

相関性に関するQ&A

促進耐候性に関するよくあるご質問についてご紹介します

by Douglas M. Grossman

Q. Q-SUNキセノン試験機またはQUV試験機耐候性試験機における何時間が屋外暴露の1年間になりますか？

これはシンプルな質問ですが、残念ながら簡単に回答することはできません。屋外暴露年数を計算するために試験機の暴露時間数に乗ることができる数値を1つだけ回答することは理論的に不可能です。この問題は、まだ完璧な耐候性試験機が開発されていないということではありません。どんなに精巧で高価な耐候性試験機を製作しても、特別な意味を持つ数字は依然見つけれられません。最大の問題は、屋外暴露状況につきものの、変動性と複雑性にあります。試験機暴露と屋外暴露の関係は、以下をはじめとする多くの変数に依存しています。

1. 暴露場所の地理的緯度（赤道に近ければ近いほど、紫外線（UV）が多くなります）。
2. 高度（高ければ高いほど紫外線（UV）が多くなります）。
3. 試験試料を乾燥させる風や結露を促進する水域までの距離が近いことなど、地域の地理的特徴。
4. 同一場所において連続する年に2倍ほども劣化が変動する可能性のある、年々ランダムに変動する天候。



QUV 試験機は、世界で最も広く使用されている耐候性試験機です。

5. 季節的変動（冬季暴露は、夏季暴露のわずか7分の1程度の厳しさに過ぎないことがあります）。
6. 料の方位（南面5° vs 北面90°）。
7. 試料の断熱性（断熱性の裏板を備えた屋外試料は、非断熱性の試料よりも50%ほど速く劣化します）。

8. 試験機の運用サイクル（照射時間と濡れ時間）
9. 試験機の動作温度（高温であればあるほど劣化が速くなります）。
10. 試験対象となる特定の素材。
11. 試験所の光源のスペクトル分布（SPD）。

明らかに、促進耐候性試験時間数と屋外暴露月数との間の換算係数について論議することは論理的に無意味です。一方は一定条件ですが、もう一方は変動します。換算係数を求めるには、データをその妥当性の限界を超える必要があります。

つまるところ、耐候性試験データは比較データであるということです。

しかしながら、促進耐候性試験機からは依然優れた耐久性データを取得できます。試験機で試験を行うときに、2つの試験片（似通った組成）を比較してどちらが優れているかを知ることができます。ただし、取得するデータはあくまで比較データであって絶対データではないことを理解してください。

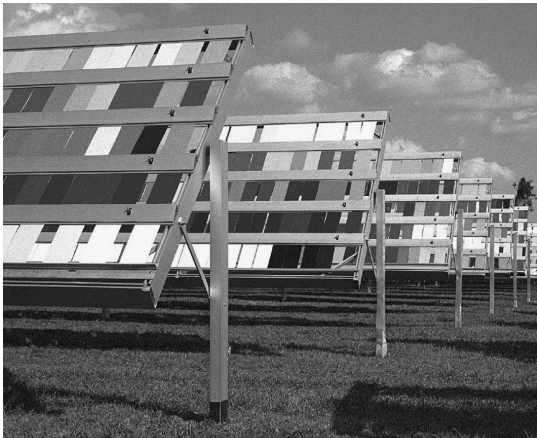
実験室での耐候性試験から最大限求められることは、他の素材と比較した場合の特定素材の耐久性の相対的な順位付けに関する信頼できる指標です。実際、フロリダの暴露試験についても同じことが言えます。南面5°における屋外の「ブラックボックス」暴露での1年間と、家や車における1年間とどのように比較できるかは誰もわかりません。屋外試験でさえ、実際の耐用寿命の相対的な指標を提供するに過ぎないのです。



Q-SUNのフルスペクトルキセノンアークランプは、UV、可視光、および赤外線を放射します。

しかし、比較データは非常に強力なものになる可能性があります。例えば、配合を少し変更するだけで、基準の素材に比べて2倍以上の耐久性があることがわかります。あるいは、見た目には同一の素材を提供するサプライヤの中には、一部のものが非常に速く劣化する、ほとんどが中程度の期間で劣化する、いくつかは長期暴露後にやっと劣化することに気付くかもしれません。あるいは、そんなに高価でない配合が、ほぼ5年間にわたる実際の使用で合格性能を発揮してきた標準的な素材と同等の耐久性を持つことが分かるかもしれません。

比較データの有効性が証明された良い例を以下にご紹介しましょう。あるコーティング製造業者が新しいタ



多くの試験所では、Q-SUNまたはQUV試験機時間数を暴露時間数に変換するための独自の「経験則」の開発に成功しています。

イブのクリアコーティングを開発していました。当初のQUV試験では、200時間から400時間の期間で深刻な亀裂が発生しました。これは、同じ目的で使用される従来のコーティングよりもはるかに短期間で劣化しました。しかし、3年間の継続的な再配合とQUV試験機による再試験後、コーティングは改良され、様々な配合がQUV試験機において2,000時間から4,000時間の耐久性を示すようになりました。従来のコーティングよりもはるかに優れています。フロリダで並行して実施された屋外暴露試験では、上記と同様に10倍の耐久性の向上を示しました。

もしコーティング研究者が配合の変更に取り掛からずにフロリダのデータを待っていたならば、彼らはまだ再配合の初期段階にあり、このコーティングは現在のように商業的な成功を収めていなかったでしょう。

一方、「経験則（おおまかなやり方）」に基づいた換算係数を引き続き主張するのであれば、実験に基づいてそれを見つけてください。どのような材料にも当てはまる普遍的な換算係数を得るのは不可能ですが、多くの試験所が、Q-SUNまたはQUV試験時間数を屋外暴露時間数に変換するための独自の「経験則」の開発に成功しています。しかしながら、これらの経験

則は、試験所独自の促進試験と独自の屋外暴露の実験的比較から導き出されたものであることを忘れないでください。さらに、経験則的な換算は次の場合にのみ有効です。

1. 試験体が特定の素材。
2. 試験所の試験機での時間サイクルと温度の特定の組み合わせ。
3. 特定の屋外暴露場所と試料取り付け手順。

手持ちの素材について屋外暴露試験経験がある場合には、独自の経験則を導き出すのに数か月以上かかることはありません。手持ちの独自の素材について経験がない場合には、屋外で実際に使用されたことのある競合素材（同等素材）を使用できるかもしれません。

順位相関

加えて、「相関性」とは「順位相関」という意味であることを覚えておくことが重要です。

「促進試験機は屋外暴露とどんな相関性を持っていますか？」と誰かが質問したとき、その質問者が本来質問すべきことは「促進試験機における各素材の耐久性の順位付けは、屋外暴露での各素材の順位付けとどれくらいよく相似していますか？」ということです。順位相関を測定するには、スピアマン(Spearman)の順位相関係数をお勧めします。これは、計算が簡単で、線形相関尺度に求められるデータについての強い仮定の類を必要としない統計的尺度です。27種の自動車用コーティングのQUV試験機およびフロリダでの耐久性の順位付けの研究で、QUV試験機順位付けとフロリダ順位付けとの間に最大.89の順位相関が得られました。フロリダにおける異なる暴露間の順位相関は0.88~0.95でした。言い換えれば、QUV試験機は、フロリダ自体が再現できるレベルとほぼ同じレベルで、フロリダの順位付けを再現することができます。

Q. Q-SUNおよびQUV試験機は、どれくらいのラングレー (Langleys)、ジュール (J) またはワット (W/m²) を発生しますか？

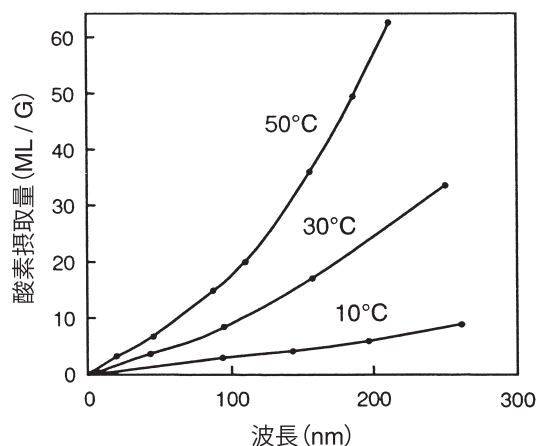
この質問は単刀直入に聞こえますが、いくつかの誤った仮定に基づいています。一般的に、この質問者は、試験機の光出力量(ラングレー、ジュール、またはワット/平方メートルで表される)を取り上げて、それを屋外太陽光の強度で割り算して、促進試験機での暴露時間数を屋外暴露での年数に変換するための特別な意味を持つ数字を導き出す意図をもっています。残念ながら、そのような計算を行う数学的に有効な方法はありませぬ。なぜならば、促進耐候性試験の大部分の基本原則に相反するからです。(言うまでもなく、定義により、ラングレーという単位は太陽光のみに使用するもので、その他の光源には使用しません。) そのような計算の結果は、良くて意味をなさないものであり、最悪の場合、完全に誤った方向に導くおそれがあります。

そのような計算が無効である理由の1つは、波長の影響を無視していることです。光分解の量を決定するのは、ジュール単位による総露光量ではなく、それらのジュールがどのように波長に対して分布しているかということです。例えば、UV光(短波長)の1ジュールが、試験している素材によっては、可視光または赤外線(長波長)の1ジュールよりも大きな損傷を与える可能性があります。

さらに、太陽光の紫外線量はかなり変動するので、試料の耐候性に多大な影響を及ぼす可能性があります。ラングレーとジュールは、季節ごと、日ごと、そして、実際には毎時間ごとに発生する太陽紫外線の大幅な変動を反映することができません。この理由で、多くの研究により、試料が同一ラングレー分暴露されるようにして、連続して行なった屋外暴露では、発生する損傷量に7倍もの偏差があることが示されています。

言い換えれば、ラングレーはあまりにも一貫性がないので、屋外暴露の基準指標として使用することはできません。よって結論は明らかです: ラングレーには有

温度がポリエチレンの分解速度に及ぼす影響



温度は、光分解の速度に大きな影響を及ぼします。

効な用途があるかもしれませんが、試験機による耐候性試験では決してそうではありません。

紫外線の中で、一般に波長が短い紫外線ほど耐久性のある材料の劣化をより速く引き起こすので、「UVラングレー」や「UVジュール」などの総紫外線量(TUV)の測定であっても、誤解を招く可能性があります。

促進耐候性試験機を評価するためにラングレー、ジュール、またはTUVを使用することから起こり得る間違った結論の一例を以下にご紹介します。QUV試験機は2種類のランプを使用できます。波長340 nmでピーク発光するUV-Aランプ、または313 nmでピーク発光するUV-Bランプです。UV-Aランプは、UV-Bランプよりも高いジュール(およびより高いUVジュール)を発生します。したがって、UV-Aランプの方がより速い劣化を引き起こすと推論するのが妥当ではありませんか? 常にそうであるとは限りませぬ。多くの素材は、UV-Aランプを用いた方がより遅く劣化します。これはUV-Aランプが発生するUVがより長波長のUVであるからです。Q-SUN試験機では、使用されるフィルターに応じてこれらの同じ偏差が見られます。

Q-SUNまたはQUV試験機の光の強度を太陽光と比較できないもう一つの理由は、このような手順では湿潤の影響が完全に無視されているためです。多くの素材にとって降雨や露の影響は太陽光の影響よりも重要であると我々は見ています。UVに起因する変化と考えられる光沢の損失や変色と似た現象へさえもよく当てはまります。湿潤を考慮に入れなければ、特別な意味を持つ換算係数を考え出すことはおそくできません。

最後に、光の強度に基づく変換計算は、温度の影響を無視しているため、無効になります。促進試験機では広範囲の温度を選択することが可能であり、また屋外暴露では温度が広範囲に及びます。温度は、光分解の速度に大きな影響を及ぼします。いくつかの事例では、促進試験機の試験温度が10°C上昇すると劣化速度が2倍になることが確認されています。

詳細については、Q-Lab社の技術情報LU-8030「試験機および屋外暴露試験の時間決定にジュールを使用することにより引き起こる誤差」をご参照ください。

Q. QUV試験機での時間数とキセノン試験機での時間数の換算係数はどうなりますか？

これは、単純な答えが得られない別のシンプルな質問です。スペクトル曲線の形状は、試験機のタイプごとに異なります。したがって、光分解力の比を計算するための数学的に有効な手順はありません。さらに、キセノン試験機では様々なフィルターを使用できるため、QUV試験機との比較がさらに難しくなります。

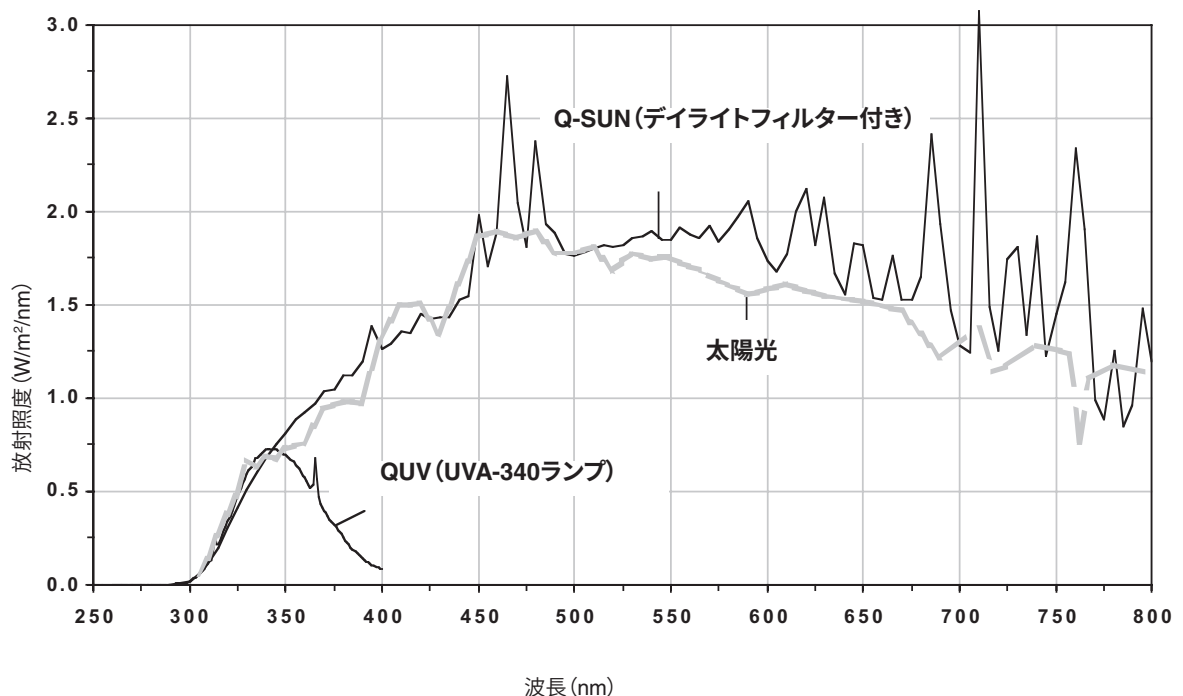
同様に、これらの試験機のいずれかをカーボンアーク試験機と比較することは困難です。繰り返しますが、スペクトル曲線が異なります。結果は、使用するフィルター、並びに使用するカーボンアークの種類（「サンシャインカ

ーボン」vs「密閉型カーボン」）によって異なる場合があります。

さらに、試験機は根本的に異なる湿潤メカニズムを使用します。

最後に、促進耐候性試験は素材に依存します。可視光および長波長UVに対して脆弱な素材は、通常キセノン試験機では非常に速く劣化します。しかし、短波長のUVに対して脆弱な素材は、QUV試験機では非常に速く劣化します。

Q-SUN（デイトライトフィルター付き）および QUV試験機（UVA-340ランプ付き）vs太陽光



QUVおよびQ-SUN試験機の両方の光スペクトルは、太陽光スペクトルと一致していますが、QUV試験機の紫外線蛍光ランプは紫外線 (UV) のみを放射し、Q-SUN試験機のキセノンアークランプはUV、可視光、および赤外線を放射します。



For sales, technical, or repair support, please visit:
Q-Lab.com/support

Westlake, Ohio USA • Homestead, Florida USA • Buckeye, Arizona USA
Bolton, England • Saarbrücken, Germany • Shanghai, China