

色材の色管理

1. はじめに

色あわせの不良による製品の返品や当研究所で行っている老化性試験での変退色の評価に用いられる色管理は、生産現場や試験検査で重要なものです。ここでは、色管理の基本となっているXYZ表色法、調色での混色理論、色差についての関連とこれらの概要について述べます。

2. 色の表示について

インキ、染料、顔料などの色材で着色した材料に波長(λ)380～780nmまでの可視波長域全体を持つ白色光があたって反射したとき、赤色の光が着色した材料に吸収されると、私たちの目に入る色は、白色光から赤色成分が少なくなった緑色が多い色になります。これを物体色と呼んでいます。

物体色は、物体から反射した白色光を人の目の網膜が感ずるとき、赤・緑・青の刺激によって起こる脳の興奮に関連しており、数値として表現すれば、赤み成分のX(λ)、緑み成分のY(λ)、青み成分のZ(λ)の大小で表した三刺激値で求められます。また、物体色は、色の見え方が光源の違いによっても変わるため、JIS規格やCIE規格では標準光源(A光源、C光源、D65光源)で色判断すると決められています。なお、色管理で用いられる分光測色機では、物体色を測定した分光スペクトル(波長380～780nmの反射率R)が、各測定波長100%に対する反射感度で示されます。これは、標準光源に左右されない絶対値です。このR値から各種標準光源下でのX、Y、Z三刺激値の算出やこれを変換した各種表色系(Yxy、L*a*b*、マンセル表色系など)の値が求められます。

3. 調色について

材料を色材で着色する時、標準光源のもとで見た指定の物体色になるようにコンピューターで演算式を使って各々の色材を配合する色あわせを調色技術と呼んでいます。この調色技術の基礎となっているのが、色材の混色理論です。そこで、色材の混色理論、次にCCM(コンピューターカラーマッチング)調色の考え方を示します。

材料を着色する場合、予め配合割合が赤、青、黄の各色材で分かっているときを考える

とします。材料自体の色に加え、その割合の赤、青、黄の各々の分光スペクトルの反射率Rを分光測色機で測定し、(1)式により算出します。(2)式により各波長で加算した(K/S)_{mix}値は、(1)式と同様の(3)式で示すことが出来ます。(4)式のR_{mix}は、(3)式の2次方程式の解で、R_{mix}に変換すると指定の色を実測した分光スペクトルのR_{mix}値と一致します。この関係式は、380～780nmの各測定波長で成り立ちます。すなわち、測定値と理論値とが一致し、色材調色での混色理論式と呼ばれています。

各々の色材について濃度を変えた反射率R

$$(K/S) = \frac{(1-R)^2}{2R} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$(K/S)_{\text{mix}} = (K/S)_{\text{赤}} + (K/S)_{\text{青}} + (K/S)_{\text{黄}} + (K/S)_{\text{基材の色}} \quad \dots \dots (2)$$

$$(K/S)_{\text{mix}} = \frac{(1-R_{\text{mix}})^2}{2R_{\text{mix}}} \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$R_{\text{mix}} = 1 + (K/S)_{\text{mix}} - \sqrt{(K/S)_{\text{mix}}^2 + 2 \times (K/S)_{\text{mix}}} \quad (4)$$

が380～780nmの波長域で既知であれば、この混色理論式から導き出した配合色のR_{mix}値は、どのような配合割合でも自在に推定でき、そのR_{mix}から標準光源下でのX、Y、Z三刺激値も計算できます。

CCMは、使用したい3種類の色材の各々に色濃度を5～7段階変えたときの基本データ(比例計算で無段階の濃度データが算出できる)で380～780nmまで既知の反射率Rが必要です。次に、それらの基本データと(1)～(3)式の混色理論式と(4)式の理論反射率R_{mix}値を使って、指定色のX、Y、Z値に近似するまで、各色材の配合割合を増減させながらシミュレーションさせて、そのときの各色材の配合割合を算出させるものです(指定色と演算した理論色の色差で0.5以内が目安)。

色差(ΔE)は、次の(5)式で算出し、色見本色と試験後の試料など二つの色のL*(明度)、a*b*(色度)の差の大きさを示したもので、変退色結果の判定基準にも用いています。

$$\Delta E = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2} \quad \dots \dots (5)$$

0 ≤ ΔE < 0.5 が同色(変退色5級)で、0.5 ≤ ΔE < 1 が近似色(変退色4-5級～4級)、ΔE ≥ 12 となれば異色という目安です。



工業技術部 材料技術室 堀田好幸 (0566-24-1841)

研究テーマ：高次排水処理用微生物担持材の開発

担当分野：高分子材料