



# 路材協会報

## 路面標示材協会

東京都千代田区神田富山町17(西川ビル)

〒101 TEL (03) 251-8325

東京都千代田区神田佐久間町2-13(深津ビル)

〒101 Tel (03) 861-3656・3605

### 道路標示黄色特集号

#### 目次

I. 実施5年目を迎えた道路標示黄色	大崎工業㈱技術部長 鳥取更太郎……	2
II. マンセル値について	アトム化学塗料㈱技術部長 坂部 猛秀……	7
III. ΔEについて	積水樹脂㈱標示材製造課長 染谷 芳弘……	10
IV. ガラスビーズ散布について	東亜ペイント㈱大阪技術部チームリーダー 迫尾 宏……	12
V. 退色について	信号器材㈱設計研究課課長代理 安田 知行……	15
VI. トラフィックペイントについて	日本無機化学工業㈱取締役 技術担当 齊藤 保……	19
VII. 自主検査について	日立化成工業㈱山崎工場開発部 藤谷 明文……	22

#### はじめに

道路標示、区画線が交通安全施設として高い有効性をもっていることは多言を要しません。道路標示における“黄色標示”は事故多発ケースの一つである「はみ出し通行」禁止のための重要なものです。ためにその黄色については警察庁の通達により全国統一色（道路標示黄色）が決定されているところです。道路塗料のメーカー業界としてはその遵守に鋭意努力を傾けておりますが、さらにその実効性を高めるためには関係方面の一層のご理解とご協力を頂かなければならぬ面もあると考えます。本年は黄色見本カードの改訂年にも当りますので、これを機会に本誌「道路標示黄色特集号」を発行して関係各位のご参考に供する次第です。ご活用頂ければ幸甚に存じます。

# I. 実施5年目を迎えた道路標示黄色

## — 技術解説特集 —

### (1) はじめに

わが国における交通事故は昭和45年にピークを示し、その後減少傾向に転じて、数年で約半数(事故死者数)にまで減少したあと最近二三年は再転して横這い、あるいはやや増加の傾向になったといわれています。この間交通安全施設の整備、あるいは道路交通法等の改正などあらゆる面から交通安全対策が実施され、その成果として大幅な事故の減少をみたことはいうまでもありません。我々が関係している道路の図示標示についてみるとこの間(昭和46年から56年の10年間)の事業投資額の増加率は7.5倍あるいは部門によっては10倍近くだと伝えられています。これは道路標示等が交通事故の防止に有効であるとして高く評価された結果と考えられ、誠に喜ばしいことであります。このように道路標示等(路面標示)の設置量が伸長する過程で、昭和53年6月には道路標示黄色の統一について警察庁の通達が出されました。それに基づいて全標協から色見本カードも発行されました。この統一によって全国の規制標示が同色になったわけで、「黄色ラインが白く見えたので追い越しをした」などという悪質ドライバーの言い訳は通らなくなりました。

その通達が出てから今年は5年目に入りまして、色見本カードも新しく製作頒布されております。この時期にあたって昭和53年当時のことを振り返りあるいは技術的な諸問題を再度見なおして将来への向上の糧とするのは意義あることだと考える次第です。

### (2) 統一色が定められることになった経緯

黄色の路面標示は規制標示であって交通の安全を確保するために重要なものであることは言うまでもありませんが、その“色”がどうでなければならぬかということまでは道路交通法等に定められていません。JIS K 5665(1971)には記載されていましたが、その“色”が的確であるか否かについての実験的裏づけ等はありませんでした。そのようなわけで、実用上、経験的に黄色を赤味のものに変える傾向が出て参りました。その理由は夜間、白色標示と見分けやすくするためであったのです。何故規制標示の黄色が「白っぽく」見えたのかと申しますと、

- (1) 自動車のヘッドライト光が黄色味がかっている。
- (2) 新しく引いたラインでは良く沈埋していないガラスビーズが白く見える。
- (3) 前記の理由からある区間で赤味の黄色を用いると隣接区間に入ったときは「白っぽく」見える。

ことでした。上記(3)の理由と塗料の退色（色があ(褪)せるとき先ず赤味を失う現象；別項参照）が赤味指向に拍車をかける形で昭和53年（統一色の設定直前）当時の当協会の調査では、黄色標示用の塗料色が黄から橙色までおよそ34種も作られておりました。このような混乱は当然何等かの方法で収拾統一しなければならなかったでしょうが、当時はやばやと警察庁において統一の方針を出されたのは英断であったと思います。

### (3) 黄色決定のための実験について

統一黄色決定のための実験（53年2月）についてはよくご存知の方が多いと思いますが簡単に説明しますと路上に5種類の黄色を置き、そのどれが適当であるかを12名の観測者（自動車運転手）に選ばせる方法がとられました。5種類の塗料はアスファルト処理をしたスレート板に塗られており、配列



道路標示黄色テスト

を替えながら「昼間」、「薄暮」、「夜間」、「夜間散水」の場合について実験されました。その結果現在定められている「色」が選ばれた訳であります。詳細は警察庁交通規制課で報告されておりますし、当時の全標協公報にもかなり詳しく報じられました。更に当協会報でも№15に同様の報告をしております。

### (4) 統一黄色の決定

さて以上のようにして実験結果が得られましたので、それを踏まえて同年6月に「道路標示ペイント

の黄色の統一について」(※1)という警察庁通達が出された次第です。これによって道路標示設置業者の方々も、われわれ塗料製造業者も多種類の黄色を取り扱う煩雑さを免がれ、自動車を運転する人々も都府県境を越えると「はみ禁標示」の色が変わるという奇異な事態に出会わなくなりました。すなわち夜間走行をされていて県境を越えると「はみ禁」が解除になったか、という錯覚を起こすこともなくなりました。

決定された色相は色見本カードで示されており、色相は光学的測定値などで正確に規定することが困難であり、また実際に現場で色を調べるには色見本と塗料を見較べるのが一番便利です。通達の全文と色見本カードに記されている全文(※1,2)を本文末に記しておきますので一読していただきたいと思います。

塗料の表面にガラスビーズを沈埋附着させますと色が変わって見えること、また光線のあて方と見る方向によっても色合がちがって見えることに注意して頂きたいと思います。(別項参照)

また色見本カードにも記載されていることですが、色見本も退色しますので使用时以外は封筒などに入れ、冷暗所へ保存するのが好ましいとされています。(※2)

塗料の“色”はガラスビーズ散布で変わるばかりでなく、施工するときに加熱し過ぎますと先ず赤味が消え、黄色が消えて焦げた色になります。道路に塗装したものは紫外線などの影響で赤味が失われ、黄色も薄くなって行きます。一般に降雨と日照が交互に繰り返されると退色が早いとされています。このような退色を考えますと、塗料色を予め赤味にしておく塗料仕上げの時の“色”が見本色に近くなるだろうという考え方もあります。しかし通常の施工であればさほど激しい退色がある筈はありませんので、塗料色は実験室で作製するテスト塗り板(※3)が見本色に最も近いよう調色するのが本来だと考えられます。

なおトラフィックペイントの黄色品の退色を防ぐ研究については、使用する顔料について①再帰反射性を出すために光の屈折率が高くなければならない、②溶融用の場合には耐熱性が要求される、③価格や公害の面も考慮する必要がある、また合成樹脂についてもコスト面から選択の余地が殆んどないなど多くの制約があって現状のようなものに落ちついているわけです。しかし、われわれもこれに満足しているのではなく、あらゆる方法でより優れた耐候性、耐久性の強い塗料を作るための努力は続けております。

#### (5) おわりに

月日が過ぎるのは早いもので黄色統一の時からもう4年の歳月が経ちました。この間多少赤味への移行という問題もありましたが大勢としては見本色とさほど異なることなく、所期の目的を大きく上げつつあるのが現実といえましょう。

今後、当協会としてはその努力目標として「製品の“色”は見本色との色差ΔEで3以内」を完全に達成できるようにしたいと考えております。

塗料の退色については顔料だけでなく、樹脂にも関係があると思われます。いずれにしても退色防止

は相当にむつかしい問題であります。そこで紫外線等による退色と同じような退色の原因となるところの施工時の過熱を無くするように工事担当の方々をお願いしますとともに、比較的交通量が少ない場合には紫外線による退色が目立つこともあろうかと思われまゝです。（退色については別項参照）この件については今しばらくのご容赦をお願いしたいと思います。

以上は黄色塗料についてのあらましですが、以下に当協会技術委員諸氏による技術解説の数編を特集しております。関係各位のご参考になれば幸に存じます。 (大崎工業㈱技術部長)

※ 1. 警察庁通達文書の全文(写)

警察庁丁規発第43号

昭和53年6月16日

各管区警察局 交通担当部長  
警 視 庁 交 通 部 長 殿  
各 道 府 県 警 察 本 部 長  
各 方 面 警 察 本 部 長

警察庁交通局交通規制課長

道路標示ペイントの黄色の統一について

従来、「道路標識、区画線及び道路標示に関する命令」(昭和35年12月、総理府・建設省令第3号)に定める道路標示の様式(別表第6)のうち、規制標示の色彩の「黄」については、明確な基準がなく、全国的に多種多様の「黄」の色が使用され、交通規制の上からも、また、施行管理の面からも好ましいものではなく、その統一が望まれていたところである。

このため、今回、これを統一することにし、特に「追越しのための右側部分はみ出し通行禁止」標示が、夜間、白色の中央線と誤認されやすいことにかんがみ、夜間における白色標示との識別を主眼とする実験を行った。

その結果に基づき、下記のとおり「黄」の基準色を定めたので、今後の道路標示設置にあたっては、これによることとされたい。

なお、実験の内容等に関しては、別添資料「溶着式黄色道路標示の視認性実験報告書」を参考とされたい。

記

1. 基準色

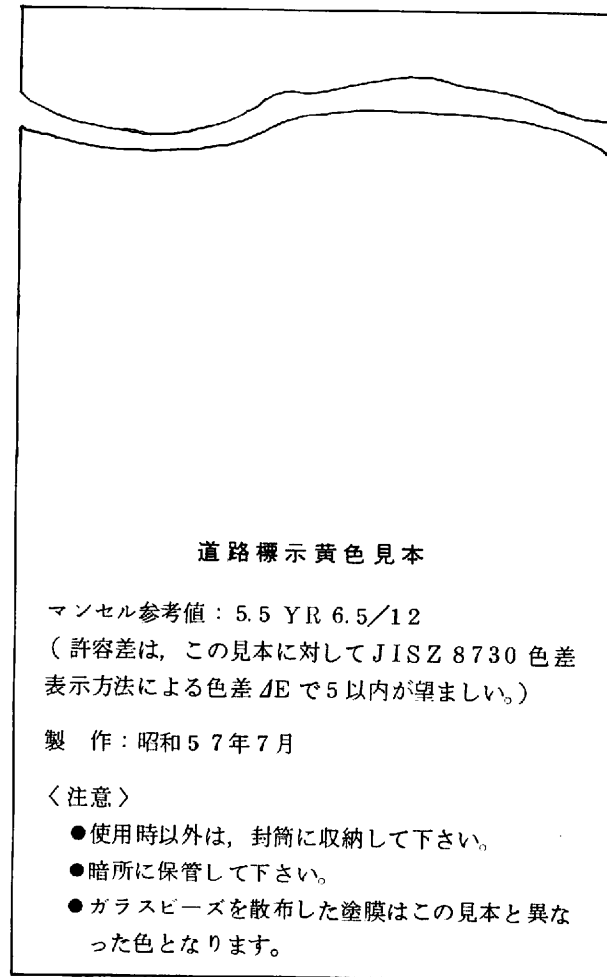
- (1) 別添色見本の色(マンセル参考値「5.5 YR 6.5/12」)とする。

(2) この基準色を「道路標示黄色」と呼称する。

## 2. 色見本の使用方法等

- (1) 色見本とガラスビーズを散布しない実施標示見本とを目視により比較し、差異を感じない程度を基準色と判定してよい。
- (2) 色見本は、退色を考慮して取扱いに注意すること。
- (3) 色見本は、2年毎に社団法人全国道路標識標示業協会において更新するものとする。

### ※ 2. 色見本カードの注意書全文



※ 3. たとえば当協会の黄色自主検査においては各メーカーで多少の差はあるとしても平均200℃前後で2時間程保ったあと測色します。これは現場の条件に近いものであると考えられます。

## II. マンセル値について

上述のような経緯で、道路標示黄色は「マンセル値, 5.5YR 6.5/12, ΔEは5以内」と決定されましたが, “マンセル値”について簡単に説明致します。(ΔEについては後述)

### (1) マンセル値の必要性

我々の周囲には実にさまざまな色が氾濫しておりますが, これ等の色を単に, 赤, 青, 黄, 等と単純に表現することはできません。そこで, 世界共通の約束事として, 色を表現する方法が必要であり, その一つとしてマンセル値があります。他の表現方法として C・I・E・色表示法とかオストワルド色票法などがあります。このようにして, 規定された“色の表現方法”を用いれば, だれにでもその色の目安がつくようになります。

### (2) マンセル値の表われ方

このように, マンセル値は, 色を表現するのに便利ですが以下にその表現方法を説明致します。

#### a) 色相, 明度, 彩度(色の三属性)について

色は, 白, 灰色, 黒を除いて, 他のすべての色が“色相”, “明度”, “彩度”と言う性質を持っており(3属性), これにより色に番号をつけて区別することができます。(白, 灰色, 黒は明度のみをもつ)。

色相とは: 色あいのことで, 赤, 青, 黄, 等の色調をいう。

明度とは: 色の明るさで, 明るい色(白)から暗い色(黒)までを段階的に区別する。

彩度とは: 色の鮮やかさ(「くすみ」「さえ」)の尺度です。

例えば, レンガ色の「くすみ」と, トマト色の「さえ」のように。

#### b) 色立体について

マンセル値は, この色相, 明度, 彩度をうまく順序だてて立体的に組み立てたものです。今, まるいリンゴを想像して下さい。リンゴの中は, 色相, 明度, 彩度に従って順序よく色が配置されております。図-1はリンゴの中をみたものですが, 色相や彩度のない白, 灰色, 黒が芯(明度)で, 芯から表皮への方向が色の鮮やかさ(彩度)を表わし, 水平面が色あい(色相)を表わしております。リンゴをもう少し細かく切ってみましょう。図-2は芯だけを取り出したもので, 一番明るい明度を10(理想的「白」)とし, 一番暗い明度を0(理想的「黒」)として, この間を11段階に分けて白っぽい灰色から黒っぽい灰色を並べます。これで明度の基準が決まりま

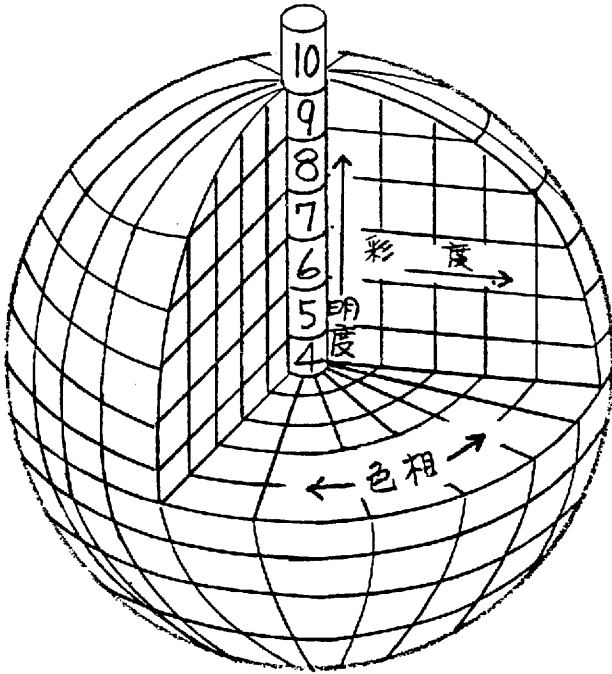


图 - 1

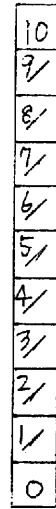


图 - 2

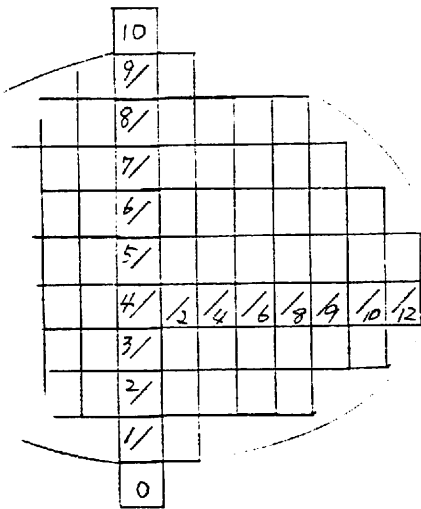


图 - 3

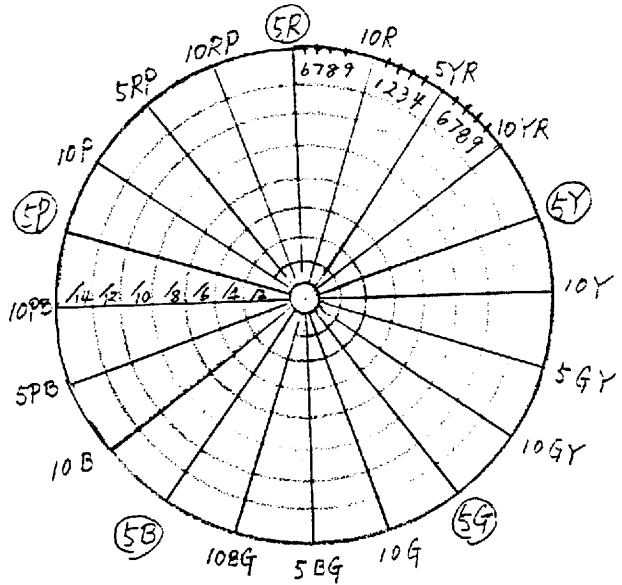


图 - 4



す。図-3はリンゴを縦割りにしたもので、彩度を表わす図です。芯(明度)を0として横方向に鮮やかさの順に並べて彩度の段階を決定します(表皮に近づく程、鮮やかになる)。図-4はリンゴを輪切りにしたものの断面図です。この面は、赤(R)、黄(Y)、緑(G)、青(B)、紫(P)の5主要色及びその中間色で百区分されており、より細かな色相が決定されます。このように明度を中心としてリンゴの中にすべての色がつまこまれており、これを色立体と言います。説明の簡素化のため、この色立体をリンゴに喩えましたが、本当の色立体はその色相により彩度の広がり異なりますので、より複雑な立体になっております。

c) 道路標示黄色・5.5YR 6.5/12

今度は道路標示黄色のマンセル値をこの色立体にあてはめてみましょう。

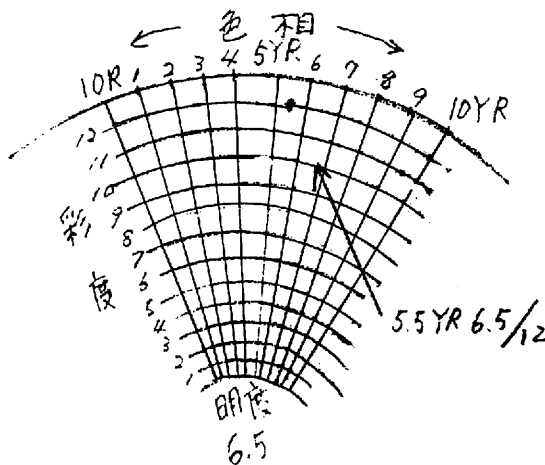


図-5

マンセル値は、色相(5.5YR)・明度(6.5)/彩度(12)という具合に表現されます。そこで、まず明度6.5のところでは色立体を輪切りにします。この断面の中で色相が5.5YR、彩度が12の交点が道路標示黄色・5.5YR 6.5/12の位置になります。(図-5を参照下さい)。

(3) マンセル値の測定

人間が色を感じるのは、物体が受けた太陽光線を、その物体が吸収、透過、反射させて人間の色感覚を刺激するからです。また、人間は赤、緑、青の3色には特に強く刺激されると言われております(三刺激値)。従って、これ等の反射光(波長)、三刺激値を光学機器(分光々度計・色差計など)で測定し、この結果から色相、明度、彩度を算出(JIS, Z-8721による)してマンセル値を求めます。

(4) ご注意

今まで説明しましたように、マンセル値は、あらゆる色を同じ尺度で判断する戸籍のようなものですが、測色機の違いや算出時の誤差で、ある程度のバラツキが生じますので、マンセル値のバラツキ(色のバラツキ)は避け得ないものとご理解下さい。

(アトム化学塗料株式会社技術課長)

### III. $\Delta E$ ( J I S Z 8730 ) について

人間の眼は2つの色を比較して、色の違いを判別する能力は、きわめて敏感です。しかし判別の結果には個人差があるし、また色を記憶にのこすことができない弱点があります。また同一の人であっても身体の調子、心理状態に左右されやすく、更に色比較の際に重要な照明光が、季節、天候、時間などにより異なり、一定したものが得がたいなど、問題が多々あります。このため客観的に、正確に色を管理する方法として、「色差 $\Delta E$ 」計算をおこない、この値によって色の比較をおこないます。計算で求められる色差の値と色の違いの程度の関係は次の表に示すようなものです。

NBS単位	色差の感覚的表現	
0 ~ 0.5	かすかに	trace
0.5 ~ 1.5	わずかに	slight
1.5 ~ 3.0	感知する程	noticeable
3.0 ~ 6.0	目立つ	appreciable
6.0 ~ 12.0	大いに	much
12.0以上	非常に	very much

色差の単位は一般にNBS単位(National Bureau of Standards Unit)が用いられていますが、この単位は、Adamsの色差、またはHunterの色差に使用されています。

マンセル表色系でわかるように色は3次元の空間に分類されています。色差計算とは、この色空間の中で標準の色と試料の色の座標点の間の幾何学的な距離の大小を求めることになります。

JIS Z 8730(色差表示方法)によれば、つぎの三つの色差式をきめています。

- 1) UVW系による色差式(CIEの色差式ともいう)
- 2)  $V_x V_y V_z$ 系による色差式(Adamsの色差式ともいう)
- 3) Lab系による色差式(Hunterの色差式ともいう)

UVW系とはCIE(国際照明委員会)が1964年に推奨した知覚的にほぼ均等な歩度をもつ表色系であり、

$V_x V_y V_z$ 系による色差式は、そのUCS図(色相・彩度と $V_x V_y V_z$ の関係を図に示したもの)で見ると、一番均一な値を与えるものです。

Lab系による色差式は光電色彩計で直読するのに便利なものとして、R.S Hunterが1948年に提案したもので、現在最もよく使用される色差式です。

そこでL a b系の色差式について若干記載すると、色差は次式によって計算されます。

$$\Delta E(L a b) = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

ここで $\Delta E(L a b)$ はL a b系における色差、 $\Delta L$ 、 $\Delta a$ 、 $\Delta b$ はそれぞれの見本色(標準色)とサンプルの測定値の差を表わしています。

L, a, b,の値は標準の光C(6774°Kの昼光に近いもの)を用いて、J I S Z 8722(2度視野における物体の測定方法)によって求められた三刺激値, X, Y, Zから次のように計算されます。

$$L = 10 Y^{1/2}$$

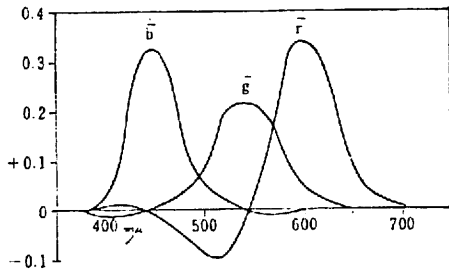
$$a = 17.5(1.02 X - Y) / Y^{1/2}$$

$$b = 7.0(Y - 0.847 Z) / Y^{1/2}$$

ここでLは明度指数, a, bはクロマチクネス指数と呼ばれます。

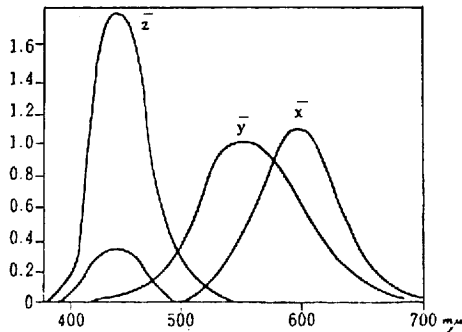
三刺激値, X, Y, Zについて

J I SはC I E方式を色の表示方法として、正式に採用しています。C I E方式とは、標準の三原色を選びその組み合わせによって全ての色を表わそうとするものです。原刺激値といわれる赤(700m $\mu$ )、緑(546m $\mu$ )、青(436m $\mu$ )の原色を用いて、スペクトルの可視部分について混合比を求めると、図1に示す $\bar{r}$ ,  $\bar{g}$ ,  $\bar{b}$ という曲線ができます。



これによって赤(R), 緑(G), 青(B)の原色光を混合すると、総ての色の光と、感覚的には区別できない光をつくることができる筈です。これはR G B表色系といわれるものであり、この表色系は負の値が一つはあり不便なものなので、負としない色換算した虚色刺激がX, Y, Zであり, X, Y, Zという色光は、現実の感覚には存在しないといえます。

X, Y, Z を原色としたときのスペクトルの座標 $\bar{x}_\lambda$ ,  $\bar{y}_\lambda$ ,  $\bar{z}_\lambda$ は下図の様にあらわされます。



$\bar{x}$ ,  $\bar{z}$ 原色が明度が0であるから $\bar{y}$ は明度曲線です。

反射による物体色の三刺激値は次の式で近似的に求められます。

$$X = K \sum_{380}^{780} P_\lambda \bar{x}_\lambda \rho_\lambda \Delta\lambda$$

$$Y = K \sum_{380}^{780} P_\lambda \bar{y}_\lambda \rho_\lambda \Delta\lambda$$

$$Z = K \sum_{380}^{780} P_\lambda \bar{z}_\lambda \rho_\lambda \Delta\lambda$$

$P_\lambda$  = 照明に用いられた標準光のスペクトル分布の値

$\rho_\lambda$  = 物体の反射率と標準白色面との比反射率

$\Delta\lambda$  = 波長間隔

$K = 1 / 1.000,000$  (定数)

(積水樹脂(株)標示材製造課長)

## IV. ガラスビーズ散布による変色と、色差測定不可能などについて

区画線標示材の施工に於ては、初期の良好な夜間視認性を得るために、ガラスビーズを散布するのは今や常識であり、ほとんどの場合に散布が義務づけられておりますことは、既にご承知の通りであります。

ガラスビーズを散布しますと、しない場合に比べて色が濃くなり、道路標示黄色の場合には赤味が増す感じとなります。施工中、施工機に付着した塗料や試験施工中のガラスビーズを散布していない塗料表面に比べて、実施工を行ってガラスビーズを散布した塗料面の色が異なることは、経験上よくご承知のことと思います。また、ガラスビーズを散布した実ラインの場合には、見る方向によって色が異なることも、よくご承知のことと思います。光の当たった方向から見ますと、白っぽく輝いて見え、それ以外の方向から見た場合には、赤味が強く見えます。この原因を考えてみますと、そのほとんどは、ガラスビーズの特性であります“再帰反射性”に起因するといえます。ガラスビーズを散布した塗面にある一定方向から光が当たりますと、ガラスビーズに当たった光は、そのほとんどが再帰反射され、入射光の方へ反射されます。図-1。

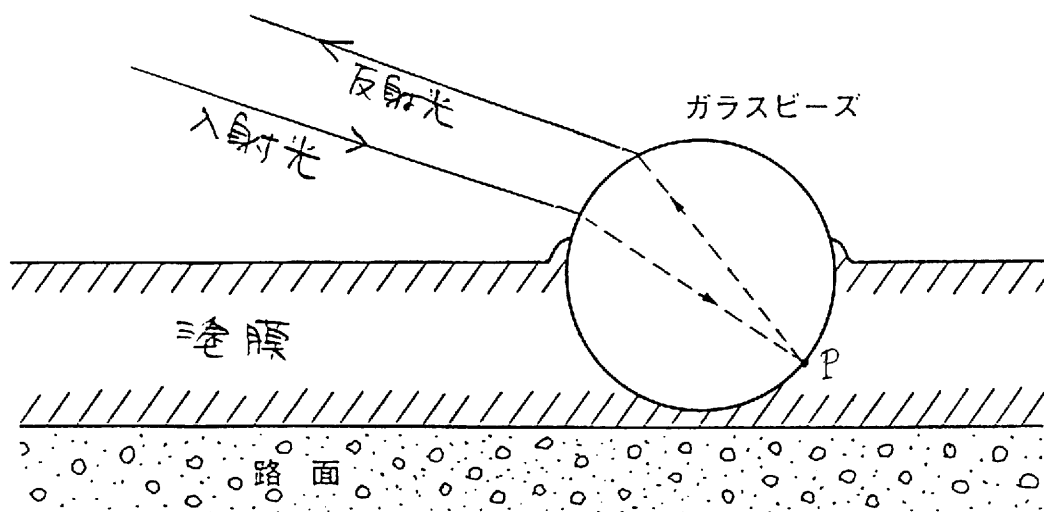


図-1 ガラスビーズの再帰反射モデル図

それ故、光源の方角からこれを見ますと、塗面は白く光り輝いて見え、それ以外の方角から見ますと、塗面のガラスビーズ以外の部分で反射した光のみを見ることになり、また、ガラスビーズの影によって、全体に光量が少く暗色となる訳であります。橙色の場合には、赤味が増して見える訳であります。ガラスビーズの散布量が多い程、この傾向は強くなります。

今因みに、同じ塗料を用い、ガラスビーズを散布しない場合と、ガラスビーズを少量、及び多量に散布した場合で色差を測定し、その値がどのように変わるかを見てみました。表-1。

表1 色差測定値の一例

試験板	L	a	b	$\Delta E$
ガラスビーズ なし	55.98	32.37	36.01	—
" 少い	52.69	32.69	31.52	5.58
" 多い	50.32	33.69	30.59	7.95

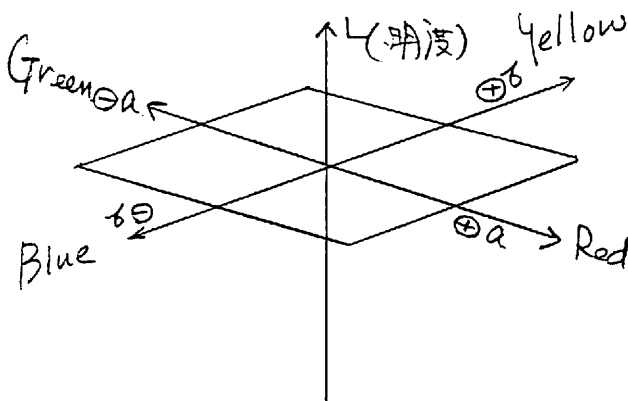


図-2 L, a, b の意味

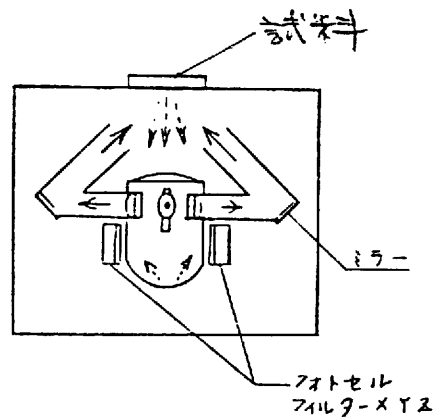


図-3 カラーマシン構造例

L, a, b 及び色差  $\Delta E$  につきましては、別項で詳しく述べてありますので、ご参照戴くとして、ここでは、それらの数値のもつ意味を簡単にみておきます。図-2。

L : 明度……Lが大きい程明るく、小さい程暗くなる。

a :  $\oplus$ で大きくなると赤味が増し、 $\ominus$ で数値が小さくなると緑味が増す。

b :  $\oplus$ で数値が大きくなると黄味が増し、 $\ominus$ で小さくなると青味が増す。

ガラスビーズを散布しますと、ガラスビーズの量が多くなる程、Lの値が小さくなり、暗くなることが分ります。又、aの値は大きくなる傾向にあり、赤味が強くなることを示していますし、bの値は小さくなり、青味が少し増すことを示しています。全体としては道路標示黄色の場合には、暗赤化が進み、

肉眼には赤味が増して見える訳であります。

これらのことは、L a b 値を測定するカラーマンソンの構造からも説明され、図-3のように、光源からの光は、通常試料に対して、45度の角度で入射され、0度の角度で反射された光を、夫々のフィルターを通して測定するようになっており、ガラスビーズ散布面では、前に述べましたように、再帰反射性によって変色が生じ、表面の真の色の測定を行うことは、実際上不可能であります。

私ども路材メーカーは、あくまで塗料そのものの色を、道路標示黄色に合わせているものでありまして、ガラスビーズを散布された実施工のラインの色が道路標示黄色と異って見えることがありますことは、ご納得戴けることと思えます。

( 東亜ペイント㈱大阪技術部チームリーダー )

## V. 退色について

トラフィックペイント3種の路面標示材料で退色の原因として考えられるのは次の通りです。

- ①材料の溶融時（溶融開始から施工機による塗装寸前まで）における温度と時間の関係から生ずる熱による退色。
- ②路面に塗布された後に太陽光の紫外線による退色。
- ③材料を粉状で長期間保存したことによる退色。
- ④材料溶融中に異物の混入による退色。
- ⑤塗布後に汚れの付着による退色。
- ⑥摩耗による骨材等の露出による退色。

このうち影響が最も大きいと思われる熱及び紫外線による2種類の退色について（⑤、⑥の影響も大きいですがテストは困難である）、現在市販されている黄色材料の現状がどうなっているかを、路材協加盟のうちの6社より任意に提出されたデータをもとにおおよその傾向をまとめてみました。

### 1. 試験方法

#### 1-1 加熱による退色試験方法

材料は標準温度（メーカー指定の使用温度）でも長時間加熱すれば変色することは避け得ませんが、ここでは誤って温度を上げ過ぎた場合を想定して各社毎に行なった試験データが提出されました。

その一つは溶融した材料を標準温度より20℃昇温させた状態で1時間及び2時間保持した後の材料で作った試験片を測色（Lab系による色差）したものであり、他の一つは20℃昇温前の標準温度即ち、標準使用状態で作成した試験片を測色したものです。

#### 1-2 暴露による退色試験方法

適宜の基材（例えば鉄板やアスファルトブロック等測色可能なもの）に標準状態で塗布された試料（散布ビーズなし）を各社の暴露場（台）において、太陽光線や風雨にさらし、（0か月）、0.5か月、1か月、2か月、3か月及び6か月经過時に測色（Lab系による色差）されたものが暴露による退色試験のデータとして提出されました。

## 2. 試験結果

### 2-1 加熱による退色試験について

各社の熔融標準温度及びその温度より20℃昇温させた状態で1時間後及び2時間後の色差(ΔE)と時間の関係をまとめるとおよそ図1のような変化が見られました。

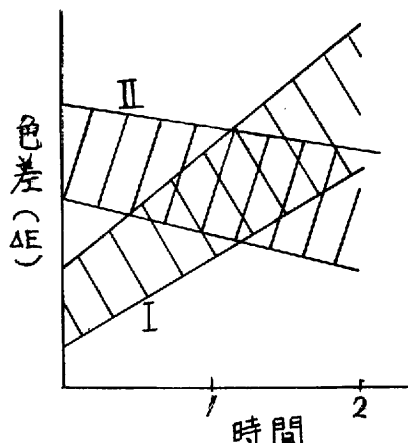


図1 道路標示黄色見本を基準とした色差(ΔE)と時間の関係

Iに示されるように道路標示黄色見本と比較して初期(標準温度)の色差が小さい材料の場合は過熱状態での時間の経過とともに色差は大きくなり、逆にIIに示されるように初期の色差が大きい材料の場合は過熱時間の経過に従って色差が小さくなるという異なる2種類の傾向が見られました。この現象をストレートに結論づける事は大変危険だと思います。即ち測定や色差の計算がそれぞれ各社所有の測色計で行われ、各社保管の道路標示黄色見本との差が報告されていること、又試験条件も特に指定したものでないで試料の量、攪拌の有無程度等の違いが当然あると思われるからです。しかし上記のように試験条件に差があるにしても、加熱1時間程度であれば、各社とも充分に使用可能の範囲に収まっており、2時間近くなると差が大き

くなるということがわかりました。

以上は道路標示黄色見本との色差でみた場合ですが、標準状態で使用した場合の色を基準色にした色差と過熱時間の関係を図示すると図2のようになります。この場合は各社ともおよそ時間に正比例する形で変色が進んでいます。いずれにしても加熱による変色は明らかですが、色差とは

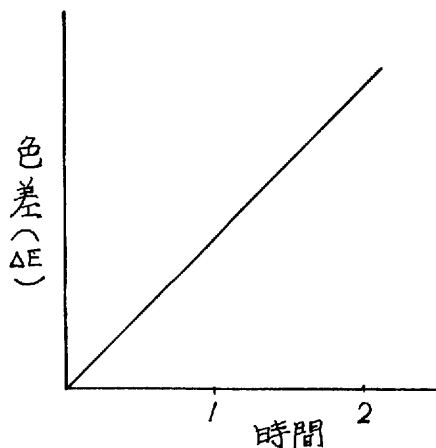


図2 標準状態で使用した場合の色を基準にした色差(ΔE)と時間の関係

基準色と試料の2色間の距離に相当する数値ですから、その大小だけでは具体的に色立体(II-2-b参照)の中でどの方向に色に変化しているか判りません、そこで色度図を作成してみました(図3)。

拡大図(図3)の左上方向は黄色方向を、右下方向は赤方向を示しています。矢印は各社の標準温度(0時間)から2時間後の変色方向を示すもので、全社とも赤味から黄色味に移っていることが判ります。



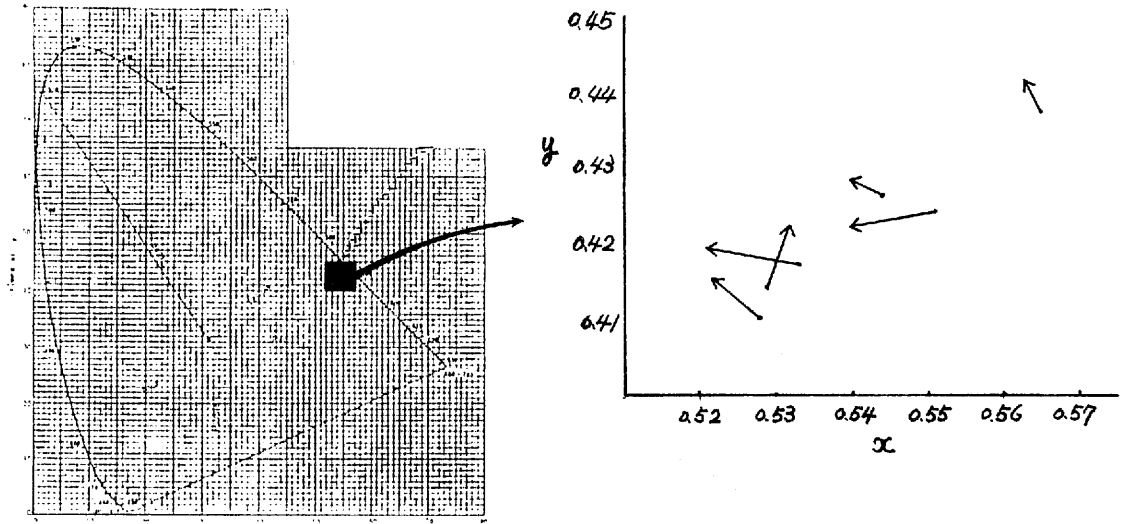


図3 0時間→2時間後の色度図

## 2-2 暴露による退色試験について

暴露による退色試験の測色計や色差計算は、2-1の場合と全く同じです。

各月ごとのデータを一括して測色してあったのは数社（他は0→1か月、0～6か月）で、傾向を把握するには少々データ不足ですが、加熱による退色と同様に2種類の動きが見受けられます。図4のIのように色差(ΔE)は、1～2か月目当りまで減少するがその後増加するものと、IIのように連続して増加するものがあります。

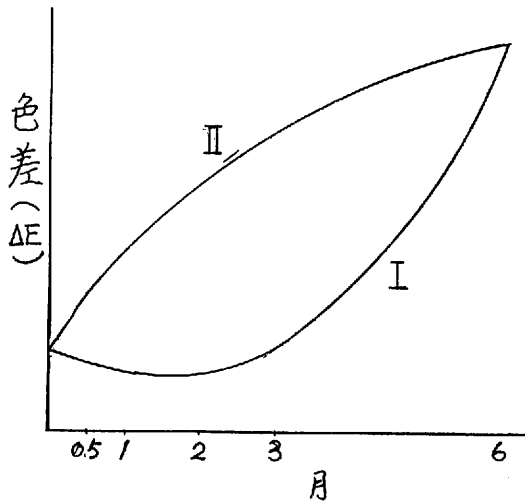


図4 暴露試験による色差と月の関係

原因としては、①試験（暴露）場所、②暴露の開始時期、③試料の置き方（多分、水平と思うが）、④測色時の試料の洗浄方法（そのまま測色の場合、軽くほこりを落す場合、水洗する場合等）などが考えられます。中でも暴露開始時期は大きなファクターではないかと思われます。たとえば弊社の過去の暴露データでは、1か月目に限って見ますと、11月頃から2月頃までは色差は横這い又は下降気味で値としては小さいものになります。これは月別にみた紫外線量の大小と一致しているといえます。

次に、加熱による退色の場合と同様に変色の方向を色度図（図5）を作成し調べてみました。矢印は0～6か月目のデータを直線で結んだものです。また、月ごとのデータはプロットして

いませんが、ほとんど直線上ないしはその近くに並んでいます。矢印は、加熱による退色の場合と違いグラフの中心に向かって変色していることがわかります。すなわち、明るい方向と云うか、白っぽく変色しているといえます。

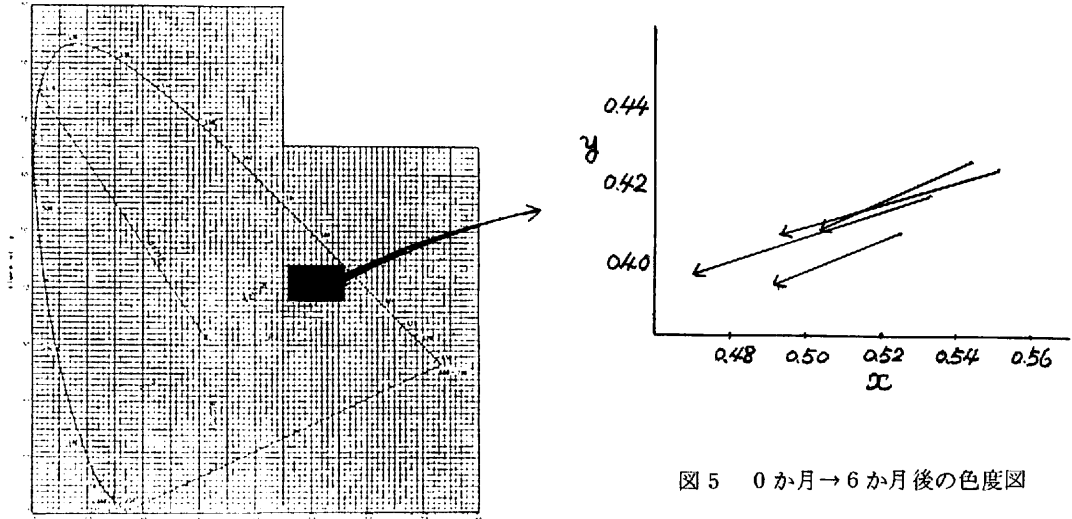


図5 0か月→6か月後の色度図

### 3. ま と め

加熱による退色については、試験条件のように長時間にわたり $20^{\circ}\text{C}$ 近くも昇温させることは、施工現場では殆んど起らないと思われまます(瞬間的には十分考えられる)が、メーカーの指定標準温度を越えた使用方法を行った場合は、変色を受け易いことを御理解頂きたいと思ひます。また、施工者の皆様には厳しい温度管理を重ねてお願いしたいものです。

暴露による退色については、暴露開始時期が主に原因すると思われる各社間のデーターの差が見られますが、傾向としては各社とも白っぽくなる方向に変色していることがわかります。しかし、現場の場合は摩耗により常に新しい塗膜の露出があり退色の程度や様子はこれと異なるはずです。

いずれにしても、耐熱性、耐候性とも、必ずしも満足のゆくものとはいえないかも知れませんが、道路面で使用するという苛酷な条件と現在の顔料事情など困難な問題の多いことをご理解下さるようお願い致したいと思ひます。(顔料についてくわしくは別項顔料解説をご参照下さい)。

(信号器材(株)設計課課長代理)

## Ⅵ. トラフィックペイント用黄鉛について

### 1. ま え が き

よう着用黄色トラフィックペイントに耐熱性黄鉛が使用されてから約10年が経過した。昭和26年常温用トラフィックペイントのJIS規格が制定されて以来、よう着用の制定、改定が行われ、昨年それらが総合されてJISK5665が制定された。JISK5665の内容は、1種、2種、3種があり、色は白色、黄色について規定している。1種は常温、2種は加熱の施工条件であり、3種は熔融である。1種、2種については、普通の一般的な黄鉛が使用可能であり、米国のセンターラインの黄色についても一般黄鉛が使用されている。3種については耐熱性が要求されるので、黄鉛の一次粒子の表面に特別な処理を行う必要がある。

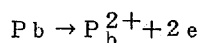
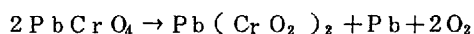
### 2. 黄鉛の性質について

黄鉛は、JISK5110に規定された色の分類によると5種あるが、組成的には3種である。すなわちクロム酸鉛単体、クロム酸鉛と硫酸鉛との混晶、クロム酸鉛と酸化鉛との混晶である。結晶は斜方晶系、単斜晶系、正方晶系の三種ある。よう着用は夜間反射を考慮して、色は従来のG色より赤味よりで、組成的には酸化鉛とクロム酸鉛の混晶である塩基性クロム酸鉛に近く、単斜晶系から正方晶系に移行しているものが使用され、これによってマンセルでは5.5・YR・6.5/12とあらわされる道路標示黄色が得られる。

黄鉛の性質の一つはクロム酸鉛の表面活性が大であることである。光に曝露されると黒くなる傾向にある。結晶型により斜方晶系は最も弱く、単斜晶系、正方晶系は強いが、単斜晶系のうち硫酸鉛の含有量の多い例えば5Gの方が殆ど純粋に近いクロム酸鉛であるGよりも強い。

またクロム酸鉛特に塩基性クロム酸鉛は、過去において窯業用に使用されていたが、酸化炎ではその色を保持するが還元炎では変色する。つまり黄鉛は還元非常に弱い。これはビヒクル中の黄鉛の耐光性についてもいえることで、Lashof, Watson, Clay等の研究がある。

Lashofはクロム酸鉛の光化学的作用による暗色化を次のような反応で説明した。



ついでWatson, Clay等は、アラビアゴムを含む系中でクロム酸鉛が光で分解されて発生するガスを分析することによりこれが正しいことを証明した。すなわち生成ガスは一酸化炭素であり、酸素は分子の形でなく原子の形で遊離して存在することがわかった。

これら黄鉛の耐光性を改良する目的で、黄鉛に含水酸化物を添加し共沈する方法がとられた。含水酸化物としては、チタン、アルミ、シリコンその他希土類元素が用いられた。現在でも一般的な黄鉛は、これ等の含水酸化物を共沈させて製造する手法がとられている。

また黄鉛の耐光性改良の目的で、その表面を還元して光による分解が更に進行しないように、還元剤例えば塩化第一錫、三塩化アンチモン等を加えて還元する製品も製造されている。

米国のセンターライン黄色塗料は、黄鉛をカウレスミキサーで短時間分散させ、200 mesh 程度の篩(ふるい)で粗粒子を分離し、二次粒子の多い状態で塗料化し、耐光性を良好な状態に保つのが Know How になっているが、空気をマイクロカプセル化したうまい方法だと考えられる。

ところが上記表面処理の黄鉛では JISK5665 の3種の溶融型の耐熱条件を満たすことが出来ない。現在その耐熱条件をほぼ満足出来るのは、シリカをマイクロカプセルした製品のみである。それ以前に用いられていたカドミウムイエローは公害問題があつて今では道路用には用いられていない。

シリカのマイクロカプセル技術を開発したのは Dupont の Ralph K. Iler である。Iler は無機、有機を問わずシリカコーティングを施す技術を開発した。特に表面積が  $1 m^2/g$  以上で水に難溶性の物質はどんな形であろうとシリカコーティング出来るという内容である。得られたシリカ被膜は連続した濃密な被膜でケミカルアタックに強く、基材を普通の化学薬品では殆ど侵されない特徴がある。樹脂は加熱によりクロム酸鉛に強力な還元作用を及ぼすことは明白であり、このような不活性な連続したシリカ被膜で黄鉛を被覆すれば良い。

### 3. 黄鉛の安全性について

一般黄鉛の労働安全については、過去30年にわたる疫学調査の結果から、肺癌による死亡者は現在いない。これは黄鉛がクロム酸塩の難溶性塩であり、ほとんど水にクロムを溶出しないことに関係すると考えられる。ただし塗料製造時の作業環境の鉛の濃度は、規制値内におさえる必要はある。

特に耐熱黄鉛は粒子表面をシリカで被覆しているので、その性質は珪酸そのものであり、酸、アルカリによって鉛、クロムを溶出することはなく、より安全性が高いと考えられる。

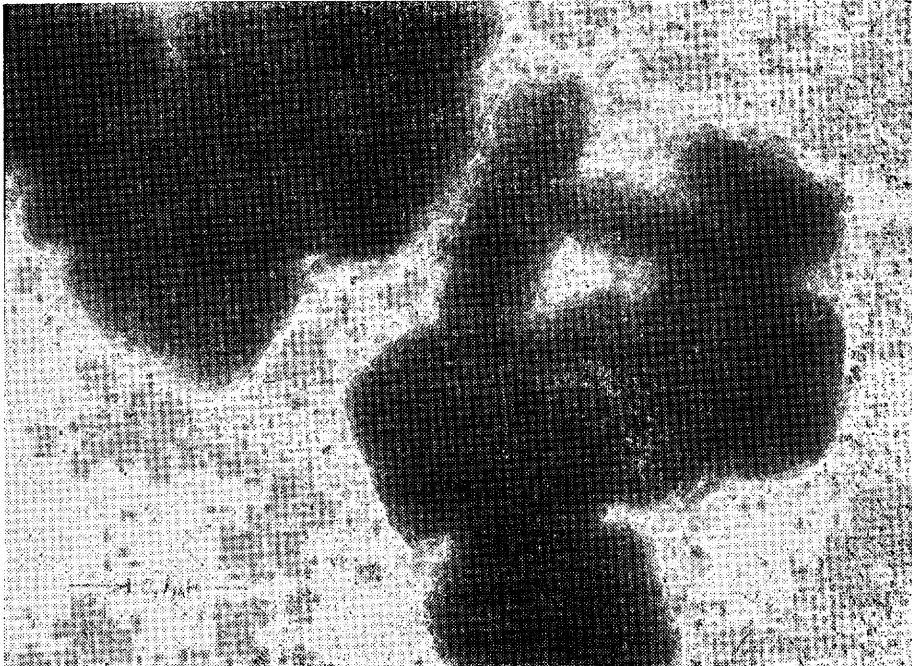
### 4. む す び

黄鉛の樹脂に対する反応性とその防止方法について、顔料製造業者が如何に対応してきたかという歴史について解説しました。なおマイクロカプセルの技術は今後進歩し、用途に応じシリカだけではなく他にもコーティング材はあろうかと考えられます。しかし現状では少なくとも耐熱黄鉛は、シリカコーティングした製品のみであると言うことが出来ます。

シリカコーティングした黄鉛の電顕写真を写真1と2に示します。写真1は従来の多孔質シリカ被覆黄鉛であり、写真2はシリカをマイクロカプセル化した写真で、黒い部分が黄鉛粒子でその外側に

0.02  $\mu$ ~0.03  $\mu$ の厚みでシリカ被覆された状態がわかります。

(日本無機化学工業(株)取締役・技術担当)



## Ⅶ. 自主検査について

### はじめに

トラフィックペイント3種を製造している各メーカーはいずれもJISK5665の認定を得ており、品質管理体制も万全であります。

黄色品についても各製造工場でJISK5665の品質項目（黄色品の色相含む）がチェック（試験）され、JISK5665適合品としてユーザーの皆様を提供されております。

ここでは黄色品の色相についての自主検査（各製造工場での検査方法）の内容を記載いたします。

#### 1. ロット管理について

各社で定めた方法によりロットができており、ロットの単位、表示方法は一律ではありません。JISK5665によりますとJISM8100の3、1項によるとなっており、これは1銘柄、1車、1列車、1船、1日の入荷、1か月分、1日の生産量、同じ生産単位等で表示するようになっており、トラフィックペイント3種の場合は1日の生産量、同じ生産単位（例えば10トン、30トン、50トン単位等）が多いようです。

#### 2. 試料採取方法について

JISK5665によりますとJISK5400の2項によるとなっております。ただし、3種の場合、試料採取量は1.5kg～2.0kgとしJISM8100（粉塊混合物のサンプリング方法通則）に規定するインクリメント縮分法によるとなっています。また、原料を二つに分けて一対とし使用時に混合する製品については製品1袋分を20～30分で温度が150～175℃になるように加熱して、均一に熔融混合したものの中央部分から採取するようになっています。

各社とも1項のロット単位から1袋の試料を採取し、前記のJISK5665の方法によって縮分または熔融混合して1.5～2.0kg採取し、試験用の試料としております。

#### 3. 試験方法について（一例）

##### 3.1 試験片の作製方法

2項で採取した試料を約1～2ℓのステンレス製（金属製）容器の中に少こしづつ加え、局部加熱を起こさないようにかきまぜながら10～20分間で温度が180±20℃になるように加熱する。内容物が均一になったら、前もって加熱した3種用フィルムアプリーケーターにあわが入らないように静かに

流し込んで試験片を作ります。

### 3.2 色差(△E)測定

(1) 3.1項の試験片を常温(約20～25℃)で1時間放置したものをJISZ8722(物体色の測定方法)およびJISZ8730(色差表示方法)により測定します。

(2) 測定の順序は最新年度の警察庁制定の「道路標示黄色見本」を測定し、つぎに3.1項により作製した試験片の測定を行ない、色差(△E)を求めます。

## 4. 判定について

警察庁制定の道路標示黄色見本との許容差は△E5以内が望ましいとなっていますが、各社とも管理目標は△E3以内としております。

## 5. データ管理について(一例)

品質管理の一つの手法である $\bar{x}-R$ 管理図(過去のデータの平均値( $\bar{x}$ )と過去のデータの最大値と最小値の差(R)を決定し管理する方法)を用いて管理していく場合があります。

管理幅を越えた場合はもちろんですが、下記のようなデータの変動があった場合はまず試験の間違いがなかったかどうか再測定し、なおかつ異常値である場合は原料のチェック、製造工程の見直し(配合のチェック、分散状態等)等が行なわれ、正常に戻るようすぐアクションがとられております。

(1) データの変動が従来の変動より大きい場合。

(2) 管理幅の上限方向、または下限方向になった場合。

なお、上記の管理幅を越えたもの(異常品)については出荷を停止し、ユーザーの皆様に御迷惑のかわらないよう対応しております。

(日立化成工業㈱山崎工場開発部)

東海樹脂工業株式会社 0542-58-5561  
(本社) 〒421-01 静岡市下川原 3555

## 路面標示材協会会員

### ◎正会員 (五十音順)

#### アトム化学塗料株式会社

(本社) 〒174 東京都板橋区舟渡 3-9-2 03-969-3111

#### 大崎工業株式会社

(本社) 〒593 堺市上89 0722-72-1453 (東京) 03-750-8009

#### 関西ペイント株式会社

(本社) 〒541 大阪市東区伏見町 5-27 06-203-5531 (東京) 03-472-3111

#### 菊水ライン株式会社

(本社) 〒457 名古屋市南区加福本通 1-26 052-611-0680 (東京) 03-690-1501

#### 信号器材株式会社

(本社) 〒211 川崎市中原区市ノ坪160 044-411-2191

#### 神東塗料株式会社

(本社) 〒661 尼崎市塚口町 6-10-73 06-429-6261 (東京) 03-272-4011

#### 積水樹脂株式会社

(本社) 〒530 大阪市北区西天満 2-4-4 06-365-2111 (東京) 03-553-3271

#### 太洋塗料株式会社

(本社) 〒144 東京都大田区東糎谷 1-18-15 03-745-0111-5

#### 大日本インキ化学工業株式会社

(本社) 〒103 東京都中央区日本橋 3-7-20 03-272-4511

#### 東亜ペイント株式会社

(本社) 〒530 大阪市北区堂島浜通 2-24 古河ビル 06-344-1371 (東京) 03-279-6441

#### 日本ペイント株式会社

(本社) 〒553 大阪市福島区福島 6-8-10 06-458-1111 (東京) 03-474-1111

#### 日立化成工業株式会社

(本社) 〒160 東京都新宿区西新宿 2-1-1 新宿三井ビル 03-346-3111

#### 富国合成塗料株式会社

(本社) 〒652 神戸市兵庫区永沢町 3-7-19 078-575-6600

#### 宮川興業株式会社

(本社) 〒733 広島市中区国泰寺町 2-2-11 0822-44-6811 (東京) 03-407-1002

#### レーンマーク工業株式会社

(本社) 〒731-01 広島市佐東町緑井兼広1048-1 08287-7-0333

#### 株式会社ロードマーク

(本社) 〒803 北九州市小倉北区井堀 5-2-18 093-651-5079

### ◎賛助会員 (加入順)

#### 日本ガラスビーズ協会

(事務所) 〒108 東京都港区高輪 1-4-26 日興三田ビル 03-446-5711

#### 日本ゼオン株式会社

(本社) 〒100 東京都千代田区丸の内 2丁目 6-1 古河総合ビル 03-287-0706

#### 東邦石油樹脂株式会社

(本社) 〒103 東京都中央区日本橋人形町 1丁目 9-2 03-667-8445

#### 森下産業株式会社

(本社) 〒101 東京都千代田区岩本町 1丁目 8-17 03-861-5121

#### 東邦顔料工業株式会社

(本社) 〒174 東京都板橋区坂下 3丁目 36-5 03-960-8681

#### エッソ化学株式会社

(本社) 〒107 東京都港区赤坂 5丁目 3-3 TBS会館ビル 03-584-6211

#### 石原産業株式会社

(本社) 〒550 大阪市西区江戸堀 1-3-11 06-444-1451

#### 日本無機化学工業株式会社

(東京支店) 〒103 東京都中央区日本橋本町 4-9 永井ビル 03-241-2546

#### 菊池色素工業株式会社

(本社) 〒170 東京都豊島区巢鴨 3-5-1 03-918-6611

#### 三井石油化学工業株式会社

(本社) 〒100 東京都千代田区霞ヶ関 3-25 霞ヶ関ビル20F 03-580-3611

#### 日本製袋工業株式会社

(本社) 〒150 東京都渋谷区桜丘町 3-4 03-462-2411