

黒色高反射率塗料による住宅屋根の日射反射性能の向上

正会員 ○ 大南 尚也*¹ 正会員 近藤 靖史*²
同 長澤 康弘*³

高反射率塗料 日射反射性能 実測

1. 研究目的

少ない消費エネルギーで室内温熱環境を快適に保つためには建物外皮の日射反射率を高め、冷房負荷を減少させることが有効であると考えられる。この方法のひとつとして日射反射率の高い塗料(以降、高反射率塗料と記す。図 1 参照)が挙げられ、高反射率塗料を建物屋根や壁面に塗装することにより冷房時の日射熱負荷の軽減が期待できる。

既往の研究²⁾では、白色の高反射率塗料について検討してきたが、日本の住宅に適用する場合、白色の外観は馴染まないと考えられる。本研究では白色の高反射率塗料より性能は劣るが一般の塗料と比べて日射反射率が高い、黒色高反射率塗料(図 2 参照)¹⁾を塗装した場合について検討する。

2. 研究方法

黒色の高反射率塗料を住宅屋根に塗装し、室内外の空気温度、壁面温度等を測定する。塗装前後の測定結果を比較することにより日射反射性能がどの程度向上するかを検討する。また、空気温度や壁面温度等の測定結果を基に、小屋裏収納庫および 2 階寝室の PMV を算出する。

3. 実測による検討

3.1 実測概要

浦安市内の小屋裏収納庫を有する戸建住宅の 2 階寝室および小屋裏収納庫内を対象に測定する(測定期間:2001 年 8 月 3 日~10 月 5 日)。図 3 に測定点²⁾を、表 1 に測定項目および測定方法を示す。

3.2 実測結果および考察

塗装前後の比較の際、日射量等の条件が比較的近い 8 月 26 日(塗装前)と 9 月 12 日(塗装後)について比較する。比較に用いた日の外界条件を表 2 に示す。

(1) 屋根表面温度の比較

図 5 に高反射率塗料を塗装する前後の屋根南側表面温度お

表 1 測定項目および測定方法

| 実測期間 | 2001 年 8 月 3 日~10 月 5 日 | |
|----------|--------------------------|-------------------------------------|
| 測定項目 | 測定点数(測定位置) | 測定方法 |
| 屋根表面温度 | 3 点(東・南・北面) | ①電対および小型温度計により 10 分毎に自動計測 |
| 壁面外側表面温度 | 4 点(東・西・南・北面) | |
| 壁面内側表面温度 | ①2 階寝室 3 点(南・北・天井面) | ②屋根面および壁面屋外側表面温度は赤外線放射温度計による可視化も行う。 |
| | ②小屋裏収納庫内 3 点(床・壁・天井面) | |
| 空気温度 | 2 点(2 階寝室・小屋裏収納庫内各 1 点) | |
| グローブ温度 | 2 点(2 階寝室・小屋裏収納庫内各 1 点) | |
| 外気温度 | 1 点(2 階ベランダ) | |
| 日射量 | 1 点(1 階庭中央) | 日射計により 10 分毎に自動計測 |

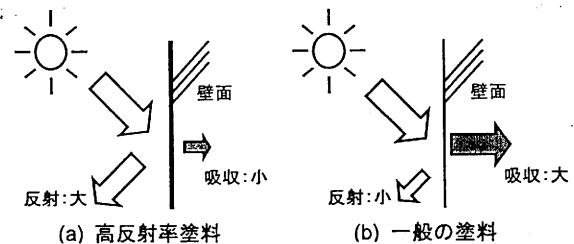
および日射量を示す。塗装する前の屋根表面の最高温度は 63.1℃に達するのに対して塗装後は 58.9℃となり、高反射率塗料を塗装することによって屋根表面温度の上昇は約 4℃抑えられている。12~15 時の屋根表面温度の平均値(表 3)から日射量が多い時間帯においてその効果が確認できる。

(2) 小屋裏収納庫内温度の比較

図 6 に小屋裏収納庫内温度を示す。塗装する前は空気温度、グローブ温度、天井面表面温度ともに約 43℃になるのに対して、塗装後は 38℃程度となり、屋根表面温度に対応して 5℃程度低くなっている。

(3) 2 階寝室内温度の比較

図 7 に 2 階寝室内温度を示す。屋根表面温度、小屋裏収納



高反射率塗料:弾性アクリルエマルジョンに超微細な中空セラミックが配合された塗料

図 1 高反射率塗料の概念図

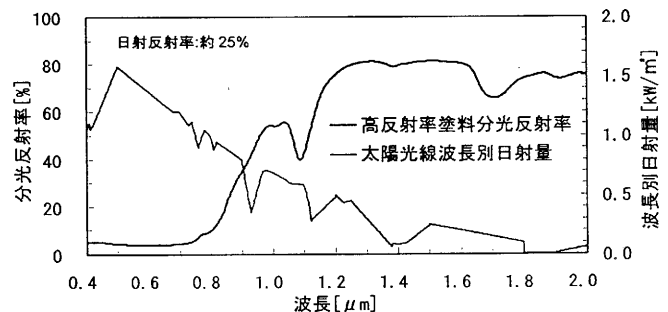


図 2 黒色高反射率塗料の分光反射率¹⁾および波長別日射量

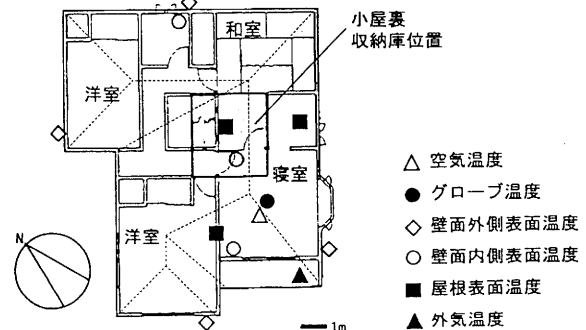


図 3 測定点(2 階平面図)²⁾

庫内ほど顕著な差異はみられない。これは、高反射率塗料を屋根面だけに塗装しており、壁面等からの日射の影響や換気量の違いによると考えられる^{註3)}。

(4) PMV の比較

表 4 に小屋裏収納庫および 2 階寝室における PMV の算出結果を示す^{註4)}。収納庫内、2 階寝室ともに塗装前に比べて塗装後の PMV の値は小さくなる。特に小屋裏収納庫では、高反射率塗料の塗装前に比べて PMV は 1.5 程度小さくなる^{註4)}。

4. 結論

本研究では黒色高反射率塗料を小屋裏収納庫のある住宅の屋根に塗装し、屋根面の日射反射性能について実測により検討した。

- ① 高反射率塗料を住宅屋根に塗装することにより、屋根表面温度の上昇を抑えられた。
- ② 屋根表面温度に対応して小屋裏収納庫内温度は低くなるが、2 階寝室では顕著な差異はみられなかった。また高反射率塗料を塗装することにより PMV は低くなった。

謝辞

本研究を行うにあたり、当時武蔵工業大学大学院 粟生梨倫子氏(現 積水ハウス(株))に多大なる御協力を賜りました。ここに記して謝意を表わします。
註 1) 本研究では黒色の高反射率塗料ミラクール F200(長島特殊塗料(株)製、日射反射率:約 25%)を使用した。また日射反射率は分光光度計 HITACHI 製 U-3500 Spectrophotometer を用いて測定を行った。

註 2) 図 3 に示す測定点は、2 階および屋根表面温度に関する測定位置を示しており、小屋裏収納庫内測定点については省略した。また、日射量は南側庭中央において測定を行った。

註 3) 小屋裏収納庫および 2 階寝室を対象に測定したが、換気量や隣室の条件等は測定日より異なり、高反射率塗料の塗装前後の比較は必ずしも同等な条件で行っていない。特に、換気量が大きい場合には高反射率塗料の効果は相対的に小さくなり、室内空気温度は外気温度に近づく。

註 4) PMV 算出にあたり空気温度および平均放射温度は実測値を用い、着衣量 0.6clo、気流 0.1m/s、相対湿度 60%、代謝量 1.2met として算出した。また、表 4 中の小屋裏収納庫内の PMV はその適用範囲を超えているが、ここでは高反射率塗料を塗装する前後の温熱環境の比較を目的として示している。

参考文献

文 1) 近藤・長澤・入交: 高反射率塗料による日射熱負荷軽減とヒートアイランド現象の緩和に関する研究: 空気調和・衛生工学会論文集 No.78 pp.15-24. (2000.7)

表 2 外界条件

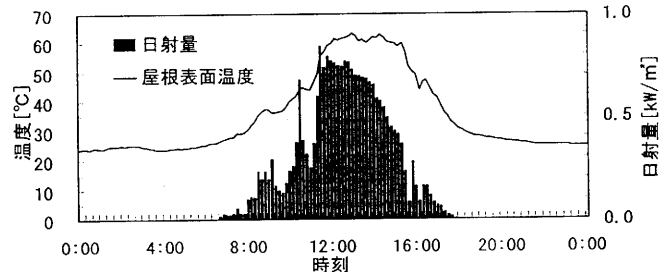
| | 最高気温[°C] | 最低気温[°C] | 日積算日射量 [MJ/m ² ・日] |
|-----------|----------|----------|-------------------------------|
| 8/26(塗装前) | 35.2 | 25.3 | 13.0 |
| 9/12(塗装後) | 35.3 | 24.7 | 16.3 |

表 3 屋根表面温度、日射量などの平均値(12:00~15:00)

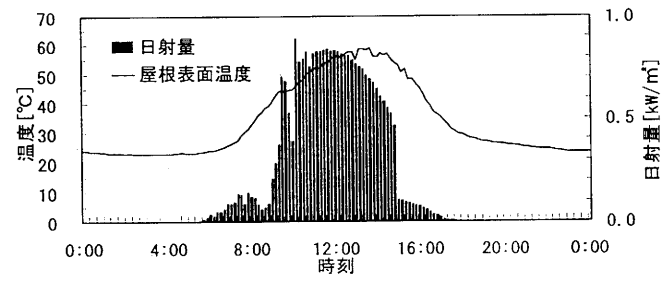
| | 8/26 (塗装前) | 9/12 (塗装後) |
|-------------------------------|------------|------------|
| 屋根南側平均表面温度[°C] | 61.3 | 56.6 |
| 瞬時日射量の平均値[kW/m ²] | 0.66 | 0.68 |
| 平均外気温度[°C] | 34.1 | 33.1 |

表 4 PMV 算出結果^{註4)}

| | 高反射率塗料 | 10:00 | 12:00 | 14:00 | 16:00 |
|-------|---------------|--------|---------------|-------|-------|
| | | 小屋裏収納庫 | 8/26(塗装前) 1.0 | 2.5 | 4.6 |
| | 9/12(塗装後) 0.7 | 2.3 | 3.5 | 3.9 | |
| 2 階寝室 | 8/26(塗装前) 0.6 | 1.7 | 1.7 | 1.5 | |
| | 9/12(塗装後) 0.4 | 0.7 | 1.5 | 1.1 | |

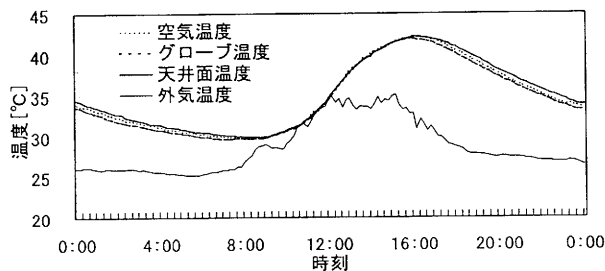


(a) 8月26日(塗装前)

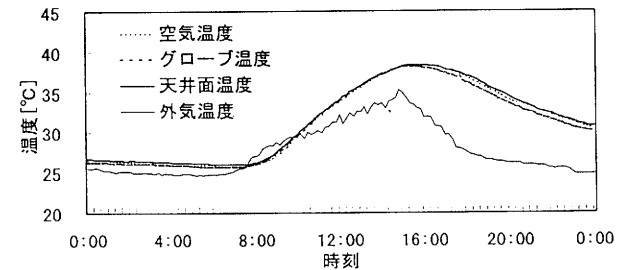


(b) 9月12日(塗装後)

図 5 屋根南側表面温度および日射量

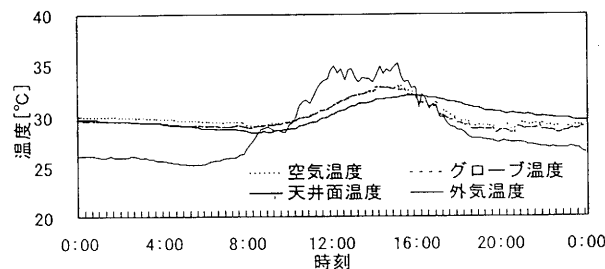


(a) 8月26日(塗装前)

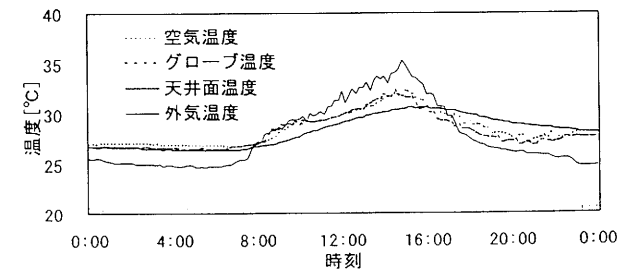


(b) 9月12日(塗装後)

図 6 小屋裏収納庫内温度



(a) 8月26日(塗装前)



(b) 9月12日(塗装後)

図 7 2 階寝室内温度

*1 武蔵工業大学大学院 大学院生

*2 武蔵工業大学建築学科 教授 博士(工学)

*3 武蔵工業大学建築学科 技術員 修士(工学)

*1 Graduate Student, Musashi Institute of Technology

*2 Prof., Dept. of Arch., Musashi Institute of Technology, Dr. Eng.

*3 Technical Staff, Dept. of Arch., Musashi Institute of Technology, M. Eng.