

第2回 屋外曝露試験方法

2. 屋外曝露試験方法

耐候性試験の種類は大きく分けて屋外の自然環境にさらす屋外曝露試験と、実験室内で人工光源を使用して劣化を加速させる促進曝露試験（促進耐候性試験、実験室光源曝露試験などとも言います）があります。屋外に曝露する方法は用途、目的によっていくつかの方法があります。屋外曝露試験は時間がかかるため敬遠されがちですが、全ての促進曝露試験の基本となる試験ですので是非行って欲しい試験です。

2.1 直接曝露試験

この試験は屋外の環境に直接曝露する方法で最も一般的な方法ですが、高分子系の材料では太陽からの紫外線が最も大きな劣化要因ですので、これを多く受ける角度に曝露することが規格で決められていて、曝露する場所の緯度角、または、緯度マイナス5～10度などにします。日本の東京近辺では30度、沖縄では20度、北海道では45度が多く、また、アメリカのフロリダ州マイアミでは26度、アリゾナ州フェニックスでは34度があります。また、用途によって垂直や水平でも行うことができます。図1に直接曝露試験の例を示します。



図1 マイアミでの45度曝露試験

通常の曝露試験は試料の裏側には何もない状態で自由に風が流通するようになっていますが、屋根材や壁材などの建築材料では試料の裏側に断熱材を置く場合があります。これは裏あて曝露と言われていて、裏あて材には約10mmの合板や発泡材などを使用します。裏あてのある場合は試料の表面温度が上昇する効果があります。

地表からの距離は地表から蒸発する水分の影響や降雨のはね返りを防ぐため最低限50cm以上とすることが多くの規格で決められています。地表面は曝露する地域の気候を代表できるように温帯や亜熱帯地域では芝でおおわれていること、砂漠気候では砂利が標準的で

す。

屋外曝露試験を行う場所は材料・製品が使用される地域で行うことが重要ですが、世界中のすべての地域で曝露試験を行うことは不可能です。そのため主要な劣化因子の豊富な材料にとって過酷な環境の地域が選定されることが多くなります。米国アトラス社はフロリダ州マイアミとアリゾナ州フェニックスに曝露場があり、マイアミは亜熱帯気候の湿度の高い環境で試験片の濡れている時間が長くまた紫外線も豊富な場所、フェニックスは乾燥した砂漠気候で豊富な紫外線量と高い気温の気候です。どちらの地域も世界的に曝露試験の基準として認められている場所で、この場所で曝露試験を行った結果は世界中に通用するメリットがあります。アトラス社は曝露試験機関として、また、耐候性試験装置の製造メーカーとして世界で最も規模が大きく、弊社はこのアトラス社における曝露試験の日本総代理店を務めています。

2.2 アンダーグラス曝露試験（窓ガラス越し曝露とも言います）

アンダーグラス曝露試験は窓ガラスを通した太陽光に対する耐久性を試験するもので、自動車内や家屋内で使用される材料・製品を対象とした試験方法です。使用されるガラスは自動車用や建築用窓ガラスです。通常は試料の裏側は何もない空間ですが、自動車内を模擬するため前面がガラスで密閉型の箱の中に曝露することがあります。図2にアンダーグラス曝露の例を示します。自動車の計器盤やドアパネルのような車内の高温環境を模擬するIP/DP (Instrument Panel/Door Panel) Box 曝露という方法もあります。図3にIP/DP試験の例を示します。



図2 アンダーグラス曝露試験の例（密閉型） 図3 IP/DP試験の例

2.3 太陽追跡集光型曝露試験（以下、EMMAQUA といいます。）

EMMAQUAのEMMAはEquatorial Mount with Mirrorsの略で太陽を追跡しながら集光する装置でQUAはスプレーする水を意味しています。我々は「エマカ」と呼んでいます。図4と図5にEMMAQUA試験の例を示します。この試験は屋外で行う加速曝露試験で、太陽を追跡しながら光を鏡で集光して試料に照射することで紫外線による劣化を加

速できる試験方法です。この方法は太陽が光源ですから日照時間が長く（年間で 3,000 時間以上）、太陽光線が大気中の水分で散乱されない湿度の低い場所で行うことで効率的な試験が行え、アリゾナ州フェニックスはこのような条件を満たす場所です。

試験条件としては水の定期的なスプレーの有無とスプレーの時間で決められています。また、EMMAQUA 試験は鏡で集光しますので試料の温度が上昇します。そこで、アトラス社ではブロアーによる空冷によって試料温度を下げるようにしており、その温度は通常の曝露試験による黒色板（ブラックパネル）温度よりも +5~10℃程度に抑えるようにしています。屋外曝露試験に対する紫外線量の割合は年間を通した紫外線量と比較するとおよそ 5 倍となります。

また、最近のイノベーションにより太陽スペクトルの長波長の可視部分と赤外部分の反射率を減衰させながら、紫外と近可視波長範囲で非常に高い反射率を持つ特許取得済みの「クールミラー」によって、より低いサンプル温度を実現する「低温 EMMAQUA」、さらには、このクールミラーを 20 枚使用して加速倍率を 10~12 倍にした「UA (Ultra-Accelerated) - EMMAQUA」という新しい技術もあります。図 6 と図 7 にそれぞれの状況を示します。



図 4 EMMAQUA 装置



図 5 試験片の取付け状況



図 6 低温 EMMAQUA 装置



図 7 UA - EMMAQUA 装置

2.4 開始時期と期間、試験片の数量

曝露期間が1年未満の場合は曝露試験を開始する時期によって曝露後の変化に影響を受けます。春開始の場合はこれから気温が高くなり紫外線が強くなる時期に開始すると劣化速度や劣化の程度が大きくなります。1年以上の曝露期間の場合は気象条件が平均化されていくため開始時期の影響はそれほど大きくありません。

期間の長さは試験する材料の予想される劣化の程度や曝露場所の環境条件などを考慮して決められますが、時系列的变化を追跡できるよう3、6、12、24、36、60ヵ月…などと劣化の兆候を判断するために暴露初期に細かな間隔にすることが多く、途中の試験結果によっては短縮したり延長したりすることも可能です。

試料の数は初期保存用+期間数×繰り返し数になりますが、初期保存用は曝露後の試料の外観変化などを評価する際に必要です。また、曝露後の試料も保存しておくことと後々の参考になりますので、もし機械的特性の測定などで曝露後の試料を破壊するような場合は繰り返す数に保存用の試料も加えておくことを推奨します。

また、曝露期間は曝露期間中の受光量によって決められる場合もあります。EMMAQUA試験の場合は曝露期間を受光量によって決めることが一般的ですが、前述したように開始時期によって目標とする紫外線量に到達する時間が異なるので試験に要するコストが異なるということがあります。

2.5 劣化因子の計測

2.5.1 紫外線量の測定

プラスチックの最大の劣化要因は紫外線ですので試料が曝露期間中に受けた紫外線量を劣化に大きな影響を与える指標として使用します。しかし、前述したように計測する範囲が標準化されていません。日本でよく使用されている紫外線計は300~400nmまたは315~400nmの範囲を、米国では295~385nmの範囲を計測する紫外線計が使用されています。日本国内の紫外線計は短波長部の計測範囲が異なり、米国で使用されている紫外線計は長波長部の計測範囲が異なります。太陽光線の分光分布は295nm付近からピークがある450~500nm付近まで円弧を描くように立ち上がり以後は緩やかに低下していきます。したがって、300nm付近の紫外線量は計測範囲が違っててもそれほど大きな差にはならないのですが(波長に反比例するエネルギー量とは異なるので注意)、385~400nmの領域は大きな分布を持っているのでこの範囲の違いは計測値に大きな差をもたらします。したがって、この範囲を計測していない米国の紫外線計は日本国内で使用している紫外線計よりも30%程度少ない値を示します。この紫外線計の違いは米国で曝露試験を行う際に注意が必要です。例えば東京の1年間の紫外線量と同じ紫外線量になるまで曝露をしたいという時に東京の紫外線量が1年間で $300\text{MJ}/\text{m}^2$ (300~400nm)だったとするとこの値に相当するには米国の紫外線計では $300 \div 1.3 = 230\text{MJ}/\text{m}^2$ (295~385nm)になります。あるいは、マイアミに1年曝露した時の紫外線量が $320\text{MJ}/\text{m}^2$ だったとするとその紫外線量を日本の紫外線計(300~400nm)に換算すると $320 \times 1.3 = 416\text{MJ}/\text{m}^2$ になります。ちょっとややこし

いですが紫外線量を見るときは波長範囲を確認することを忘れないでください。

2.5.2 ブラックパネル温度

試料の温度は紫外線による反応を加速する効果があるので重要な指標ですが、曝露するすべての試料の温度を計測することは現実的ではありません。そこで、黒く塗装したステンレス板の温度が試料温度の指標として使用されています。これはブラックパネル温度と言われていて屋外曝露した試料の温度の指標になるのはもちろんですが、促進曝露試験でもブラックパネル温度が試験条件の指標として使用されています。また、促進曝露試験の分野ではブラックスタンダード温度計と言って黒いステンレス板の裏に断熱材を接着した温度計も使用されていてこちらの温度計のほうがプラスチックに近いとも言われています。しかし、屋外曝露試験ではブラックパネル温度計の使用がほとんどです。

◆お問い合わせ◆

豊通ケミプラス株式会社

自動車資材本部 技術サービス部 技術開発グループ

TEL :052-558-4621

mail : weather@toyotsu-chemiplas.com