楠本化成： デイスパロン # 4200-20
	アルキルシリコーン	0.3		信越化学： 信越シリコン KF-69
溶 剤	ミネラルスピリット	8.7		
合 計		100.0		
P V C		22.3		

備考 1) 大豆油変性アルキド樹脂ソリッドに対し、乾燥剤としてナフテン酸鉛及び酸化コバルトを各々の金属量で 0.5%、0.05%、皮張り防止剤として MEX オキシムを 0.1% を添加する。

備考 2) 材料の粒度は、卓上サンドミルなどを用いて 20 μm (分布図法) 程度に分散する。

(3) 試料の作成

a) 塗装は、片面にスプレー塗りとする。塗り方は、次に示す順番によって下塗、中塗及び上塗を行う。

JIS K 5633 のエッチングプライマー 2 種 (15 μm)

JIS K 5625 のシアナミド鉛さび止めペイント 2 種 (35 + 35 μm)

表 8 の大豆油変性アルキド樹脂を使用した中塗 (30 μm)

表 8 の合成樹脂調合ペイント上塗 (25 μm)

b) 裏面は、JIS K 5551 のエポキシ樹脂塗料で 500 μm 以上の膜厚に塗装する。

c) 端部は、同じ上塗塗料で十分に塗包む。

4.4.2 鋼構造物用ポリウレタン樹脂塗料塗装板 (赤色)

鋼構造物用ポリウレタン樹脂塗料の上塗塗料の赤色は、色差の変化を評価するための基準塗料であり、試料の詳細を次に示す。

(1) 材質及び寸法

a) 材質は、JIS G 3141 の冷間圧延鋼板 (SPCC - SB) とする。

b) 寸法は、1.0 × 70 × 150mm とする。

(2) 鋼構造物用ポリウレタン樹脂塗料の上塗塗料赤色の配合は、表 9 による。

(3) 試料の作成

a) 塗装は、片面にスプレー塗りとする。塗り方は、次に示す順番によって下塗、中塗及び上塗を行う。

JIS K 5552 のジंकリッチプライマー 2 種 (15 μm)

JIS K 5551 のエポキシ樹脂塗料下塗 (60 μm)

表 9 のスチレン含有アクリルポリオールを使用した中塗 (30 μm)

表 9 の鋼構造物用ポリウレタン樹脂塗料上塗 (25 μm)

b) 裏面は、JIS K 5551 のエポキシ樹脂塗料で 500 μm 以上の膜厚に塗装する。

c) 端部は、同じ上塗塗料で十分に塗包む。

表 9 鋼構造物用ポリウレタン樹脂塗料塗装板の上塗塗料(赤色)の配合

材 料		質量割合 (%)	材料の品質	製造業者及び商品名
主 剤	顔料	パーマネントカーミン FD	CI PIG R-5、 SG : 1.5	大日精化工業(株) : セイカファーストカーミン 3840
	樹脂	スチレン含有アクリルポリオールワニス	OH 価 50 (溶液)、 不揮発分 50%、SG : 1.1	大日本インキ化学工業(株) : アクリディック A-801P
	添加剤	アルキルシリコーン	0.3	信越化学工業(株) : 信越シリコン KF-96
	溶剤	トルエン	9.7	
小計		100.0		
硬 化 剤	樹脂	HMDI イソシアヌレート	不揮発分 75 ± 1% NCO 含有量 15 ~ 16 SG : 1.1	大日本インキ化学工業(株) : パーノック DN980
合計		120.0		
PVC		11.8		

備考) 材料の粒度は、卓上サンドミルなどを用いて 20 μm (分布図法) 程度に分散する。

5. 暴露試験

5.1 暴露架台及び試料保持具

(1) 暴露架台

暴露架台は、試料の暴露試験期間中に腐食等により破損するような材質であっては試験を満足に実施することができない。そのため、暴露架台は相応の耐久性のある材質のものをを用いる必要がある。暴露架台の材質が木材である場合は、防腐処理を施し、場合によっては塗装したほうが良い。また、暴露架台の材質が金属である場合は、暴露架台から腐食性生物が発生しないよう暴露架台表面を処理する必要がある。

暴露架台の材質として、アルミニウム、ステンレス又はめっき塗装した鋼材などが良い。

(2) 試料保持具

試料保持具は、試料が風などによって落下しないように保持できる構造でなければならない。試料保持具の例を図2及び写真2に示す。

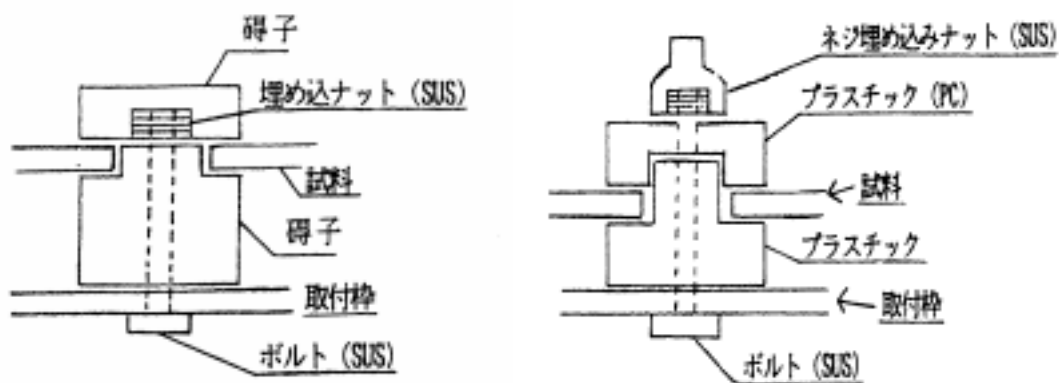


図2 試料保持具(左：磁器製、右：プラスチック製)



写真2 試料保持具(左：磁器製、右：プラスチック製)

5.2 試料の取り付け及び取り外し

5.2.1 試料の取り付け

- (1) 暴露試験計画に基づき、試料の種類及び暴露試験期間等を考慮した試料の取り付け配置図を作成する。
- (2) 試料の取り付け配置図に沿って、試料を取り付ける。
 - a) 試料について水滴が他の試料に滴下しないように取り付ける。
 - b) 暴露試験期間中に金属との電気的な接触がなく、木、その他の多孔性の物質ともできるだけ直接接触しないように取り付ける。

5.2.2 試料の取り外し

- (1) 暴露試験計画に基づき試料の取り外し時期に到達した試料を、配置図により確認して取り外す。
- (2) 試料を取り外す際は、試料に傷等を付けないように細心の注意を払わなければならない。
- (3) 試料の取り付け及び取り外しは、清浄な手袋を使用し、試料の端をつかんで行う。

5.3 暴露試験期間中の日常管理

暴露試験期間中の日常管理（点検箇所、点検内容、点検方法及び対応）を、表 10 に示す。

表 10 暴露試験期間中の日常管理

点 検 箇 所	点 検 内 容	点 検 方 法	対 応
暴露架台	腐食、変形、破損など	目視	記録、修理
	アンダーグラス暴露試験装置のガラスの清掃	目視	汚れを拭き取る
暴露架台の試料	取付け状況	目視	記録、取り付け直し
	鳥の糞	目視	記録、取り除く
	クモの巣	目視	記録、取り除く
	試料の状態	目視	記録、暴露試験計画見直し
暴露試験場の草木	高さ 20cm 以下	計測	記録、刈り取る

6. 暴露試験場の環境計測

塗膜の劣化は、水、酸素、紫外線、温度などが主要因であるため、紫外線、温度、湿度、濡れ時間、降水量の 5 因子は最低限計測することが望ましい。また、これらの因子の他に、風向・風速及び大気汚染因子を併せて計測することは、暴露試験後の試料の劣化状況を解析する上で有用である。

7. 評価試験

暴露試験後の評価試験は、試料の周辺及び塗膜の端からそれぞれ幅 10mm 以内の塗膜は、観察・評価の対象としない。

また、評価試験のため試料表面を洗浄する場合は、規定に従って行う。試料の洗浄規定がない場合は、適切な湿潤剤が添加されている JIS K 0557 に規定する A2、A3 の水を用い、洗浄溶液は軟らかいスポンジを用い、水で十分に洗い流し、機械的損傷をなくす。

評価試験のため試料表面を洗浄しない場合は、軟らかいハケ等で試料表面のほこりが落ちる程度に軽くはらう。

塗膜の評価試験の項目は、表 11 によるほか、製品規格によって行う。

また、評価試験の一例として、測色の測定方法を、9.付記に示す。

表 11 塗膜の評価試験の項目

No.	項目	評価方法の JIS 番号
1	膨れの等級	JIS K 5600 - 8 - 2
2	さびの等級	JIS K 5600 - 8 - 3
3	割れの等級	JIS K 5600 - 8 - 4
4	はがれの等級	JIS K 5600 - 8 - 5
5	白亜化の等級	JIS K 5600 - 8 - 6
6	測色	JIS Z8722、JIS Z 8729
7	鏡面光沢度	JIS K 5600 - 4 - 7
8	耐屈曲性	JIS K 5600 - 5 - 1
9	耐カップング	JIS K 5600 - 5 - 2
10	耐おもり落下性(1)落体式(2)落球式(3)デュポン式	JIS K 5600 - 5 - 3
11	引っかき(鉛筆法)	JIS K 5600 - 5 - 4
12	引っかき(荷重針法)	JIS K 5600 - 5 - 5
13	付着性(クロスカット法)	JIS K 5600 - 5 - 6
14	付着性(プルオフ法)	JIS K 5600 - 5 - 7

8. 記録

表 12 の記録事項について行う。ただし、必要のない項目は省略しても良い。

表 12 記録事項

項目		記録する内容	備考
試料		名称、種類、形状、寸法	
暴露	暴露試験場	所在地、緯度、経度、標高	左記以外に、環境区分を明記することが望ましい。
	暴露試験方法	暴露試験方法の種類	
	暴露試験の条件	方位、角度	
	試料取り付け配置図	試料記号と暴露架台への配置場所を明記	
	暴露試験期間	開始日、途中観察時期、終了日	
	暴露試験の中止・中断	期日及び期間、理由 処置方法	中断の場合は試料の保管方法を明記することが望ましい。
環境	環境因子	紫外線、温度、湿度、降水量、濡れ時間 (風向・風速、大気汚染因子など)	暴露試験場近傍の気象官署データを引用する場合は、気象官署の場所、暴露試験場から気象官署までの距離を明記する。
特記事項：暴露試験期間中の台風、暴風雨又は記録的な気象条件は記録する。			

9. 付 記

9.1 測 色⁽⁴⁾

測色は、光の分光エネルギー分布の相違によって、その性質の差異が認められる可視放射の特性又は視知覚の様相を、三刺激値及び色度座標又は色相、明度、彩度によって表す。

測定方法は、JIS Z 8722 (色の測定方法 - 反射及び透過物体色) に規定されている分光測色方法及び刺激値直読方法の2方法があり、最も広く一般的に利用されている刺激値直読方法〔反射法(45-0方式)〕について、説明する。また、色差の表示はJIS K 5600-4-6による。

注⁽⁴⁾ 測色の内容は、スガ試験機(株)の資料(色彩管理方法:1977)による。

9.1.1 原 理

刺激値直読方法による測色計(測色色差計)は、三刺激値X、Y、Zなどの測定値を直接測定するものであり、光源とレンズ系、色フィルター、光電池(又は光電管)を含む光学系と、測定値を指示する計測部とで構成されている。

測色(反射法による)の原理は、測定しようとする試料をハロゲン光源(C光源)で照明して、試料から反射する拡散光を色フィルターと光電池を組み合わせた3個の受光器で受光する。この光電池は受光した光のエネルギーに比例して電気エネルギーが生じるもので、試料の色に応じて3つの色フィルターをそれぞれ通過した光は、3個の光電池にそれぞれ電気出力が生じる。

試料の色のX、Y、Z値を直読するためには、色フィルターと光電池を組み合わせた3組の受光器からの電気出力が、試料のX、Y、Z値に対応した大きさに比例して得られるように光学的性質と電気的性質とを持たせる必要がある。このため、照明する光源の分光分布、3つの色フィルターの分光透過率、および光電池の分光感度を総合した特性が、X、Y、Zを求めるために規定された特性と一致するように組み合わせ

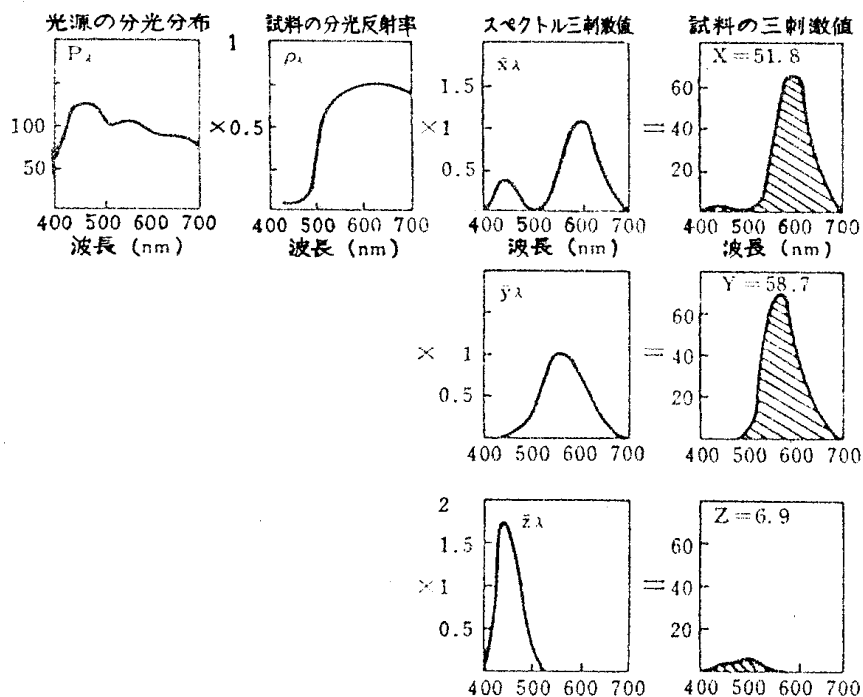


図3 測色計器からX、Y、Zを求め方法

れている（図3参照）。

測定の方法は、測色計に付属しているホーロー製の白色板を基準として3つの受光器からの、それぞれの指示を、ホーロー製の白色板のX、Y、Z値に合わせて標準校正を行ったのち試料を測定すれば、X、Y、Z受光器に試料の色に応じた電気出力を生じ、測定値として表示される。

9.1.2 光学系の種類

刺激値直読方法による測色計の光学系は、試料面に対して照明する光束の角度及び試料面からの拡散反射光を受光する条件によって区別される。

(1) 45 - 0 方式

図4に示す光学系は、45°方向から試料を照明して、垂直方向（0°）の拡散反射光を拡散筒に集光して、X、Y、Z受光器で受光する光学条件をもつ。この光学系は、広い範囲で用いられている。

(2) 積分球方式

図5に示す光学系で、試料面に対して垂直方向から照射し、積分球を用いて試料からのすべての方向の拡散反射光を集めて受光器で受光する光学条件をもつ。この光学系は、繊維などのように織目の方向によって反射光の強さが異なる方向性のある試料に対して平均化して測定できる特徴がある。

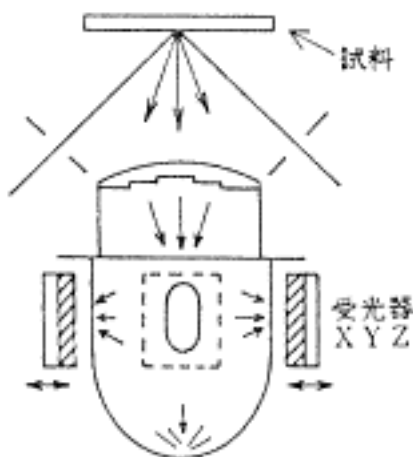


図4 光学系（45 - 0 方式）

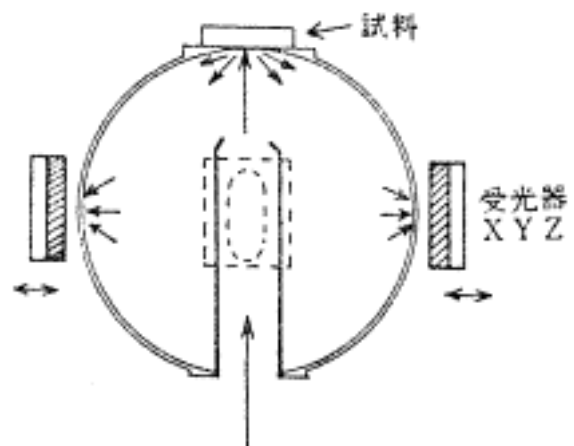


図5 光学系（積分球方式）

9.1.3 常用標準

個々の測定器の日常の測定用には、長期間にわたって安定した分光反射率を示す実用標準を使用する。

これらの実用標準は均等拡散面である必要はないが、硫酸バリウム標準及び実用標準が実際に使用される測定器で校正しなければならない。実用標準は、例えば、乳白ガラス、ビトロライト又はセラミックスタイルのような安定な耐久性のある物質から作るべきである。表面の汚染の除去及び清浄が容易であるようにその表面は磨かれていなければならない。

9.1.4 色差の表示

試料の変化を色座標から色差を求める計算式は多数ある。種々の理由から、色差式で計算した結果は、すべての場合、目視による認識と満足するように合致するとは限らない。CIEは1976年に、一般用に二つの色差式を勧告した。その一つであるL*a*b*色差式は、塗膜の測色的評価に対して、実際的な数値であることが判明しているため、塗料の評価する色差式とした。

(1) 色差

2色間の色差 E*ab は、(CIE 1976) L*a*b*色空間 (JIS K 5600 4 4 参照) における2色間の幾何学的な距離であり、次の式によって算出する。

$$E^*_{ab} = \left[(L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2 \right]^{1/2}$$

$$\begin{array}{l} \text{ここに} \\ L^* = L^*_T \quad L^*_R \\ a^* = a^*_T \quad a^*_R \\ b^* = b^*_T \quad b^*_R \end{array}$$

(2) 明度差

試験試料と参照標準間の明度差は、CIE 1976 明度指数差 (次式) によって定義されている。

$$L^* = L^*_T \quad L^*_R$$

(3) 彩度差

試験試料と参照標準間の彩度差は、CIE 1976 彩度差 (次式) によって定義されている。

$$C^*_{ab} = C^*_{ab1T} \quad C^*_{ab1R}$$

ここに C*_{ab1T}: 試験試料の CIE 1976 a b 彩度であり、次式で定義される。

$$C^*_{ab1T} = (a^{*2}_T + b^{*2}_T)^{1/2}$$

C*_{ab1R}: 参照標準の CIE 1976 a b 彩度であり、次式で定義される。

$$C^*_{ab1R} = (a^{*2}_R + b^{*2}_R)^{1/2}$$

(4) 色相差

試験試料と参照標準間の色相差は CIE 1976 a b 色相差 (次式) によって定義されている。

$$H^*_{ab} = k_H \left| \left[(E^*_{ab})^2 + (L^*)^2 + (C^*_{ab})^2 \right]^{1/2} \right.$$

ここに kH = +1 : (a*_R b*_T - a*_T b*_R) > 0 の場合

kH = -1 : (a*_R b*_T - a*_T b*_R) < 0 の場合

(5) 白に近い試験試料の色差

白に近い試験試料の色差は、 C^*ab 及び H^*ab の代わりに E^*ab 及び L^* 、 a^* 、 b^* を使用して記載すべきである。

9.1.5 測定の手順

刺激値直読方式による反射法（45 - 0 方式）による測定の手順を、表 13 に示す。

なお、装置を安定させるため測定機器の電源を投入後、約 30 分間放置した後、測定を行う。

表 13 45 / 0 方式による測定の手順

手 順	手 順 の 内 容
零合わせ	1. 光学系の試料台に暗箱をセットする。 2. 計測部で零合わせを行う。 3. 光学系の試料台から暗箱を外す。
標準合わせ	1. 光学系の試料台に、常用標準（白色板）をセットする。 2. 計測部で標準合わせを行う。 3. 光学系の試料台から常用標準（白色板）を外す。
測 定	1. 光学系の試料台に試験試料をセットする。 2. 試験試料の裏面に所定の試料押えをのせる。 3. 計測部で測定する。 4. 光学系の試料台に試験試料をセットして測定を行う。

9.1.6 管理・保守・校正

(1) 日常の管理

常用標準（白色板）の標準値で標準合わせを行った後、付属の青色板、緑色板及び赤色板を測定し、表示値の ± 1 以内であることを確認する。

(2) 保守

光源の寿命は 2000 時間であるため、適時交換する。また、光学系の内部にゴミ、ホコリ等が入らないように注意する。

なお、測定機器の点検は 1 年ごとに行うことを推奨する。

(3) 校正

常用標準（白色板）及び付属の青色板、緑色板、赤色板は、1 年ごとに校正を行う。

9.1.7 試験報告

(1) 試料の塗膜の種類と名称

(2) 試料を調整した方法

(4) 測定器の種類、条件及び測定器の名称

(5) 試験結果

a) 明度 L^* 、座標 a^* 、 b^* 及び色差 E^*ab を報告する。

b) 必要な場合は、明度指数差 L^* 、CIE 1976 ab 彩度差 C^*ab 、CIE 1976 ab 色相差 H^*ab 、 a^* 及び b^* を報告する。

(6) 協定又はその他に基づく内容の記載

(7) 試験年月日

10 暴露試験の状況及び耐候性結果の一例

(1) 塗装板の暴露試験の状況を、写真3に示す。



(2) 暴露試験場の違いによる耐候性結果の比較(例)

ポリウレタン樹脂塗料塗装板の暴露試験場の違いによる60度鏡面光沢度の保持率(%)を比較した結果を、図6に示す。

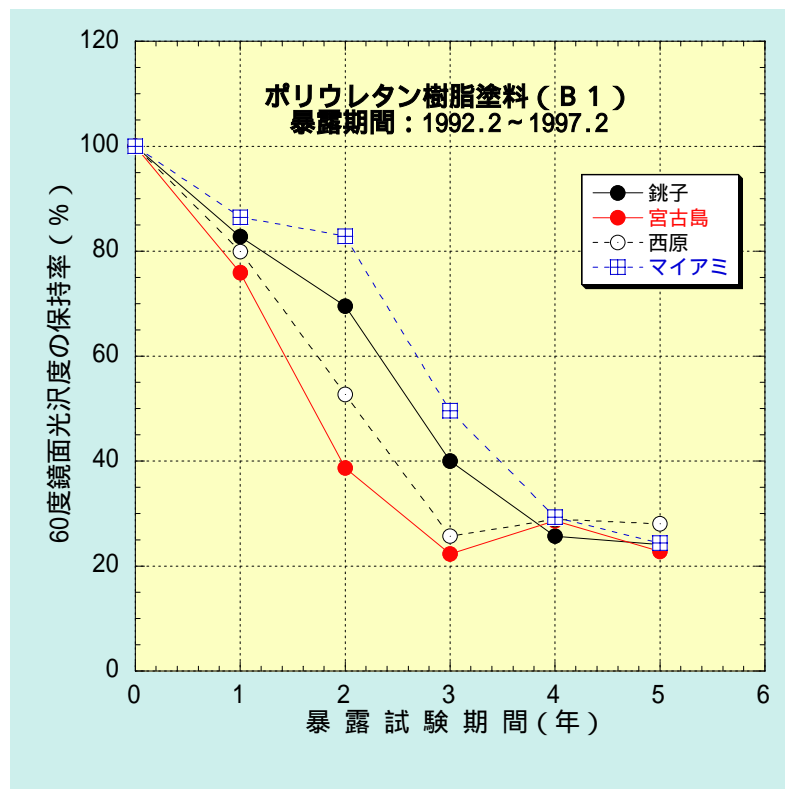


図6 暴露場所の違いによる耐候性結果の比較(例)

(3) 各種塗装板の耐候性結果(例)

各種塗装板(色調は全て灰色)の色差及び 60 度鏡面光沢度の保持率(%)を比較した結果を、図 7 及び図 8 に示す。

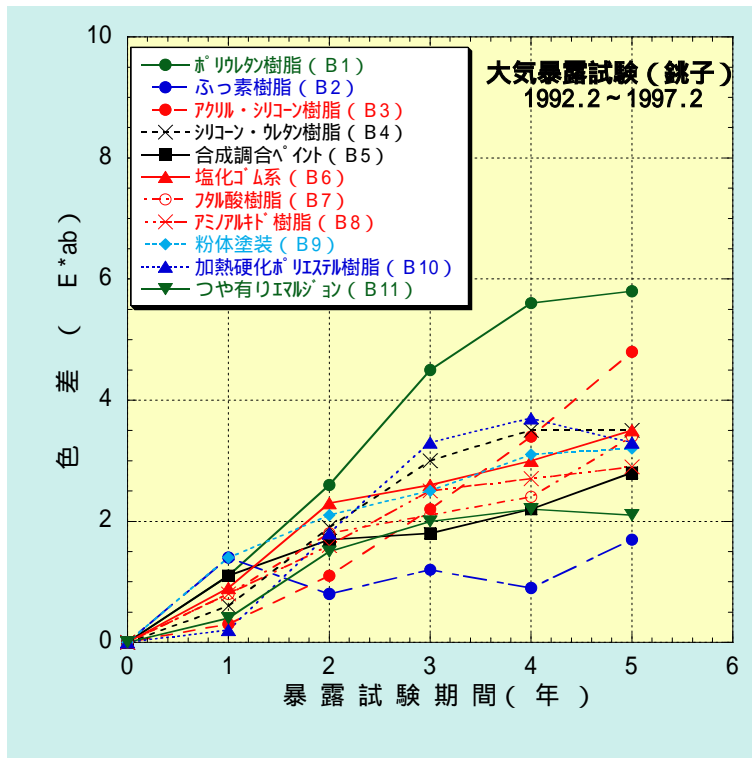


図 7 各種塗装板の色差の比較

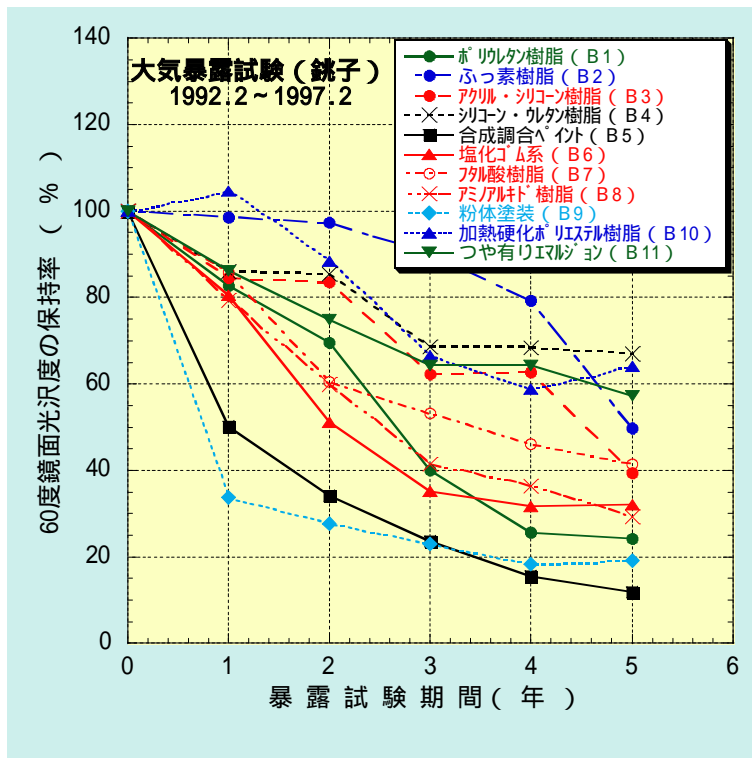


図 8 各種塗装板の 60 度鏡面光沢度の維持率の比較

(4) ポリウレタン樹脂塗料塗装板の色調の違いによる耐候性結果の比較

ポリウレタン樹脂塗料塗装板の色調の違いによる色差及び 60 度鏡面光沢度の保持率(%)を比較した結果を、図 9 及び図 10 に示す。

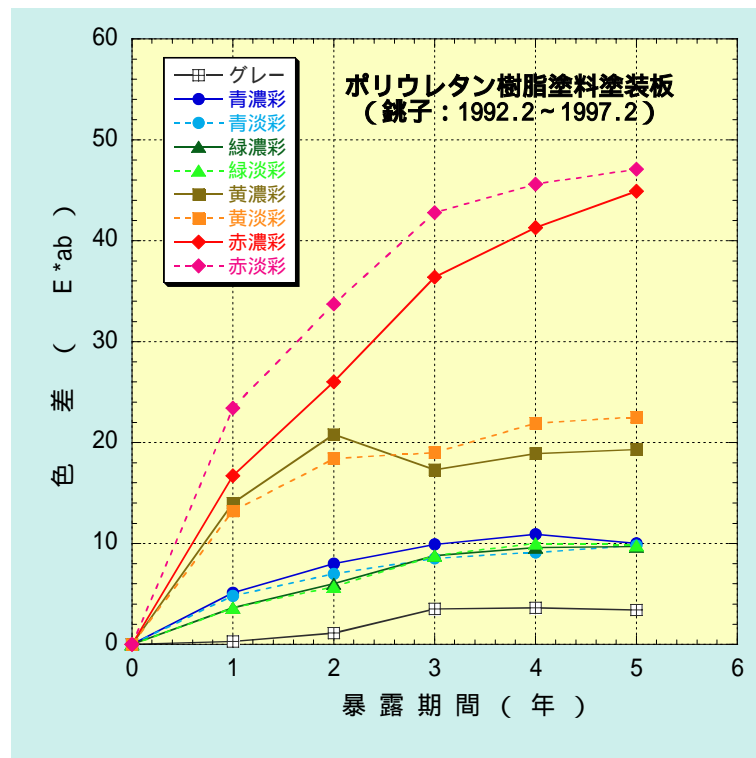


図 9 ポリウレタン樹脂塗料塗装板の色調の違いによる色差の比較

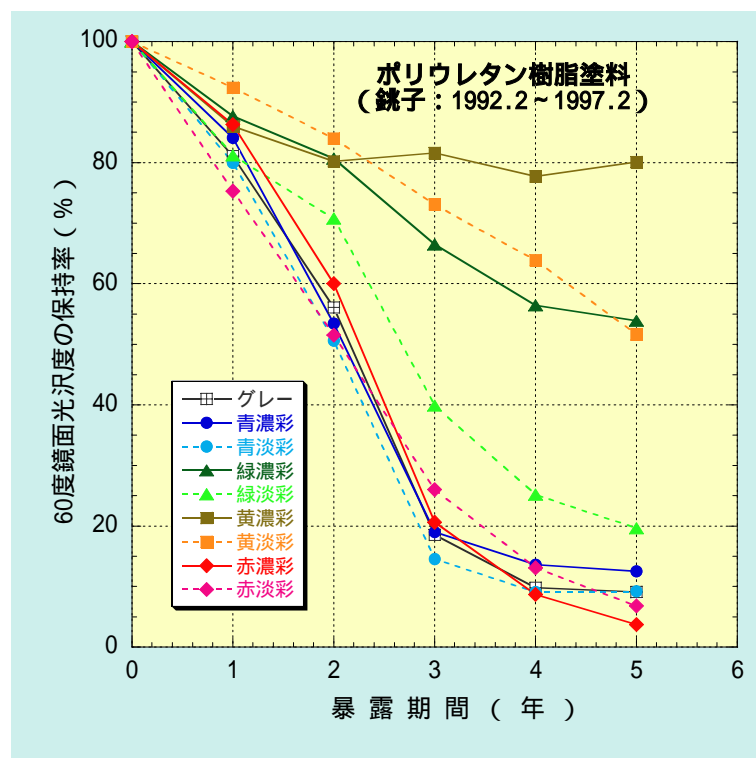


図 10 ポリウレタン樹脂塗料塗装板の色調の違いによる 60 度鏡面光沢度の保持率の比較