

大気暴露試験ハンドブック

〔 〕 共通編

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

〔 〕 共 通 編

〔 〕 共 通 編

目 次

	ページ
1. はじめに	共 - 1
2. 大気暴露試験方法通則	〃
2.1 引用規格	共 - 2
2.2 定義	〃
2.3 大気暴露試験方法の種類	共 - 3
2.3.1 直接暴露試験方法	共 - 4
2.3.2 アンダーグラス暴露試験方法	共 - 6
2.3.3 遮へい暴露試験方法	共 - 9
2.2.4 ブラックボックス暴露試験方法	共 - 11
2.2.5 太陽追跡集光暴露試験方法	共 - 13
2.3.6 暴露試験方法の違いによる耐候性結果の比較例	共 - 16
2.4 暴露試験場	共 - 17
2.4.1 暴露試験場の要求条件	〃
2.4.2 暴露試験場の安全性	共 - 18
2.4.3 暴露試験場の環境	〃
2.4.4 暴露試験場の種類	共 - 22
2.5 試料	共 - 23
2.5.1 試料の区分	〃
2.5.2 試料の形状及び寸法	〃
2.5.3 試料の個数	〃
2.5.4 試料の標識	〃
2.6 暴露試験方法	共 - 25
2.6.1 暴露試験装置	〃
2.6.2 暴露試験面の方位及び角度	共 - 26
2.6.3 暴露試験用の試料の前処理	共 - 27
2.6.4 試料の取り付け及び取り外し	〃
2.6.5 暴露試験期間中の試料の取扱い	〃
2.6.6 標準試料	共 - 28
2.7 暴露試験期間	〃
2.7.1 暴露試験期間の設定	〃
2.7.2 暴露試験の開始時期	共 - 29
2.8 環境因子	共 - 30
2.8.1 環境因子の測定	〃
2.8.2 環境因子の測定項目・測定方法及び表示方法	〃
2.8.3 環境因子の測定器機及び管理	共 - 34
2.9 暴露試験結果の評価試験における一般的な要求事項	共 - 37
2.10 記録	共 - 38
3. 暴露試験の手順	共 - 39

〔I〕 共 通 編

1. はじめに

屋外で使用される各種の工業材料及び製品は、使用される大気環境の下で光（日射）、熱（温度）、水分（雨、結露）、空気、大気汚染物質の影響を受けて、初期に持つ性質・性能・機能等が時間の経過に伴って低下してくる。

この低下してくる現象が劣化であり、この変化に耐える性質が耐候性である。

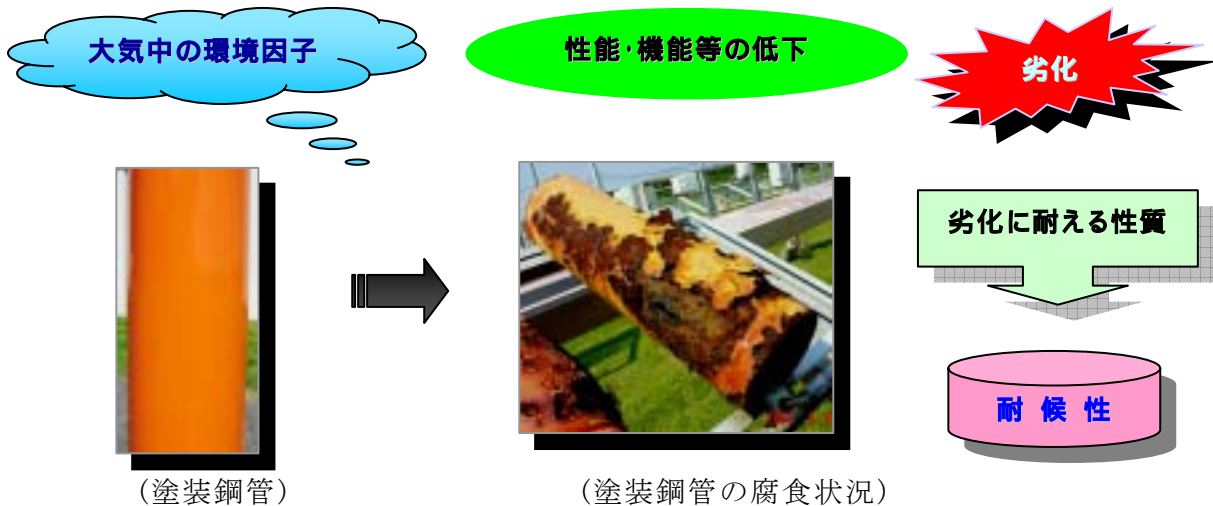


図1 大気中の環境因子による製品の劣化と耐候性の関係

このため、各種の工業材料及び製品の耐候性を正確に把握することは、品質保証、安全性、製品設計、地球環境及びリサイクル等の面から極めて重要である。特に、新素材・製品にとっては不可欠である。この耐候性を評価する方法として大気暴露試験がある。

大気暴露試験は、実際に使用される大気環境の下で行うため、現実に即した耐候性の評価が行える唯一の試験方法である。また、大気暴露試験による耐候性の結果は、各種の促進試験の結果から耐候性を評価するための基準となる。

しかし、この大気暴露試験方法は実施する場所及び開始時期などによって、耐候性の評価結果が大きく異なるため、大気環境下において耐候性を評価するための試験方法通則として、1979年11月1日に“JIS Z 2381(屋外暴露試験方法通則)”が制定された。その後、構造物の内部に使用される材料及び屋内での電子部品などの耐候性の評価が重要になってきたため、従来の開放大気環境に加え遮へい大気環境を包含し、「大気暴露試験方法通則」として2001年4月20日に名称を変更した。

以下、JIS Z 2381(大気暴露試験方法通則)の内容について解説する。

2. 大気暴露試験方法通則

JIS Z 2381(大気暴露試験方法通則)は、開放大気環境及び遮へい大気環境下における工業材料及び工業製品（以下、材料及び製品という。）の化学的性質、物理的性質及び性能の経時変化を調査することを目的として、適用範囲、引用規格、定義、暴露試験方法の種類、暴露試験場、試料、暴露試験方法、暴露試験期間、環境因子、暴露試験結果の評価試験における一般的な要求事項、記録の10項目から構成されている。

2.1 引用規格

大気暴露試験方法通則に引用している規格を、表 1 に示す。

表 1 引用規格

JIS 番号	制定	名 称
JIS B 7753	1993	サンシャインカーボンアーク灯式耐光性及び耐候性試験機
JIS B 7952	1996	大気中の二酸化硫黄自動計測器
JIS B 7953	1997	大気中の窒素酸化物自動計測器
JIS B 7957	1992	大気中のオキシダント自動計測器
JIS K 0108	1994	排ガス中の硫化水素分析方法
JIS K 7363	1999	プラスチック－耐候性試験における放射露光量の機器測定－通則及び基本的測定方法 (ISO 9370 翻訳)
JIS R 3202	1996	フロート板ガラス及び磨き板ガラス
JIS Z 2382	1998	大気環境の腐食性を評価するための環境汚染因子の測定 備考) ISO 9225 : 1992 Corrosion of metals and alloys — Corrosivity of atmospheres—Measurement of pollution が、この規格と同等である。
JIS Z 2383	1998	大気環境の腐食性を評価するための標準金属試験片及びその腐食度の測定方法 備考) ISO 9226 : 1992 Corrosion of metals and alloys—Corrosivity of atmospheres—Determination of corrosion rate of standard specimens for the evaluation of corrosivity が、この規格と同等である。
JIS Z 8401	1999	数値の丸め方

2.2 定義

大気暴露試験方法通則に用いる用語の定義を、表 2 に示す。

表 2 主な用語の定義

No.	用 語	定 義
1	大 気	地球を取り巻いている水蒸気を含む気体の総称。
2	大気暴露試験	開放及び遮へい大気環境下で材料及び製品を暴露して、それらの化学的性質、物理的性質及び性能の変化を調査する試験。
3	開放大気	日照、雨、雪、風などの自然状態における大気。
4	遮へい大気	自然状態における日照、雨、雪、風などの一部又は全部を遮断した大気。
5	試 料	大気暴露試験を行う材料及び製品。
6	暴露試験場	試料の大気暴露試験を行う場所。
7	暴露試験装置	試料を暴露するための試験装置。暴露架台、試料保持枠などで構成されている。
8	暴露試験期間	試料の大気暴露試験を継続して行う期間。

表 2 主な用語の定義(続き)

No.	用語	定義
9	試験箱	試料を収納するか又は上面に取り付けた状態で暴露するための容器。
10	環境因子	暴露試験場における気象因子及び大気汚染因子の総称。
11	気象因子	気象観測の対象となる気温、湿度、太陽放射エネルギー量、降水量、風向、風速などの因子。
12	大気汚染因子	人為的・自然的に発生する硫黄酸化物、窒素酸化物、硫化水素、海塩粒子などの大気暴露試験に影響を及ぼす因子。
13	海塩粒子	海岸の波打ち際及び／又は海上で波頭が砕けたときに発生する海水ミストが、風で運ばれて飛来した粒子。海塩粒子の大きさは、約 $0.01 \mu\text{m}$ ~ $20 \mu\text{m}$ である。
14	評価試験	試料の化学的・物理的性質の変化及び製品の変化の程度を評価する試験。
15	フレネル反射鏡	平面鏡の形状・寸法と試料取付け部に反射する照射域の大きさが、同一になるように配列した複数の平面鏡からなる反射鏡装置。

2.3 大気暴露試験方法の種類

大気暴露試験（以下、暴露試験という。）の方法は、直接暴露試験方法、アンダーグラス暴露試験方法、遮へい暴露試験方法、ブラックボックス暴露試験方法及び太陽追跡集光暴露試験方法があり、種類と型式を図 2 に示す。

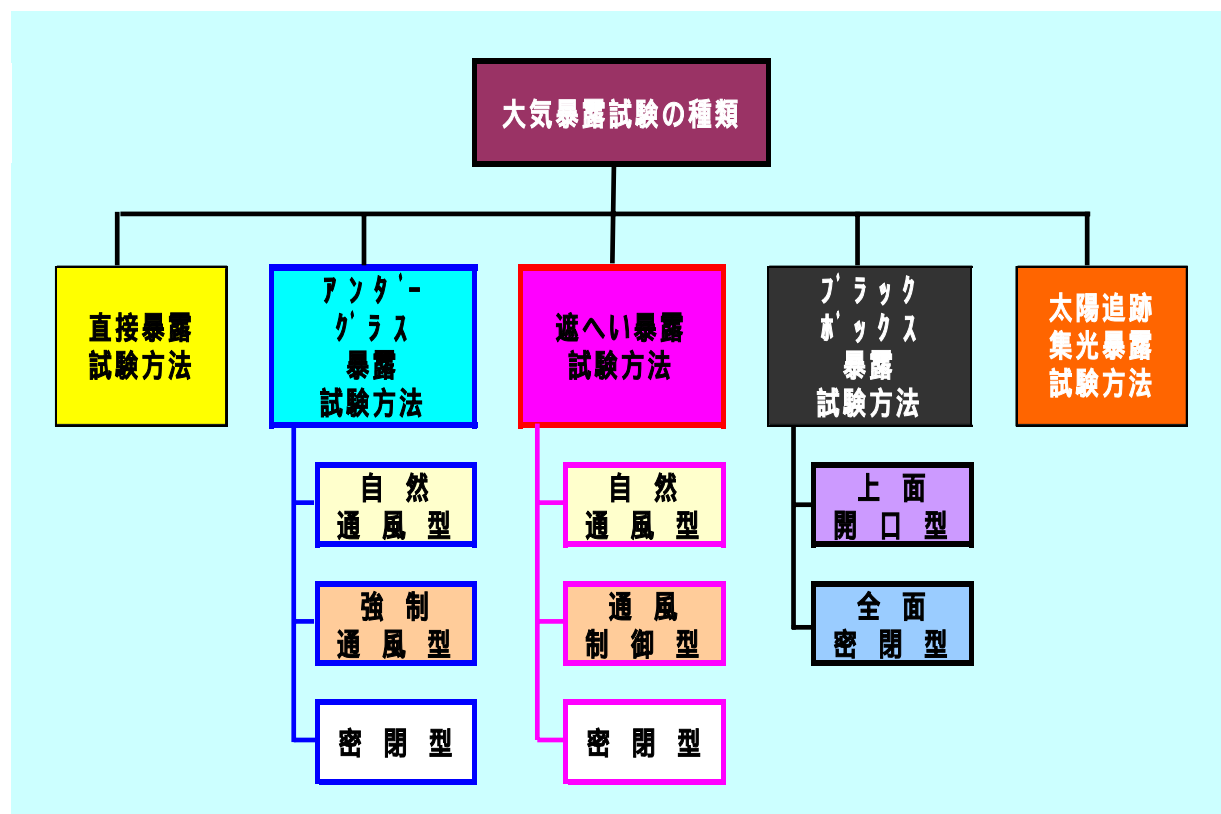


図 2 暴露試験方法の種類及び型式

2.3.1 直接暴露試験方法

直接暴露試験方法は、工業材料などの耐候性に直接影響を及ぼす大気環境に試料を暴露して、それらの化学的性質、物理的性質及び性能の変化を調査する暴露試験方法であり、一般的に最も広く利用されている方法である。

直接暴露試験装置の要求事項を表 3、直接暴露試験装置の一例を図 3 及び写真 1 に、それぞれ示す。

また、試料の取り付けは、試料相互間の接触による影響が生じないように、適当な間隔を空けて、試料に余分な外力を加わらないように固定する。

しかし、年間を通じて風が強い場所（台風の影響を受けやすい場所等）では、試料が飛ばされないように確りと固定する（ボルト締め等）ことが必要である。

表 3 直接暴露試験装置の要求事項

No.	要 求 事 項
1	日照、雨、風などの大気環境に試料を直接に暴露することができる構造とする。
2	試料に試験の目的以外の外力が加わらないように、暴露架台に試料を直接取り付けられるか又は暴露架台の試料保持枠に取り付けて固定できる構造とする。
3	日陰、水滴の落下、試料以外からの腐食生成物などによる汚染などが、暴露試験期間中の試料に影響を与えない構造とする。

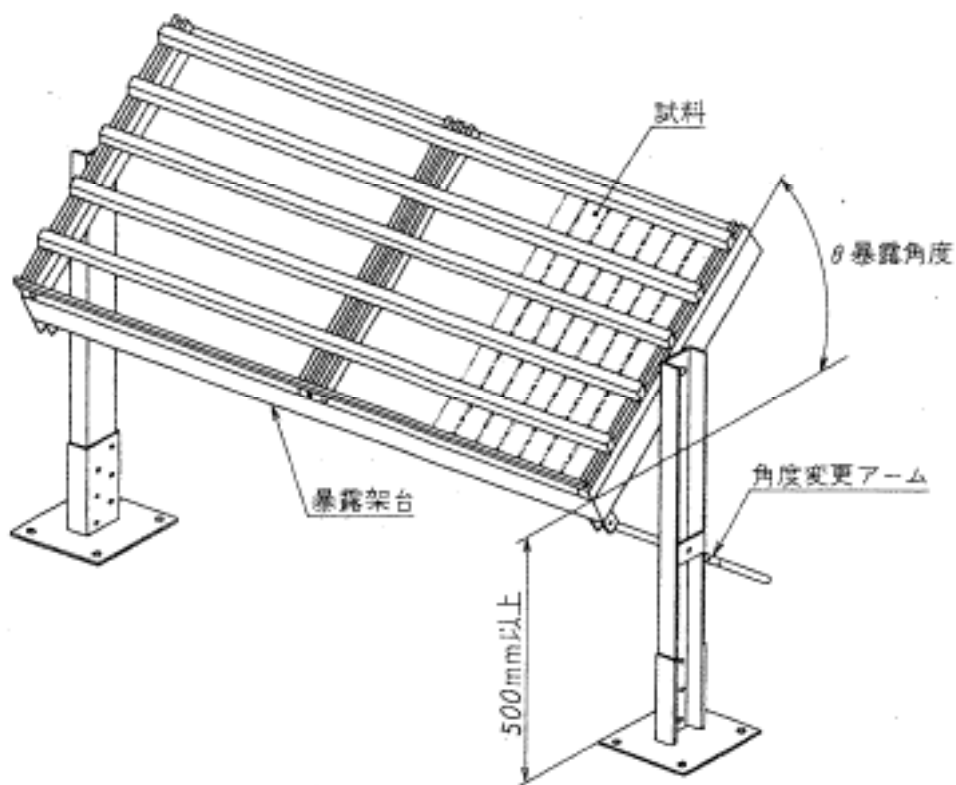


図 3 直接暴露試験装置の一例



写真 1 直接暴露試験装置に試料を取り付けた暴露試験状況例

2.3.2 アンダーグラス暴露試験方法

アンダーグラス暴露試験方法は、雨、雪などの直接的な影響を除くために、上面を板ガラスで覆った試験箱内に試料を取り付け、板ガラスを透過した太陽放射光に暴露して、試料の化学的性質、物理的性質及び性能の変化を調査する暴露試験方法である。

アンダーグラス暴露試験装置の型式は、表 4 に示す 3 種類がある。

また、アンダーグラス暴露試験装置の要求事項を表 5、取扱い事項を表 6、暴露試験装置の一例を図 4 及び写真 2 に、それぞれ示す。

表 4 アンダーグラス暴露試験装置の試験箱の型式及び特徴

型 式	特 徴
自然通風型	雨水の影響を受けず、外気が自由に流通し、試験箱内の温度の上昇を少なくするために、試験箱側面の一部及び底面は開放した構造とする ⁽¹⁾ 。
強制通風型	試験箱内の温度を調節するための換気機構を有する構造とする ⁽²⁾ 。
密 閉 型	試験箱の全面をふさぎ、外気が自由に流通でない構造とする ⁽³⁾ 。

注⁽¹⁾底面が開放した構造のため試験箱を傾斜した場合、試料の裏面が雨によってぬれる場合があるので注意する。

注⁽²⁾強制通風に伴って外気中の汚染物質が試験箱内に蓄積する可能性があるので注意する。

注⁽³⁾試験箱を傾斜した場合、試料の取り付け場所により温度が異なるので注意する。

表 5 アンダーグラス暴露試験装置の要求事項

No.	要 求 事 項
1	上面を板ガラスで覆った試験箱は、規定の角度で試料を取り付けることができる構造とする。
2	暴露架台などに規定の角度で安定した状態で試験箱を取り付けることができる構造とする。
3	試料の上面と試験箱の板ガラス下面との距離が 50mm 以上ある構造とする。
4	使用する板ガラスは、JIS R 3202 に規定するフロート板ガラスとする。 板厚は、通常 3mm とするが、風圧、積雪、降ひょうなど、その地域の気象条件によって定める。 ただし、3mm 以外の板厚の板ガラスを使用した場合は厚みを明記する。
5	一般的に、使用する板ガラスは、平らで均一透明な欠陥のないもので、可視域を含む波長 370nm～830nm の範囲の分光透過率が約 90%、波長 310nm 以下の分光透過率が 1%以下の板ガラスが望ましい。
6	板ガラスの使用期間は、通常、2 年とする。
7	他の種類のガラス又は窓用プラスチック材料は、受渡当事者間の協定によって用いることができる。
8	板ガラスは、弾性シーラント又はガスケットを用いて試験箱にはめ込み、雨・雪及び漏水が試料の耐候性に影響を及ぼさない構造とする。

表 6 アンダーグラス暴露試験装置の取扱い事項

No.	取扱い事項
1	試料は、試験箱の側壁による日射を遮らない位置に取り付ける ⁽⁴⁾ 。
2	暴露試験期間中は、板ガラスの面を常に清浄にしておく ⁽⁵⁾ 。
3	暴露試験期間中は、必要に応じて試験箱内の温度、相対湿度及び太陽放射光の露光量を測定する ⁽⁶⁾ 。

注⁽⁴⁾ 自然通風型の場合、箱内に固定した試料表面に砂誇り等が堆積するため、試料表面の清浄等については当事者間で協議して決めることが必要である。

注⁽⁵⁾ 自然通風型の場合、板ガラスの裏面側(試料側の面)も砂誇り等が付着するため、清掃が必要である。

注⁽⁶⁾ 自然通風型の場合、試験箱に設置した温度計、相対湿度計及び太陽放射計の受感部・受光部に砂誇り等が付着するため、清掃する必要がある。また、密閉型は箱内温度が高くなるため、太陽放射光の計測に注意が必要である。

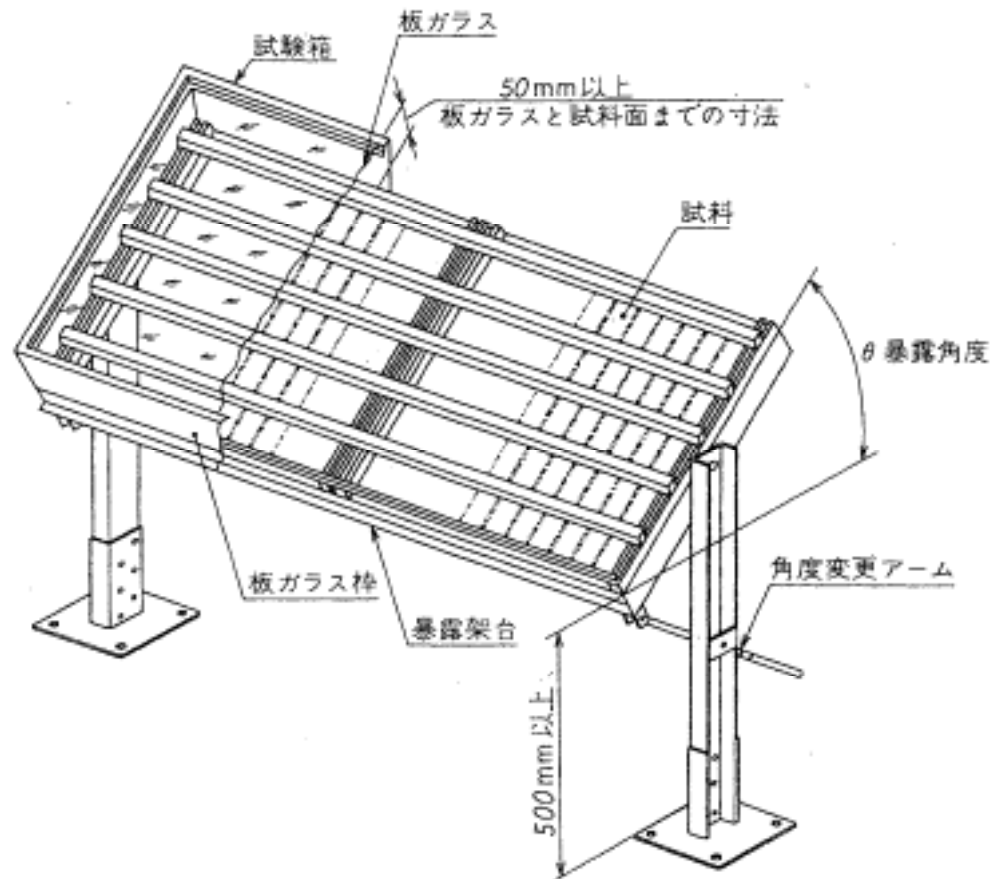


図 4 アンダーグラス暴露試験装置の一例

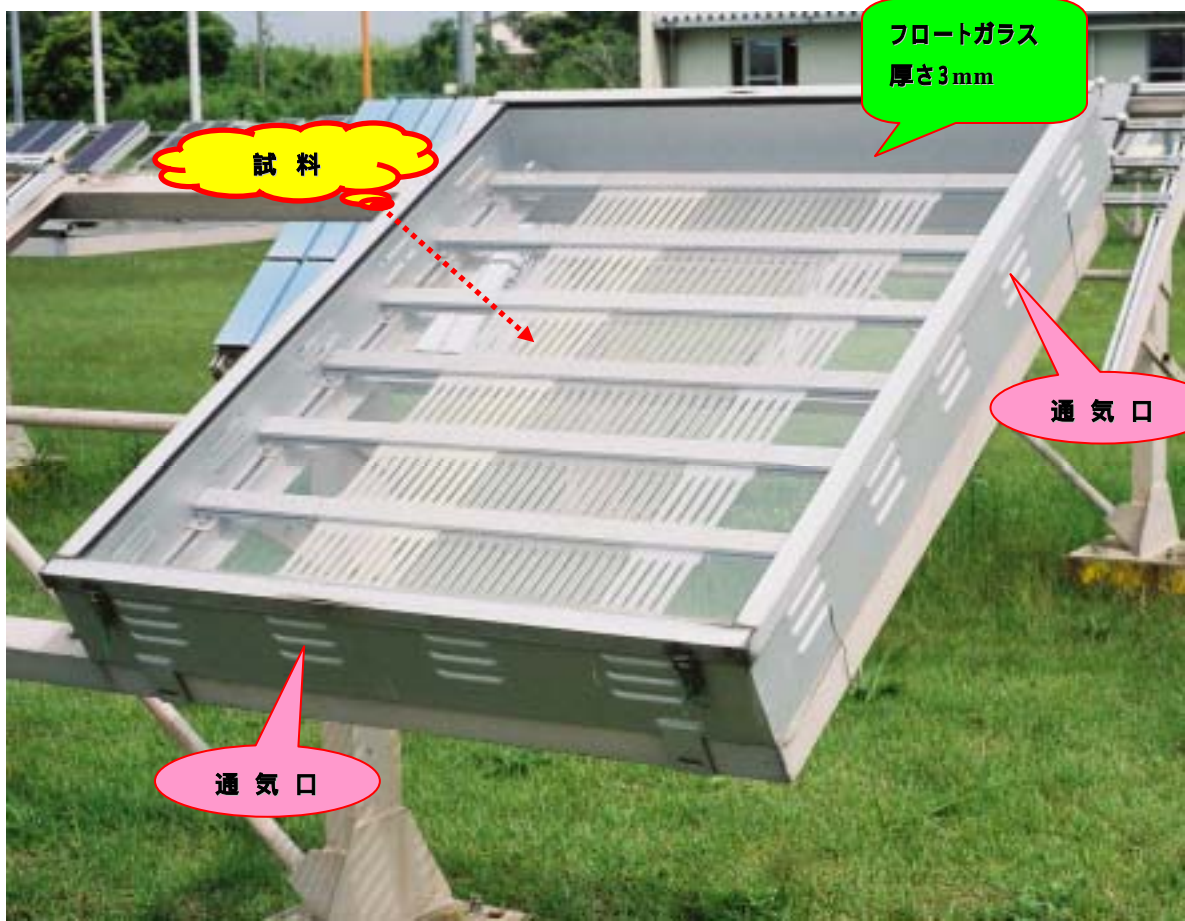


写真2 アンダーグラス暴露試験方法（自然通風型）

2.3.3 遮へい暴露試験方法

遮へい暴露試験方法は、遮へい構造物の下若しくは中又は屋内に試料の一部若しくは全部を設置して、日照、雨、雪、風などの直接的な影響を避けた状態で暴露し、試料の化学的性質、物理的性質及び性能の経時変化を調査する暴露試験方法である。

この暴露試験方法は、試料の上に堆積した大気汚染物質、腐食生成物などが降水によって流されないようにするため、遮へい物で覆った自然通風型及び通風制御型と、室内を模擬した密閉型がある。

自然通風型及び通風制御型による暴露試験方法は、高架橋等の下側の腐食性、建築物等の北側の壁面・軒下等による腐食性を調査する場合などに適した方法と言える。

遮へい構造物の構造及び大きさは、暴露試験の目的によって設計する。また、遮へい暴露試験装置を設置する場合は、付近に設置されている他の暴露試験装置に取り付けられた試料に、日照、通風などを妨げないように注意する。

遮へい暴露試験装置の型式には表7に示す3種類があり、その要求事項を表8、暴露試験装置の一例を写真3に示す。

なお、遮へい暴露試験装置の下又は中の温度及び相対湿度を測定することが望ましい。この場合、温度計及び相対湿度計の受感部を清掃することが必要である。

表7 遮へい暴露試験装置の型式及び特徴

型 式	特 徴
自然通風型	外気が自由に流通できる構造とする。
通風制御型	特定方向からの外気の流通を制御できる構造とする ⁽⁷⁾ 。
密 閉 型	外気が自由に流通できない構造とする ⁽⁸⁾ 。

注⁽⁷⁾例えば、東側及び西側からの風を遮る方法など。

注⁽⁸⁾この方法は室内を模擬した方法である。

表8 遮へい暴露試験装置の要求事項

No.	要 求 事 項
1	遮へい暴露試験装置は、試料を日照、雨、雪、風などの一部又は全部の直接的な影響から遮断できる構造とする。
2	遮へい暴露試験装置の型式は、表7に示す3種類とし、遮へい暴露試験の目的、試料の種類などに応じて定める。
3	試料が、風、振動などによって、移動したり破損しないように保持できる構造とする。

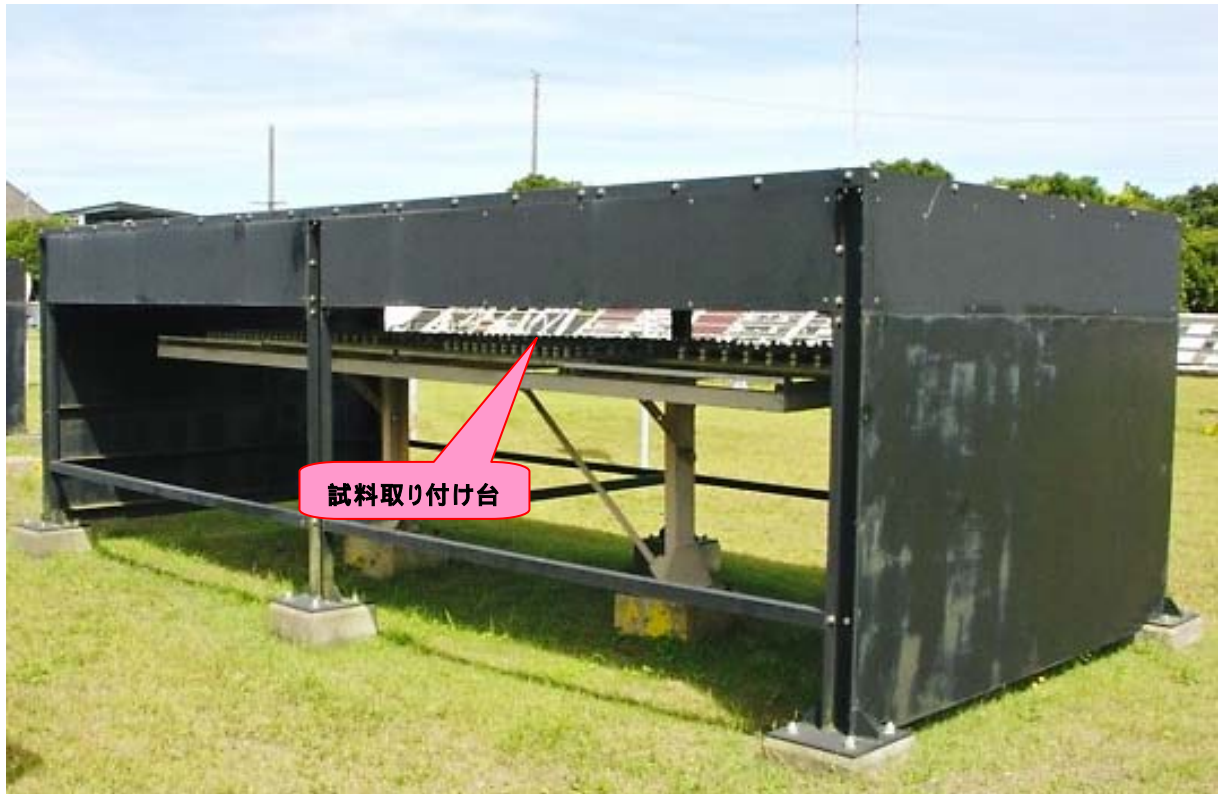


写真 3 遮へい暴露試験装置の一例（通風制御型）
東側及び西側からの風を遮るための壁を設けた方法

2.3.4 ブラックボックス暴露試験方法

ブラックボックス暴露試験方法は、内外面とも全面に黒色処理を施した底のある金属製試験箱の上面に試料を取り付けて、大気環境に直接暴露する方法であり、試験箱の蓄熱効果に伴う温度上昇によって試料の化学的性質、物理的性質及び性能の変化を促進させ、その経時変化を調査する暴露試験方法である。

この暴露試験方法は、太陽放射光によって高温になる建物の屋根、自動車などの部位に使用される材料及び製品に有効である。

ブラックボックス暴露試験方法に用いる試験装置の型式は、表 9 に示す 2 種類があり、ブラックボックス暴露試験装置の一例を、図 5 及び写真 4 に示す。

表 9 ブラックボックス暴露試験装置の型式及び特徴

型式	特 徴
上面開口型	① 上面を開口面とし、他の 5 面は黒色処理を施した金属製試験箱で、開口した上面（暴露試験面）に試料を取り付ける機構を備えた構造とする。
	② 金属製試験箱の下部に、小さな水抜き孔がある構造とする。
	③ 試料を暴露する開口面の寸法及び試料の取り付け方法は、暴露試験の目的に応じて定める。
	④ 試料は、開口部の全面に隙間が生じないように取り付け、開口部の全面が満たさない場合は、残りの開口部を黒色処理した金属板でふさぐ。
	⑤ 試料の表面温度を測定する。
全面密閉型	① 6 面の内外面とも全面に黒色処理を施した金属製試験箱で、その上面に試料を直接取り付ける機構を備えた構造とする。
	② 試験箱の下部に、小さな水抜き孔がある構造とする。
	③ 試験箱の上面（暴露試験面）を除く 5 面の内側に保温材を貼り付けた構造のものを用いてもよい。
	④ 試料は、試験装置の上面に試料の裏面が密着するように取り付ける。
	⑤ 試料の表面温度を測定する。

備考) 上面開口型の場合、金属製試験箱の内部の相対湿度を測定することが望ましい。

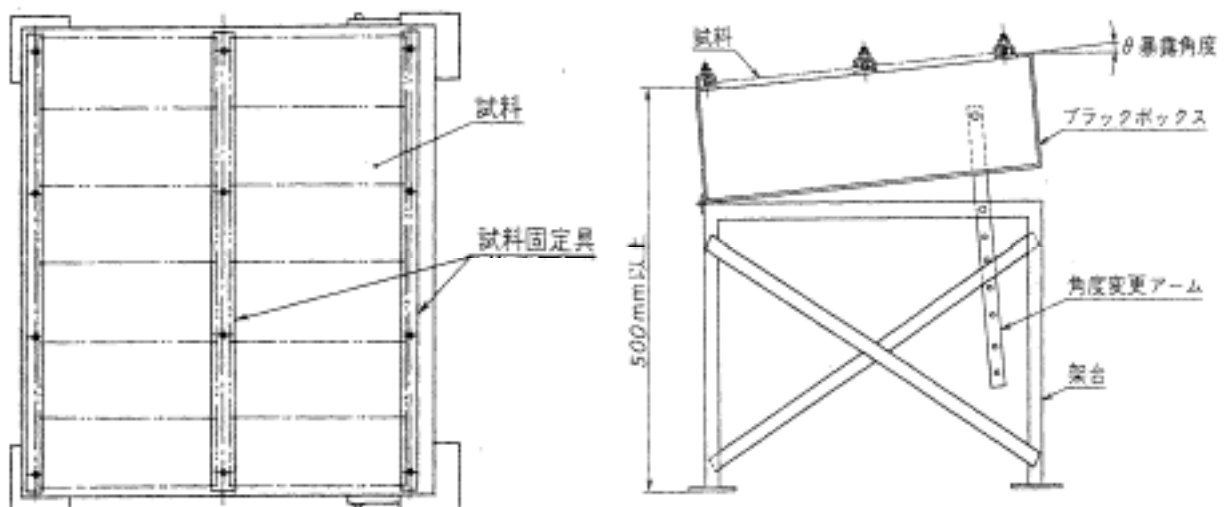


図 5 ブラックボックス暴露試験装置の一例



写真4 ブラックボックス暴露試験装置例（上面開口型）

2.3.5 太陽追跡集光暴露試験方法

太陽追跡暴露試験方法は、太陽放射光の光軸方向を垂直に追跡し、フレネル反射鏡を用いて太陽放射光を反射集光した部位に試料を取り付け、集光した太陽放射光によって試料の化学的性質、物理的性質及び性能の変化を促進させ、その経時変化を調査する暴露試験方法である。

フレネル反射鏡を用いた太陽追跡集光暴露試験方法は、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%以下の場所で行うのが最もよい。

この暴露試験方法を実施するための最低条件は、太陽に垂直な面で直達日射⁽⁹⁾と全天日射⁽¹⁰⁾との比率を 0.8 とする。

注⁽⁹⁾ 太陽光線に垂直な面に入射する直達太陽放射照度。

注⁽¹⁰⁾ 単位時間、単位面積あたりに面に入射する全太陽放射照度。

相対湿度の高い地域、浮遊粒子の多い地域など、太陽放射光の散乱光が多い地域では、紫外線域の放射光が天空へ散乱されるため、試料の照射位置に紫外線を集中する効率が大きく減少し、促進倍率は大きく減少する。

この暴露試験方法による促進倍率は、乾燥した砂漠地帯及び海拔の高い地域で実施されたとき、最も大きくなる。

太陽追跡集光暴露試験に用いる試験装置の要求事項を表 10、取扱い事項を表 11、試験装置の一例を図 6、図 7 及び写真 5 に、それぞれ示す。

表 10 太陽追跡集光暴露試験装置の要求事項

No.	要 求 事 項
1	太陽放射光の光軸を垂直に自動的に追跡する機構を備え、試料取り付け照射面に太陽放射光を反射集光するための 10 枚の平らな鏡からなるフレネル反射鏡及びその照射面に試料取り付け機構を備えた構造とする。
2	フレネル反射鏡は、試料取り付け照射面の試料に太陽放射光が均一に反射するように、試料照射面を中心とする放物線面の接線方向と平行に配置する。
3	フレネル反射鏡は、295 nm～750 nmの紫外域及び可視域の波長域で高い分光反射率を保持し、310 nmの波長での分光反射率が 65%以上でなければならない。また、試料取り付け照射面に集光された太陽放射光の露光量のばらつきが、5%以下になるように調節できなければならない。
4	試料取り付け照射面は、フレネル反射鏡による太陽放射光を集光する中心に位置し、その有効照射面積は、使用される一枚の反射鏡の面積よりわずかに小さいものとする。
5	反射鏡部には、最小 25mm角の大きさの取り外しができる分光反射率モニター用の反射鏡を取り付ける場所を備えた構造とする。
6	試料取り付け照射面を温度調節できる空冷機構を備えた構造とする。
7	暴露試験中の試料に水噴霧が規定のサイクルで行える機構を備えた構造とする。
8	配水管などのすべての材料は、水を汚染させないような材質のものでなければならない。

表 11 太陽追跡集光暴露試験装置の取扱い事項

No.	取 扱 い 事 項
1	試料は、試験装置が回転しても、移動又は脱落しないように取り付ける。
2	試料の表面温度を測定する。
3	試料に照射された反射光の特定波長域の太陽放射光の露光量を測定する。
4	太陽放射光の光軸を常に垂直に追跡することができるように、試験装置を維持管理する。
5	フレネル反射鏡は、常に清浄な表面を保持するように管理する。
6	材料及び製品が熱劣化を起こす温度以上に加熱されない範囲内に、試料の表面温度を制御する。
7	水噴霧の有無及び噴霧条件は、暴露試験の目的によって定める。試料に噴霧する水は、シリカ含有量 0.01mg/l以下、全固形物の含有量 20mg/l以下でなければならない。噴霧水は、蒸留又はイオン交換などによって脱ミネラル処理をすることが望ましい。

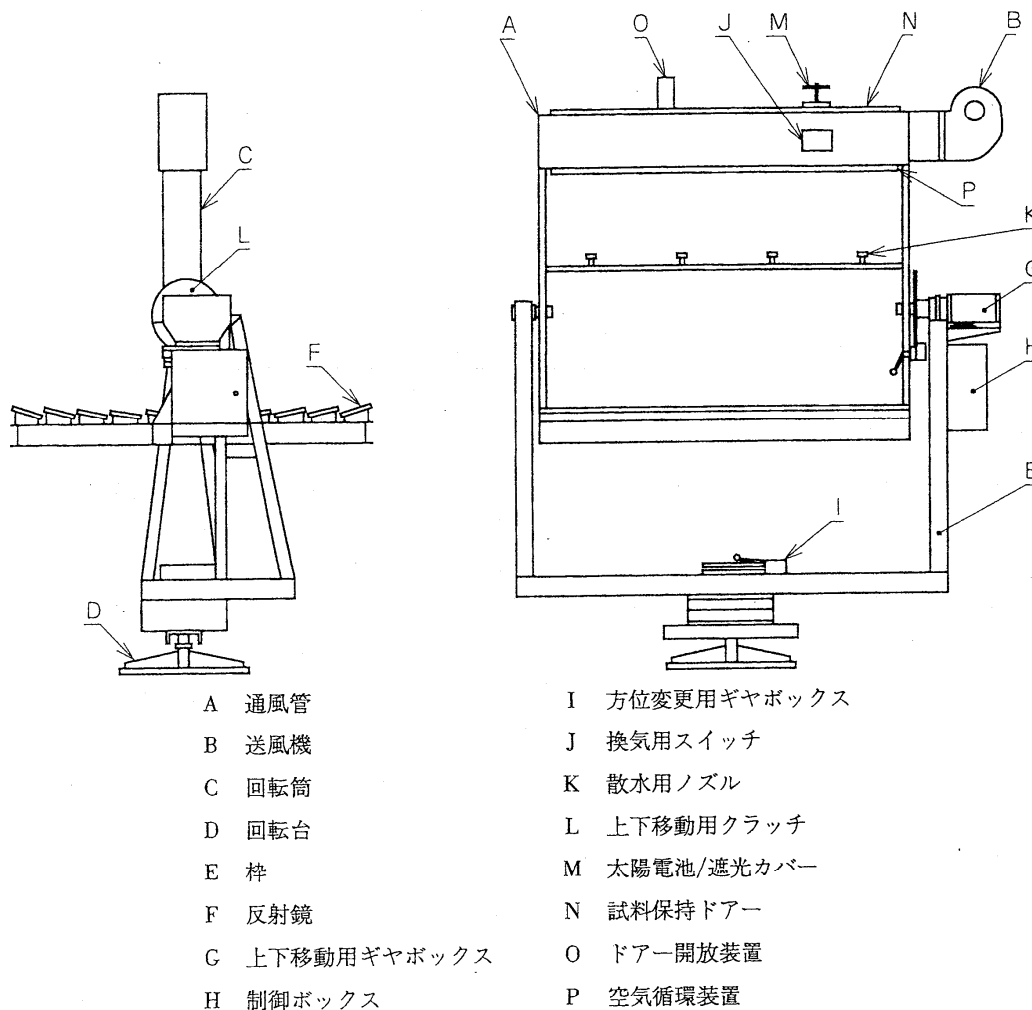


図 6 太陽追跡集光暴露試験装置の一例（装置の概要図）

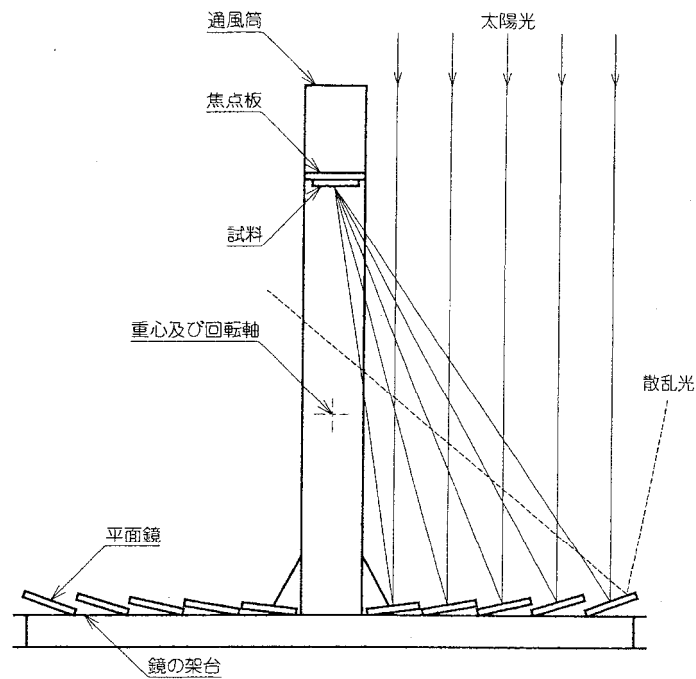


図 7 太陽追跡集光暴露試験装置の一例(光学系の概要図)

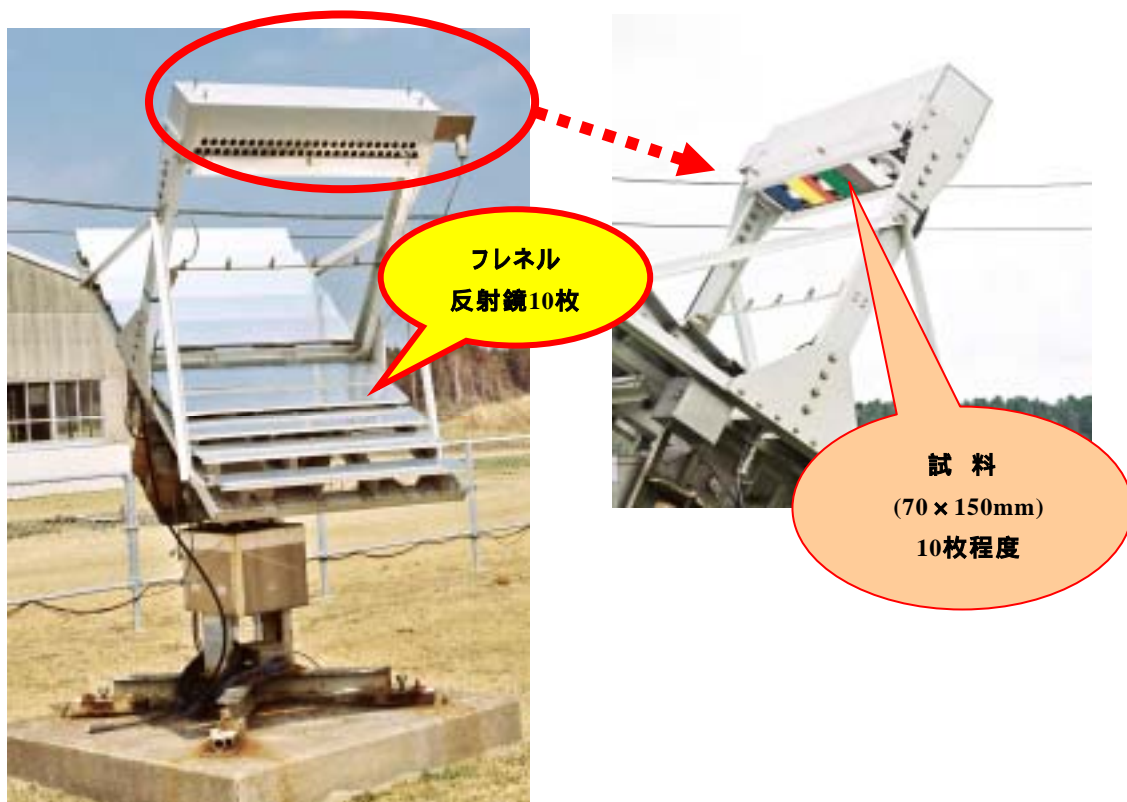


写真 5 太陽追跡集光暴露試験装置及び試料取り付け状況の一例

2.3.6 暴露試験方法の違いによる耐候性結果の比較例

各種の暴露試験装置にプラスチック材料のABS（厚さ2mm、白色不透明）を取り付け、60度鏡面光沢度の保持率（%）の変化を比較した。図8に結果を示す。

この結果、太陽放射光の露光量が多く、温度の高い暴露試験装置に取り付けた試料の変化が最も早く表れている。

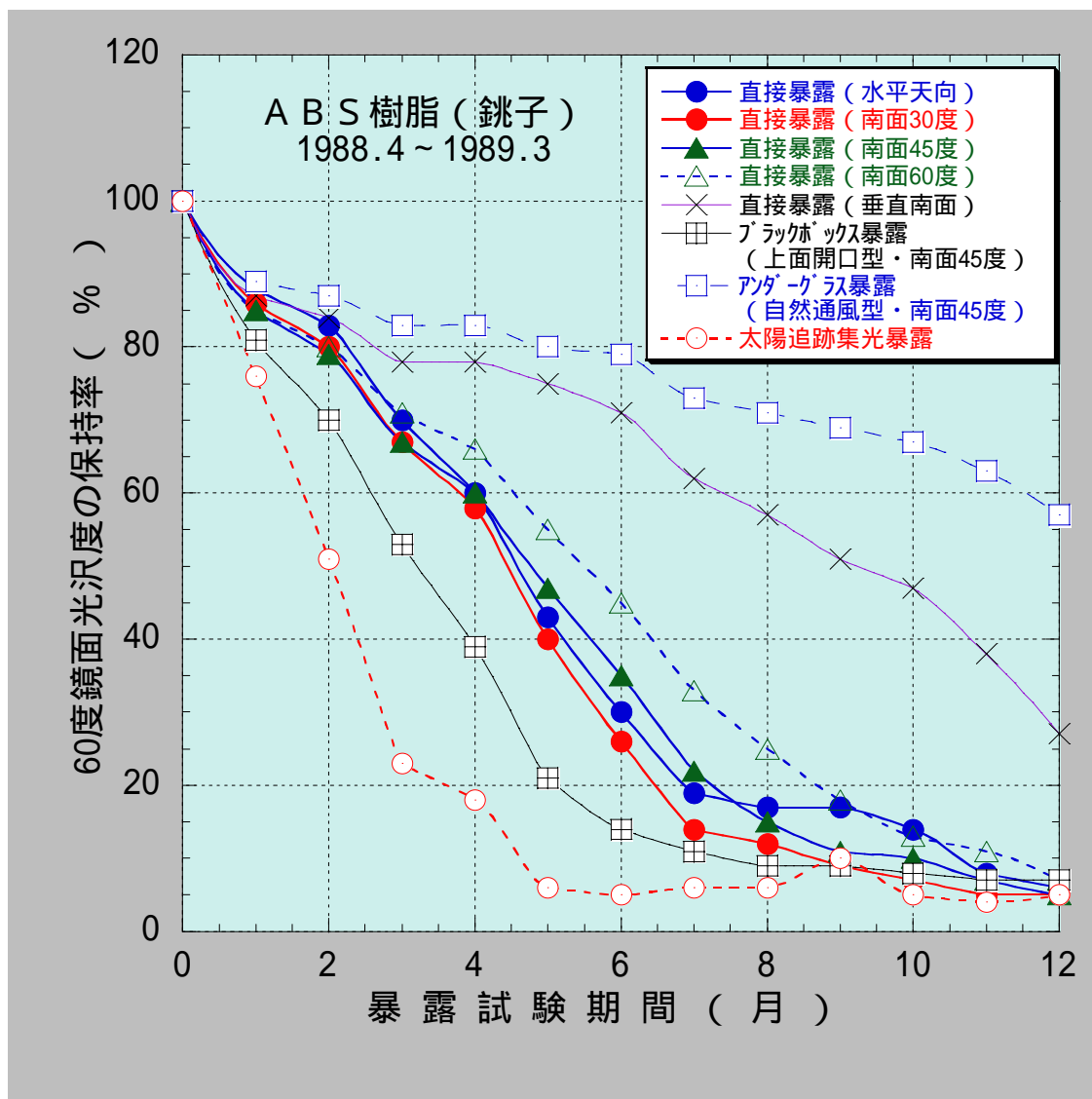


図8 暴露試験方法の違いによる耐候性結果の比較

2.4 暴露試験場

2.4.1 暴露試験場の要求条件

暴露試験場として満たすべき要求条件は、表 12 による。また、暴露試験場の一例として、(財) 日本ウエザリングテストセンター銚子暴露試験場の暴露試験状況を写真 6 に示す。

表 12 暴露試験場の要求条件

No.	要 求 条 件
1	暴露試験場は、当該地域の気候の影響を全面的に受ける場所とする。
2	暴露試験場の近傍に建築物などの地上物件、草木など及び河川、湖、丘陵、凹地などの特定の地形的特徴が存在すると、日照、風及び大気汚染因子による影響を受け、予測できなかった暴露試験結果となるので、そのような場所は、暴露試験場として避けることが望ましい。
3	暴露試験場の位置は、暴露した試料を定期的に観察でき、環境因子の測定及び記録ができる場所とする。
4	暴露試験装置は、暴露試験場の状況に応じて、水はけの良い地面、芝地、砂利、コンクリート舗装処理などを施した場所に設置することが望ましい。ただし、標準的な暴露試験場に設置する暴露試験装置は、標準的な暴露試験場(後掲に示す表 17 を参照。)の条件を満たすこと。
5	暴露試験装置の設置場所の付近に草木などが繁茂していると、暴露試験装置の設置場所における温度及び湿度分布に影響を与えるおそれがあるので、そのような場所に暴露試験装置を設置する場合は、草木などの高さを 0.2m 以下とする。
6	暴露試験装置付近の草木の生長を抑制するために除草剤などの薬品を使用する場合は、薬品が試料に飛来しないようにしなければならない。



写真 6 暴露試験場の一例

2.4.2 暴露試験場の安全性

暴露試験場は、試料、暴露試験装置などが盗難、損傷などを受けないように、適切な安全対策が取られていなければならない。

また、暴露試験場を囲むフェンスなどが暴露試験に影響しないように注意する。

2.4.3 暴露試験場の環境

暴露試験は、暴露試験場の環境因子である気象因子及び大気汚染因子の影響を大きく受けるため、暴露試験場によって耐候性の結果が大きく異なる。

暴露試験場の違いによる耐候性の結果を比較した一例として、プラスチック材料のPP（未安定化）樹脂の60度鏡面光沢度の保持率（％）の結果を図9、炭素鋼（SM400B）の腐食量の結果を図10、各暴露試験場の詳細を表13に、それぞれ示す。

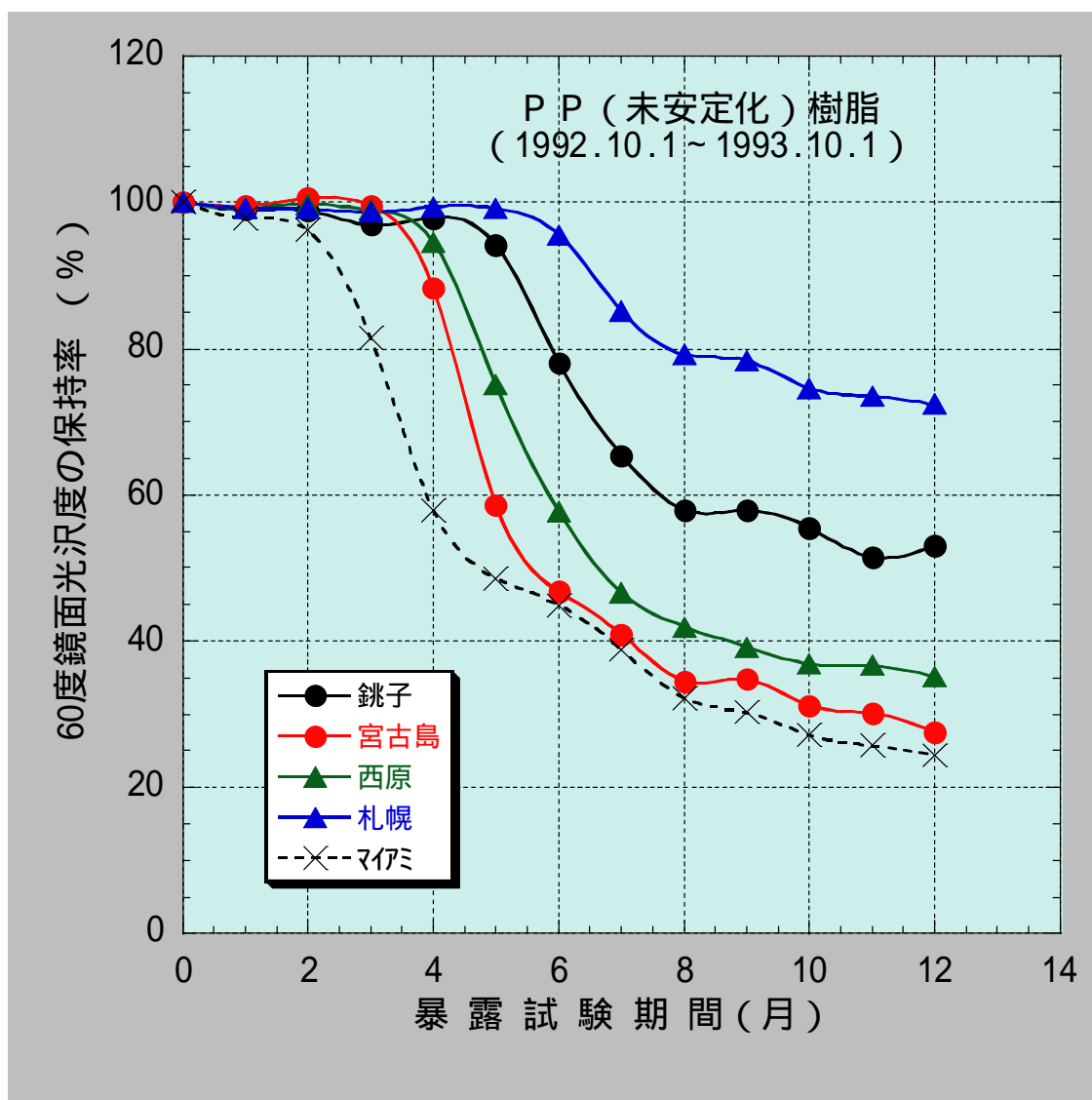


図9 暴露試験場の違いによるプラスチック材料のPP（未安定化）樹脂の60度鏡面光沢度の保持率（％）の比較例
(新発電システムの標準化による調査研究の結果)

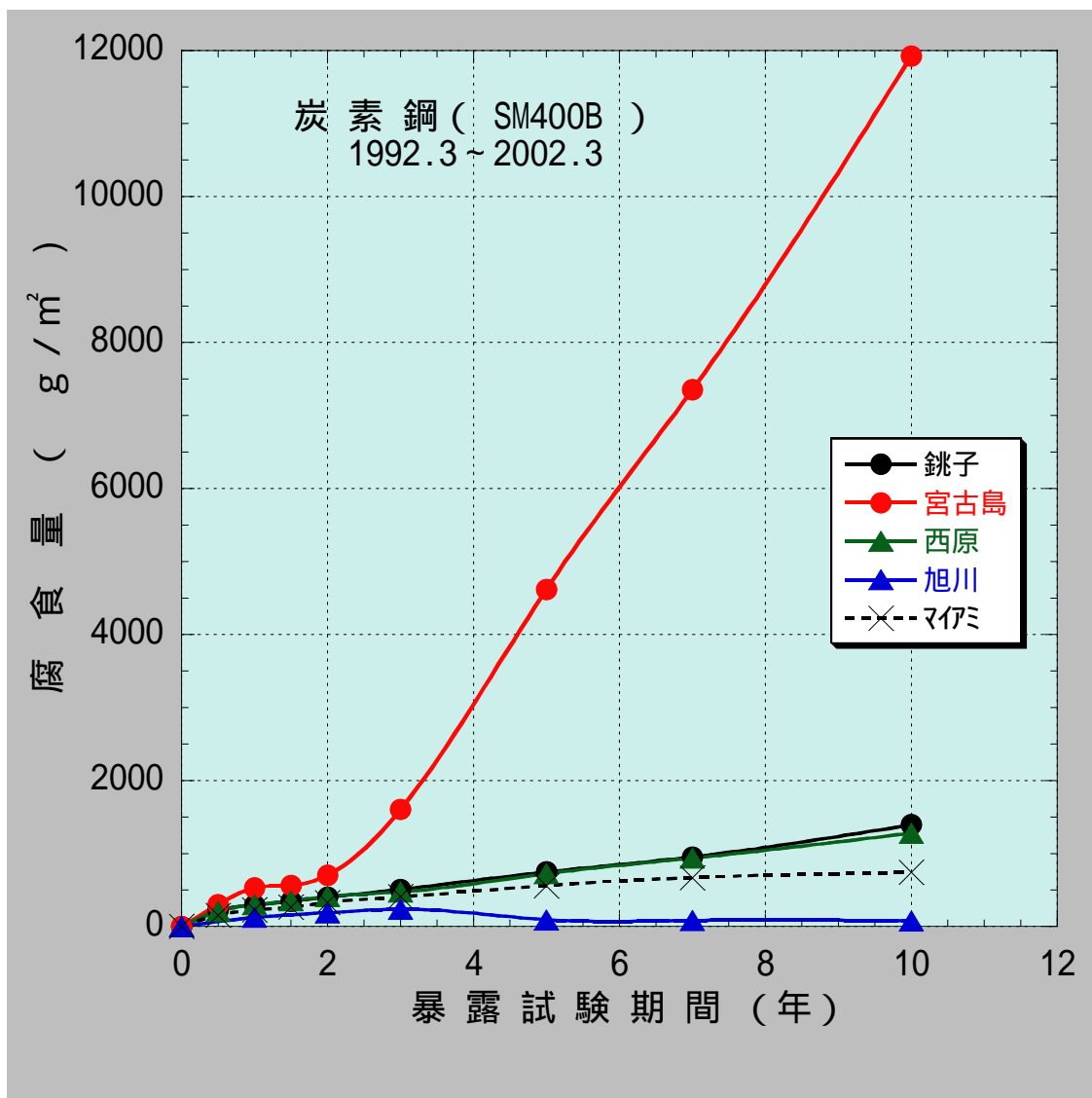


図 10 暴露試験場の違いによる炭素鋼 (SM400B) の腐食量の比較例
(新発電システムの標準化による調査研究の結果)

表 13 各暴露試験場の詳細

名 称	暴露試験場	暴露試験場の緯経度		海岸までの最短距離
		北緯	東経	
銚子	IWTC ⁽¹¹⁾ 銚子暴露試験場	35° 43'	140° 45'	4
宮古島	IWTC ⁽¹¹⁾ 宮古島試験場	24° 44'	125° 20'	2
西原	琉球大学工学部 構内	26° 15'	127° 46'	2.4
札幌	北海道工業開発試験所	43° 03'	142° 20'	—
旭川	北海道東海大学 構内	43° 47'	142° 18'	—
マイアミ	ATLAS ⁽¹²⁾ Everglades Test	25° 47'	80° 51' ⁽¹³⁾	16

注⁽¹¹⁾ JWTC : 財団法人 日本ウェザリングテストセンター (Japan Weathering Test Center)

注⁽¹²⁾ ATLAS : アトラス・ウェザリングサービスグループ (ATLAS Weathering Services Group)

注⁽¹³⁾ マイアミのみ「西経」で表記

したがって、暴露試験の結果を精度よく解析するためには、暴露試験場の環境区分を明確にしておくことが望ましい。地球規模における暴露試験場の環境区分は、国際規格（ISO、IEC など）に採り入れられている。

一方、国内では、地域的な気象の特徴による気候区分、硫黄酸化物などの大気汚染状況による大気汚染区分に分類される。また、金属材料の暴露試験の場合には、海塩粒子の飛来量による腐食への影響を考慮した海塩区分が設定される。

世界の気候区分⁽¹⁴⁾を表14に示す。また、金属材料の腐食度に注目して九つに区分した気候区分⁽¹⁵⁾を図11、大気汚染区分を表15、海塩区分を表16に、それぞれ示す。

注⁽¹⁴⁾ Trewartha, T.T. : An Introduction to Weather and Climate, McGraw-Hill, New York, 1974, Plate 1

注⁽¹⁵⁾ 鉄鋼系社会資本材料の耐候性・耐食性試験評価方法に係わる調査研究、平成8年度報告書、p 50、社団法人日本建材産業協会

表 14 世界の気候の区分

1. 熱帯多雨気候	熱帯雨林 Af、Am	
	熱帯サバンナ Aw	
2. 乾燥気候	ステップ Bs	熱帯及び亜熱帯ステップ Bsh
		中緯度ステップ Bsk
	砂漠 Bw	熱帯及び亜熱帯ステップ Bwh
		中緯度ステップ Bwk
3. 温帯気候	地中海・亜熱帯／乾燥した夏 Cs	
	多湿・亜熱帯／温暖な夏 Ca	乾燥した冬 Caw
		乾燥した季節がない Caf
	海洋・涼しい夏 Cb、Cc	
4. 多湿亜寒帯気候	多湿・大陸性／温暖な夏 Da	
	多湿・大陸性／涼しい夏 Db	
5. 高温気候		
6. 極地気候	ツンドラ ET	
	氷雪気候 EF	



図 11 金属材料の腐食性に注目した気候区分

表 15 大気汚染区分

工業地域	生産活動に伴って、大気汚染物質を発生する地域。
都市地域	商業及び生活活動に伴って大気汚染物質を発生する地域。
田園地域	大気汚染物質の影響が少ない地域。
酸性雨地域	酸性雨の原因物質の直接の発生源ではないが、酸性雨物質の飛来による影響の大きい地域。
火山・温泉	火山性物質及び温泉からのガス（硫化水素ガスなど）の影響を大きく受ける地域。（自然現象による特殊環境として区分）

表 16 海塩区分

海上	海の上。
海浜	海岸線から 300m 以内の地域（飛来する海塩粒子の影響が最も厳しい地域）。
沿岸	海岸線から 300m を越えて 2 km 以内の地域 (飛来する海塩粒子の影響が比較的大きい地域、ただし、南西諸島の島は、海岸線から 2 km を越えても、すべてこの区分に入れる。)
準沿岸	海岸線から 2 km を越えて 20km 以内の地域 (飛来する海塩粒子の影響が比較的小さい地域)。
内陸	海岸線から 20km を越えた地域 (飛来する海塩粒子の影響が無視できる地域)。

2.4.4 暴露試験場の種類

暴露試験場の種類は、表 17 に示す 3 種類ある。また、標準的な暴露試験場の条件を図 12 に概念的に示す。

表 17 暴露試験場の種類

種類	内容
標準的な暴露試験場	地域的な気象の特徴が明らかな場所とする。
	大気汚染因子量の年ごとの変動が少ない場所とする。
	東、西及び赤道の方向の仰角 20 度以上、反赤道方向の仰角 45 度以上に日照、降水、通風などの環境条件に著しい影響を及ぼす建築物などの地上物件、草木などが無い場所とする。
	暴露試験装置の設置場所は、水はけのよい芝地とし、太陽放射光の照り返し、ほこりの舞い上がり、冠水などを防止する処置を施す。
	暴露試験装置の下及び周辺の草木などの高さは、0.2m以下とする。
	暴露試験に影響を及ぼす気象因子を測定できる場所とする。
一般的な暴露試験場	地域的な気象の特徴が明らかな場所とする。
	大気汚染因子量の年ごとの変動が少ない場所とする。
	日照、降水、通風などの環境条件に著しい影響を及ぼす建築物などの地上物件、草木などが無い場所とする。
	建築物の屋上（一般的な暴露試験場の条件を満たす場合）
特殊な暴露試験場	特殊な環境条件を備えた場所とする。

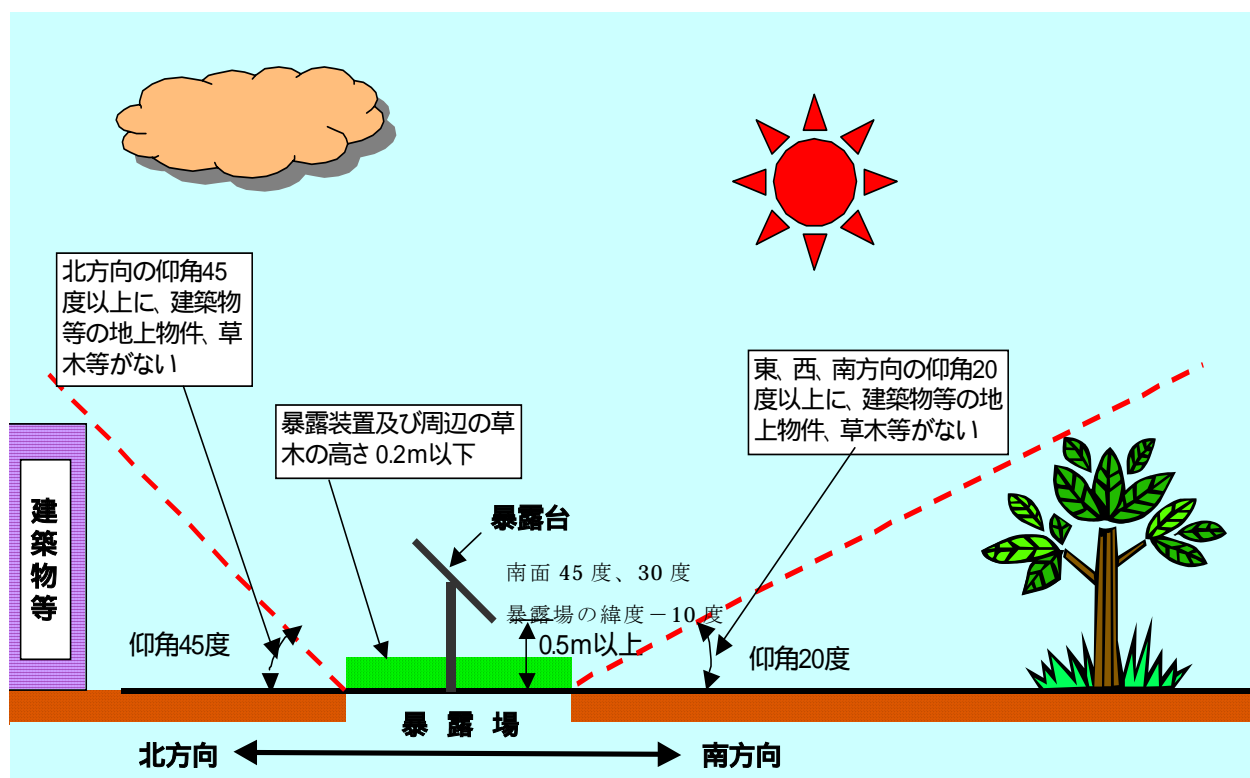


図 12 標準的な暴露試験場の条件

2.5 試料

2.5.1 試料の区分

試料の区分は、暴露試験の目的又は条件によって、暴露試験用の試料、初期値測定用の試料、保存用試料、標準試料及び予備用試料に区分する。主な内容は、表 18 のとおりである。

表 18 試料の区分

区 分		内 容
暴露試験用の試料	試験体	製品（部品）をそのまま又は荷姿のまま暴露試験に用いる試料
	試験片	材料又は製品を代表するものとして、暴露試験の目的に合わせて加工した試料、又は、評価試験に用いる試験片形状の試料。
初期値測定用の試料		暴露試験を開始する前の化学的性質、物理的性質及び性能の初期値を測定するために、暴露試験用の試料と同時に作成した同一の試料。
保存用試料		暴露試験用の試料と同時に作成し、暴露試験を行った試料と比較対照するために暴露しないで保存する同一の試料。 保存用試料は、試料の化学的性質、物理的性質が変化しにくいデシケータ内、冷暗所などで適切に保管されなければならない。
標準試料		耐候性の結果及び試料の詳細が明らかな試料でなければならない。
予備用試料		暴露試験用の試料と同時に作成し、実験計画の変更などにより必要が生じた時に使用する試料。 保存用試料と同様、試料の化学的性質、物理的性質が変化しにくいデシケータ内、冷暗所などで適切に保管されなければならない。

2.5.2 試料の形状及び寸法

暴露試験に用いる試料の形状及び寸法は、暴露試験の目的に適したものとする。試料の形状及び寸法例を表 19 に示す。

表 19 試料の形状及び寸法例

種 類	寸 法 (mm)	形 状
金 属	100 ^W ×150 ^L ×1~6 ^t	平板
塗 料	150 ^W ×300 ^L ×1~4 ^t	平板
プラスチック	300 ^W ×300 ^L ×1~5 ^t	平板 ダンベル形状
ゴ ム	150 ^W ×150 ^L ×1~5 ^t	平板 ダンベル形状

備考) 各種類ともに 70^W×150^Lの寸法で行うことも可能である。

2.5.3 試料の個数

試料の個数は次による。

- a) 暴露試験に供する試料の個数は、試料の化学的性質、物理的性質及び性能の経時変化を正確に評価できる十分な数とし、最少3個とする。
- b) 通常の評価試験では、それぞれの暴露試験期間ごとに最少3個とするが、高度な統計処理、腐食生成物の分析などを行う場合には、3個を越える試料を用いることが望ましい。

2.5.4 試料の標識

標識を表示する記号区分は、試料の種類、暴露試験場、暴露試験方法、暴露試験期間及び繰り返し数などを、記号及び番号などを用いて簡単に表示する。試料の標識の内容、位置、付け方を表20に示す。また、標識の内容の記号区分例を表21に示す。

表20 試料の標識

標識の内容	試料の種類、暴露試験場などを、記号、番号などで簡単に表示する。
	試料及び評価試験に支障がない場合は、試料端部への切込み、ドリル孔なども標識として利用してもよい。
標識の位置	試料の端部、裏面など、暴露試験及びその評価試験に支障がない位置とする。
	試料に直接表示できない場合は、試料を取り付けた暴露架台、試料保持枠などに表示してもよい。
標識の付け方	試料に化学的・物理的な影響を与えない方法で付ける。 暴露試験期間中に標識を読み取ることができ、耐久性がなければならない。 (塗料又は油性マジック等で書く、テープに印字して貼り付ける、刻印など。)
	標識によって影響を受ける面は、できるだけ小さくしなければならない。
	試料の記号、暴露架台上の試料の位置など、暴露試験の状況が分かる配置図などを作成しておくことを推奨する。

表21 標識に表示する記号区分(例)

区 分	内 容	記 号
試料の種類	ポリエステル塗料塗装板	P
	ふっ素樹脂塗料塗装板	F
暴露試験場	銚子	C
	旭川	A
	宮古島	M
	宮古島海岸	K
暴露試験方法	直接暴露試験	D
	アンダーグラス暴露試験	U
	遮へい暴露試験	S
	ブラックボックス暴露試験	B
	太陽追跡集光暴露試験	E
暴露試験期間	1年、2年、3年・・・	1、2、3・・・
繰り返し数	1枚、2枚、3枚・・・	(1)、(2)、(3)・・・

備考) 暴露試験期間と繰り返し数は、数値を用いて通し番号で行なってもよい。

試料標識の記号区分例；

試料の種類 — 暴露試験場・暴露試験方法 — 暴露試験期間・繰り返し数
□□ — □□ □□ — □□

例：ポリエステル塗料塗装板の銚子における直接暴露試験、3年暴露試料の繰り返し2枚目の標識

P - C D - 3 (2)

2.6 暴露試験方法

2.6.1 暴露試験装置

暴露試験装置の一般的な要求事項は、表 22 による。

表 22 暴露試験装置の一般的な要求事項

No.	内 容
1	暴露試験装置は、暴露架台、試験箱、試料保持枠などで構成され、暴露試験に適した堅ろうな構造とする。
2	暴露試験装置の構成材料は、暴風雨、積雪荷重及び暴露架台の全面に試料を取り付けた場合の最大荷重に耐える強度と耐久性をもつものとする。
3	暴露試験装置の構成材料は、試料の化学的性質、物理的性質及び性能の経時変化に影響を与えない耐食性のあるステンレス鋼、アルミニウム合金、塗覆装を施した鉄鋼などの金属の形材、適切な防腐処理を施した木材などの不活性な材料とする。
4	暴露試験装置は、暴風雨、積雪、凍上などの影響に耐えられるよう、適切、かつ堅固に設置する。
5	暴露架台、試料保持枠、試験箱及びこれらに附属する取り付け器具類は、暴露試験方法の種類・目的、試料の種類、形状、寸法及び暴露試験条件の設定に適した構造とする。
6	試料と直接接触する試料保持枠、試料取り付け器具などの部材は、試料の化学的性質、物理的性質及び性能の経時変化に影響を及ぼさない不活性な材料とする。
7	腐食生成物による汚染などが暴露試験を行う試料に影響を及ぼすおそれがある場合は、暴露架台・試料保持枠・試験箱・金具類などの部材、遮へい構造物の部材、応力又はひずみを加えるための装置類及び附属器具類には、防錆・防腐処理などの適切な保護処理を施す。
8	試料の取り付け機構は、試料の自由変形を妨げず、試料が脱落するおそれがない構造とし、試料の取り付け及び取り外しが容易で、安全に取り扱うことができるものとする。
9	暴露試験装置は、試料面が規定の暴露方位及び角度に設定でき、維持できる構造とする。
10	暴露試験装置の接地面から暴露試験を行う試料の最下端部までの距離は、0.5m以上とする。ただし、暴露した試料の材料又は製品規格に、接地面からの距離が規定されている場合は、その規定による。

2.6.2 暴露試験面の方位及び角度

暴露試験面の方位及び角度の一般的な要求事項は、表 23 による。

また、全天日射量の角度別による年間露光量（銚子）を比較した結果を、図 13 に示す。

表 23 暴露試験面の方位及び角度の一般的な要求事項

No.	内 容
1	暴露試験面の暴露方位は、赤道面(南面)とする。
2	暴露試験面の角度は、水平面から 45°（許容される場合は 30°）とし、試験面を天向きに暴露する。 ただし、暴露する試料の材料又は製品規格に規定がある場合は、その規定による。
3	遮へい暴露試験における試験面の角度は、水平面に対して 0°、30°、45°、60°又は 90° のいずれかとする。 ただし、別に規定又は受渡当事者間の協定がある場合は、それによる。
4	太陽放射光の影響を大きく受けるプラスチックの場合には、年間に最も多く太陽放射光を受ける角度とし、水平面からの暴露試験面の角度は、暴露試験場の緯度マイナス 10° の角度にすることが望ましい。
5	金属材料の場合には、腐食に大きな影響を及ぼす大気汚染因子の発生源に試験面を意図的に向けて暴露試験を行ってもよい。
6	建築材料の場合には、実際に使用される状態を模擬した方法で暴露試験を行ってもよい。

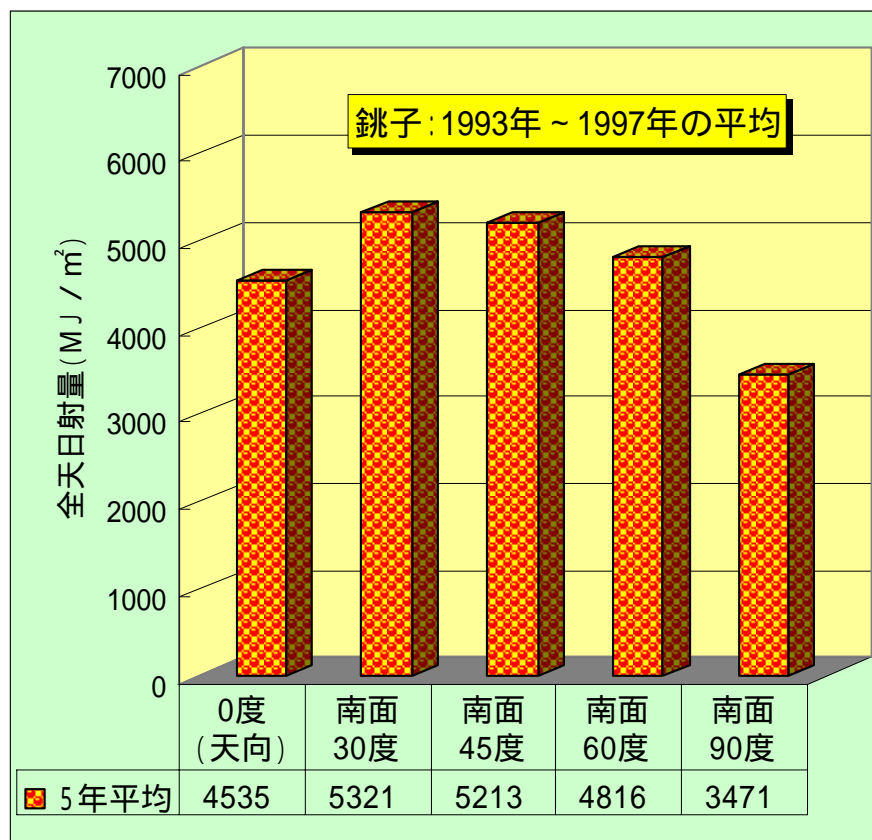


図 13 全天日射量の角度別の年間露光量の比較

2.6.3 暴露試験用の試料の前処理

暴露試験用の試料は、暴露試験結果の変動を少なくして再現性をよくする目的で、必要に応じて、洗浄、状態調節、切り口及び裏面を保護するなどの前処理を行う。

2.6.4 試料の取り付け及び取り外し

試料の暴露試験装置への取り付け及び取り外しは、表 24 による。

表 24 試料の取り付け及び取り外しの要求事項

No.	内 容
1	暴露試験の実施に際しては、清浄な手袋を使用して試料を取扱い、必要に応じて写真を撮る。
2	暴露試験の目的に従い、規定の暴露方位及び暴露角度に設置した暴露試験装置に試料を取り付ける。
3	試料の取り付けは、試料が自由に変形できるゆとりを持たせる。ただし、使用状態に合わせて試料を固定する場合又は応力を負荷した状態で暴露試験を行う場合は、この限りでない。
4	暴露試験に影響を与えないようにするため、試料相互及び試料と他の物質とが接触しないように試料を暴露架台に取り付ける。
5	試料、試料保持枠などからの腐食生成物、雨水を含んだ汚染物質などが他の試料表面に滴下しないように取り付ける。
6	試料を取り付け及び取り外すときは、試料の表面に指紋、きず、汚れ、変形などの暴露試験結果に影響を及ぼす原因とならないように注意する。
7	試料が暴露架台、試料保持枠、試料取り付け器具に接触して腐食などの異常を起こすおそれがある場合は、暴露架台、試料保持枠、試料取り付け器具などに適切な絶縁処理を施す。

2.6.5 暴露試験期間中の試料の取扱い

暴露試験期間中の試料の取扱いは、表 25 による。

表 25 暴露試験期間中の試料の取扱いの要求事項

No.	内 容
1	暴露試験期間中は、規定された条件に正しく維持されるように試料を適切に管理する。
2	暴露試験期間中の試料の洗浄は、通常行わない。ただし、試料の洗浄を行う場合は、暴露試験の目的、試料の種類などによって、その方法を定めて実施する。
3	暴露試験期間中の間に実施する評価試験のために試料の洗浄、観察などを行う場合は、試料に指紋、きず、変形など、継続して行う暴露試験に影響を及ぼす原因を作らないように注意する。
4	暴露試験期間中に力学的性質などの評価試験を行った結果、著しいひずみ又はきずが生じた試料は、継続して暴露試験を行ってはならない。
5	試料の切り口の保護処理が損傷した場合は、補修する。
6	積雪などに対する処置は、暴露試験の目的、試料の種類などによって定める。

2.6.6 標準試料

標準試料の要求事項は、表 26 による。

なお、標準試料として、標準金属試験片〔JIS Z 2383(大気環境の腐食性を評価するための標準金属試験片及びその腐食度の測定方法)〕、基準塗料及びPEリファレンス試験片(新発電システムの標準化に関する調査研究の成果として提案)がある。

表 26 標準試料の要求事項

No.	内 容
1	暴露試験を行う試料は、地域、気象、暴露試験の開始時期などの影響を大きく受けるので、標準試料を同時に暴露して、それらの暴露試験結果を相対的に比較することが望ましい。
2	標準試料は暴露試験による化学的性質及び物理的性質の変化の傾向が既知であるものを使用する。
3	標準試料は、当事者間の協議によって決めることができる。

2.7 暴露試験期間

直接暴露試験、アンダーグラス暴露試験、遮へい暴露試験、ブラックボックス暴露試験及び太陽追跡集光暴露試験において、同じ暴露試験期間に試料が同様の化学的性質、物理的性質及び性能の変化を与えないとは限らない。特に、直接暴露試験の場合には、暴露試験を行う場所の季節による影響を大きく受けることがある。したがって、暴露試験期間の設定に当たっては、暴露試験場及び暴露試験期間中の環境因子を考慮することが重要である。

2.7.1 暴露試験期間の設定

暴露試験期間の設定は、試料の種類、用途などを考慮するとともに、試料の化学的性質、物理的性質及び性能の変化をできるだけ正確に把握できるようにするため、表 27 のいずれかを設定する。

表 27 暴露試験期間の設定

設定方法	内 容	表 し 方
時間を単位とする方法	週：1、2、3、4週	1週：翌週の同じ曜日までの期間。
	月：1、3、6、9か月	1か月：翌月の同じ日までの期間。 ただし、翌月に同じ日がない場合は、翌月の末日までの期間。
	年：1、1.5、2、3、5、7、10、15、20年	1年：翌年の同じ日までの期間。 ただし、翌年に同じ日がない場合は、その前日までの期間。
太陽放射光の露光量(MJ/m ²)を単位とする方法	試料に照射される太陽放射光の露光量によって設定する。	露光量で表示するとともに、暴露試験の開始日及び終了日を明記する。
性質又は性能の変化の程度による方法	試料が所定の化学的性質、物理的性質又は性能の変化を生じるまでの期間によって設定する。	試料の化学的性質、物理的性質及び性能が、所定の変化の程度に達するまでの期間。この場合、暴露試験の開始日及び終了日を明記する。

2.7.2 暴露試験の開始時期

(1) 暴露試験期間が1年未満の暴露試験結果は、暴露試験を開始した季節に依存することがある。

暴露開始時期の違いによる耐候性の結果を比較した結果例を図14に示す。この結果は、プラスチック材料のABS（厚さ2mm、白色不透明）を1か月ごとに暴露開始して、60度鏡面光沢度の保持率（%）の経時変化を比較したものであり、暴露試験期間6か月までの変化は5月開始が最も早く、10月開始は最も遅く表れている。

(2) 暴露試験期間が長い場合は、季節による試料の化学的性質、物理的性質及び性能への影響は平均化されるが、暴露試験を開始した季節によって、その結果は異なることがある。

暴露試験期間が2年未満で暴露開始時期が異なる結果は、同一水準として扱わない。一般的に、暴露試験の開始時期は、表28による。

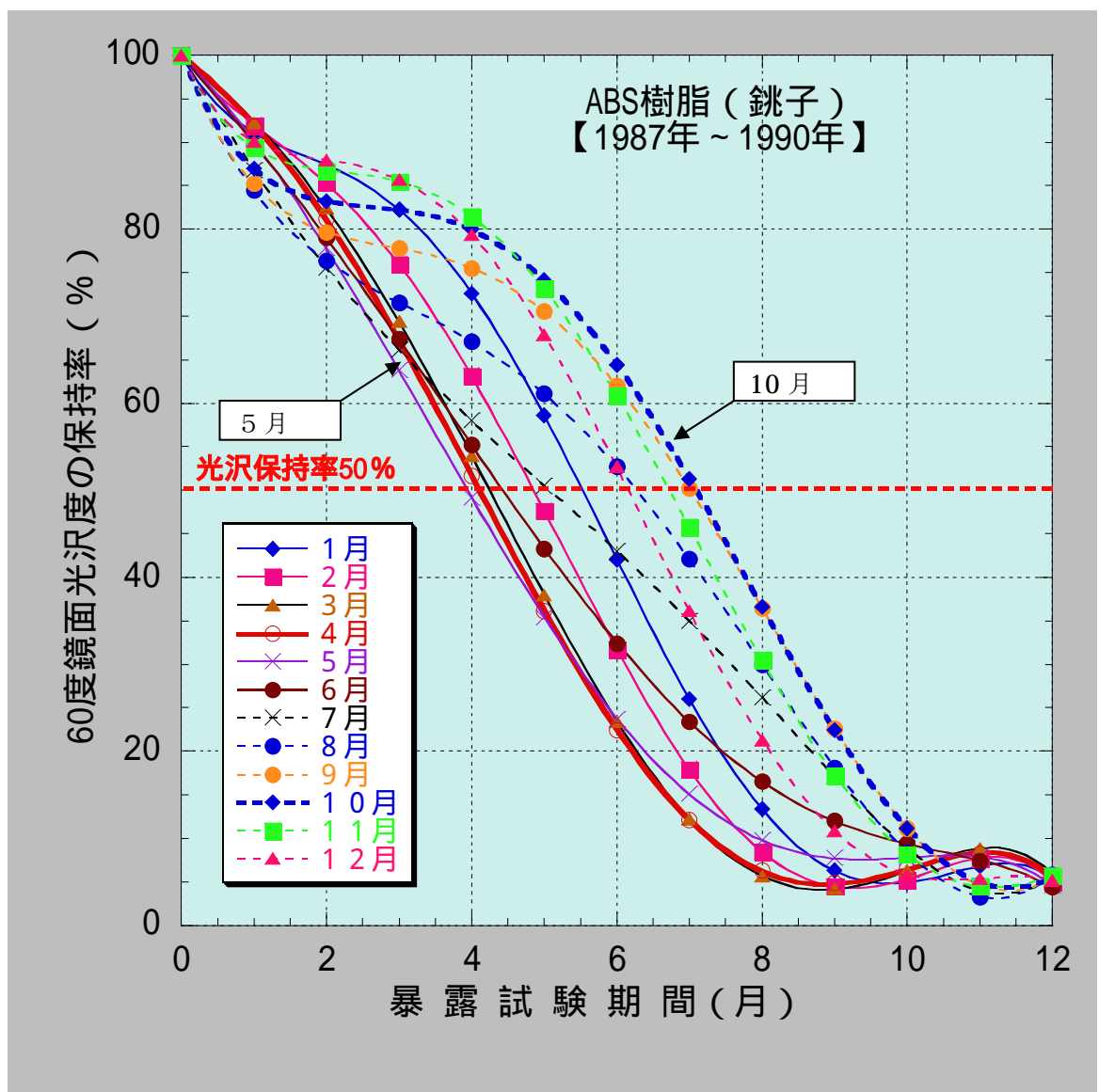


図14 暴露試験の開始時期の違いによる耐候性結果の比較

表 28 暴露試験の開始時期

暴露試験期間	開始時期
1年未満	春開始：3月又は4月。 秋開始：9月又は10月
1年以上	特に定めない

2.8 環境因子

暴露試験に影響する気象因子及び大気汚染因子のすべての環境因子を測定し、記録することが望ましい。暴露試験結果を評価するためには、暴露試験場の気象状況、大気汚染状況などを詳細に分析する必要がある。

2.8.1 環境因子の測定

環境因子の測定に係わる要求事項は、表 29 による。

表 29 環境因子の測定に係わる要求事項

No.	内 容
1	環境因子の測定は、暴露試験場で行う。 ただし、暴露試験場で測定できない気象因子については、最も近接した気象官署の観測資料によってもよい。その場合、暴露試験場から気象官署までの距離及び方向を明記する。
2	環境因子の測定は、暴露試験期間の全期間を通じて行うことが望ましい。
3	環境因子の測定に用いる装置及び機器類の設置場所は、暴露試験装置の設置場所の近くとし、かつ、暴露試験場を代表する環境因子の測定に適した場所とする。
4	気象因子としての気温及び相対湿度を測定する機器の受感部は、百葉箱又はこれに準じる装置内に設置する。
5	暴露試験の目的によって重要でない因子については、当該項目の測定を省略してもよい。

2.8.2 環境因子の測定項目、測定方法及び表示方法

環境因子の測定項目、測定方法及び表示方法は、表 30 及び表 31 による。

なお、測定値のけた数及び測定値の丸め方は、次による。

- 1) 太陽放射光の露光量は、少数点以下2けたとする。
- 2) 気温、絶対湿度、日照時間、降水時間、降水量及び風速は、少数点1けたとする。
- 3) 相対湿度及びぬれ時間は、整数位とする。
- 4) その他の因子は、測定精度を考慮して、必要に応じて定める。
- 5) 測定値の丸め方は、JIS Z 8401による。

表 30 大気暴露試験における環境因子の測定項目、測定方法及び表示方法

区分	測定項目 単位	測定方法	表示方法	
			表示項目	表示内容
気象因子	気温 ℃	温度計を用いて、1日の気温を連続又は8点以上の定時間間隔で測定する。	日最高気温	その日の気温の最高値を表示する。
			日最低気温	その日の気温の最低値を表示する。
			日平均気温	その日の気温の平均値を表示する。
			月平均最高気温	その月の日最高気温の平均値を表示する。
			月平均最低気温	その月の日最低気温の平均値を表示する。
			月平均気温	その月の日平均気温の平均値を表示する。
	相対湿度 %	露点式湿度計、乾湿球湿度計又は毛髪湿度計を用いて、1日の相対湿度を連続又は4点以上の定時間間隔で測定する。	日最高相対湿度	その日の相対湿度の最高値を表示する。
			日最低相対湿度	その日の相対湿度の最低値を表示する。
			日平均相対湿度	その日の相対湿度の平均値を表示する。
			月平均最高相対湿度	その月の日最高相対湿度の平均値を表示する。
			月平均最低相対湿度	その月の日最低相対湿度の平均値を表示する。
			月平均相対湿度	その月の日平均相対湿度の平均値を表示する。
	絶対湿度 g/m ³	露点式湿度計を用いるか、又は気温と相対湿度の測定値から絶対湿度を求める。	日平均絶対湿度	その日の絶対湿度の平均値を表示する。
			月平均絶対湿度	その月の日平均絶対湿度の平均値を表示する。
	日照時間 h	日照計を用い、1日の日照時間を測定する。	日照時間	暴露試験期間中の日照時間の合計を求めて表示する。
	太陽放射光の露光量 MJ/m ²	受光面を試料の暴露面と平行にした日射計又は積算照度計を用い、1日の太陽放射光の露光量を測定する。ただし、紫外線などの特定波長域の太陽放射光の露光量は、選択波長フィルターを用いて測定する。	太陽放射光の露光量	暴露試験期間中の太陽放射光の露光量の合計を求めて表示する。

表 30 大気暴露試験における環境因子の測定項目、測定方法及び表示方法(続き)

区分	測定項目 単位	測定方法	表示方法	
			表示項目	表示内容
気象因子	降水量 mm	雨量計を用い、1日の降水量を測定する。ただし、雪、あられなどが受水器内に積もったときは既知量の温水を注いで溶かし、水にして量った値から注いだ温水の量を減じて、降水量を求める。	降水量	暴露試験期間中の降水量の合計を求めて表示する ⁽¹⁶⁾ 。
	降水時間 h	雨、雪の降り始めと降り終わりの時刻を測定し、1日の降水時間を求める。	降水時間	暴露試験期間中の降水時間の合計を求めて表示する。
	結露時間 h	結露によるぬれ始めと乾いた時刻を測定し、結露時間を求める。	結露時間	暴露試験期間中の結露時間の合計を求めて表示する。
	ぬれ時間 h	1日ごとに測定した降水時間と結露時間の合計を求める。	ぬれ時間	暴露試験期間中の降水時間と結露時間の合計を求めて表示する。
	風向 16方位	風向計を用い、その日の風向を16方位に区分して測定する。	日最多風向	その日の風向で、最多頻度で現われた風向を表示する。
			月最多風向	その月の日最多風向の中で、最多頻度で現れた風向を表示する。
風速 m/s	風速計を用い、その日の風速を測定する。	日平均風速	その日の全風程を86400秒で除した値を表示するか、又は、その日の8点を越える定時間間隔で測定した風速の平均値を表示する。	
		月平均風速	その月の日平均風速の平均値を表示する。	
大気汚染因子	硫酸化物付着量 mg SO ₂ / (m ² ・d)	JIS Z 2382 に規定する二酸化鉛プレート法、二酸化鉛円筒法又はアルカリろ紙法によって測定する。	硫酸化物付着量	その月の測定値を、その月の日数で除した値で表示する。
	海塩粒付着量 mgNaCl/ (m ² ・d)	JIS Z 2382 に規定するウェットキャンドル法又はドライガーゼ法で測定する。	海塩粒子付着量	その月の測定値を、その月の日数で除した値で表示する。

注 (16) 降水の pH 及び降水中の SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻などの含有量を測定しておくことが望ましい。

表 31 大気暴露試験におけるその他の環境因子の測定項目、測定方法及び表示方法

区分	測定項目 単位	測定方法	表示方法	
			表示項目	表示内容
その他の 気象 因子	ブラックパ ネル温度 ℃	バイメタル、白金抵抗体、サーミスタ、熱電対などの感熱体を黒色処理した金属板の中心に一致させて取り付け、感熱体保護管を固定した構造の感熱部を備えた温度計を用いて測定する。 *構造は、JIS B 7753 の 5.5 (2) による。	日最高温度	その日の温度の最高値を表示する。
			日最低温度	その日の温度の最低値を表示する。
			日平均温度	その日の温度の平均値を表示する。
			月平均最高温度	その月の日最高温度の平均値を表示する。
			月平均最低温度	その月の日最低温度の平均値を表示する。
			月平均温度	その月の日平均温度の平均値を表示する。
	ホワイトパ ネル温度 ℃	バイメタル、白金抵抗体、サーミスタ、熱電対などの感熱体を白色処理した金属板の中心に一致させて取り付け、感熱体保護管を固定した構造の感熱部を備えた温度計を用いて測定する。	日最高温度	その日の温度の最高値を表示する。
			日最低温度	その日の温度の最低値を表示する。
			日平均温度	その日の温度の平均値を表示する。
			月平均最高温度	その月の日最高温度の平均値を表示する。
			月平均最低温度	その月の日最低温度の平均値を表示する。
			月平均温度	その月の日平均温度の平均値を表示する。
	試料の表面 温度 ℃	白金抵抗体、熱電対などの温度センサーを試料の表面に取り付け、試料の表面温度を測定する。	日最高温度	その日の温度の最高値を表示する。
			日最低温度	その日の温度の最低値を表示する。
			日平均温度	その日の温度の平均値を表示する。
			月平均最高温度	その月の日最高温度の平均値を表示する。
			月平均最低温度	その月の日最低温度の平均値を表示する。
			月平均温度	その月の日平均温度の平均値を表示する。

表 31 大気暴露試験におけるその他の環境因子の測定項目、測定方法及び表示方法(続き)

区分	測定項目 単位	測定方法	表示方法	
			表示項目	表示内容
その他の大気汚染因子	オゾン濃度 p p m	IS B 7957 に規定する化学発光法による自動計測器、又はそれと同等以上の精度をもつ測定方法によって 1 日の平均濃度を求める。	月平均濃度	その月の日平均濃度の平均値を表示する。
	二酸化硫黄濃度 p p m	JIS B 7952 に規定する溶液伝導率法による自動計測器、又はそれと同等以上の精度をもつ測定方法によって、1 日の平均濃度を求める。	月平均濃度	その月の日平均濃度の平均値を表示する。
	硫化水素濃度 p p m	JIS K 0108 に規定する吸光光度法(メチレンブルー法)に準じて測定するか、又はそれと同等以上の精度をもつ測定方法によって、1 日の平均濃度を求める。	月平均濃度	その月の日平均濃度の平均値を表示する。
	二酸化窒素濃度 p p m	JIS B 7953 に規定する吸光光度法による自動計測器、又はそれと同等以上の精度をもつ測定方法によって、1 日の平均濃度を求める。	月平均濃度	その月の日平均濃度の平均値を表示する。

2.8.3 環境因子の測定機器及び管理

環境因子の測定に用いる機器の一部を写真 7 示す。また、環境因子の測定機器の管理は表 32 による。

表 32 環境因子の測定機器及び管理

区分	測定機器	測定機器の管理
気象因子	測定する機器は、気象業務法(昭和 27 年法律第 165 号)に基づく気象測器検定規則(昭和 27 年運輸省令第 102 号)に適合するものを用いる。ただし、結露時間など気象業務法に規定のない気象因子の測定は、正確に測定できる機器を用いる。	測定に用いる測定機器類は、気象業務法に基づく気象測器検定規則に適合するように管理する。
大気汚染因子	測定する機器は、日本工業規格(JIS)及び国際規格(ISO、IEC など)に規定されている場合は、それに従う。規定がない場合は、大気汚染因子の成分、濃度などが正確に測定できる機器を用いる。	測定に用いる測定機器類は、測定値の信頼性を維持するため、定期的に校正・検定を行い、その精度を適切に管理する。



気温計、相対湿度計



日照時間計



全天日射計



紫外線計



雨量計



ぬれ時間計

写真7 環境因子の測定機器



風向・風速計



ブラックパネル・ホワイトパネル温度計



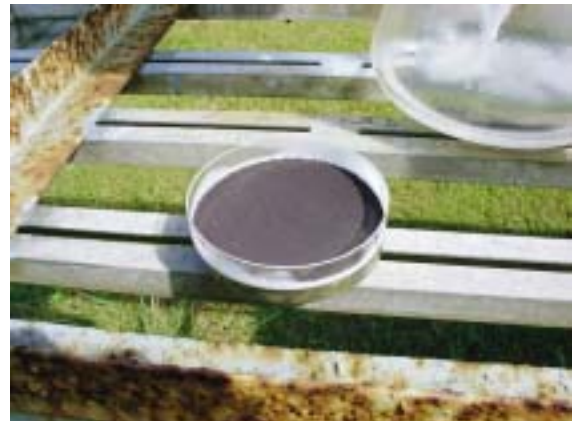
海塩粒子付着量
(ドライガーゼ法)



海塩粒子付着量
(ウェットキャンドル法)



硫黄酸化物付着量
(二酸化鉛円筒法)



硫黄酸化物付着量
(二酸化鉛プレート法)

写真7 環境因子の計測機器 (続き)

2.9 評価試験における一般的な要求事項

暴露試験によって評価試験を行う一般的な要求事項は、表 33 による。

表 33 評価試験を行う一般的な要求事項

項目	要求内容
初期値の測定	1) 初期値を測定する前に、必要に応じて、日本工業規格（JIS）又は国際規格（ISO、IEC など）に規定されている方法で試料の状態調節を行う。
	2) 測定によって試料の損傷、破壊など暴露試験に影響を及ぼさないと想定される場合は、暴露試験用の試料を用いて初期値を測定する。
	3) 測定によって試料の損傷、破壊など暴露試験に影響を及ぼすと想定される場合は、初期値測定用の試料を用いて測定する。
暴露試験の開始後及び終了後の評価試験	1) 試料の外観に関する経時変化を常時又は一定期間ごとに観察する場合は、その観察結果を記録する。また、必要に応じて映像などに記録する。
	2) 所定の暴露試験期間に達した試料を、暴露架台又は試料保持枠上で評価試験する場合は、天候などによる支障がない限り、所定の暴露試験期間に相当する月日に行う。
	3) 所定の暴露試験期間及び暴露試験終了した試料は、暴露試験装置から試料を取り外した後、必要に応じて、試料に関する日本工業規格又は国際規格（ISO、IEC など）に規定されている方法で前処理及び状態調節を行い、可能な限り早い時期に評価試験を行う。
評価試験の方法	1) 評価試験を行う前に、試料に関する日本工業規格又は国際規格（ISO、IEC など）に規定されている方法で状態調節を行う。
	2) 評価試験の項目は、暴露試験の目的及び試料の種類によって定める。
	3) 評価試験結果の評価方法は、初期値に対する変化率、保持率などの試料の性質及び性能の変化を正しくとらえられることができるように定める。
	4) 試験結果の再現性を得るため、できる限り同じ試験装置を用いて規定の方法で評価試験を行う。この場合、同一の試験員が担当することが望ましい。
	5) 評価試験に異常な結果が観察された場合は、その状況を詳細に記録する。

2.10 記録

記録する事項を表 34 に示す。ただし、必要のない項目は、省略してもよい。

表 34 記録する事項

No.	内 容
1	試料の名称及び数量
2	試料の形状、寸法及び数量
3	暴露試験を行う前の試料の前処理方法
4	暴露試験場の所在地及び緯度・経度・標高 また、環境区分を明記することが望ましい
5	暴露試験方法の種類
6	試料面の方位及び角度
7	暴露試験期間(暴露開始日及び暴露終了日)
8	暴露試験の結果
9	暴露試験場の環境因子の測定結果 ⁽¹⁷⁾ ⁽¹⁸⁾
10	暴露試験を途中で中止又は中断した場合は、その期間、理由及び処理
11	暴露試験期間中の暴風雨などの特記すべき事項

注⁽¹⁷⁾ 環境因子の測定方法に明確な規定がない場合には、測定方法を明記する。

注⁽¹⁸⁾ 気象官署の観測資料を環境因子の測定値として用いた場合は、その入手先及び気象官署と暴露試験場との距離などの位置関係を明記する。

3. 暴露試験の手順

暴露試験によって耐候性を評価する手順は、対象とする試料の選定、評価内容を明らかにした暴露試験計画を立てることが基本となり、その手順の流れを表 35 に示す。

また、暴露架台に取り付けた試料の配置図（暴露状況写真を含む）及び関連事項を記入した暴露台帳を作成し、試料の詳細を含めた内容を記録に残し、長期間の管理を考慮して計画することが重要である。

一例として、暴露台帳の記入例を、表 36 に示す。

表 35 暴露試験の手順

手順	項目	項目の内容	例
1	試料	①対象とした試料の種類 ②試料の形状及び大きさ ③試料の数量 ④その他	3種類 100×200×2mm 3種類×3枚×5水準・計45枚
2	暴露試験方法	①規格等で規定されている方法 ②実際に使用されている状態 ③その他	直接暴露試験 南面45度
3	暴露試験場	①規格等で規定されている場所 ②目的とした環境条件を備えた場所 ③その他	宮古島
4	暴露試験の開始時期	①規格等で規定されている時期 ②4月又は10月 ③その他	4月開始
5	暴露試験期間	①規格等で規定されている期間 ②耐用年数が定められた期間 ③保証期間が定められた期間 ④その他	5年間
6	暴露水準	①規格等で規定されている水準 ②その他	5水準（1、2、3、4、5年毎） 1水準のサンプリング試料数 3種類×3枚・計9枚
7	評価項目及び測定方法	①規格等で規定されている項目及び方法 ②目的とした項目及び方法 ③その他	水準毎に、色差及び光沢度測定

備考(1) 暴露試験期間の途中で評価試験する場合の試料の取扱いとして、次の3方法がある。

- ①同一試料を追跡する方法（評価後に再び暴露）
- ②暴露水準分の試料を用意する方法（1、2、… 5年用試料として用意）
- ③大きな試験体（製品）から切出す方法

(2) 耐候性を評価する場合、初期値が基準となるため、初期値を測定するための試料の取扱いには注意が必要である。

(3) 評価試験する試料の洗浄等については、洗浄方法を含めて注意する必要がある。

(4) 試料は、暴露試験と比較するため室内に保管する比較用試料と予備用試料（暴露試験用及び暴露試験をしない）とを用意することを推奨する。

(5) 評価試験の項目及び方法（試料の測定箇所を含む）は、記録に残すことが重要である。

表 36 暴露台帳の記入例

暴露試験場	宮古島	評価項目	色差 (ΔE^*ab) 光沢度 $G_s (60^\circ)$ 注) 洗浄後に評価
	住所：沖縄県宮古島市 上野字宮国 1342 北緯 $24^\circ 44'$ 東経 $125^\circ 20'$		
暴露架台の番号	A 0 1 5	サンプリング・測定時期	
暴露試験方法	直接暴露試験	1年	2006年3月31日
試料取り付け角度	南面 45度	3年	2008年3月31日
暴露試験期間	10年	5年	2010年3月31日
暴露試験の開始日	2005年4月1日	7年	2012年3月31日
暴露試験の終了日	2015年3月31日	10年	2015年3月31日

試料取り付け配置図

試料の名称：塗装板

試料の寸法：100×200×2mm

