145. 変形シャープ・リトル法による高精度絶対反射率測定

薮 洋司 三嶋泰雄 齊藤一郎 側垣博明 小貫英雄
(電子技術総合研究所)

1. 緒言 近年、色彩関連業界では基準分光反射率を有する標準白色の必要性が高まっており、国家標準トレーサブルな標準白色板を供給することが求められている。また、来年度新規に分光拡散反射率の国際比較 (CCPR-K5) が行なわれる予定であり、分光拡散反射率の高精度絶対測定法の確立は急務の課題となっている。我々はこれまで、シャープ・リトル法に基づく絶対反射率測定装置を構築し、硫酸バリウム吹付塗装面を内壁面に持つ内径1mの積分球を用いて反射率標準の設定を試みてきた。その結果、積分球を用いる絶対反射率測定法には、積分球内壁面の反射率の不均一性に起因する不確かさが存在し、更にその定量的評価が困難であることから、これが不確かさを増大させる大きな要因となることを見出した。これは過去に報告されてきた積分球を用いる絶対反射率測定の殆ど全てについて当てはまる問題であり、絶対反射率測定の高精度化を進めていくためには抜本的な改善が必要である。今回我々は、このような積分球を用いる絶対反射率測定法の抱える問題点を踏まえ、高精度な絶対反射率測定法を確立することを目的として、スペクトラロンを内壁面に用いた絶対反射率測定用積分球を設計・製作し、更に積分球内壁面の反射率の均一性の定量的評価方法を考案した。そして、これらを組み合わせた新しい絶対反射率測定法 (変形シャープ・リトル法) を開発し標準白色板の分光拡散反射率の高精度絶対測定を実現したので報告する。

2. 原理 我々が考案した変形シャープ・リトル法は、シャープ・リトル法を基本原理としてこれに幾つかの改良を加えたものである。測定原理を図1に示す。スペクトラロン積分球に外部から単色放射: Φ_0 を入射し、壁面の一部Aを照射し、壁面Bに生じた輝度: L_1 を測定する。次に遮光板を球内に設置しBにAからの直射光が照射しない状態とし、同様に輝度: L_2 を測定する。この2つの測定に於ける輝度比 (L_2/L_1) に開口部の補正等を適宜行うことで導出される値は、積分球内壁面の平均反射率: ρ を与える。積分球は、内壁の一部を抜き出せる状態にしており、これを標準白色板として絶対反射率を設定するのであるが、内壁面が不均一であれば平均反射率: ρ とこの標準白色板の反射率は異なり、また両者の関係を定量的に評価・補正できなければ大きな不確かさを生じることになる。他の積分球を用いる絶対反射率測定法についても、原理の違いはあれ殆どが同様の問題により不確かさを生じる。このため、絶対反射率測定用の積分球の内壁面は極めて均一であることが求められる。スペクトラロンは、1)紫外から近赤外領域において高反射率を示す、2)反射配光が余弦配光に近い、3)化学的に安定で経年変化が小さい等の優れた特性を有する拡散反射材料であり、反射面の均一性も高いと考えられるため、絶対反射率測定用の積分球の材質として最適である。しかし、スペクトラロンはその形成方法上の理由から厚みの大きなものを作成できず、一般的には径の大きな積分球を作成するには不向きである。我々は、内面を球面状に切削した正五角形ブロック12枚と正六角形ブロック20枚を圧着し組み合わせる方式により、隙間の殆どない ($\sim 0.1\text{mm}$)、内径20" [約50cm] の絶対反射率測定用積分球を製作した。更に各ブロックを作成する際、その一部を切り出して評価用の反射板を各2枚ずつ計64枚成形し、それらの相対分光反射率を測定することで球内壁面に於ける反射率の相対分布を求めた。この分布を評価することで内壁面の不均一性に基づく測定の不確かさを定量的に算出することが可能になる。同時に、得られた平均反射率と球壁の一部を抜き出した標準白色板の反射率の関係も定量的に導き出されるので、標準白色板の絶対分光反射率を高精度に設定することが可能になる。

3. 測定 前説の方法を用いて、スペクトラロンとマット面オパールに絶対分光反射率を設定した。波長域は360nm~830nmの可視領域である。各々の絶対分光反射率や、諸外国との値の整合性などの詳細は講演にて述べる。

図1 変形シャープ・リトル法に基づく絶対反射率測定の原理

Precise measurement of absolute spectral diffuse reflectance using modified Sharp-Little method
Hiroshi Shitomi, Yasuo Mishima, Ichiro Saito, Hiroaki Sobagaki and Hideo Onuki