

「熱流計測法による塗膜の熱性能試験」の基礎データの収集  
断熱塗料と遮熱塗料を塗装した断熱材の日射侵入比の比較

正会員 ○比留川 伸司\*1  
同 櫻田 将至\*2  
同 加茂 比呂毅\*3  
同 雑賀 忠信\*4  
同 深江 典之\*5  
同 小野 聡志\*6

遮熱塗料 日射反射率 熱伝導率  
熱流束 塗膜の日射侵入比 断熱塗料

1. はじめに

高日射反射率塗料（以下、遮熱塗料とする。）は発売から 20 年以上経過した。その間、都市におけるヒートアイランド対策や省エネルギー効果への関心が高まり、徐々にではあるが確実に成長し普及してきている。ところが、一部で市場の成長を妨げている要因がある。その1つとして、経済産業省の調査<sup>1)</sup>によると、一般消費者の遮熱塗料に対する認知度が低く、特に、原理や効果が分かりにくいとの結果が報告されている（図1参照）。

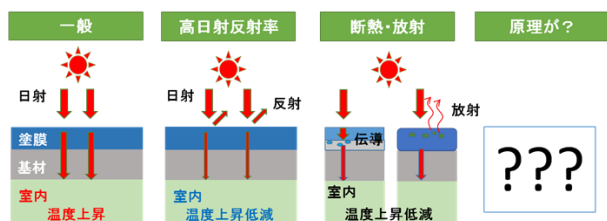


図1 遮熱塗料の遮熱機能

市場では日射反射やそれ以外の遮熱機能の広告が氾濫し、それが行き過ぎたことにより、逆に一般消費者や建築業界に不信感を抱かせる結果となったとの見方もある。

このような状況の中、遮熱塗料の健全な普及を目指して、JIS K 5602「塗膜の日射反射率の求め方」が制定された。この JIS 規格に基づき測定することで、反射タイプの遮熱塗料を比較・評価することが可能になった。さらに、JIS K 5675「屋根用高日射反射率塗料」が制定された。これにより、品質性能も評価することが可能になった。

しかしながら、JIS K 5602 では「日射反射率」という塗膜表面に入射するエネルギーに対する反射光束（反射エネルギー）の比率を測定しているため、熱エネルギー量への換算が容易でなく、反射タイプ以外の塗料には対応できなかった。

そこで、人工太陽光源から塗膜を通過して室内側に貫流する熱量を直接測定する方法を開発し、2017 年 11 月に

JIS K 5603「塗膜の熱性能—熱流計測法による日射吸収率の求め方」が制定された。ここで求められる「塗膜の日射侵入比」を使うことで日射反射機能以外の断熱、放射などの様々な遮熱機能にかかわらず、日射によって塗膜に発生する熱量のうち、内側に通過する熱量として、塗膜の遮熱性能を横並びで比較評価できるようになった。

2. ISO 化への取り組み

経済産業省委託事業である令和3年度 省エネルギー等に関する国際標準の獲得・普及促進事業委託費（省エネルギー等国際標準開発（国際標準分野（新規対応分野））のグリーン建材・設備製品に関する国際標準化の取り組みの一環として「グリーン建材・設備製品の国際標準の提案への対応」として JIS K 5603 を基に、「遮熱塗料(塗膜)の熱流計測法による日射侵入比の求め方」を ISO へ新規提案した。国際事務局において規格番号 ISO/PWI 9124 が付与され、新規案件として承認された。規格化を進めると同時に本測定法の有効性を示すために、基礎データの収集を行っている。

3. 目的

以前の研究報告で図2に示すように無彩色の各種塗料については、日射反射率と塗膜の日射侵入比に高い相関性があることが分かっている。また、同程度の明度であれば、高明度の白色塗料 (N9.5) を除き、一般塗料に比べて遮熱塗料の方が塗膜の日射侵入比が低いことも分かっている。

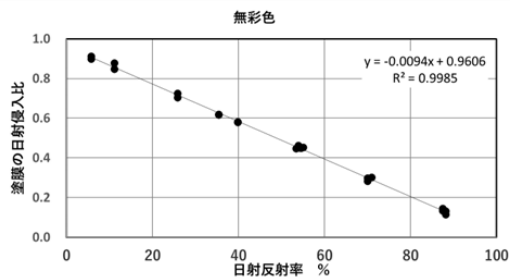


図2—日射反射率と塗膜の日射侵入比の関係  
断熱塗料による塗膜の日射侵入比の低減効果は、塗装

仕様で決められた膜厚の範囲内（約 500 μm）では、確認できなかった。JIS K 5603 により「見掛けの塗膜の熱抵抗」を求めた結果、測定下限値以下であった。

本研究では、断熱塗料による塗膜の日射侵入比の低減効果を確認するため、断熱塗料を断熱材と同等の厚さまで厚くし、断熱塗料と断熱材の日射侵入比を比較する。なお、表面には同じ上塗り塗料を塗装した。

#### 4. 測定原理

人工太陽光源（日射照射装置）による日射を塗膜面に照射し、建築物内外に実際に生じる熱移動を想定した現象から各諸特性を設定又は測定することによって熱流束を算出する。日射遮蔽性としての塗膜の日射侵入比（ $\eta_p$ ）は、照射日射侵入熱量（ $Q_\eta$ ）と照射日射熱量（ $Q_{Solar}$ ）とで、式（1）によって求める。

$$\eta_p = \frac{Q_\eta}{Q_{Solar}} \quad \text{式 (1)}$$

#### 5. 試料

上塗りの塗料種を一般塗料および遮熱塗料の2水準（ブラウン）とし、中塗りの断熱塗料は3水準とし、基材の種類を黒色塗装したアルミニウム（1 mm厚）、断熱材（4 mm厚および7 mm厚）の3種類とする。

#### 6. 塗膜の日射侵入比の測定

表1の塗膜の日射侵入比の測定条件により、試験体の両表面の温度差によって通過する熱流束を測定し、塗膜の日射侵入比を求める。

表1 塗膜の日射侵入比の測定条件

測定項目		設定値
環境 条件	照射日射強度 W/m <sup>2</sup>	1000
	屋外側空気温度 °C	23.0±0.5
	室内側温度 °C	23.0±0.5
	屋外側表面熱伝達率 W/(m <sup>2</sup> ·K)	14

#### 7. 試験結果

各基材について、中塗りに断熱塗料を塗装し、上塗りに一般塗料又は遮熱塗料を塗装した試験板について「塗膜の日射侵入比」の比較を行った（表2および表3を参照）。アルミニウム板については、断熱材（4 mm厚）と同等の膜厚を塗装すると、「塗膜の日射侵入比」が若干低下した。断熱塗料をアルミニウム板に約 4 mm 塗装した試験板と断熱材 4 mm 厚を比較すると断熱材の方が約 2 倍程度、「塗膜の日射侵入比」が低いことが分かった。断熱塗料を断熱材 4 mm 厚に約 3 mm 塗装した試験板と断熱材

7 mm 厚を比較すると若干、断熱材 7 mm 厚の方が低かった。

表2 塗膜の日射侵入比（一般塗料）

基材	基材の厚さ	断熱塗料 A の目標膜厚	塗膜の日射侵入比
			一般塗料
アルミニウム板	1 mm	500 μm	0.78
		4000 μm	0.62
断熱材	4 mm	100 μm	0.30
		3000 μm	0.24
	7 mm	100 μm	0.19

表3 塗膜の日射侵入比（遮熱塗料）

基材	基材の厚さ	断熱塗料 A の目標膜厚	塗膜の日射侵入比
			遮熱塗料
アルミニウム板	1 mm	500 μm	0.64
		4000 μm	0.43
断熱材	4 mm	100 μm	0.23
		3000 μm	0.18
	7 mm	100 μm	0.15

#### 8. まとめ

塗装仕様を逸脱して、過剰な膜厚で断熱塗料を塗装すれば、「塗膜の日射侵入比」を若干低減させることができた。また、同程度の厚さの断熱塗料と断熱材では、断熱材の方が「塗膜の日射侵入比」を低減させる効果があった。

断熱材の上に、一般塗料と遮熱塗料を塗装した試験体の「塗膜の日射侵入比」を比較すると、遮熱塗料の方が「塗膜の日射侵入比」が低いことが確認できた。このことから、断熱材を使用した部材に対しても遮熱塗料を塗装することで、室内への日射による温度上昇を若干でも抑制すると推察される。

#### 9. 今後の課題

今後も測定データの信頼性を向上するために、より多くのデータを蓄積していく必要があり、様々な遮熱機能を謳う塗料の熱特性を横並びで評価を行っていく。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたり、塗料を提供していただきました塗料会社の方々および関係各位に謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 技術実態等調査（都市部における暑熱対策・技術と化学産業の貢献可能性に関する調査）報告書，平成 29 年 5 月 19 日

\*1 (一財)日本塗料検査協会

\*2 大日本塗料(株)

\*3 日本ペイント(株)

\*4 関西ペイント(株)

\*5 (株)ミラクール

\*6 (一財)日本建材・住宅設備産業協会

\*1 Japan Paint Inspection and Testing Association

\*2 Dai Nippon Toryo CO.,LTD.

\*3 Nippon Paint Co.,Ltd.

\*4 Kansai paint Corporation

\*5 Miracool Co., Ltd.

\*6 Japan Construction Material & Housing Equipment Industries Federation