

太陽エネルギー制御遮熱塗料の研究

素材開発部 中村俊一

1. はじめに

太陽エネルギーは、建築物に対して冬期の建物内部の温度上昇に役立ち、殺菌・乾燥などの衛生面でも重要な役割を果たしている。一方、夏期の冷房負荷の増大、建築物の変色や劣化などの有害な働きもする。環境問題が話題となっている現在、光反射や断熱機能で冷房負荷を低減し、太陽エネルギーの有害な面を緩和する遮熱塗料が注目されている。本研究は、この遮熱塗料に関して、太陽エネルギーを制御する性能を調べる各種の実験を行い、遮熱性能を評価することができたので報告する。

2. 試験に使用した市販遮熱塗料と試作塗料

市販の遮熱塗料や試作した塗料等を実験に使用した。試作塗料は、アクリル酸エステル共重合体のエマルジョン樹脂を主成分としたビヒクルに顔料重量濃度53%の割合でシラスバルーンやガラスバルーンを配合し、調製した。

3. 遮熱性能の測定

遮熱性能のうち、塗膜の光に関する性能はJIS R 3106「板ガラス類の透過率・反射率・日射熱取得率の試験方法」に準じた試験方法で調べることができた。このとき、日射に対する反射率は(株)島津製作所製紫外・可視・近赤外分光光度計UV-3150、常温熱放射の放射率は(株)島津製作所製赤外分光光度計FTIR-8400を用いて測定した。

日射反射率は、ガラスバルーン塗料で約94%、シラスバルーン塗料で67~71%という結果が得られ、バルーンの違いによる差がみられた。放射率はバルーン塗料間に差はみられず各塗料とも約1の結果が得られた。

熱に関する性能は、内部構造が不均質な薄膜について $0.1W/(m \cdot K)$ 前後の見かけの熱伝導率を測定する定常法円盤熱流計法式の熱伝導率測定装置(ANTER社製UNITHERM2022)を用いて調べることができた。

熱伝導率は、シラスバルーン塗料で $0.09 \sim 0.11W/(mK)$ 、ガラスバルーン塗料で $0.05 \sim 0.11W/(mK)$ という結果が得られ、バルーンの違いによる差がみられた。

4. 屋外での遮熱性能実験

金属素地に遮熱塗料を塗装した試験体の塗装面を日光方向に向け、試験体裏面の素地や空気層の温度を測定する3つの実験を実施した。発泡スチロール製の箱に試験片をのせた実験(図1)では、箱内部の温度が日射反射率の高い塗料ほど低く推移し、遮熱性能を確認することができた。しかし、断熱性の高い試験片は予想とは逆に温度が高めに推移する結果となり、その性能を確認することはできなかった。次に、改装工事の折板屋根にシラスバルーン塗料を中塗りに使用し、塗装前後の屋根裏の温度を計測した(図2)。その結果から、シラスバルーン塗料を2回目塗装後から日々の最高温度の変化が小さくなり、温度上昇の変化も停止したことから遮熱性を確認できた。しかし、塗料の光反射機能や断熱機能がどの程度遮熱性能に影響しているかは不明であった。最後に、百葉箱のように内部を空気が流れるようにした台に試験片をのせた実験(図3)では、日射反射率の高い試験片ほど試験

片裏面の温度が低く推移し、さらに断熱層を形成した試験片が形成しない試験片より試験片裏面の温度が低く推移し、光反射機能と断熱機能双方を評価することができた。この実験では、銅版に熱伝導率0.06W/(mK)のガラスパール塗料を中塗りした後に、白・黄・赤・青・黒の合成樹脂塗料を上塗りした試験片と上塗りだけ塗装した試験片を比較した。各試験片が日射のエネルギーを受け止めた量の目安として日中の温度変化の積分値を求め、日射反射率との関係を調べた結果を図4に示す。断熱膜の形成は日射反射率が低い場合に遮熱性能に有効に寄与し、黒色では日射反射率に換算すると約15%の遮熱性能向上の効果がみられた。

5. 遮熱性能の測定値を使った建築伝熱の計算

塗装施工面での熱出入りを、表1の仮定と実測の数値を建築定常伝熱の式に入れ、流入熱量を計算した結果を図5に示す。図4と図5はよく似たグラフとなり、この方法でも遮熱塗料の評価ができることがわかった。

表1 伝熱の式に代入した値

外気温度 (θ)	32
室内温度 (i)	25
全日射量 (J)	600 W/m ²
実効放射量 (J_e)	100 W/m ²
総合熱伝達率 (α)	23 W/(m ² ·K)
室内側熱伝達率 (i)	9 W/(m ² ·K)
中塗り塗膜の厚さ (b)	2 mm
" 熱伝導率 (b)	0.06 W/(m·K)
上塗りの長波吸収率 ()	0.99

6. おわりに

金属素地塗装系の遮熱性は、百葉箱様な台にのせた試験片の裏面を直射日光下で温度測定、遮熱に関する基本性能を調べ、建築伝熱の式から流入熱量を算出、の2通りの方法で評価できる。本研究が塗料の改良・開発等に役立てば幸いである。

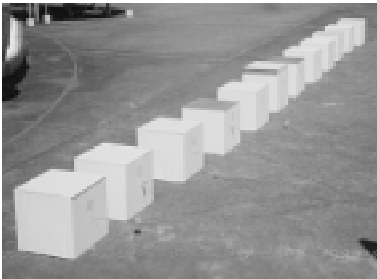


図1 発泡スチロール箱の実験



図2 改装工事での実験



図3 百葉箱様台使用の実験

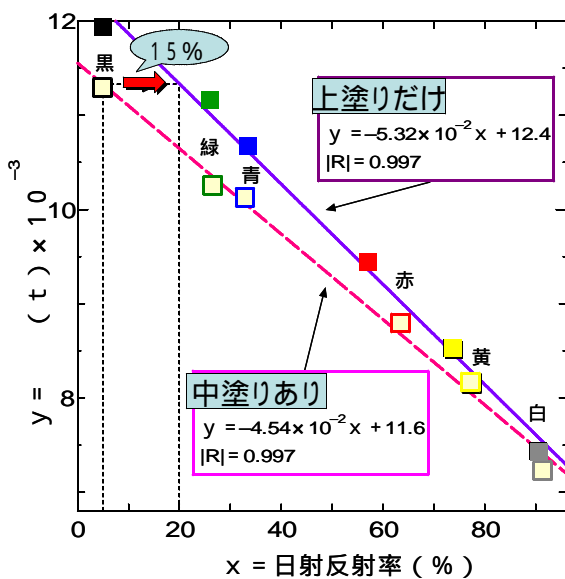


図4 百葉箱様台使用の実験結果

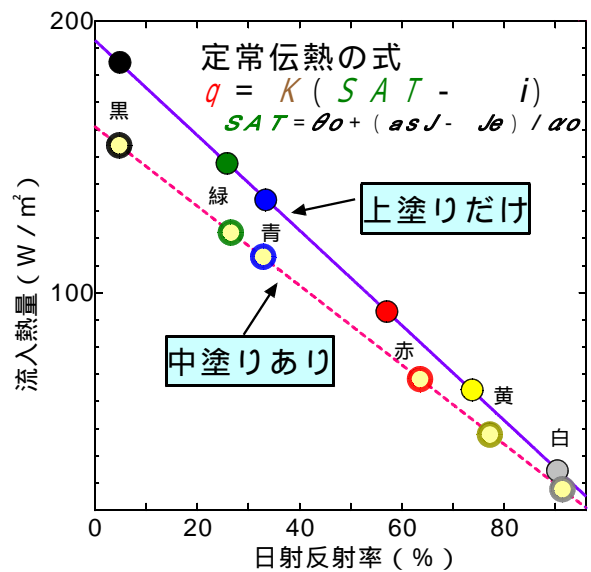


図5 測定値を使った建築伝熱の計算結果