

太陽光高反射塗料の性能評価（第二報） （太陽熱高反射塗料の特徴と現在の取り組み）

財団法人 日本塗料検査協会
技術開発部 清水亮作

1. はじめに

近年、地球温暖化現象やヒートアイランド現象が大きな社会問題となっており、都市の緑化、断熱性に優れた建築、冷暖房効率の向上等、種々対策が講じられていますが、これらは既に出来上がっている都市や建築物に施すことは容易ではありません。そこで、既設の建築物等に塗るだけで蓄熱が抑制できる「太陽光高反射塗料」が大きく注目されています。一方、その性能を評価する試験方法は確立されたものが無く、多くの混乱を招いている現実があります。そこで、日塗検ではこの塗料の性能や特徴を客観的に評価できる試験方法を開発し、標準化させたいと考えております。

今回は、日射反射率の試験手法についてご紹介いたします。

2. 太陽熱高反射塗料(遮熱塗料)の特徴

図1は、前報(日塗検ニュース116)でも紹介しました太陽光高反射塗料(黒)と一般塗料(黒)の分光反射特性です。太陽光高反射塗料の特徴は、可視域での分光反射特性は一般塗料と同様(一般塗料と同様の塗色)ですが、近赤外域では高い反射特性を示します。ここで、可視領域の分光特性は塗色により支配されるため自在にコントロールすることはできませんが、近赤外領域ではより高

い反射特性を示すことが望まれます。

3. 分光反射率と日射反射率

上記の分光反射率は、その塗膜の詳細な分光特性を知るには有用な情報を与えてくれますが、塗料製品の性能を簡単に把握するには必ずしも使い易い指標ではありません。そこで、分光反射率の特性を1つの数値で評価できる指標として「日射反射率」が考えられ、これを算出する試験方法として塗料分野ではありませんが、JIS R 3106「板ガラス類の透過率・反射率・放射率・日射反射率の試験方法」やJIS A 5759「建築窓ガラス用フィルム」等があります。この「日射反射率」を用いることができれば、塗料製品の太陽光反射性能を簡単に評価できると期待できます。

4. 日射反射率の算出

ところで、前述のJIS規格では日射反射率の算出方法が若干異なっており、どちらを用いるべきなのか迷ったり、また、一般に普及している分光光度計の出力データを扱うに当たり、演算に戸惑ったりすることがあります。そこで今回は、塗膜の分光反射率より日射反射率を算出する際に懸念される戸惑いを明確にしたいと思います。

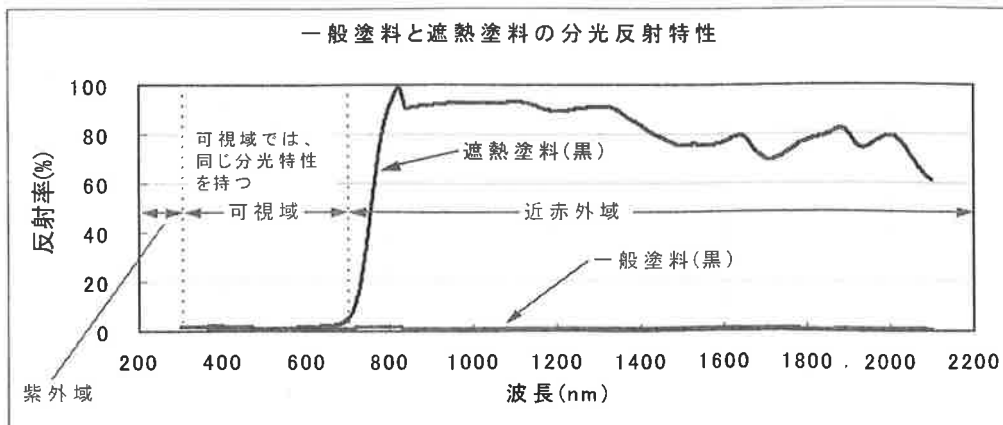


図1 一般塗料と太陽光高反射塗料の分光反射特性の例

4.1 JIS R 3106とJIS A 5759のどちらを使えば良いのか

どちらの規格も、日射反射率を式1によって算出しており、規格中の付表で与えられる太陽光の分光分布(重価計数 $E\lambda \cdot \Delta\lambda$)の分割数が異なっています。すなわち、JIS R 3106では太陽光の分光分布範囲(300~2100nm)を84分割し(表1)、さらに短波長域をより細かく細分しているのに対し、JIS A 5759では波長範囲350~2100nmを等間隔で36分割しています。JIS R 3106の方がより厳密に算出していると言えます。

$$\text{日射反射率(\%)} = \frac{\sum_{\lambda} E\lambda \cdot \Delta\lambda \cdot \rho(\lambda)}{\sum_{\lambda} E\lambda \cdot \Delta\lambda} \quad \dots \text{式1}$$

ただし $E\lambda \cdot \Delta\lambda$ は、JIS規格の付表の値を代入
 $\rho(\lambda)$ は、測定した分光反射率

それでは、実際の測定データでこの両者の違いがどの程度の差となって現れるのでしょうか。銘柄や塗色の異なる4種類の塗膜について分光反射率を測定し、これよりJIS R 3106及びJIS A 5759の手法で日射反射率を算出してみました(図2)。図2を見ると、概ね同じ結果が得られましたが、「どちらが大きく(小さく)出る」といった傾向はなく、0.5~2%程度の差が認められました。両者の差に関して現時点で結論は出せませんが、試験内容はどちらも同じであるため、より厳密な算出を行なっているJIS R 3106を用いれば良いと考えております。ただ

表1 JIS R 3106の付表2

波長 λ (nm)	波長幅 $\Delta\lambda$	重価係数 $E\lambda \cdot \Delta\lambda$	波長 λ (nm)	波長幅 $\Delta\lambda$	重価係数 $E\lambda \cdot \Delta\lambda$
300	5	0.00	650	10	14.41
305	5	0.02	660	10	14.31
310	5	0.11	670	10	14.20
315	5	0.28	680	10	12.93
320	5	0.48	690	10	11.66
325	5	0.68	700	10	12.63
330	5	1.03	710	10	13.61
335	5	1.06	720	10	11.20
340	5	1.22	730	10	12.07
345	5	1.27	740	10	13.18
350	5	1.44	750	10	13.02
355	5	1.54	760	10	9.96
360	5	1.63	770	10	11.49
365	5	1.92	780	10	12.34
370	5	2.20	800	40	47.42
375	5	2.33	850	50	54.81
380	7.5	3.69	900	50	44.79
390	10	5.18	950	50	19.86
400	10	7.55	1000	50	42.32
410	10	8.91	1050	50	38.58
420	10	9.38	1100	50	24.85
430	10	8.71	1150	50	14.79
440	10	10.84	1200	50	25.47
450	10	12.99	1250	50	27.68
460	10	13.44	1300	50	21.60
470	10	13.55	1350	50	2.04
480	10	14.20	1400	50	0.74
490	10	13.64	1450	50	4.66
500	10	13.94	1500	50	11.98
510	10	14.48	1550	50	16.91
520	10	13.73	1600	50	14.92
530	10	14.73	1650	50	14.54
540	10	14.69	1700	50	12.69
550	10	14.96	1750	50	9.27
560	10	14.86	1800	50	1.94
570	10	14.76	1850	50	0.43
580	10	14.33	1900	50	0.09
590	10	13.90	1950	50	1.00
600	10	14.34	2000	50	2.71
610	10	14.78	2050	50	5.08
620	10	14.60	2100	50	5.61
630	10	14.42			
640	10	14.41	合計		1000.01

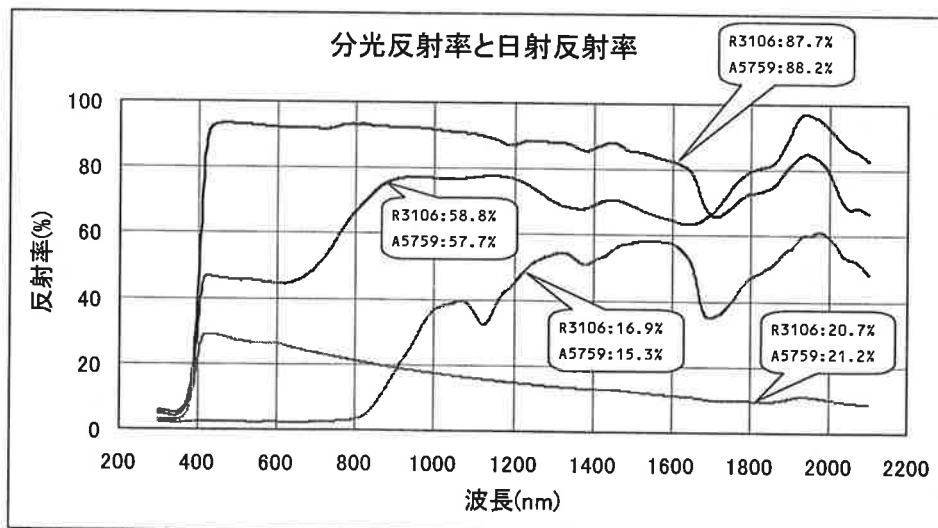


図2 種々の塗膜の分光反射率JIS R 3106及びJIS A 5759で算出した日射反射率

し、この場合、若干算出演算に手間が増えてしまいますが、一般的に表計算ソフトウェア等のコンピュータを活用することを前提とすると、これも大きな問題にはならないでしょう。

4.2 JIS R 3106による日射反射率の算出

JIS R 3106によって日射反射率を算出する際、JISでは表1 (JIS R 3106の付表2) に示した波長の分光反射率を測定することになっています。この表によると、測定波長の間隔が等間隔ではなく、短波長側が細分されています。一方、分光光度計の出力するデータは、2nm間隔等の等間隔で出力されるものが一般的です。今、例えば2nm間隔でサンプリングした場合、この表に書かれている波長間隔の間に入るデータはどう扱うべきなのでしょう。表にある波長のみを選択して算出することも考えられますし、表の波長を中心とした前後のデータの平均(例えば1000nmの反射率は、976~1024nmの測定値を平均する)を用いる等の選択肢もあります。

そこで、今回も実際に両者の方法で日射反射率を算出し、比較してみました。図2に示した4種類の塗膜について、2nm間隔で波長範囲300~2100nmの分光反射率を測

定し、JISの付表に示された波長における反射率のみを選択した場合と、付表で示された波長を中心とする前後のデータの平均値を用いた場合の日射反射率を表2に示しました。

表2より、これらのデータ処理方法の違いは、算出される日射反射率に殆ど影響を与えないことが解りました。したがって、どちらの手法を用いても問題は無いと思われませんが、試料の分光分布に鋭いピークやディップが存在するような場合は、若干の差異が出る可能性もあります。日塗検では、これらの試料にも配慮し、中心とする前後のデータを平均する手法を用いることとしました。

5. おわりに

今回は、日射反射率の評価手法に関しまして、たいへん些細な疑問点を検討した結果をご紹介いたしました。日塗検では、このような一見地味な検討の積み重ねもより良い評価手法を開発するためには欠かせないものと考えております。

この新しい塗料の正しい評価手法を確立し、社会に貢献していきたいと思っております。

表2 分光光度計から得られたデータの処理方法と日射反射率

	JIS	付表の波長で算出した日射反射率(%)	付表の波長を中心とし、平均で算出した日射反射率(%)
試料 1	R3106	87.7	87.7
	A5759	88.1	88.2
試料 2	R3106	58.7	58.8
	A5759	57.8	57.7
試料 3	R3106	16.9	16.9
	A5759	15.3	15.3
試料 4	R3106	20.8	20.7
	A5759	21.3	21.2