

促進耐候(光)性試験の歴史と発展(18)

前号より続く

須賀茂雄
木村哲也

(9)空冷式キセノンアークランプを使用した試験機

空冷式キセノンアークランプを光源とする促進耐候(光)性試験機には、①ランプを水冷式キセノンアークランプと同じように垂直に設置し、その周りを試料回転枠が自動で回転する方式と、②ランプを水平に設置し、その下方に固定のテーブル式試料台を有する方式がある。

垂直型試料回転枠を有する試験機XA25型は、光源に空冷式キセノンアークランプ2.5kWを用いランプ冷却を空冷で行う促進耐候(光)性試験機で、ランプ冷却に水を使用しないので、冷却水の準備や冷却水冷却用のクーリングタワーの設備配管工事が必要ないため、耐光性の試験が比較的容易に行えるため、繊維関係をはじめ一般家庭用品の製品等の試験を対象に、各地の試験所や生産会社の試験室・開発室に設置されている。空冷式2.5kWのランプハウスの構造は、テクニカルニュースNo. 224(14)の図10に記載したように、水冷式キセノンアークランプに比較して大型になり、インナーフィルタ・アウターフィルタともに#275フィルタを使用することが多く、その分光放射照度分布は、水冷式キセノンアークランプの#275/#275のフィルタの組み合わせと紫外・可視部はほとんど同じであるが、赤外部の放射照度は水による吸収がないため若干多めになり、試験槽内の温度が上がる傾向がある。

テーブルサンと呼ばれる卓上型試験機XT750型(750Wランプ)、XT1500型(1.5kWランプ)は、医療品・紙・化粧品・薬品・食品・文房具など日常身の回りで使用される小型製品の耐光性試験機である。250mm角のテーブル型試料台上に試験片を並べキセノンアークランプを点灯するだけという操作容易な汎用機で、全体の写真を写真9に、光学系構造図を図44に示す。ランプからの光を有効に利用しかつ試料台上を均一に照射する高輝度アルミニウムミラーがランプ上部に備えられキセノンアークランプのエネルギーを試験片台上に集光し、放射照度分布はキセノンアークランプと試験槽の試料台を仕切るフィルタ(#275又は#320)により、試験目的により選択される。



写真9. テーブルサン(XT750型)

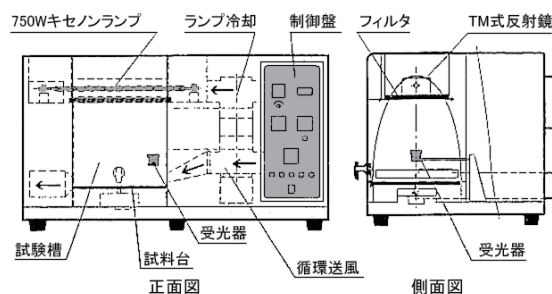


図44 テーブルサンの光学系構造図

(10)分光老化試験機

これまでに紹介してきた促進耐候(光)性試験機は、試験片に光源の全波長の光を同時に照射する試験機であるが、照射する光を分光し単色光にして試験片へ照射する試験機が分光老化試験機SPX型である。一般に試験材料には固有の吸収波長があり、吸収したエネルギーがその物質分子に作用して変化を起こす。ポリマーの紫外線劣化では、紫外線により遊離ラジカルが生成すると引き続いて酸素によって自動酸化反応が進行し劣化が促進される。ポリマーの最大吸収波長の一例を表9-1に示す。一般に紫外部のエネルギーはテクニカルニュースNo. 212(2)の図4. エネルギーと振動数・波長の関係に示したように波長が短いほどそのエネルギーは大きくなるので、紫外部にある吸収波長が最大吸収波長になることが多いが、顔料の中には可視部にあるものもある。その一例を表9-2に示す。

表9-1 ポリマーの吸収波長の一例¹⁾

ポリマー	吸収波長(nm)
ポリエステル(各種配合)	325
ポリスチレン	318
ポリプロピレン	310
塩ビ、酢酸ビニルコポリマー	322～364
ポリ塩化ビニル	310
ポリカーボネイト	295
ポリエチレン	300
ホルムアルデヒド樹脂	300～320
硝酸セルロース	310
ポリメチルメタクリレート	290～315

表9-2 顔料(プラスチックに用いるもの)の吸収波長の一例¹⁾

樹脂名	顔料	吸収波長(nm)
メタクリル	Blue	560～600 (380nm 以下もある)
	Yellow	420 以下紫外部まで
	Red	540 以下紫外部まで
軟質 PVC	Blue	580～700 (400nm 以下もある)
	Yellow	480 以下紫外部まで
	Red	560 以下紫外部まで

紫外線劣化を防止する方法としては、紫外線吸収剤、光安定剤、光遮蔽剤を使用する方法があり、屋外・屋内の光に曝される物質の品質を保持するためあらゆる分野で使用されている。分光老化試験機SPX型は物質の劣化波長を短時間に検出することの出来る試験機で、反射鏡内蔵型キセノンアークランプ(300W)を使用し、回折格子で分光し、試験片に波長別に連続照射することが可能で、図45にその光学系の構造を示す。キセノンショートアークランプの光はランプ内の反射鏡でスリットに集光され、平面鏡－凹面鏡－回折格子－凹面鏡の順で単色光に分光されて試験片に照射される。照射波長域は、220～520nm、400～700nmの切り替え式で、紫外部・可視部の波長域に対応できる構造になっている。赤色とベージュのポリアセタール樹脂板をスリット幅1mm、分解能5nm/mm、ランプ放電電流35Aで100時間照射した結果を写真10、11に示す。赤色の試料は250nm近辺、290～350nmにかけて変退色及びチョーキングが発生し、250～370nmにかけてクラックが発生している。ベージュの試料は250～350nmにかけて変退色及びチョーキングが発生し、420nmまでクラックの発生が見られる。未照射部と照射後の各波長部の色差 ΔE^*ab をスガ試験機製微小面分光測色計SC-50 μ

型を用いて測定面積 ϕ 0.8mmで、1mm間隔で色の測定を行い、色差 ΔE^*ab を求めた。その各波長に対する色差 ΔE^*ab のグラフを図46、47に示す。表面のチョーキング・クラックの変化が大きい波長域での色変化が大きい傾向は見られるが、表面の変化と色変化は必ずしも一致した結果にはならないので注意が必要である。又ポリアセタール(赤)について波長と色度点の変化(色味変化)を図48に示す。図のように、照射前の赤の領域(380～520nmの色度点)から、短い波長の紫外光を照射された試験片の点は、赤紫の領域に変化しているが、試験片の色度(色味)は各波長により異なり300～310nmの照射光により最も変化していることが分かる。同じポリアセタール樹脂でも劣化波長は異なるので注意が必要であるし、どの波長に対し弱いのかを見出すことは品質管理には極めて重要であり、劣化波長が分かれば光劣化に対する対策を最小限に行うことが可能である。

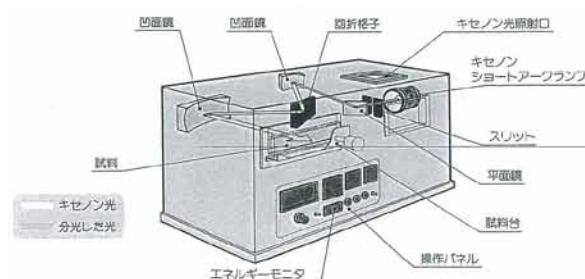


図45 分光老化試験機の光学系構造図

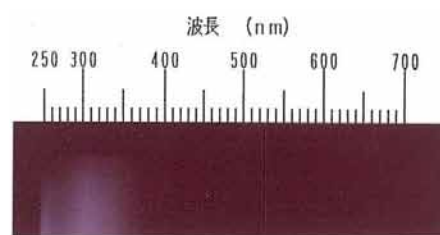


写真10. ポリアセタール板(赤)の100時間照射後



写真11. ポリアセタール板(ベージュ)の100時間照射後

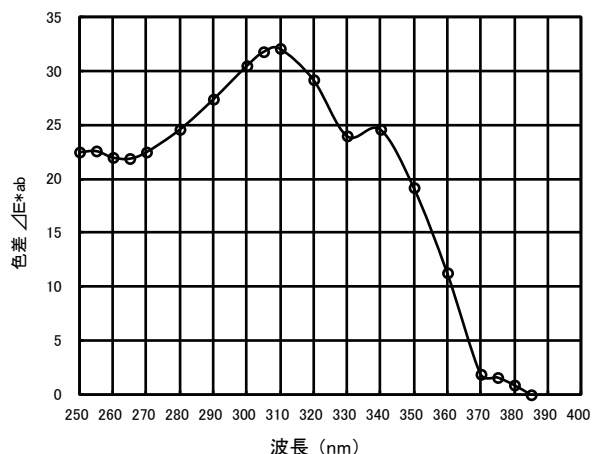


図46 ポリアセタール板(赤)の100時間照射後の波長と色差の関係

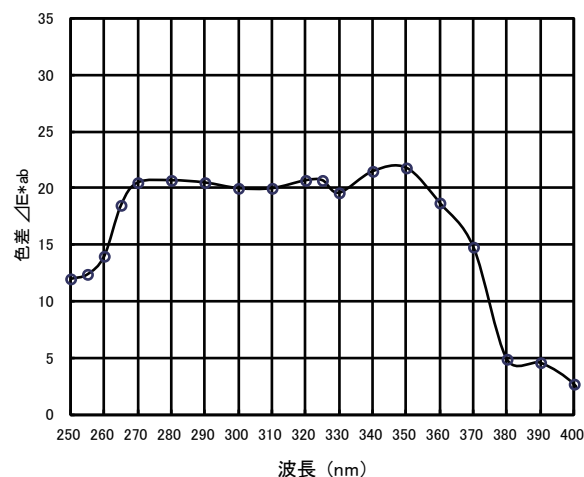


図47 ポリアセタール板(ベージュ)の100時間照射後の波長と色差の関係

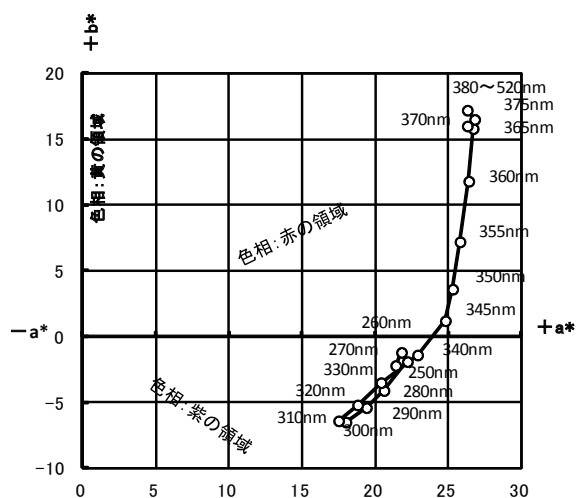


図48 ポリアセタール板(赤)の100時間照射後の波長と色度(色味)の関係

(11)キセノン促進耐候(光)性試験機の仕様

太陽の分光放射照度と近似しているキセノンアークランプを用いた促進耐候(光)性試験機は、現在多くの分野で使用されている。特に水冷7.5kWキセノンアークランプで、放射照度範囲を太陽の3倍、2倍、1倍で放射照射を制御可能な試験機がよく用いられている。スガ試験機では、キセノンアークランプを光源とする基本構成を基準化した促進耐候(光)性試験機を目標に、シリーズ化している。代表的な例として、冷凍機を用いて試験槽内の温湿度を制御する方式のスーパーキセノンウェザーメーターSX75型の外観を写真12に、構造図を図49に示す。また、冷凍機を使用せずに試験機設置場所の空気を取り入れ試験槽内の冷却を行う機種があり、放射照度が太陽の2倍までのキセノンウェザーメーターGX75CE型は、外気を導入して試験槽内の温度を制御するタイプでCEマーキングの規格もクリアし、省エネ運転可能で、従来の試験槽内温湿度範囲を広げた機種として開発され、海外のユーザーの品質管理に貢献している。太陽の3倍の放射照度で促進耐候性試験を行えるスーパーキセノンウェザーメーターSX75CE型もCEマーキング対応型で、海外のユーザー向けに広く使用されている。さらに、試験片が多い場合には光源に12kWキセノンアークランプを用いたスーパーキセノンウェザーメーターSX120型が品質管理・検査等の分野で広く社会に貢献している。

(12)その他のキセノン促進耐候(光)試験機

2槽独立型スーパーキセノンウェザーメーターSX2D-75型は、写真13に示すようにスーパーキセノンウェザーメーター型の試験槽を左右に備え、各々独立したスーパーキセノンウェザーメーターとして試験可能である。このシリーズとして、スーパーキセノンウェザーメーター型とサンシャインウェザーメーター型の試験槽を左右に備えた2槽独立型スーパーキセノン・サンシャインウェザーメーターSX-S80-2D型、スーパーキセノンウェザーメーター型とメタリングウェザーメーター型の試験槽を左右に備えた写真14に示すような2槽独立型キセノン・メタリングウェザーメーターSX-MV-2D型、サンシャインウェザーメーター型とメタリングウェザーメーター型の試験槽を左右に備えた2槽独立型サンシャイン・メタリングウェザーメーターS80-MV-2D型など左右の試験槽を自由に組み合わせて、各々試験条件を変えて試験を行うことが可能な2槽独立型

ウェザーメーターが最近使用されている。試験片の性質を異なる条件で行うことが同時に可能なので、短時間に試験片の比較試験が可能になった。各機種の仕様は各々の単独の機種に順じている。

その他、屋内外で使用される大型の製品・部品を自然現象を再現させて試験するため、光照射＋腐食促進試験を行う複合サイクル試験が多く行われている。試験条件としては、使用される環境に合わせて組合せて試験を行う。例えば①光照射試験、②降雨試験、③恒温恒湿試験、④低温試験、⑤塩水(酸性雨)噴霧試験、⑥乾燥試験、⑦ガス・オゾン試験等の条件である。写真15にその一例を、又その仕様を表10に示す。



写真12.スーパーキセノンウェザーメーター(SX75型)

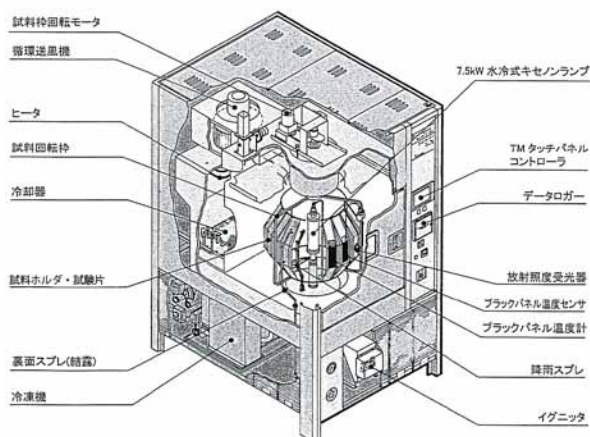


図49 スーパーキセノンウェザーメーター(SX75型)の構造図

【参考文献】

1) 三菱化学・プラスチックの実用強さと耐久性講座



写真13.2槽独立型スーパーキセノンウェザーメーター(SX2D-75型)



写真14.2槽独立型キセノン・メタリングウェザーメーター(SX-MV-2D型)



写真15.複合環境試験機(光＋腐食促進試験機)

表10 複合環境試験機の仕様の一例
(光照射＋腐食促進試験)

試験項目・温湿度範囲	①光照射試験	温度: RT+15~60±1°C 湿度: 30~60±5%rh(40°Cにおいて)
	②塩水噴霧試験	温度: 35±1°C
	③恒温恒湿試験	温度: 20~100±2°C 湿度: 95±5%rh(50°Cにおいて) 30±5%rh(60°Cにおいて)
	④低温試験	温度: -30~20°C
	⑤散水試験	水量: 120ℓ/h(ノズル 4ヶ) 10ℓ/h(ノズル 2ヶ)
	⑥乾燥試験	温度: 20~100±2°C 湿度: 30±5%rh(60°Cにおいて)
	⑦湿潤試験	温度: 20~100±2°C 湿度: 95±5%rh(50°Cにおいて)
	⑧外気導入試験	外気温湿度による
試験順序	①~⑧の単独試験又はサイクル試験 (①光照射試験+②塩水噴霧試験、①光照射試験+⑤散水試験、 ①光照射試験+⑤散水試験+⑧外気導入試験の同時組合せ試験も可能)	
試験槽内寸法	約幅 180×奥行 180×高さ 213cm	
本体寸法	約幅 440×奥行 226×高さ 289cm	