

促進耐候 (光) 性試験の歴史と発展 (10)

前号より続く

須賀 茂雄
木村 哲也

(3) サンシャインカーボンアークランプを光源とする促進耐候 (光) 性試験機

戦後の日本の産業発展を語る時、促進耐候性試験機におけるサンシャインカーボンウェザーメーターの役割は極めて多大である。日本の製品が海外に数多く輸出され、高い評価を得たのは、日本の製造業者が品質管理の点において、屋外暴露試験との相関性のあるサンシャインウェザーメーターを用いて、基礎的な耐久試験を行い、その品質向上に努めた結果である。

サンシャインカーボンアークは紫外線カーボンアークを発展させ、分光放射照度を太陽の紫外部の立ち上がりに近似させるように開発された (スガテクニカルニュース No.218 参照)。紫外線カーボンと同様に不純物を取り除いた中空の純カーボンの中心に発光材 (セリウム) を含む芯材を挿入し、その表面は銅めっきされている。一般的に、

カーボンは上下4対のペアで、4対の上下カーボンの内、接触している上下1対のみがアークを発生する。

その1対のカーボンが燃焼して上下のカーボンが短くなり放電を維持できなくなると、残りの3対中最初に接触した上下カーボンが次のアークを発生し、順次一対ずつアークの位置を変えながら、カーボンは4対で通常連続78時間アークを持続する。写真5にサンシャインカーボンアークのランプハウスを示す。4対のカーボンは8角形のランプハウスの中央の上下カーボンホルダに固定され、所定の硝子フィルタを挿入したフィルタ枠に囲まれている。ランプハウス内の熱とフィルタと枠の吸い込み口から吸い込まれる試験槽内の一部の空気は、ランプハウス天井の排気口から外部へ排出されているので、国際的には Open flame Carbon Arc Lamp (開放型カーボンアークランプ) と呼ばれる。JIS B 7753「サンシャインカーボンアーク灯式の耐光性試験機及び耐候性試験機」にその適用範囲・仕様等が規定されている。

試験片に照射されるサンシャインカーボンアークの分光放射照度は、ランプハウスのフィルタ枠に挿入するフィルタの分光透過率特性により異なるので、試験目的によって選択しなければならない。

JIS B 7753では、表9のA、B、Cの3種類のフィルタが記載されている。発展段階から、フィルタAを使用することが多く、屋外暴露との相関確認も数多くの文献がある。また、試験片面の放射照度についてもフィルタ種類ごとに、300～700nmの範囲で表10のように規定されている。

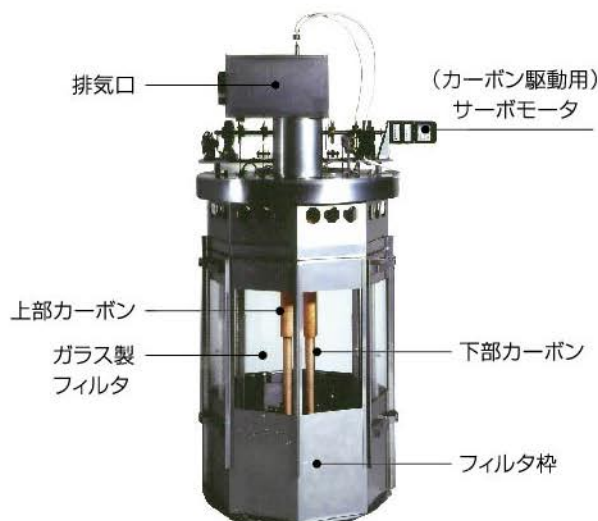


写真5. サンシャインカーボンアークのランプハウス

表9 ガラス製フィルタの仕様 (JIS B 7753)

種 類	A	B	C
形状・寸法	パネル形、縦302.5±2.0mm、横164±1.5mm、厚さ2.4±0.2mm		
使用前の分光透過率 (常温の場合)	255nm : 1% 以下 302nm : 71～86% 360nm以上 : 91% 以上	275nm : 2% 以下 320nm : 65～80% 400～700nm : 90% 以上	295nm : 1% 以下 320nm : 40% 以上 400～700nm : 90% 以上
膨張率	約 $5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$	約 $3 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$	約 $10 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$
全使用時間限度	2000時間		

最近促進耐候性試験機の光源について、国際的な統一の流れから、相対分光放射照度を用いて表示されることが多くなった。この書式にならった規格にJIS K 7350-4「プラスチック—実験室光源による暴露試験方法—第4部：オープンフレームカーボンアークランプ」(ISO 4892-4)がある。表11のように実験室光源としては、①デライトフィルタ(タイプ1)②窓ガラスフィルタ(タイプ2)③紫外拡張フィルタ(タイプ3)の3種類のフィルタを通したアークランプの紫外部の相対分光放射照度が記載されている。従来から多く用いられているフィルタAはこの規格のタイプ3に相当する。

これら2つの規格をまとめた分光放射照度にCIE Pub No. 85:1989の表4を比較のために加えて図19に、紫外部のみを拡大して図20に示す。また、2つの規格の放射照度を10nm間隔にまとめ、表12に示す。サンシャインカーボンアークの分光放射照度については、使用するフィルタによって紫外部の立ち上がり波長を選択し、屋外の太陽の分光放射照度の立ち上がり波長に合わせることが可能であることが分かる。

表10 サンシャインウェザーメーターの試験片面の放射照度 (JIS B 7753)

単位 W/m² (300~700nm)

種 類	A	B	C	なし
通常型	255	245	240	285
高照度型	425	410	405	475

変動許容範囲は、いずれの場合も±10%、但しアーク電圧・電流の条件は、
アーク交流電圧で、許容範囲 48~52V 中心値 50±1V
アーク交流電流で、許容範囲 58~62A 中心値 60±1.2A

表11 JIS K 7350-4記載の代表的な紫外部の相対分光放射照度

1. デライトフィルタ(タイプ1)を通したオープンフレームカーボンアークランプの代表的な紫外部の相対分光放射照度分布

分光波長域 λ:波長 (nm)	デライトフィルタ(タイプ1)を通したオープンフレームカーボンアークランプの代表的な分布 %	CIE No.85:1989の表4 %
λ<290	0.05	—
290≤λ≤320	2.9	5.4
320<λ≤360	20.5	38.2
360<λ≤400	76.6	56.4

2. 窓ガラスフィルタ(タイプ2)を通したオープンフレームカーボンアークランプの代表的な紫外部の相対分光放射照度分布

分光波長域 λ:波長 (nm)	窓ガラスフィルタ(タイプ2)を通したオープンフレームカーボンアークランプの代表的な分布 %	CIE No.85:1989の表4に窓ガラス効果を加えた値 %
λ<300	0.0	—
300≤λ≤320	0.3	≤1
320<λ≤360	18.7	33.1
360<λ≤400	81.0	66.0

3. 紫外拡張フィルタ(タイプ3)を通したオープンフレームカーボンアークランプの紫外部の相対分光放射照度分布

分光波長域 λ:波長 (nm)	最小値 %	最大値 %	CIE No.85:1989の表4 %
λ<290	—	4.9	—
290≤λ≤320	2.3	6.7	5.4
320<λ≤360	16.4	24.3	38.2
360<λ≤400	68.1	80.1	56.4

図19 サンシャインカーボンアークとCIE Pub No.85 表4の分光放射照度 (JIS B 7753・K 7350-4)

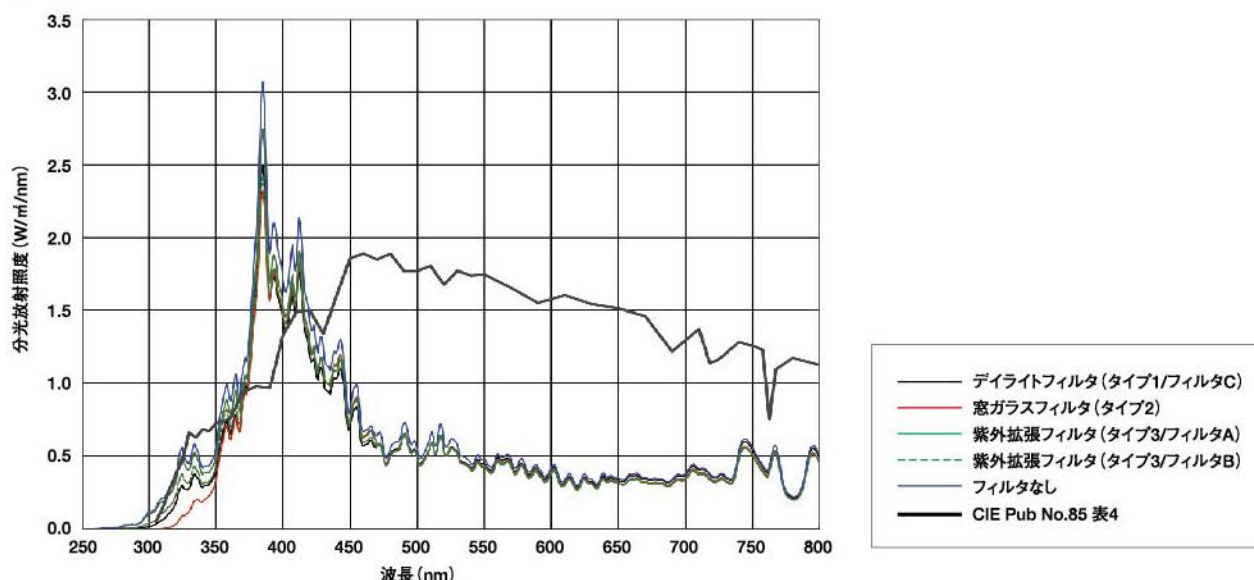


図20 サンシャインカーボンアークとCIE Pub No.85 表4の太陽の紫外部分光放射照度 (JIS B 7753・K 7350-4)

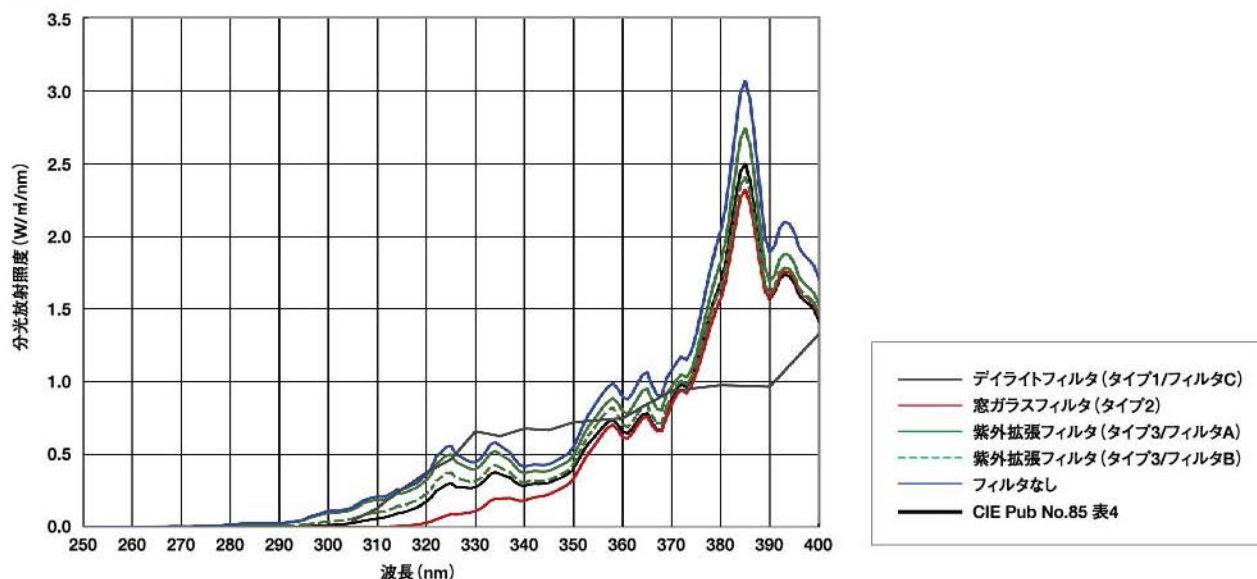


表12 サンシャインカーボンアークの放射照度 (10nm毎)

(単位W/m²/10nm)

波長(nm)	デイライトフィルタ (タイプ1/ フィルタC)	窓ガラスフィルタ (タイプ2)	紫外拡張フィルタ (タイプ3/ フィルタA)	紫外拡張フィルタ (タイプ3/ フィルタB)	フィルタなし	CIE Pub No.85 Table4 global solar irradiance
～250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
～260	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	
～270	0.000	0.000	0.037	0.000	0.045	
～280	0.000	0.000	0.093	0.033	0.104	
～290	0.013	0.000	0.242	0.098	0.271	
～300	0.091	0.000	0.563	0.212	0.627	
～310	0.336	0.005	1.347	0.667	1.507	0.90
～320	1.059	0.114	2.367	1.519	2.647	3.16
～330	2.618	0.787	4.308	3.231	4.817	5.63
～340	3.292	1.754	4.543	3.695	5.077	6.54
～350	3.203	2.366	4.058	3.425	4.535	8.76
～360	6.223	5.683	7.472	6.837	8.351	7.52
～370	7.218	6.998	8.664	7.699	9.685	9.35
～380	11.985	11.338	12.858	12.030	14.373	9.76
～390	20.709	19.509	22.625	20.243	25.287	9.65
～400	16.139	16.418	17.400	16.607	19.448	13.29
～410	14.744	15.217	15.770	15.244	17.626	
～420	14.909	15.379	16.024	15.352	17.909	
～430	11.031	11.618	11.739	11.545	13.120	
～440	9.791	10.519	10.344	10.453	11.562	
～450	9.287	10.103	9.810	10.034	10.963	
～460	7.341	7.979	7.761	7.898	8.676	
～470	5.808	6.450	6.015	6.368	6.724	
～480	5.149	5.092	5.119	5.029	5.723	
～490	5.616	5.513	5.489	5.456	6.134	
～500	5.698	5.623	5.632	5.556	6.295	
～510	4.887	4.826	4.767	4.760	5.329	
～520	5.786	5.769	5.766	5.687	6.443	
～530	5.379	5.335	5.297	5.263	5.922	

波長(nm)	デイライトフィルタ (タイプ1/ フィルタC)	窓ガラスフィルタ (タイプ2)	紫外拡張フィルタ (タイプ3/ フィルタA)	紫外拡張フィルタ (タイプ3/ フィルタB)	フィルタなし
～540	4.558	4.482	4.421	4.422	4.944
～550	4.451	4.330	4.233	4.271	4.729
～560	4.280	4.164	4.039	4.105	4.514
～570	4.745	4.591	4.458	4.526	4.983
～580	4.191	4.092	4.005	4.034	4.477
～590	3.908	3.815	3.691	3.760	4.126
～600	3.670	3.546	3.435	3.492	3.838
～610	3.620	3.516	3.384	3.461	3.784
～620	3.238	3.140	3.054	3.091	3.412
～630	3.290	3.179	3.100	3.126	3.464
～640	3.224	3.095	3.025	3.045	3.381
～650	3.426	3.283	3.200	3.233	3.576
～660	3.401	3.199	3.152	3.180	3.526
～670	3.561	3.384	3.289	3.328	3.677
～680	3.372	3.194	3.095	3.143	3.458
～690	3.265	3.088	2.979	3.035	3.332
～700	3.579	3.390	3.264	3.329	3.650
～710	4.086	3.879	3.748	3.803	4.189
～720	3.891	3.689	3.556	3.618	3.974
～730	3.576	3.390	3.272	3.331	3.657
～740	3.788	3.584	3.455	3.520	3.863
～750	5.777	5.449	5.321	5.360	5.947
～760	4.638	4.369	4.248	4.294	4.746
～770	4.655	4.581	4.410	4.501	4.930
～780	2.720	2.621	2.579	2.577	2.883
～790	2.627	2.484	2.434	2.437	2.721
～800	5.166	4.859	4.778	4.770	5.338
300～400	72.779	64.971	85.642	75.951	95.726
300～700	241.977	235.881	255.000	245.170	285.015