

財団法人 日本塗料検査協会

東支部 検査部 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、特に大都市でのヒートアイランド対策では既設の建築物等に塗るだけで効果が期待出来る「高反射率塗料」の活用が注目されています。そこで、「高反射率塗料」の性能や特徴を客観的に評価できる試験方法が非常に重要となり、JIS K 5602「塗膜の日射反射率の求め方」が2008年9月に制定されました。このJIS規格によって、「高反射率塗料」の日射反射性能については、同じ土俵で客観的に評価することが可能になりました。ただし、このJIS規格は評価方法を標準化したものであり、「高反射率塗料」の定義やその性能の良否について述べているものではありません。

他方、塗料業界の努力や国・自治体の助成事業等によって、「高反射率塗料」は広く知られるようになりました。また最近では、一般の新聞やテレビ放送等でも紹介されるようになり、塗料分野とは無関係の一般の方々にも注目されるようになってきました。ところが、大変困った事に、

- ・「高反射率塗料」とは何なのか？
- ・従来からある一般塗料と比べて何がどのように良いのか？
- ・性能や耐久性はどう評価すれば良いのか？

この様な基本的な定義すら決まっていないのが現状です。メーカー各社や商社が独自の方法でアピールしており、建築設計者やユーザーに混乱を与えている現実があります。そこで、現在、(社)日本塗料工業会を中心に「高反射率塗料」の製品がもつべき品質基準をJIS規格化する努力をしています。製品のJIS規格が制定されれば用語や適用範囲等の詳細が厳密に定義されるため、上記のような不安は解消されるものと期待されます。

ところで、「高反射率塗料」の製品JISが制定されたとしても残るとされる混乱要因があります。そうです、「色」の問題です。塗膜には「色」があります。太陽光の日射エネルギーの約半分は可視波長域に存在しているため、「高反射率塗料」の性能である日射反射率は「色」の影響を非常に大きく受けてしまいます。他方、被塗物に好きな色を選択できることは、塗料の大きな特徴であり命といっても過言ではありません。色の選択が出来ない塗料など、一般には受け入れられない事でしょう。

この様な懸念は、この日塗検ニュースを読まれている皆様方にとって既に自明の理であり、今更、聞かされる

話でも無ければ興味のある内容でも無いでしょう。しかしながら、「高反射率塗料」を健全に発展させ普及させていくためには、一般消費者に対してもこの塗料製品の長所を正しく理解していただく必要があると考えています。特に「色」の選択は、エンドユーザーに委ねられている場合が多いため、色と日射反射率の関係を正しく理解していただくことが重要です。

そこで、今回は、「高反射率塗料」の特徴を一般消費者に分かり易く説明する必要性について問題提起をしたいと思います。

2. 「高反射率塗料」についての“おさらい”

ここで、「高反射率塗料」の機能について再確認しておきましょう。

2.1 日射反射率と温度上昇の関係

図1は、日射反射率と上昇する温度との関係を簡単な実験で確認したものです。すなわち、参照標準板（ここでは、N6グレー色の一般塗料）と試験板とを断熱材の上に並べ、太陽光近似日射光源で同時に照射します。照射する日射量は、試験板表面で約1 KW/ m²（晴天時、炎天下の日射量とほぼ同じ）です。当然ながら、参照標準

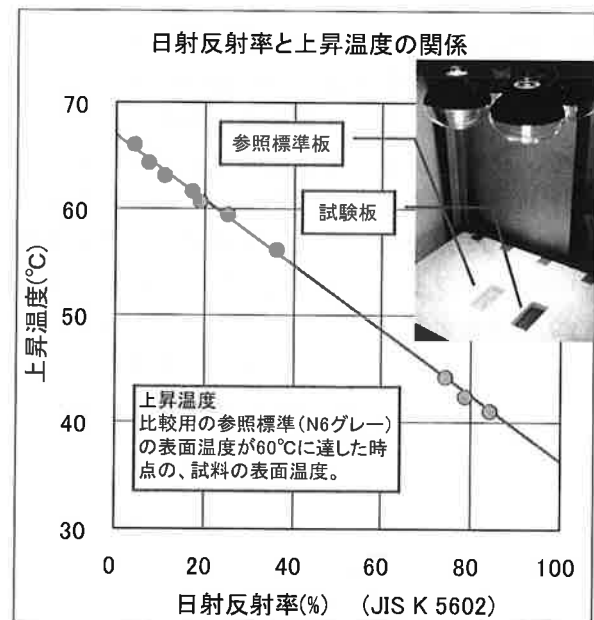


図1 日射反射率と温度上昇の関係

板、試験板共に温度が上昇していきます。ここで、参照標準板の表面温度が60℃に達した瞬間の試験板表面温度を記録します。

この操作をいろいろな日射反射率を持つ試験板について行くと、上昇する温度は、高反射率塗料、一般塗料およびそれらの各色には関係なく、試験板の日射反射率に対して極めて強い相関関係を示します(図1)。この結果は、「高反射率塗料」の性能(日射を受けても温度が上がらない効果)は、その塗料(塗膜)の日射反射率を見れば評価できる事を意味しています。

2.2 高反射率塗料の疑問

今、「上昇する温度は、高反射率塗料、一般塗料およびそれらの各色には関係なく、日射反射率で決まる」と述べました。この意味について、一般消費者の立場で見た場合に思い当たるであろう疑問をQ and A形式で例えてみます。

Q 1) 一般塗料よりも性能が劣る(温度が上昇する)高反射率塗料もあり得るのか?

A 1) いくらでもあり得ます。一般塗料の屋根を「高反射率塗料」に塗り替えた場合、必ず温度が下がるとは言えません。重要なのは日射反射率であり、もし、一般塗料より低い日射反射率の「高反射率塗料」に塗り替えた場合、逆に温度は上昇してしまうでしょう。

Q 2) そのような「高反射率塗料」はインチキではないか?

A 2) 必ずしもそうは言えません。ここで、もう1つ重要な指標である「色」について正しく理解する必要があります。極端な例かもしれませんが、今、一般塗料の「白色」が塗ってある屋根を高反射率塗料の「黒色」に塗り替えた場合を考えてみましょう。重要なのは日射反射率であると何度か述べています。そこで、以下にこれらの塗料の日射反射率(実測値)を示します。

一般塗料(白色)の日射反射率
(全波長領域): 83%

高反射率塗料(黒色)の日射反射率
(全波長領域): 28%

※ここで示した日射反射率のデータは、流通している製品の実測値ですが、全ての銘柄の日射反射率を代表するものではありません。

一般塗料(白色)のほうが高い日射反射率を示しています。この日射反射率を図1に当てはめると、一般塗料(白色;日射反射率83%)

の温度上昇は約41℃、高反射率塗料(黒色;日射反射率28%)の温度上昇は約59℃で、明らかに「高反射率塗料」の性能が劣ります。

Q 3) やっぱりインチキだ!。なら、従来からある一般塗料の「白色」を売れば良い。

A 3) 温度上昇を抑制する性能だけを追求する場合、これは尤もな意見です。一方、被塗物に好きな色を選択できるのも塗料が持つ魅力の1つです。図2は、(社)日本塗料工業会が調査した屋根の色を示しています¹⁾。これを見ると、屋根の色は、そのほとんどが濃色系であり白色は見当たりません。消費者は、屋根の色に濃色系を好んで選択している実体が伺えます。このことは、塗料メーカーの立場で見ると“屋根用塗料として「白色」は不人気”となり、性能は認めていても推奨し難いのが現実です。塗りたい「色」を決めるのは、エンドユーザーになるからです。

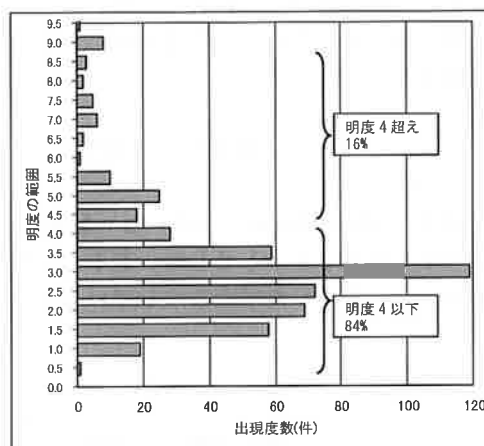


図2 色彩(明度)の出現頻度(外装・屋根669色)日塗工調べ

Q 4) 濃色系の「高反射率塗料」は、ホントウに高反射と呼べるのか?

A 4) 図3に高反射率塗料(黒色)と一般塗料(黒色)の分光反射率を示します。分光反射率とは、光の波長毎の反射率です。太陽光には、概ね300~2500nmの波長成分が含まれており、その内、我々の眼に見える波長(色を決める波長)は、380~780nmとされています(JIS Z 8722)。図3を見ると、750nm以下の波長範囲では高反射率塗料と一般塗料に差は無く、低い反射率を示しています。この波長域は、目に見える可視波長域であり「色」を決定します。ここで低い反射率を示している事は、我々の眼には「黒色」に見えることが分かります。一方、750nmより長い波長域では、高反射率塗料と一般塗料では全く異なる反射率を示しており、高反射率塗料

では一般塗料より高い反射率を示しています。前述した通り、太陽光には300～2500nmの広い範囲の波長成分が含まれていますが、「高反射率塗料」では、この内の目には見えない近赤外領域(780～2500nm)の光を反射させる事が出来ます。これが「高反射率塗料」の特徴です。すなわち、「高反射率塗料」は、目に見える可視波長域の反射率が一般塗料と同じ(一般塗料と同じ色)であっても、目には見えない近赤外領域の反射率が一般塗料より高くなるよう特別に設計された塗料なのです。図3に示した塗料の日射反射率(300～2500nm)を次に示します。

一般塗料(黒色) の日射反射率: 4.4%
 高反射率塗料(黒色) の日射反射率: 28%

同じ色(黒色)であっても、高反射率塗料では一般塗料の6倍以上高い日射反射率を示しています。濃色系の「高反射率塗料」は、同色の一般塗料と比較すると大変素晴らしい日射反射性能を有しています。

Q5) でも、やっぱり一般塗料の「白色」には勝てないの？

A5) 図4に高反射率塗料(白色)と一般塗料(白色)の分光反射率を示しました。若干、高反射率塗料のほうが高い反射率を示していますが、その

差は僅かでありほとんど変わりません。一般塗料であっても、「白色」は近赤外領域の光を良く反射しています。この理由については、従来から一般塗料用として用いてきた白色顔料(酸化チタン系)が、偶然、近赤外波長域まで良好な反射率を示す性質があったためと考えられます。さて、重要な日射反射率ですが、ある一般塗料(白色)を実測したところ83%もありました。高反射率塗料でも、その色が有彩色になると83%の日射反射率を得ることは容易なことではありません。「色」を表現するために、可視波長域の光を吸収させる必要があるためです。また、ここに「高反射率塗料」として流通している「白色」を持ってきたとしても、その日射反射率は87%(実測値)であり、僅か4%程度高いに過ぎません。

Q6) 「白色」が良好な日射反射率を示すのなら、一般塗料の「白色」は、「高反射率塗料」と言えるのか？

A6) この回答は、考え方や立場によって変わるでしょう。

まずは、純粹に技術的な観点から見ると、「白色」は、「高反射率塗料」に対しても勝るとも劣らない良好な日射反射率を示す事から「高反射率塗料」と呼んでも良いでしょう。従来からある一般塗料(白色)の品名を変更するだけで「高

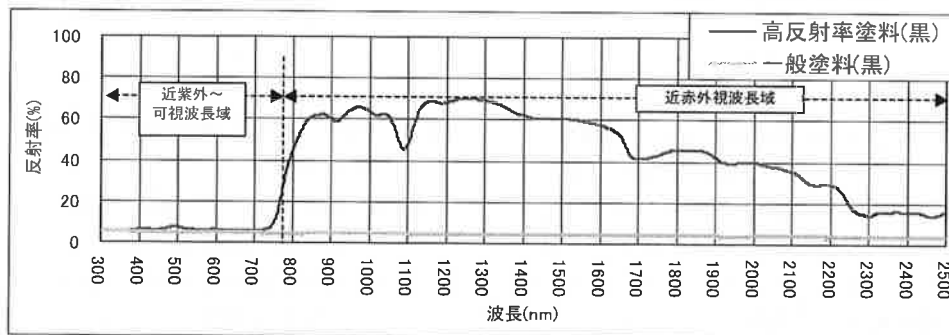


図3 高反射率塗料(黒色)と一般塗料(黒色)の分光反射率

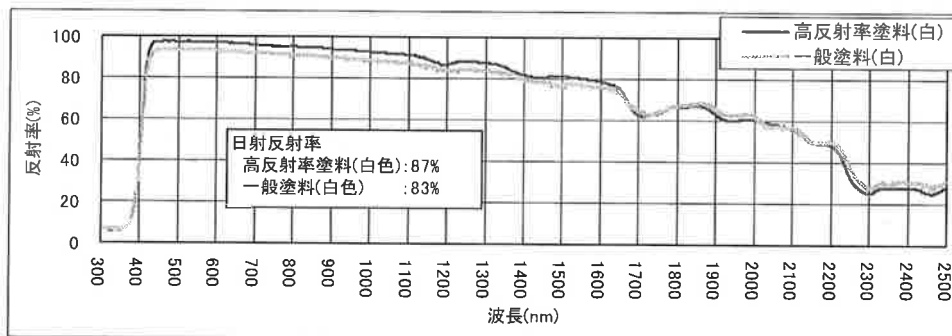


図4 高反射率塗料(白色)と一般塗料(白色)の分光反射率

反射率塗料」と謳っても何ら問題は無いと考えます。「白色」の塗料は、従来から既に「高反射率塗料」なのです。

次に、塗料を商品としての観点から見る場合、「高反射率塗料」のような高い機能性を持つ製品は付加価値が高く、より高額な価格に設定したとしても消費者の期待を裏切ったりはしないと思います。「高反射率塗料」は、高度な技術力を結集させた製品であり、その開発努力は、開発企業の正等な“利益”として報われるべきです。しかしながら、従来からある一般塗料（白色）を高機能製品と謳い、より高額で商取引を望むことは許されるのでしょうか？。もちろん、消費者が白色塗料の性質を十分に理解している上での商取引なら何ら問題はありませぬ。ところが、十分な知見を持たない消費者に対し、安価な一般塗料（白色）でも同等の効果が期待できるにもかかわらず高額に設定した高反射率塗料（白色）を販売するような行為は、消費者の立場から見ると納得できません。

2.3 高反射率塗料の定義

現在、(社)日本塗料工業会を中心に「屋根用高日射反射率塗料」の JIS 規格を制定する努力を進めています（現在、JIS 原案作成委員会を終了し、原案を経済産業省に提出済み）。この JIS 規格（案）では、前述したような疑問点を明確にするため、塗料の色（明度）により以下の 2 点に分けた定義を行っています（ただし、屋根用の高反射率塗料）。

(1) 同じ色の一般塗料と比較し、より高い日射反射率を示す塗料であること（低～中明度）。

（近赤外領域の日射反射率が 40% 以上でかつ明度 L* の値以上。）

(2) 「白色」塗料は上記(1)に合致しないが、無条件に高反射率塗料と認める（高明度）。

（明度 L* が 80 以上の塗料は、近赤外領域の日射反射率が 80% 以上。）

ところで、この JIS 規格の原案作成委員会では、当初の予定回数を大幅に超過してまで非常に熱心な審議が行われました。その議題の 1 つに、この定義を巡る吟味がありました。その背景には、今回述べた「白色」塗料に関する考え方に種々の思惑が交差していたことが挙げられます。JIS 規格の原案作成委員会では、規格のタイトル、適用範囲、用語等の一字一句まで何度も何度も徹底的に吟味して決めてきました。一字一句に非常に深い意味が込められているのです。このような「高反射率

塗料」の難しい定義（特徴）を一般の消費者に対し、如何に分かり易く、かつ正しく理解していただくか。我々、関係者に与えられた課題だと受け止めています。

3. 「高反射率塗料」の健全な発展のために

例えば、もし、「白っぽい色の屋上防水シートの上から濃色の「高反射率塗料」を塗布したところ、塗装前より熱くなった」とか、「業者に勧められて白色のガレージを同色の高反射率塗料で塗り替えたが効果を実感できない。これなら、安価な従来の塗料でも良かった」等のトラブルが顕著に起きるようになると、前述した具体的な情報（従来の色と、それを何色で塗ったのか等）に触れることなく、単に「この塗料はインチキだ！」との噂が急速に広がる恐れがあります。正しい知見が広く認知されていれば、インターネット等における誤った噂の火種はエンドユーザー自身によって自動的に消してもらえる可能性があります。逆に、誤った知見や根拠のない過度な期待は、それが見破られたとき「高反射率塗料」に関係する業界全体に失望されてしまう恐れがあります。

「高反射率塗料」を健全に発展させていくには、塗料メーカー等の技術者だけでなく、セールスマンからエンドユーザーまで、この塗料の特徴を正しく理解して活用していただくことが必須だと考えます。

4. おわりに

今回は、「高反射率塗料」の特徴を一般の消費者（エンドユーザー）に理解してもらえるには、どう説明すれば良いのか？といったテーマを含めて述べてみました。特に、エンドユーザーが「高明度色」を選択した場合、安価な一般塗料と大差のない性能の塗料を不当な金額で購入してしまう事のないような知識を持っていただくには、どのような説明をすれば良いのか？等について検討してみました。

さて、このような一般向けの解説は、私自身経験が無く得意でもありません。したがって、このような内容の文章で簡単に通用するとは思っていませんが、この日塗検ニュースを見ていただける皆様方には主旨（この塗料製品の健全な発展）を賛同していただけるものと思っています。つきましては、エンドユーザー向けにどのような説明をしていけば、「高反射率塗料」を正しく理解し、より有効に活用できるか等のアイデアをご提案いただけますと幸いです。

「高反射率塗料」は、日本が世界に誇れる素晴らしい技術だと信じています。当協会では、この塗料製品（技術）の健全な発展のため今後も努力してまいります。

参考文献

- 1) 勉強会 (2) 資料, 高日射反射率塗料展示会. 2010-06-17, 社団法人日本塗料工業会.