

Vague

日塗検ニュース
2011

目 次

卷頭言	
化学の理解を広めよう	1
試験方法シリーズ	
太陽熱高反射塗料の性能評価（第10報） （高反射率塗料と一般白色塗料の日射反射率）	2
ホルムアルデヒド放散量測定（デシケータ法） におけるHPLC法の検討	6
技術解説	
蓄光式避難誘導標識の試験規格	11
ニュース	15
業務案内	17



東京大学生産技術研究所
教授 工藤 一秋

2011年は世界化学年である。これを定めた国連の宣言文には「化学の重要性の認識を社会の中で増すこと、また新しい知識および化学関連の活動に対するアクセスを促すことを目的とする、あらゆるレベルでの行動に当該年を利用することを奨励する」とある。つまり、今年は化学の重要性を多くの人に知ってもらうための年なのである。

これを機に多くの日本人がもつ化学への偏見を修正できないだろうか。かつて公害を経験したわが国では、「化学物質が環境中に飛散」→「健康に悪影響」→「化学は悪者」という負のイメージが定着してしまっている。我々に有用な化学品が限られた資源から化学反応によって作り出され、長きにわたりその恩恵にあずかってきたにも関わらず、である。化学を専門とするものにとっては、この現状は歯がゆいというほかない。

全てのことがらにはベネフィットとリスクの両面があって、我々の生活はこの両者のバランスの上に成り立っている。例えば自動車は移動手段として便利だが、化石資源を大量消費するし交通事故による怪我/落命の可能性という負の面ももつ。化学品も然りで、例えば塗料は防食、美観付与、表面機能化といったベネフィットと有機溶剤の大気中への飛散というリスクをもつ。しかしながら、自動車の功罪はだれでも知っているのに、塗料を使用しないとどんな不都合が生じるか、あるいは大気中に飛散した有機溶剤の何が問題なのかを正しく認識している人がどれほどいるかははなはだ疑問である。この違いは、1) 化学品が我々の日常にあまりにも深く浸透していて、それら抜ききの生活が想像できないこと、2) 目に見えない分子というものの挙動がよくわからないこと、の2点に起因するよう思う。

このような現実はどう対処すればよいか。ひとつには、化学のポジティブキャンペーンではないかと思う。ベネフィット意識のないところにリスクの情報だけが流されると、ホラーストーリーができあがってしまう。適切なベネフィット情報があることでバランス感覚が養われる。昨年鈴木、根岸両博士らがノーベル化学賞を受賞された折、その業績について「この反応は工業規模で液晶や高血圧の薬を合成するのに使われている」と報道されたが、これは化学が役に立つことを示す大変よい事例となった。化学者や化学業界は、今後ともそのような化学の恩恵に関する情報発信を積極的に行っていく必要があるだろう。もうひとつは、リスクの正しい評価の推進である。限られた紙面のため詳しくは書けないが、それには1) 人間といえども化学構造式で記述できる分子で構成されており、生命活動はフラスコ内で起こるような化学変化の集積に過ぎないこと、2) 体内に取り込まれた物質が生体に影響を及ぼすにはそれがまず生体分子と結合する必要があること、3) 生体内にとりこまれた外来分子は酵素や免疫などの作用により一定速度で分解・排出されること、4) 環境中に出た物質は酸素・太陽光・微生物などの作用により一定速度で分解されること、などを知ってもらうことが不可欠である。その実現には、初等教育の段階で「化学とは実験室の中だけの特別な話ではなく、実生活のさまざまな事を理解するための手段である」と教え、化学への興味をもってもらうことも必要であろう。教育は今年一年でどうにかなる話ではないが、おりしも今世紀に入って最初の十年が過ぎたところであり、次の十年への課題として位置づけてはどうかと考えている。

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

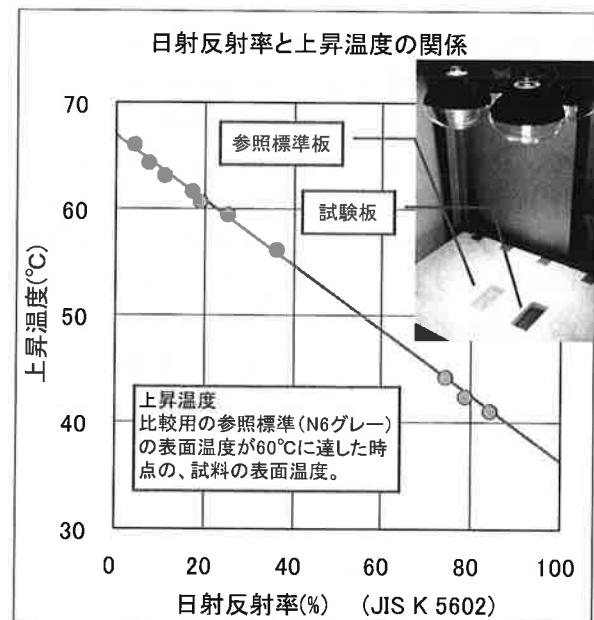


図1 日射反射率と温度上昇の関係

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。

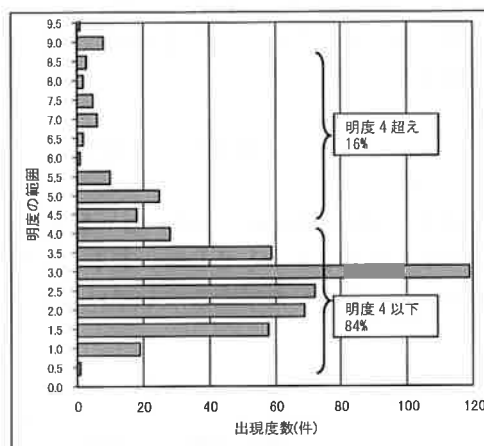


図2 色彩(明度)の出現頻度(外装・屋根669色)日塗工調べ

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

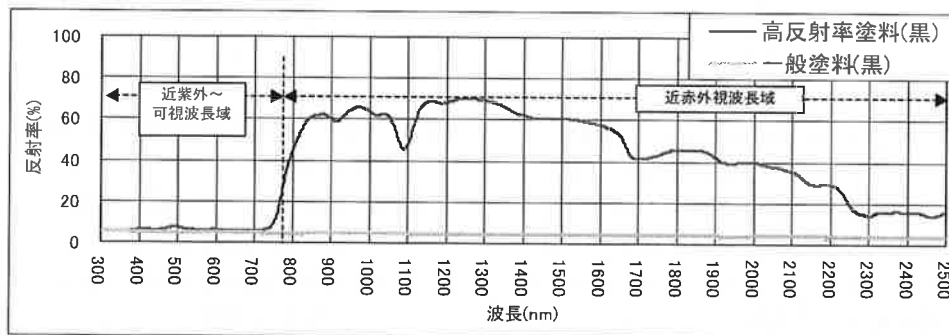


図3 高反射率塗料(黒色)と一般塗料(黒色)の分光反射率

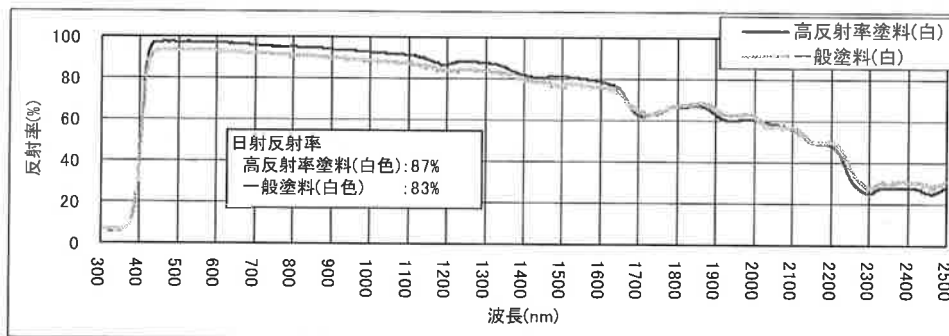


図4 高反射率塗料(白色)と一般塗料(白色)の分光反射率

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。

1. はじめに

現在「JIS K 5601-4-1:2003」に規定されているホルムアルデヒド放散量測定方法¹⁾の一つに「デシケータ法」があり、その定量方法には、吸光光度法と HPLC 法の2方法が規定されている。当協会では、吸光光度法を採用して測定を行っているが、測定方法の選択幅を拡げるために今回は、HPLC 法での測定について検討を行った。

まず、HPLC 法の測定条件（溶離液）の最適化検討を行い、その後、F☆☆☆☆領域におけるホルムアルデヒド放散量（共存物質の影響を含む）の吸光光度法と HPLC 法の測定結果を比較検討したので報告する。

2. HPLC 法の検討

2.1 検討内容

「JIS K 5601-4-1:2003」に基づき、HPLC 法で使用する溶離液の種類、およびその混合比率等の検討を行い、HPLC 法による最適な定量条件を検討した。

2.1.1 試薬

「JIS K 5601-4-1:2003 3.4 試薬の調製」に記載されている試薬を使用。HPLC 法で使用する主な試薬は、以下のとおりである。

試薬特級または、HPLC 用試薬を使用。

- ① DNPH (2,4-ジニトロフェニルヒドラジン)
- ② 塩酸
- ③ クロロホルム
- ④ アセトニトリル

2.1.2 測定方法

「JIS K 5601-4-1:2003」に示すデシケータ法に従い、測定を行った。デシケータ内のサンプル水をクロロホルムで抽出し、定量試験に供した。抽出状況を写真1に示す。なお、HPLC の溶離液は、アセトニトリル/水混合液の使用を基本とし、混合比率は「JIS K 5601-4-1:2003 4. 小形チャンパー法」で以前より採用している 55 : 45 を基準として、条件の絞り込みを行った。

2.1.3 測定結果

2.1.2 の測定条件において測定したところ、ホルムアルデヒドの分離が不十分となり、定量困難な状態となった(図1)。

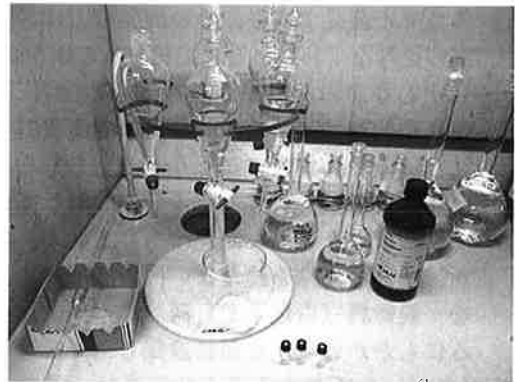


写真1 クロロホルム抽出状況

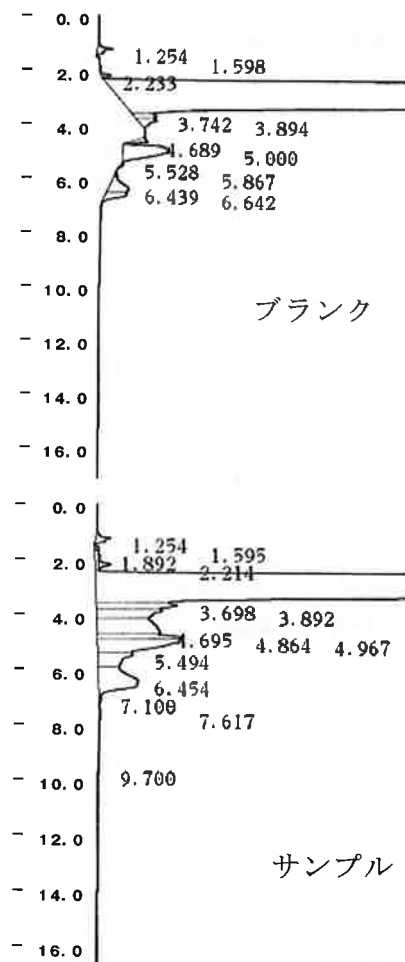


図1 クロロホルム抽出 [溶離液 (アセトニトリル : 水 = 55 : 45)] の HPLC チャート

定量困難な原因を探るため、抽出溶媒であるクロロホルムの保持時間の確認を行ったところ、ブロードなピークが検出された(図2)。図1との比較により、ホルムアルデヒドとクロロホルムの検出される保持時間は、3～6分の間で重なることがわかった。

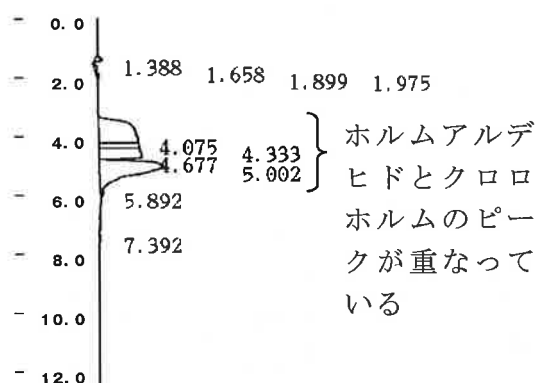


図2 クロロホルム測定 [溶離液 (アセトニトリル：水 = 55：45)] のHPLCチャート

ホルムアルデヒドを定量するためには、クロロホルムと重なったピークを分離させる必要がある。そこで、HPLC 溶離液の混合比率を分離に最適な条件に変更することにした。検討の結果、アセトニトリル：水 = 35：65で行うと、ホルムアルデヒドとクロロホルムを分離することが可能となった。(図3)

2.2 ホルムアルデヒド放散量の測定

「JIS K 5601-4-1:2003」に基づき、吸光光度法とHPLC法の検量線を作成し、塗膜からのホルムアルデヒド放散量をそれぞれの測定方法で定量する。

2.2.1 試薬

「JIS K 5601-4-1:2003 3.4 試薬の調製」に記載されている試薬を使用。

2.2.2 測定方法

「JIS K 5601-4-1:2003 3.8.7 定量方法 a) 吸光光度法、b) HPLC法」に基づいて行った。検量線については、「3.8.8 検量線の作成」に従いそれぞれ作成した。

HPLC法はクロロホルム抽出、溶離液の混合比率をアセトニトリル：水 = 35：65で実施。以降の検討についても、同様の測定方法で行った。

2.2.3 検量線の作成

吸光光度法とHPLC法の検量線の作成例を図4及び図5に示す。また図6に、ホルムアルデヒド検量線用標準液のHPLCチャートを示す。

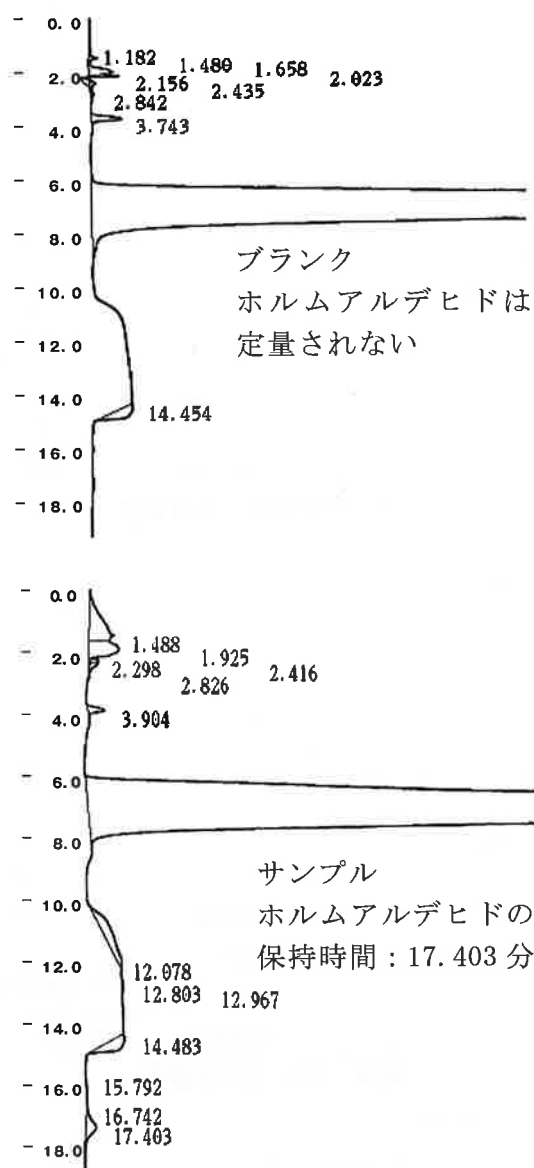
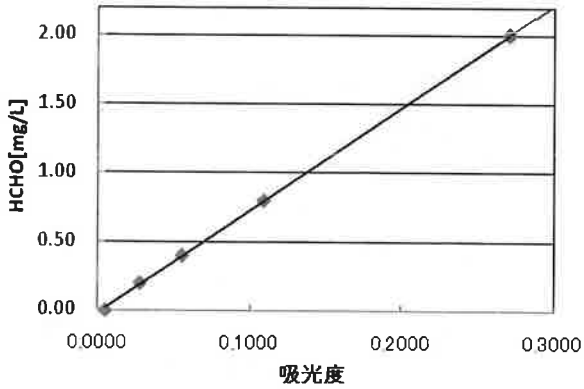
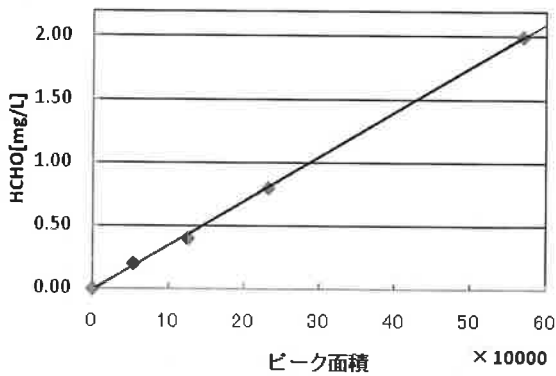


図3 クロロホルム抽出 [溶離液 (アセトニトリル：水 = 35：65)] のHPLCチャート



1次回帰分析における検量線の式 $Y = F X + a$
 $F = 7.5407$
 $a = -0.0183$
 相関係数 $r = 0.9999$

図4 吸光光度法の検量線



1次回帰分析における検量線の式 $Y = F X + a$
 $F = 0.0000035588$
 $a = -0.0118$
 相関係数 $r = 0.9997$

図5 HPLC法の検量線

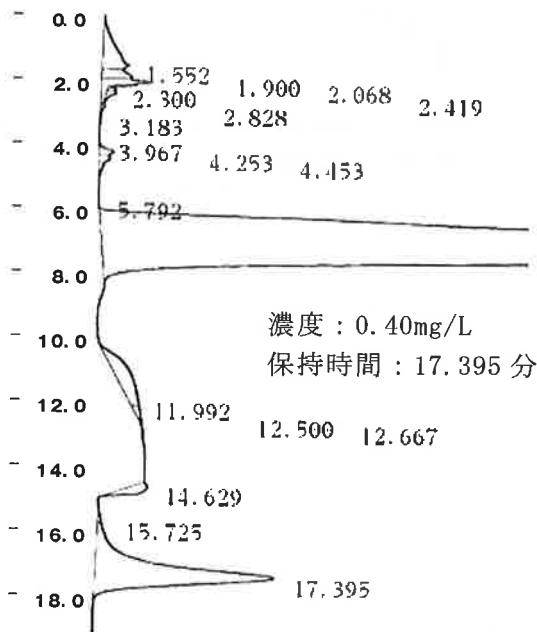


図6 ホルムアルデヒド検量線用標準液のHPLCチャート

2.2.4 ホルムアルデヒド放散量の測定

試料は、「JIS K 5621:2008 2種」に規定されている「一般用さび止めペイント」を用いた。

表1に吸光光度法、表2にHPLC法の測定結果を示す。また図7に、塗膜からのホルムアルデヒド放散量のHPLCチャートを示す。

表1 吸光光度法の測定結果

試料名	吸光度	濃度G	G平均
		[mg/L]	[mg/L]
ブランク-1	0.0030	—	—
試料1-1	0.0058	0.084	0.09
	0.0059	0.087	
ブランク-2	0.0025	—	—
試料1-2	0.0060	0.103	0.10
	0.0061	0.106	

表2 HPLC法の測定結果

試料名	ピーク面積	濃度G	G平均
		[mg/L]	[mg/L]
ブランク-1	0	—	—
試料1-1	7520	0.107	0.12
	8746	0.124	
ブランク-2	0	—	—
試料1-2	5187	0.073	0.09
	7584	0.107	

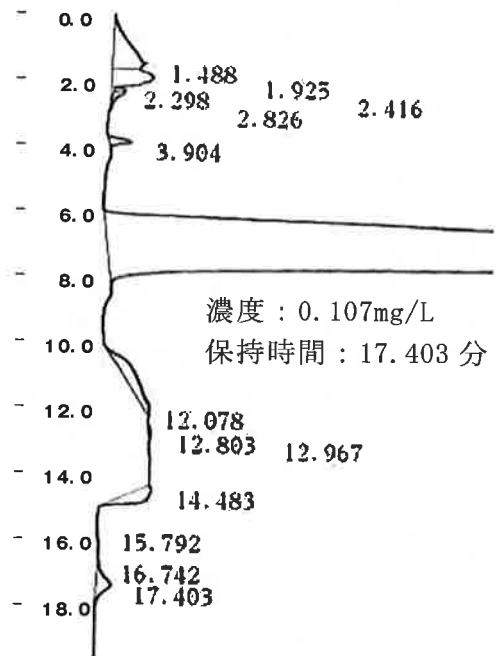


図7 塗膜からのホルムアルデヒド放散量

2.3 共存物質（アセトアルデヒド）の影響

ホルムアルデヒドを含有させた試料にアセトアルデヒドを添加し、吸光光度法での検討²⁾と同様に、HPLC法におけるアセトアルデヒド添加による影響を調査した。ホルムアルデヒド放散量の測定結果を表3に示す。また図8に、表3の「ホルムアルデヒド0.20mg/L+アセトアルデヒド7.0mg/L」のHPLCチャートを示す。

表3 ホルムアルデヒド放散量の測定結果

試料名	吸光光度	HPLC
	[mg/L]	[mg/L]
ホルムアルデヒド0.04mg/L	0.034	0.033
ホルムアルデヒド0.04mg/L+ アセトアルデヒド7.0mg/L	0.038	0.029
ホルムアルデヒド0.20mg/L	0.193	0.192
ホルムアルデヒド0.20mg/L+ アセトアルデヒド7.0mg/L	0.194	0.169

*試料はホルムアルデヒド標準原液（特級：38%溶液）、アセトアルデヒド標準原液（特級：90%溶液）から作製。

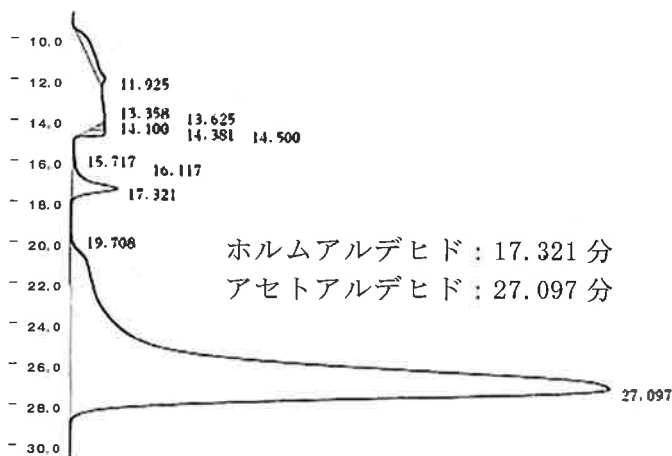


図8 ホルムアルデヒド0.20mg/L+アセトアルデヒド7.0mg/LのHPLCチャート

表3より、アセトアルデヒドはホルムアルデヒドの定量に対して、吸光光度法では正の誤差（共存物質により測定値が大きくなる）を与えるが、HPLC法では負（共存物質により測定値が小さくなる）の誤差を与えることがわかった。ホルムアルデヒドのみを含有させた試料とアセトアルデヒドを添加した試料では、クロロホルムによる前処理においてホルムアルデヒドの収率が異なることが予想され、前処理方法の具体的な手順を検討する必要があると考える。

2.4 定量方法による差

吸光光度法とHPLC法の放散量データ（表4）から、F☆☆☆☆（0.12mg/L以下）領域における測定方法の違いによる差の有無を、危険率5%で確認した。

表4 吸光光度法とHPLC法のホルムアルデヒド放散量の測定結果

測定回数	吸光光度	HPLC
	[mg/L]	[mg/L]
1	0.08	0.11
2	0.09	0.12
3	0.10	0.07
4	0.11	0.11

表4のデータを用い分散分析を行ったところ、観測された分散比は0.414、F境界値は5.987となった。今回測定したホルムアルデヒド放散量F☆☆☆☆領域において、HPLC法と吸光光度法に有意差（危険率5%）は認められなかった。

2.5 まとめ

- 今回、溶離液であるアセトニトリル/水の混合比率について検討を行い、溶離液アセトニトリル/水の混合比率を調整することで、ホルムアルデヒドとクロロホルムのピークが重なるために従来の方法では定量できなかったホルムアルデヒドの定量が可能となった。しかし、それによってホルムアルデヒドの保持時間が長く（17分）なり、クロマトグラフのピークはテーリングする傾向が現れ、そして、ブランクのホルムアルデヒドのピークが現れず定量ができなかった。現在、クロロホルムの影響を受けない溶離液の検討を行っており、その事例を紹介する。HPLC溶離液をアセトニトリル/水から、「JIS K 5601-4-1:2003」に記載されているもうひとつの溶離液であるメタノール/水（メタノール：水=50：50）に換えて測定を行った。その結果、ブランクおよびサンプルともにホルムアルデヒドのピークを確認することができ、保持時間も短くなった（図9）。
- 塗膜からのホルムアルデヒド放散量測定においては、吸光光度法およびHPLC法にて同一試料を測定したところ、有意差（危険率5%）は認められなかった。F☆☆☆☆領域における、測定方法の違いによる測定結果への影響は小さいと考えられる。
- HPLC法における共存物質（アセトアルデヒド）の影響については、共存物質の濃度が高い程、負の誤差が大きくなる可能性があるので注意する必要がある。

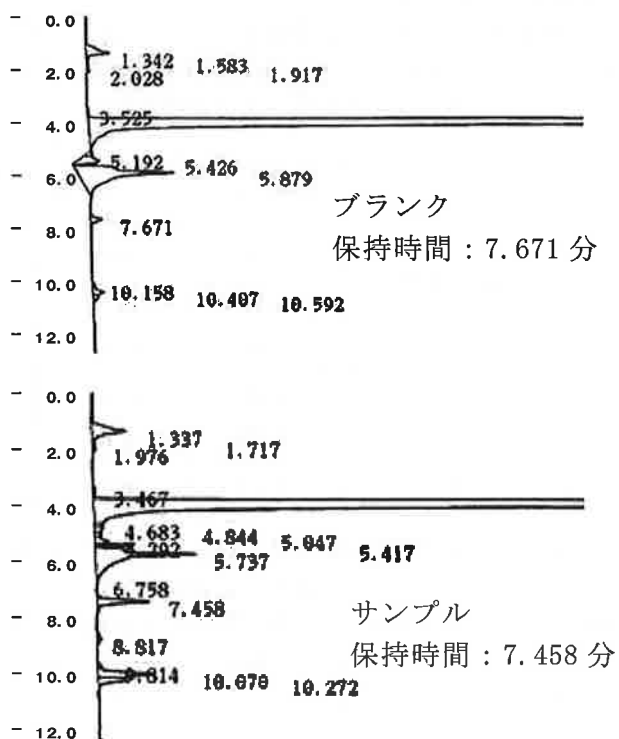


図9 クロロホルム抽出 [HPLC 溶離液 (メタノール : 水 = 50 : 50)] の HPLC チャート

3. おわりに

以下に今後の課題を示す。

- (1) HPLC 法での操作について、溶離液であるメタノール / 水の検討を進め、グラジエント法の活用や新たなカラムを採用する等、更なるデータ収集を行い、測定精度の向上に努めたい。
- (2) 「JIS K 5601-4-1:2003」に記載されていない部分の手順、特にクロロホルムによる抽出の際の振とう速度や時間を十分に検証し、規定化する必要がある。
- (3) 塗膜からのホルムアルデヒド放散量測定において、今回は主として F☆☆☆☆ (0.12mg/L 以下) 領域の放散量における、HPLC 法と吸光度法の測定値を検討したが、F☆☆☆☆領域より高い濃度の放散量についても、共存物質の影響を踏まえた上で確認を行う。

参考文献

- 1) JIS K 5601-4-1:2003. 塗料成分試験方法—第4部：塗膜からの放散成分分析—第1節：ホルムアルデヒド。
- 2) 加藤礼士. デシケータ法によるホルムアルデヒド放散量測定における共存成分の影響について. 日塗検ニュース. 2009, vol. 124, p. 6-8.

蓄光式避難誘導標識の試験規格

財団法人 日本塗料検査協会
東支部 検査部 比留川 伸 司

1. はじめに

近年、蓄光式避難誘導標識（図1）の普及が急速に進んでいる。その背景には、海外で発生した惨事、大事故等がある。2001年9月11日のアメリカ同時多発テロでは誘導灯が非常電源の破壊や断線で機能しなかったために、多くの死傷者を出すことになった。そこで、2004年にニューヨーク市条例が改正され、その条例(27-38327-383.1)において100フィート（約30メートル）を超えるビルと、75フィート（約23メートル）を超えるオフィスビルについては、蓄光板による出口及び出口への道順の確保が2006年1月以降に義務付けられた。また、2003年2月18日、大韓民国大邱広域市、地下鉄1号線中央路駅にて車内放火による火災で死者192名、負傷者140名に上る事件が発生した¹⁾。被害拡大の原因は、避難誘導設備の不備による人災の可能性が高いと言われている。

東京都では独自の調査報告書をもとに、2004年10月14日に火災予防条例を改正（東京都規則第281号【火災予防条例施行規則の一部を改正する規則】）し、2005年4月1日施行された。さらに、2010年4月9日、「消防法施行規則等の一部を改正する省令（平成21年総務省令第93号）」及び「誘導灯及び誘導標識の基準の一部を改正する告示（平成21年消防庁告示21号）」の技術基準が新たに定められた。そこで、本報では、蓄光式避難誘導標識の試験規格について概説を行うと共に、新たに定められた技術基準に対応するため照明器具の種類とりん光輝度について調査を行ったので、その結果を報告する。

2. 蓄光式避難誘導標識に関する主な試験規格

上記のような世の中の要求に合わせて、様々な規格が官公庁及び各団体により作成された。下記に、官公庁及び各団体による蓄光式避難誘導標識に関する規格を示す。

2.1 官公庁及び各団体の蓄光式避難誘導標識規格

1) JIS規格

JIS Z 9107:2008（安全標識－性能の分類、性能基準及び試験方法）

2) 財団法人 日本消防設備安全センター（性能評定）

蓄光式誘導標識及び高輝度蓄光式誘導標識

3) 東京消防庁（登録制度）

東京消防庁避難口明示物及び避難方向明示物の構造及び性能の基準（平成17年3月東京消防庁告示第4号）

2.2 各試験規格について

各試験規格の内容を表1に示す。表1では各試験方法の詳細は記載できなかったが、各試験規格を比較すると同一の試験を行っている項目が殆んどであるものの、一部試験の内容が非常に異なっている所もある。例えば、床用の耐摩耗性試験では、JIS Z 9107と東京消防庁はJIS K 5600-5-10（塗料一般試験方法）の研磨紙（シリコンカーバイド紙のP180級）を用いた方法を採用しているのに対し、日本消防設備安全センターはJIS A 1451（回転円盤の摩擦及び打撃による床材料の摩耗試験方法【散布砂（けい砂）を落下させつつ、摩擦鋼板、摩擦ブラシ及び打撃びょうの順で摩耗する】）を採用している。試験方法の違いは、主な対象材料が異なるため

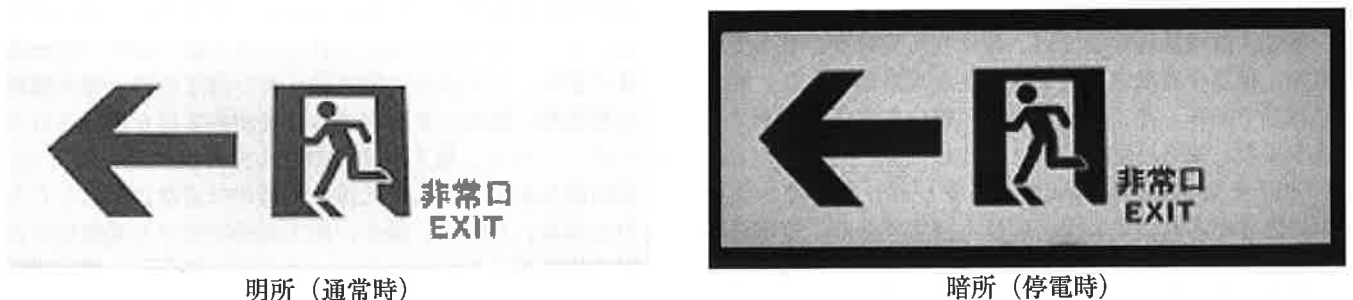


図1 蓄光式避難誘導標識

表1 各規格の試験項目一覧

試験項目	JIS Z 9107		消防設備安全センター						東京消防庁	
	壁面	床用	床用	屋内		床用	屋外		避難口明示物及び 避難方向明示物	
				壁用			壁用			
				1 m未満	1 m以上			1 m未満	1 m以上	
外観・構造・形状 寸法及び表示	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
色	○	○	—	—	—	—	—	—	○	○
耐摩耗性	—	○	○	○	—	○	○	—	—	○
耐水性	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○
耐候性	○	○	—	—	—	○	○	○	○	○
耐燃性	○	○	—	○	○	—	—	—	○	○
耐薬品性	—	○	○	○	○	○	○	○	—	○
曲げ試験	—	—	○	○	○	○	○	○	—	—
すべり抵抗	—	—	○	—	—	○	—	—	—	—
耐凍結融解性	—	—	—	—	—	○	○	○	—	—
輝度	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
発光色	—	—	○	○	○	○	○	○	—	—
色材の付着性	○	○	—	—	—	—	—	—	○	○
耐衝撃性	○	○	—	—	—	—	—	—	○	○
耐ふき取り性	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
耐湿性	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
耐食性	○	○	—	—	—	—	—	—	○	○
視認性	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○

あり、JIS Z 9107は塗膜のような材料を対象とし、JIS A 1451はタイルのような材料が対象である。摩耗減量はJIS A 1451の方がJIS Z 9107より大きく、りん光輝度への影響も大きい。これらのことから、各試験結果を横並びで比較することはできず、実際には、設置される建築物や基材等に要求されている基準がどのようなものかを確認する必要がある。

2.3 りん光輝度の規格値比較

蓄光式避難誘導標識では、特にりん光輝度が重要であるが、種類や要求性能により様々な規格値があり、非常に複雑である。そこで、規格値の違いを表2及び表3にまとめた。表2（励起照度：200Lx）に示すように、JIS Z 9107と日本消防設備安全センターは、それぞれ4種類の区分があり、東京消防庁は1種類である。日本消防設備安全センターでは、さらに、表3に示すように、励起照度の異なる区分が2種類（計3種類）ある。各規格が要求するりん光輝度が異なっているため、材料を採用

する場合それぞれの最高グレードの輝度値を示すからといって、同じように取り扱うことができないので注意する必要がある。

3. 照明器具の違いによるりん光輝度

3.1 背景

2010年4月9日、「蓄光式誘導標識等に係る運用について（通知）（消防予第177号）」の中に、蓄光式誘導標識の性能を保持するために必要な照度等という項目がある。そこでは照明に用いられている光源の特性（照明器具の種類、照明器具の型式等）及び測定条件（測定機器の型式等、照度）を確認する必要がある旨が記載されている。これは、施工現場でのりん光輝度測定と共にLED照明器具を中心とした光源の多様化の要求に対応したものである。しかし、現在、施工現場でのりん光輝度の測定手法は確立されていない。そこで、実際に、標準光源D65及び市販の代表的な蛍光灯（昼白色）と最近開発・普及が進んでいる新たな光源であるLED照明器具を用い

表2 JIS Z 9107・日本消防設備安全センター・東京消防庁の最低りん光輝度の規格値比較

JIS Z 9107			(財)日本消防設備安全センター			東京消防庁	
副分類	励起照度 (200Lx)		標識区分	励起照度 (200Lx)		励起照度 (200Lx)	
	20分後	60分後		20分後	60分後	20分後	60分後
—	—	—	S200級	250mcd/m ² 以上	75mcd/m ² 以上	—	
JD	200mcd/m ² 以上	60mcd/m ² 以上	A200級	200mcd/m ² 以上	60mcd/m ² 以上	—	
—	—	—	B200級	150mcd/m ² 以上	45mcd/m ² 以上	—	
JC	100mcd/m ² 以上	30mcd/m ² 以上	C200級	100mcd/m ² 以上	30mcd/m ² 以上	—	
JB	50mcd/m ² 以上	15mcd/m ² 以上	—			50mcd/m ² 以上	15mcd/m ² 以上
JA	24mcd/m ² 以上	7mcd/m ² 以上	—			—	

光源：常用光源蛍光ランプ D65

励起時間：20分

表3 日本消防設備安全センターの最低りん光輝度

(財)日本消防設備安全センター					
標識区分	励起照度 (100Lx)		標識区分	励起照度 (50Lx)	
	20分後	60分後		20分後	60分後
S100級	200mcd/m ² 以上	60mcd/m ² 以上	S50級	128mcd/m ² 以上	38mcd/m ² 以上
A100級	150mcd/m ² 以上	45mcd/m ² 以上	A50級	100mcd/m ² 以上	30mcd/m ² 以上
B100級	100mcd/m ² 以上	30mcd/m ² 以上	B50級	—	—
C100級	—	—	C50級	—	—

てりん光輝度の比較測定を行った。LED 照明器具は、蛍光灯と比較し照度が同じであっても紫外線強度が低いためりん光輝度が小さいと言われている²⁾。

3.2 測定条件

試料：蓄光式避難誘導標識 (JIS Z 9107 JC 級)

励起条件：200Lx で 20 分励起

測定角：2°

測定機器 (写真 1 を参照)

- ① 照度計：コニカミノルタ製 T-10
- ② 紫外線強度計：株式会社 トプコン製 UVR-300
測定波長域：UD-400 360～490nm
- ③ 輝度計：株式会社 トプコン製 BM-5A

光源

- ① 東芝ライテック (株) 製色比較・検査用 D65 蛍光灯
- ② パナソニック (株) 製 FLR40S・N/M-X・36 フルホワイต์蛍光灯 (昼白色)
- ③ T 社製 LED 電球 (昼白色)
- ④ S 社製 LED 電球 (昼白色)
- ⑤ N 社製 LED 電球 (昼白色)
- ⑥ L 社製 LED 電球 (昼白色)
- ⑦ G 社製 LED 電球 (昼白色)

⑧ T 社製 LED 電球 (電球色)

3.3 りん光輝度の測定結果

標準光源 D65、蛍光灯 (昼白色)、LED 電球 (昼白色、電球色) について、りん光輝度と紫外線強度の測定を行い、結果を表 4 に示した。標準光源 D65 と各光源のりん光輝度を比較すると、蛍光灯 (昼白色) は約 10% 程度、LED 電球 (昼白色) は約 0～25% 程度、そして LED 電球 (電球色) は約 50% 程度低い値を示した。また、市販されている一般的な光源であれば、りん光輝度は紫外線強度に概ね相関し、LED 電球の中には標準光源 D65、蛍光灯 (昼白色) 相当の紫外線強度を示すものがあることが分かった (図 2)。光源の違いによるりん光輝度の減衰傾向については図 3 に示す。各光源でりん光輝度の違いはあるが減衰傾向に差はなかった。

4. おわりに

今回は、試験規格及び各光源の紫外線強度とりん光輝度について記述した。今後、更に多様な光源下で蓄光材料が使用されていくことが予想されることから、他の光源 (紫外線強度が高いハロゲンランプ等) の測定、様々な測定条件 (低照度) でのりん光輝度を測定し、報告する予定である。



① 照度計



② 紫外線強度計



③ 輝度計

写真 1

表 4 光源とりん光輝度の関係

光源名	ランプの種類	ランプの色	色温度	紫外線強度 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	りん光輝度 mcd/m^2	
					20 分後	60 分後
1	D65 蛍光灯	昼光色	6500K	26.2	100	30
2	蛍光灯	昼白色	5000K	18.3	90	25
3	LED 電球	昼白色	5000K	11.8	74	21
4	LED 電球	昼白色	5000K	15.3	86	25
5	LED 電球	昼白色	5000K	18.8	100	30
6	LED 電球	昼白色	6500K	17.3	80	24
7	LED 電球	昼白色	5000K	14.5	82	25
8	LED 電球	電球色	2800K	4.3	48	12

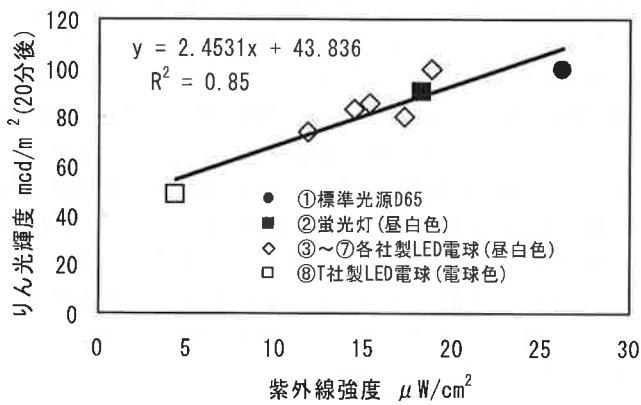


図 2 りん光輝度と紫外線強度の関係

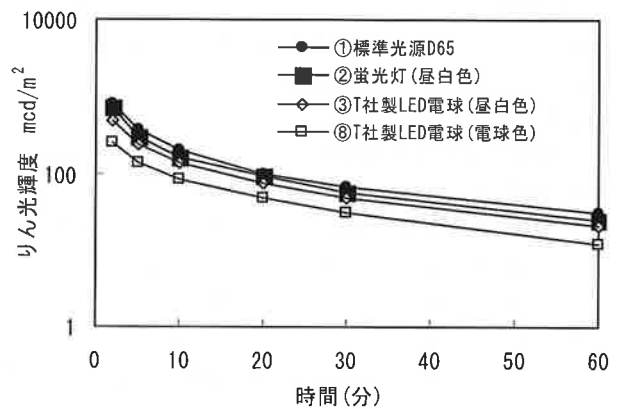


図 3 光源とりん光輝度の減衰傾向

参考文献

- 1) 総務省消防庁特殊災害室, 消防研究所. 韓国大邱市地下鉄火災の調査結果概要. 月刊フェスク. 2003, 7(4).
- 2) 消防庁予防課長. 蓄光式誘導標識等に係る運用について (通知). 消防予第 177 号平成 22 年 4 月 9 日.

ニ ュ ー ス

JIS マーク表示認証業務

- ・当協会が平成 22 年 6 月 1 日から平成 22 年 11 月 30 日までの間に JIS 認証した鋳工業品は表 1 のとおりです。
- ・改正工業標準化法に基づいて当協会が行っている JIS マーク表示認証業務の内容及び塗料関連 JIS に関する最近の改正情報については、当協会のホームページに掲載していますので、下記の URL にてご確認下さい。

URL : <http://www.jpia.or.jp>

表 1 平成 22 年 6 月 1 日から平成 22 年 11 月 30 日までの間に JIS 認証した鋳工業製品

認証番号	認証取得者の名称	認証区分 (規格番号)	規格名称	認証年月日
JP0510002	エスケー化研株式会社	JIS K 5670	アクリル樹脂系非水分散形塗料	2010/ 6/18
JP0410002	株式会社トウベ製造	JIS K 5553	厚膜形ジンクリッチペイント	2010/ 7/ 1
JP0510003	エスケー化研株式会社	JIS K 5660	つや有合成樹脂エマルションペイント	2010/ 9/17
JP0510004	エスケー化研株式会社	JIS K 5660	つや有合成樹脂エマルションペイント	2010/ 9/17
JP0310001	エムシー工業株式会社	JIS K 5970	建物用床塗料	2010/10/18
JP0510005	エスケー化研株式会社	JIS A 6021	建築用塗膜防水材	2010/10/18
JP0510006	大日本塗料株式会社	JIS K 5659	鋼構造物用耐候性塗料	2010/10/18

建築基準法に基づく性能評価書の発行

- ・建築基準法施行令第 20 条の 7 に基づく建築材料の性能評価を終え、当協会が平成 22 年 6 月 1 日から平成 22 年 11 月 30 日までの間に発行した性能評価書は表 2 のとおりです。

表 2 平成 22 年 6 月 1 日から平成 22 年 11 月 30 日までに発行した性能評価書

認可番号	発行日	対象条文	建築材料名	申請会社
JP-0176	H22. 9. 14	令第 20 条の 7 第 4 項	フェノール樹脂を使用した接着剤	積水フーラー株式会社
JP-0177	H22. 10. 15	令第 20 条の 7 第 4 項	表面ウレタン樹脂塗料塗 / 集成材	ジイ・エイチ・エス沖縄株式会社
JP-0178	H22. 11. 19	令第 20 条の 7 第 4 項	ゴム系溶剤形接着剤	セブン工業株式会社
JP-0179	H22. 11. 30	令第 20 条の 7 第 4 項	表面ウレタン樹脂系塗料塗 / 集成材	株式会社マルキ開発
				HOA NAM CONSULTING CORPORATION

外部発表

・当協会が平成 22 年 6 月 1 日から平成 22 年 11 月 30 日までの間に外部発表したものは表 3 のとおりです。

表 3 外部発表一覧（平成 22 年 6 月 1 日～平成 22 年 11 月 30 日）

	発表題目	発表者	発表先 雑誌名	出版社 主催者
投稿	コンクリート構造物への表面被覆工法の適用	山田卓司	橋梁と基礎 Vol. 44 No. 8(218), 2010/08 (西日本旅客鉄道と共同執筆)	(株)建設図書
講演	コンクリート表面含浸材の電気泳動法による拡散セル遮塩性試験に関する研究	藤田庫雄	平成 22 年度第 65 回年次学術講演会, 2010/09 (高速道路総合技術研究所と共同発表)	(社)土木学会
講演	高反射率塗料の性能に関する研究 その 11 耐候性試験後の日射反射率について	清水亮作 櫻井 剛	2010 年度日本建築学会大会 学術講演会, 2010/09	(社)日本建築学会
講演	表面被覆材によるコンクリート補修	山田卓司	長もち研究会, 2010/10	長もち研究会 (京都工芸繊維大学)

塗料試験方法研究会

・当協会が主催している当研究会にて平成 22 年 6 月 1 日から平成 22 年 11 月 30 日までの間に実施した勉強会は表 4 のとおりです。

表 4 塗料試験方法研究会 勉強会（平成 22 年 6 月 1 日～平成 22 年 11 月 30 日）

部 会 年月日	勉強会の内容	場所	参加者
東部会 平成 22 年 9 月 8 日	講演「いすゞ自動車藤沢工場の概要」 講師 総務 内山一昭 講演「無人上塗りブース」 講師 塗装技術グループ 田村吉宣 見学「車体組立て・塗装・艤装・総組立てライン」 案内 総務、塗装技術グループ	いすゞ自動車(株) 藤沢工場	16 社 21 名
西部会 平成 22 年 9 月 22 日	見学「橋の科学館」 「ブリッジワールド」	橋の科学館 明石海峡大橋	11 社 25 名
東部会 平成 22 年 11 月 11 日	講演「鋼構造物（鋼橋）の維持管理と防食塗装」 講師 元(財)鉄道総合技術研究所 田中 誠 講演「屋根用高日射反射率塗料の JIS 規格（案）」 講師 (財)日本塗料検査協会 清水亮作 試験機紹介「スガ摩耗試験機 NUS-ISO-3」 紹介 スガ試験機(株) 斉藤貴志	東京塗料会館	17 社 29 名
西部会 平成 22 年 11 月 26 日	講演「ウエザリング～耐候性試験の光源及び強エネルギー 試験の問題点」 講師 (株)東洋精機製作所 相川次男 講演「塗料に関する JIS 規格の動向」 講師 (社)日本塗料工業会 高橋俊哉 講演「JIS 認証審査について」 講師 (財)日本塗料検査協会 加来伸一	エルおおさか	21 社 48 名

業 務 案 内

塗料、ロードマーキング材、建築内外装用仕上げ塗材、コンクリート補修材、ライニング材等、美粧、保護用施工材料の総合的試験機関です。お気軽にご相談下さい。

1. JIS 規格・外国規格・団体規格・その他法令・基準などに基づく塗料等の試験・検査

2. 試験方法及び評価技術の調査・研究

- (1) 官公庁・各種団体などの委託による、塗料等の調査・研究
- (2) 新規試験方法・評価方法の開発研究
- (3) 塗料試験方法研究会の主催

3. 標準化業務

- (1) ISO/TC35/SC9「塗料試験方法」の国内審議団体及び国内事務局
- (2) 塗料・塗膜及びその原材料に関する試験方法、製品、加工等の JIS 原案の作成・提案

4. コンサルティングや技術指導

各種試験方法や評価方法などのアドバイス・コンサルティング

5. 情報提供業務

各種塗料・塗膜試験に必要な基準・資料・試験材料等の作成と提供

6. 性能評価及び環境測定業務

- (1) 建築材料からのホルムアルデヒド放散に係る性能評価及び証明
- (2) 環境保全に関する測定・分析及び計量証明

7. JIS マーク表示認証に係る審査・認証

なお、塗料の各種試験を行う際に必要な、以下の試験材料及び書籍を東・西両支部にて販売しています。

[試験材料]

- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| ■「鉛筆引っかき値」用検定鉛筆（6H～6B） | ¥210（1本） |
| 注文は6本単位（異種硬さの混合6本可）でお願いします。 | |
| ■「表面乾燥性」試験用パロチニ他一式 | ¥10,500 |
| ■「白亜化」測定用テープ | ¥1,575（1箱50枚入り） |
| ■「白亜化」測定テープ貼り付け台紙 | ¥2,500（1箱50枚入り） |
- ※なお、「隠ぺい力」に使用する日本塗料検査協会検定の隠ぺい率試験紙は下記で販売しています。
- 日本テストパネル(株) 06-6953-1661 / 太佑機材(株) 06-6727-1121

[書籍]

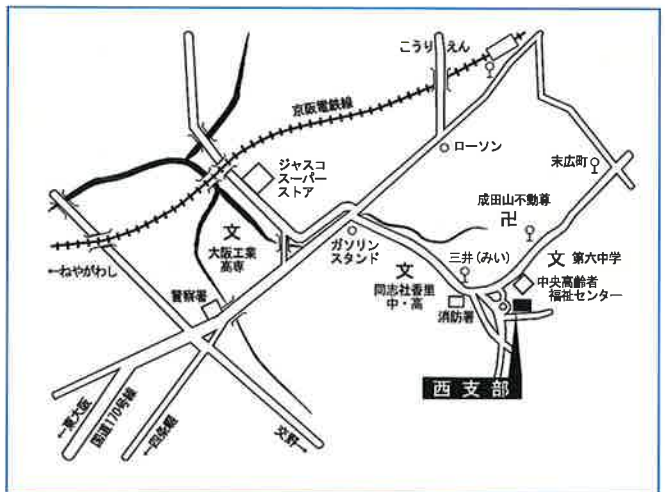
- | | |
|--------------------------|---------|
| ■塗料試験設備の管理・取扱基準（2002年度版） | ¥26,250 |
| ■塗膜の評価基準（2003年度版） | ¥10,500 |
| ■塗膜の評価基準（2003英語版） | ¥12,600 |
| ■視覚による塗膜表面の欠陥（2002年度版） | ¥8,400 |
| ■塗料試験方法 No.3（防食性試験方法） | ¥10,500 |

業務案内の詳細及びニュース欄の公開情報に関しては下記の日本塗料検査協会のホームページにてご覧になれます。また、塗料の試験・検査のご依頼、塗料の試験方法に関する調査研究のお問い合わせ等気軽にご相談下さい。

お問い合わせ先

東海以北 → 東支部(E-mail: east@jpia.or.jp)

近畿以西 → 西支部(E-mail: west@jpia.or.jp)



交通 JR・小田急 藤沢駅下車
 徒歩 25分 又はタクシー
 バス 藤沢駅南口小田急デパート前
 江の電バス 8番乗場より
 ・渡内中央行 小塚地下道前下車
 進行方向に直進約5分
 ・教養センター循環 みどりの園前下車
 進行方向に直進1分

交通 京阪香里園駅下車
 徒歩 25分 又はタクシー
 バス 京阪バス3番乗場より三井団地
 三井泰団地又は寝屋川市駅行
 三井(みい)下車三井団地に
 向かって徒歩2分(看板有)



財団法人 日本塗料検査協会

<http://www.jpia.or.jp>

本	部	〒150-0013	東京都渋谷区恵比寿3丁目12番8号 東京塗料会館205 電話 03(3443)3011 FAX 03(3443)3199
東	支	部 〒251-0014	神奈川県藤沢市宮前428番地 電話 0466(27)1121 FAX 0466(23)1921
西	支	部 〒572-0004	大阪府寝屋川市成田町2番3号 電話 072(831)1021 FAX 072(831)7510