

大気暴露試験ハンドブック

〔 〕 プラスチック・ゴム 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

〔 〕プラスチック・ゴム編

〔 〕プラスチック・ゴム編

目 次

	ページ
1. ばしめに	高 - 1
2. 暴露試験方法の選定	高 - 2
3. 暴露試験の条件設定	”
4. 暴露試験場の選定	高 - 3
5. 暴露試験期間	”
6. 試料	高 - 4
6.1 試料の形状	”
6.2 試料の数量	”
6.3 標準試料	”
7. 暴露試験の実施	高 - 5
7.1 開始時期	”
7.2 試料の標識	”
7.3 試料の取り付け	”
7.4 暴露試験期間中の取扱い	”
7.4.1 試料の洗浄	”
7.4.2 ガラスの清掃	”
7.5 太陽追跡集光暴露試験装置の反射鏡の管理	”
8. 環境因子の計測	”
8.1 紫外線	高 - 6
8.2 熱	”
8.3 水分	高 - 7
8.4 カルボニルインデックス	”
8.5 環境計測機器の管理	高 - 9
8.5.1 紫外線計	”
8.5.2 試験板温度計	”
8.5.3 濡れ計	”
9. 評価試験	”
9.1 洗浄の有無	”
9.2 状態調節	”
9.3 色の変化	”
9.3.1 目視観察	”
9.3.2 測定器による測定	高 - 10
9.4 光沢	”
9.5 引張特性	”
9.6 その他の特性	高 - 11
10. 結果の表し方	高 - 12
10.1 目視による評価	”
10.2 測定器による特性及びその他の特性	”
10.3 特性値の 50% 低下到達時間を求める手順	”
参考 ポリエチレンリファレンス試験片による暴露環境の定量評価の一例	高 - 14

() プラスチック・ゴム編

1. はじめに

プラスチックの大気暴露試験方法は、JIS K 7219 (プラスチック - 直接屋外暴露、アンダーグラス屋外暴露、太陽集光促進屋外暴露試験方法) に規定されている。

ゴムの大気暴露試験を規定したものはなく、人工光源による試験方法が JIS K 6266 (加硫ゴムおよび熱可塑性ゴムの耐候性試験方法) に規定されている。したがって、ゴムの大気暴露試験を行う際は、JIS K 7219 に準じて行うことを前提として、以下、大気暴露試験 (以下、暴露試験という。) を行う際の準備から暴露試験終了後の評価まで一連の流れに沿って記述する。

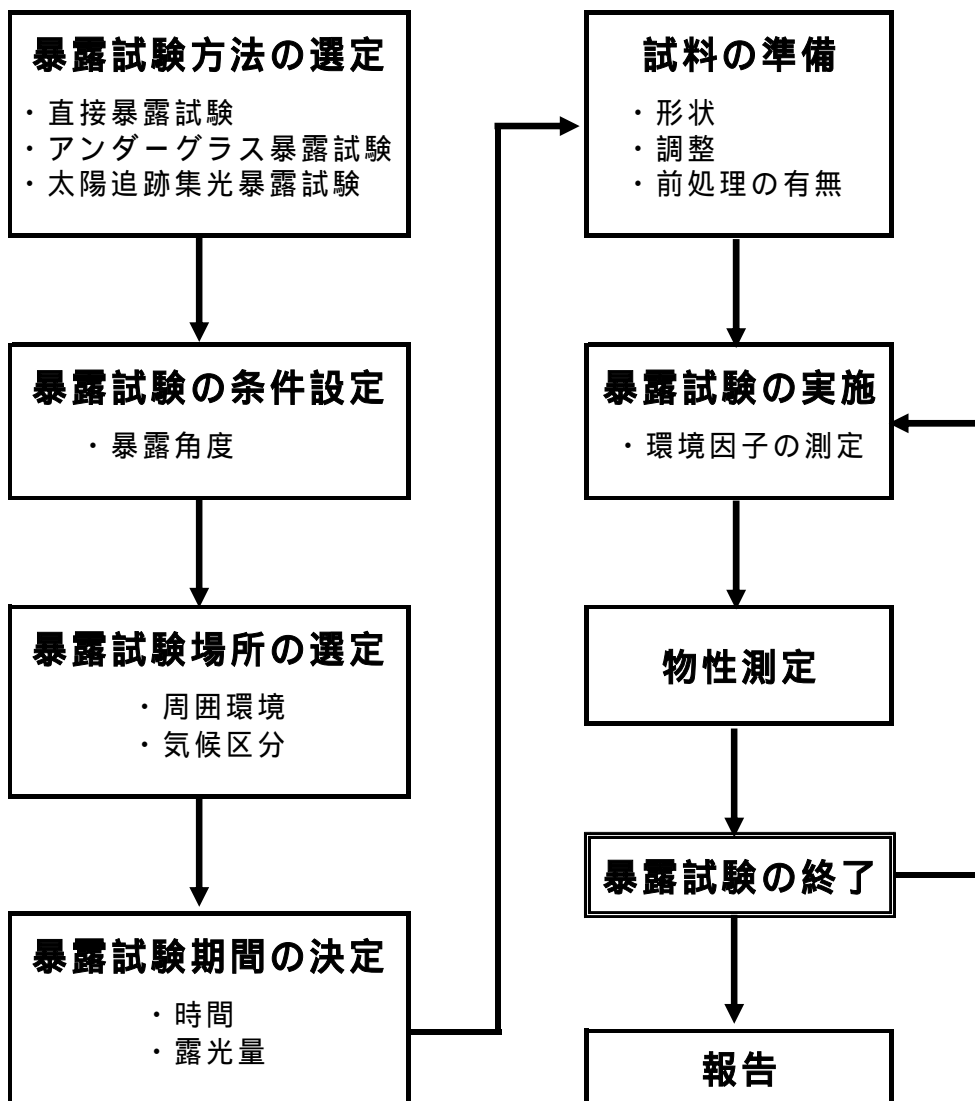


図 1 暴露試験の流れ

2. 暴露試験方法の選定

JIS K 7219 では、直接暴露試験、アンダーグラス暴露試験、太陽追跡集光暴露試験の3つが規定されている。表1に暴露試験方法の種類を示す。

直接暴露試験とアンダーグラス暴露試験は、暴露試験の目的によって選定する。

太陽追跡集光暴露試験は、屋外での促進試験であり規格等に規定されている場合に使用する。

表1 暴露試験方法の種類

種類	内容	適用規格等
直接暴露試験	日照や雨などの影響を受ける大気環境に直接暴露する。	JIS K 7219、JIS D 0205 等
アンダーグラス暴露試験	風雨の影響を直接受けずガラスを透過した日光に暴露する。	JIS K 7219、JIS D 0205 等
太陽追跡集光暴露試験	フレネル反射鏡により反射集光した日光に暴露する。	JIS K 7219、JIS D 0205、ASTM D 4141、SAE J 1961 等

3. 暴露試験の条件設定

直接暴露試験とアンダーグラス暴露試験では暴露試験面の角度を何度に設定するか、太陽追跡集光暴露試験では水噴霧サイクルをどのようにするかを決める必要がある。

(1) 直接暴露試験及びアンダーグラス暴露試験

直接暴露試験及びアンダーグラス暴露試験の暴露試験面の角度は、JIS K 7219 では表2に示す3つのオプションがある。また、JIS D 0205（自動車部品の耐候性試験方法）では一律に南面35度となっているが、当事者間の協定によって変更することもできる。

我が国では、従前、太陽放射エネルギーを最大に受光する角度は、緯度マイナス5～10度と推定されていた関係から、(財)日本ウエザリングテストセンターでは暴露試験面の角度は、銚子が南面30度、宮古島は南面20度を基本としており、緯度マイナス10度と若干異なるが、過去からの継続性やデータベースとの整合性が重要であるため、緯度マイナス5度を踏襲している。

暴露架台の方位は、正南面（赤道面）に向けるのが原則であるが、暴露試験の目的及び当事者間の協定によって、南面以外に向けてもよい。

表2 暴露試験面の方位及び角度

規格	暴露試験面		備考
	方位	角度	
JIS K 7219	南面 (南面以外でもよい)	緯度マイナス10度	全太陽光(紫外線から赤外線まで含む)を最も多く受ける角度
		水平から5～10度	紫外線を最も多く受ける角度
		任意の角度	データベースとの比較のため
JIS D 0205	南面	35度	当事者間の協定により変更可

(2) 太陽追跡集光暴露試験

太陽追跡集光暴露試験は、表 3 に示す水噴霧サイクルが JIS K 7219 に規定されているため、暴露試験の目的に応じて選定する。

表 3 太陽追跡集光暴露試験の水噴霧サイクル

サイクル	内 容	適 用
1	8 分噴霧、52 分乾燥（照射中） + 夜間 3 回（18 時、24 時、6 時）	ほとんどのプラスチック
2	3 分噴霧、12 分乾燥 （18 時から 6 時まで夜間だけ噴霧）	自動車用レンズ材料、透明なシートなど 高い光沢のあるプラスチックなど
3	噴霧なし	プラスチックでラミネートしたガラス、 退色性だけの試験、温水器のカバー等
4	18 分噴霧、102 分乾燥	人工光源暴露に対応
その他	当事者間の協定	-

4. 暴露試験場の選定

(1) 直接暴露試験及びアンダーグラス暴露試験

暴露試験を行う標準的な暴露試験場は、暴露架台の北側に仰角 45 度以上の障害物がなく、南側の仰角 20 度以上に障害物がないことが規定されているが、一般的にはこのような暴露試験場が確保できない場合が多い。

また、建物の屋上で暴露試験を行う場合は、床面からの日射の照り返しを防ぐような手段(例:人工芝を貼るなど)を施すことが望ましい。

暴露試験場の気候区分は、プラスチックやゴムの劣化挙動に大きな影響を与えることが予想される。また、海岸地帯、工業地帯といった区分は基本的な気候区分とは異なった影響が予想される。したがって、気候区分の異なる多くの暴露試験場で同時に暴露試験を行うことは、劣化と環境因子との関係を考察する上で多くの情報が得られる。

(2) 太陽追跡集光暴露試験

太陽光を効率よく利用するため、規格では乾燥した天気の良い年間 3,500 時間以上の日照時間があり、年間の日中の平均相対湿度が 30%以下の暴露試験場で行うのが最もよいとされている。このような気候条件を備えた場所は、国内にはなく乾燥した砂漠地帯及び海拔の高い地域に限定される。

5. 暴露試験期間

暴露する時間の長さは、対象とする材料及び製品の予想される耐候性の程度や暴露試験場の環境条件を考慮して決められるが、時間で決める場合と太陽放射露光量によって決める場合がある。表 4 に暴露試験期間の規定を示す。

表 4 暴露試験期間の設定

区 分		内 容
週		2、3、4
月		1、3、6、9
年		1、1.5、2、3、4、6
放射露光量	全日射量	6280 MJ/m ² (70リタ ¹ 1年間)
	紫外線量	308 MJ/m ² (波長域 300 ~ 385nm:70リタ ¹ 1年間)

6. 試 料

6.1 試料の形状

(1) シート状の試料

シート状の試料は、機械的強度を測定するために暴露試験後に試験片を切り出す場合と、暴露する前に試験片を切り出す場合がある。

なお、切り出した試料は、光の当たる面積や端部からの水分の影響等があるため、試験結果を比較する際は常に同じ履歴のものでなければならない。

(2) 押出成形及び射出成形による試料

押出成形及び射出成形による試料は、JIS K 7162 (プラスチック - 引張特性の試験方法第 2 部：型成形、押出成形及び注型プラスチックの試験条件) (ISO527-2 Plastics-Determination of tensile properties-Part 2 : Test conditions for moulding and extrusion plastics の翻訳規格) 及び JIS K 7113 (プラスチックの引張試験方法) に定められている。

現在、ISO 対応の JIS と従来からの JIS のダブルスタンダードになっているが、新規に試験を始める場合は ISO 対応の JIS を使用したほうがよい。

両規格では、引張試験片の平行部の長さや曲線部の半径が異なっている。ゴムの引張試験片の形状は、JIS K 6251 (加硫ゴムの引張試験方法) に規定されている。

6.2 試料の数量

試料の数量は、少なくとも暴露試験後に評価する特性値の試験方法に規定されている数量とする。一般的には、非破壊試験の繰返し数は 3 枚、破壊試験の繰返し数は 5 枚であるが、機械的特性はバラツキを考慮し、関連規格で要求している数量の 2 倍とすることが望ましい。

6.3 標準試料

暴露試験を行う場合、耐候性の諸特性が知られている標準試料 (コントロール試料) を同時に暴露することを強く推奨する。

この方法により、標準試料の結果から暴露試験を行った試料の耐候性がある程度予測できる。

7. 暴露試験の実施

7.1 開始時期

JIS K 7219 では、暴露試験の開始時期を規定していない。

- (1) 暴露試験期間が1年未満の場合は、暴露試験を開始する季節に依存することがあるため、春開始(例:4月)又は秋開始(例:10月)を推奨する。この場合、劣化因子を把握するため暴露試験期間中の環境因子を計測することが重要である。
- (2) 1年以上の長期にわたる場合は、暴露試験の開始時期による影響は少なくなるが、気候変動の影響は避けられないので、試験結果を絶対視することは危険である。

7.2 試料の標識

試料の標識は、試料の裏側または光に暴露されない面に、耐久性のあるインクまたはテープによって試料名を記入するとよい。また、試料の配列を図に記録するとよい。

7.3 試料の取り付け

試料は応力がかからないように取り付けるのが原則である。

フィルムのようなものは金網の上に暴露するか、四角い枠のようなものに挟み込んでもよい。

アンダーグラス暴露試験を行う試料は、試験箱による影の影響を受けないように試験箱から10cm程度内側に取り付ける。

7.4 暴露試験期間中の取扱い

7.4.1 試料の洗浄

暴露試験期間中の試料の洗浄は原則として行わない。

但し、鳥の糞による汚れは特定の試料だけが汚染されるので水などで拭き取る。

7.4.2 ガラスの清掃

アンダーグラス暴露試験に使用するガラスは月に1度洗浄する。また、試料の上に積もった埃等は、太陽光を遮断するため当事者間の協定によって定期的な洗浄を行うか決める。

7.5 太陽追跡集光暴露試験装置の反射鏡の管理

太陽追跡集光暴露試験装置に使用される反射鏡は定期的に洗浄する。また、反射率モニター用の反射鏡を取り付けて反射鏡の反射率を管理する。反射モニター用の反射鏡の分光反射率が310nmで65%以下になったら、反射鏡を全部交換する。

8. 環境因子の計測

暴露試験期間中に受けた劣化因子の情報は、暴露試験結果を解釈する上で不可欠である。暴露試験場のマクロな環境として気温や湿度のデータは、気象台からも入手できるが、紫外線量や濡れ時間等は気象台では計測していないため、必要に応じて自ら計測しなければならない。

以下、紫外線、熱、水分、カルボニルインデックスを計測する際の注意点等について、記述する。

8.1 紫外線

太陽光線に含まれる紫外線の持つエネルギーは、プラスチックの分子間結合エネルギーとほぼ等しい。また、プラスチックは紫外線を選択的に吸収して光化学反応を起こす。したがって、暴露試験のバックデータとして紫外線量のデータは不可欠であるが、測定器の型式によって測定する波長範囲が異なるため、また、斜め方向からの光に対する感度や温度特性が異なるなどにより、必ずしも同じ値を示さない。

このため、紫外線量を比較する場合は、紫外線計の型式を確認する必要がある。型式の異なる紫外線計を比較した内容を表5、紫外線計の一例を写真1に示す。

表5 紫外線計の比較

紫外線計		紫外線量		備考
型式	波長範囲(nm)	1年間の積算量	比率	
TUVR	295～385	229.37 MJ/m ²		銚子・南面 30度 (1992年)
PH-11UP	300～400	287.01 MJ/m ²	1.25	
MS210A	315～400	294.88 MJ/m ²		銚子・水平面 (2001年)
PH-11UP	300～400	308.45 MJ/m ²	1.05	



型式:TUVR



型式:PH-11UP



型式:MS210A

写真1 紫外線計の一例

8.2 熱

屋外に暴露されたプラスチックは、太陽からの輻射熱によって温度が上昇するため紫外線による光化学反応がより促進する。また、試料は暴露された条件によっては熱酸化や熱劣化反応を起こすため、暴露試験期間中の試料温度は重要な情報である。

しかし、暴露しているすべての試料の温度を計測することは実用的でないため、一般的にはブラックパネル温度計による最高温度を代用⁽¹⁾している。

暴露試験によるブラックパネル温度の最高温度は、宮古島で約63℃、銚子では約55℃である⁽²⁾。

注⁽¹⁾ ブラックパネル温度計は、厚さ1mmのステンレス板でありプラスチックよりも熱伝達率が高いので、必ずしもプラスチックの温度がブラックパネル温度と同じになるわけではない。

注⁽²⁾ このブラックパネル温度の最高温度は、(財)日本ウエザリングテストセンターの銚子及び宮古島で計測した結果である。

8.3 水分

降雨や結露による試料表面の濡れ、または、大気から吸収した水分が試料の化学的あるいは物理的に作用を及ぼす。化学的な作用は、加水分解、光劣化反応の触媒作用であり、物理的な作用は、膨潤、物質内部での添加物の溶出移動、凍結融解による内部ストレスの発生等が知られている。

濡れを測定する方法は規格化されていないため、主に、2つのタイプの濡れ計が用いられている。ひとつは薄い銅板に金メッキで櫛型の電極をプリントしたものの、もうひとつはガラス管の上に電極がありこれをガーゼで巻いたものがある。写真2は、2つのタイプの濡れ計による計測状況である。

表6に濡れ計の比較結果を示す。この2つのタイプの違いは、周囲との熱交換の比率の違いによる湿度に対する反応性や、風に対する反応性の違いに基づいていると考えられているため、濡れ時間を比較する際は注意しなければならない。また、この結果は、いずれもプラスチックやゴムの濡れ時間を代表するものではない。

表6 濡れ時間の比較 (銚子 2001年)

型 式	年間濡れ時間 (h)	比率 (MH-045 / DR-2)
櫛 型 (MH-045)	3492.52	1.31
ガラス管型 (DR-2)	2526.30	



櫛型(MH - 045)



ガラス管型(DR - 2)

写真2 濡れ計による計測状況

8.4 カルボニルインデックス

プラスチックの代表的な劣化機構である紫外線の吸収による酸化反応の速度は、紫外線と温度が相乗的に影響するため、紫外線だけで劣化速度を正しく表せない場合が多い。

そこで、ポリエチレンフィルムを使用して、紫外線と温度の相乗的な作用を定量評価する方法がある。

これは、JIS K 7200〔耐光(候)試験機の照射エネルギー校正用標準試験片〕に規定されているポリエチレンリファレンス試験片を屋外に1か月間暴露した後、新しいポリエチレンリファレンス試験片と交換する作業を一定期間繰り返して、月ごとに得られるポリエチレンリファレンス試験片の赤外分光分析による吸収スペクトルから、 1715cm^{-1} 付近のカルボニル基と 2020cm^{-1} 付近のメチレン基の吸光度比(カルボニルイン

デックス)を求めるものである。写真3は、ポリエチレンリファレンス試験片の暴露試験の状況である。

カルボニルインデックスの値は、紫外線の吸収によって開始される酸化反応の温度による促進効果として表されることが分かっているため、暴露した場所の紫外線と気温の相乗的な作用を表す指標とすることができる。

図2は、ポリエチレンリファレンス試験片を銚子と宮古島に1か月ごとに暴露した結果であり、8月を除き宮古島の値が常に大きい。また、1か月ごとの結果を積算した値が、その場所におけるポリエチレンリファレンス試験片の変化に及ぼす紫外線と気温の複合された影響の指標となる。

カルボニルインデックスの使用例を、後掲の参考に示す。

なお、この試験片は(財)日本ウエザリングテストセンターで頒布している。



写真3 ポリエチレンリファレンス試験片の暴露試験している状況

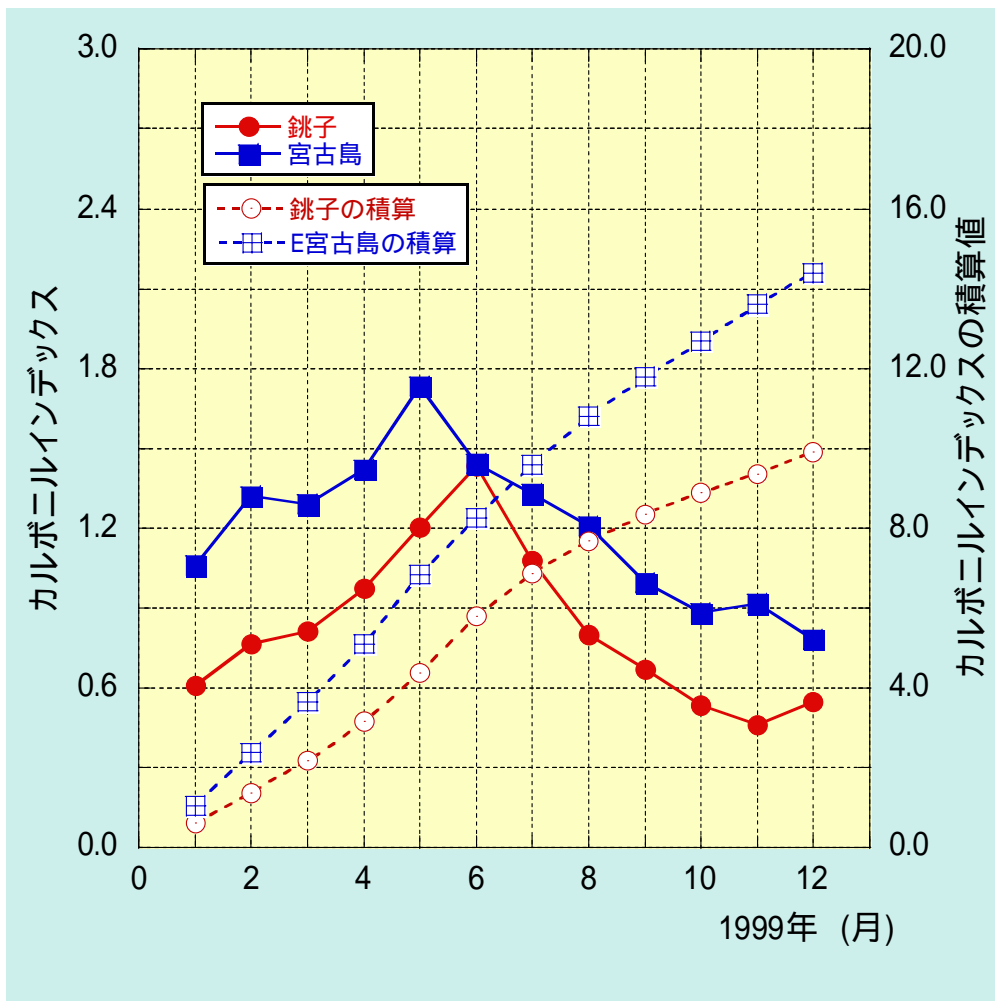


図2 銚子及び宮古島におけるカルボニルインデックスの季節変化

8.5 環境計測機器の管理

8.5.1 紫外線計

受光面のガラスドームの清掃は毎朝行う必要がある。また、乾燥剤の交換を定期的（例えば3ヶ月毎）に行う。校正は製造業者により年に1回以上行う。

8.5.2 試験板温度計

表面を乾いたやわらかい布で毎日清掃する。定期的に塗料用ワックスで磨くとよい。

8.5.3 濡れ計

櫛形電極の場合は表面に付着した海塩等を除去するため、毎日表面を乾いたやわらかい布で軽く拭く。このセンサーは経時的に劣化してくるので、定期的に交換することを推奨する。

ガラス管式の場合はガーゼを定期的に（例えば3ヶ月毎）交換する。

9. 評価試験

高分子関連の製品で耐候性が必要性とされる特性は分野によって異なるが、JIS等に規定されている項目は、色差、光沢、外観観察及び機械的特性が多い。

そこで、暴露試験後の評価試験をする上での注意点等について記述する。

9.1 洗浄の有無

試料の洗浄の有無については、当事者間の協定で決める。

洗浄の仕方によって評価試験の結果は大きく影響するので、一定の手順を決めておく。洗浄する場合は、流水中でやわらかいスポンジを用いて表面を洗浄した後、蒸留水で表面を流し、扇風機等で早めに乾燥させると表面にウォータースポットが生じない。

9.2 状態調節

評価試験における試料の状態調節の条件と時間は、それぞれの規定によるが、一般的にはJIS K 7100（プラスチックの状態調節及び試験場所の標準状態）の2級、温度（ 23 ± 2 ）、相対湿度（ 50 ± 5 ）%で48時間以上が最も多い。時間の規定がない場合は88時間とする。

また、評価試験を行う室内も状態調節の条件と同じとする。

9.3 色の变化

9.3.1 目視観察

目視により色の变化を評価する場合は、原則として変退色グレースケール(写真4参照。)を用いて行う。

観測する際、照明条件によって色が異なって見えるため、JIS Z 8723（表面色の視感比較方法）ではD65光源で行うこ



写真4 変退色グレースケール

とになっている。照明方向は、試料に対して法線方向あるいは 45 度の方向、観察方向は照明方向に対して 45 度の方向から観察することを原則としている。人工光源がない場合は、北側の窓から入る太陽光の拡散光の下で観察することになっている。

9.3.2 測定器による測定

色の変化を目視で表現する方法は個人差があるため、色の変化を客観的に表現する方法として、測定器によって測る方法が多く用いられる。測定器で測る方法は、JIS Z 8722 (色の測定方法 - 反射及び透過物体色) に規定される分光反射率から求める方法と、刺激値直読方式と呼ばれる方法がある。写真 5 は、刺激値直読方式による測色色差計の例である。



写真 5 測色色差計(例)

測定器によって測定した X、Y、Z の値から色差を求めるには、これらの値を明度、彩度、色相に相当する値に変換し、3 つの値の暴露前後の差の 2 乗和の平方根を計算する。変換式にいくつかの方式があり、現在は視感に最も近いと言われる L*a*b*系という方式が多く用いられる (JIS Z 8729 色の表示方法 - L*a*b*表色系及び L*u*v*表色系)。

9.4 光沢

物体表面の光沢は、入射角と反射角が等しい鏡面光沢と、入射角に関係なくあらゆる方向に反射する拡散反射がある。プラスチックの表面光沢は、入射角と反射角が等しい鏡面光沢 (JIS K 7105) を測定することが一般的であり、入射角と受光角の角度は 85 度、75 度、60 度、45 度、20 度等がある。暴露試験による光沢の測定は、入射角と受光角を 60 度で行うことが最も多い。写真 6 は、鏡面光沢度を計測する変角光沢計の例である。



写真 6 変角光沢計(例)

9.5 引張特性

プラスチックの引張特性を測定するための試料や試験条件は、JIS K 7161 (プラスチック - 引張特性の試験方法第 1 部通則) (ISO527-1 Plastics-Determination of tensile properties-Part 1 : General principles の翻訳規格)、JIS K 7162 (プラスチック - 引張特性の試験方法第 2 部 : 型成形、押出成形及び注型プラスチックの試験条件) (ISO527-2 Plastics-Determination of tensile properties-Part 2 : Test conditions for moulding and extrusion plastics の翻訳規格) 及び JIS K 7113 (プラスチックの引張試験方法) に定められている。

ゴムの引張試験の試験条件は、JIS K 6251 (加硫ゴムの引張試験方法) に規定されている。

評価項目として、引張強さ及び伸びの劣化を指標として用いられる。

引張強さは、試料が破断するまでの最大点の応力を言うが、試料によって降伏点を過ぎた後に最大点の応力を示す場合がある。この場合、劣化の進行に伴い延性破壊から脆性破壊に変化していく過程で降伏点がなくなったり、降伏点と破断点の大きさが一時的に逆になったりする場合がある(図3参照。)。したがって、破壊状態を記録しておくといよい。

伸びは、標線間伸び、つかみ具間伸びがある。初期の品質を規定する製品規格では、標線間内で切れなかったデータは採用しないことになっているが、暴露試験の場合は試料数が限られており、また、標線間内ですべて切れるとは限らないので、つかみ具間の伸びも記録しておくといよい。降伏点がなく脆性的に破断する材料では、破断時のエネルギーを記録しておくといよ単なる伸びよりも変化を早めに把握できることがある。

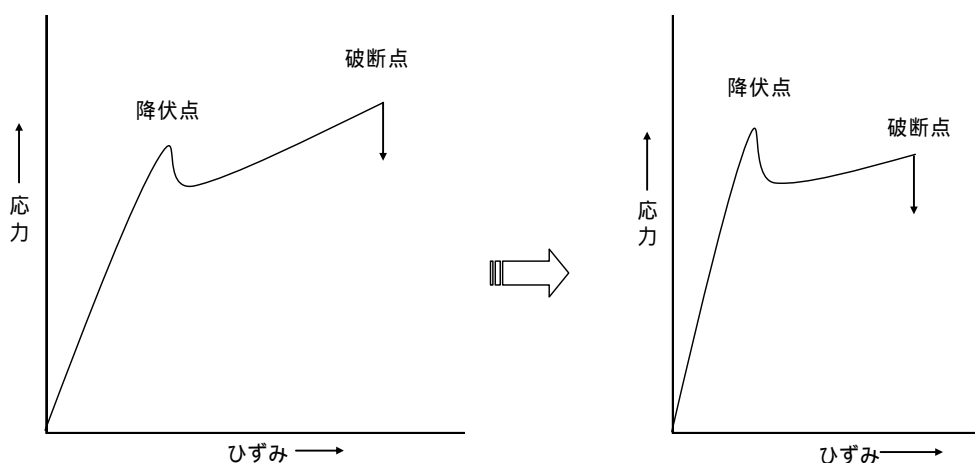


図3 引張試験による応力 - ひずみ曲線(例)

9.6 その他の特性

上記以外の評価項目を、表7に示す。

表7 その他の代表的な評価項目

	評価項目	関連規格		評価項目	関連規格
1	光線透過率	JIS K 7105	9	曲げ特性	JIS K 7171
2	へ-ス	JIS K 7105	10	衝撃特性	JIS K 7111
3	質量		11	シャルピ-	JIS K 7105
4	寸法		12	アイソット	
5	き裂		13	落錘衝撃	
6	反り		14	ヒ-カット軟化温度	JIS K 7191-1~3
7	微生物の成長		15	荷重たわみ度	
8	材料表面への物質の移行		16	動的機械特性	JIS K 7244-1
			17	化学変化(赤外分光分析など)	

10. 結果の表し方

10.1 目視による評価

変退色グレースケールによる評価は、個人差が生じやすいので必ず複数の観測者により確認することを推奨する。色変化のタイプを目視で評価する場合は、色相（濃い赤い、薄い青いなど）、彩度（くすんだ、鮮やかな）、明度（明るい、暗い）をそれぞれ表現する。

目視によって定性的に評価した外観及び表面状態の変化は、当事者間で協定した尺度で表示する必要がある。JIS K 7362（プラスチック - アンダーガラス屋外暴露、直接屋外暴露又は実験室光源による暴露後の色変化および特性変化の測定方法）では、次の尺度を推奨している。

- a) 変化なし
- b) ほとんど変化なし
- c) 少し変化あり
- d) ある程度の変化あり
- e) 相当な変化あり

10.2 測定器による特性及びその他の特性

光沢や光線透過率などの非破壊試験では、暴露試験前及び暴露試験期間ごとに平均値及び標準偏差を求め、暴露試験前の結果と比較して保持率で表す。

引張試験などの破壊試験では、暴露試験前の結果と暴露試験後の結果の比較は分散分析によって行う。暴露試験後の試料の変化が統計的に有意であると判断するには、95%信頼水準で異なっていなければならない。

10.3 特性値の50%低下到達時間を求める手順

暴露試験期間中の変化傾向を把握するために特性変化を暴露時間または放射露光量に対してプロットすることが一般的であるが、暴露試験ではバラツキが大きい場合が多く、平均値のプロットからは誤った結論を引き出すおそれがある。

特性値が所定の変化を生じるのに必要な暴露時間または放射露光量を求める方法として、JIS K 7362の規定がある。この規格では、次に示す手順により暴露時間または放射露光量の平均値及び信頼区間が求まる。

- a) 暴露試験期間は少なくとも5水準以上とし、各水準には繰返し試験片を3個以上含める。
- b) すべての水準の試料を同時に暴露する。暴露試験の最後の水準で試料が50%以上の特性値の低下を生じるような暴露時間を設定する。
- c) 暴露試験が完了したときに、関連する特性値のすべてのデータ、平均値、平均値 $\pm 2 \times$ 標準偏差を暴露時間または放射露光量の関数としてプロットする。
- d) 各水準の（平均値 - $2 \times$ 標準偏差）と（平均値 + $2 \times$ 標準偏差）を、図4に示すような図式補間によって特性値が規定値に低下するまでに必要な暴露時間または放射露光量の許容区間を求める。

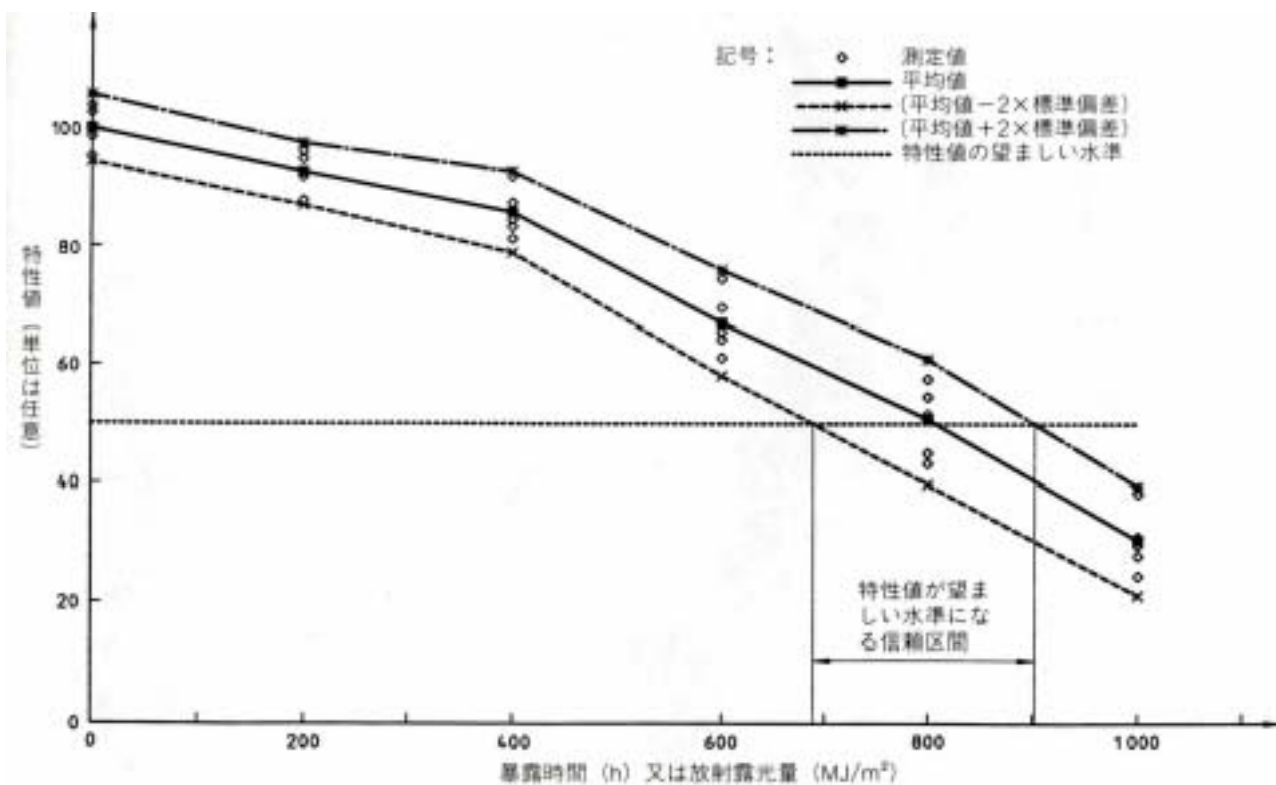


図4 特性値が所定の水準に達するまでに必要な暴露時間または放射露光量の計算
(JIS K 7362の附属書A図A.1による)

参考: ポリエチレンリファレンス試験片による暴露環境の定量評価の一例

ポリプロピレンを銚子、宮古島及びマイアミに暴露して 60 度鏡面光沢度を測定した。同時にポリエチレンリファレンス試験片を 1 か月間ごとに暴露し、月ごとに新しいポリエチレンリファレンス試験片と交換する作業を、ポリプロピレンの暴露試験終了まで繰り返した。得られたポリプロピレンの 60 度鏡面光沢度の変化について、横軸を時間と紫外線及びカルボニルインデックスの積算値としてプロットした結果を、参考図 1 ~ 参考図 3 に示す。

ほぼ同じ緯度にある宮古島とマイアミではマイアミの変化が早く現れている。紫外線量でプロットした結果では、銚子と宮古島で同じ紫外線量を受けても同じ程度の変化にならないが、ポリエチレンリファレンス試験片のカルボニルインデックスによってプロットした結果では、各地の変化がほぼ同じ曲線上に表されている。

これは、ポリプロピレンの光沢度の低下が、紫外線の吸収によって開始される酸化反応の結果であり、基本的な劣化機構がポリエチレンリファレンス試験片と同じであるためと考えられる。また、このポリプロピレンについては、キセノンによる促進試験も含めて同軸上に表わされることが確認されている。

この例に示すように、ポリエチレンリファレンス試験片によるカルボニルインデックスの値は、紫外線の吸収によって開始される酸化反応の温度による促進効果を表しているため、自動酸化反応によって劣化する他のプラスチックでも劣化速度の指標になりうる場合がある。

