



Dr. Süleyman Seyhan

Yüksek Kimyager
Satış Mühendisi
Ant Teknik

Boya Filminde UV-VIS Solar Reflektans Ölçümleri

Güneşten yansıyan ışık (solar radyasyon) yeryüzüne ulaştığında sadece pencere camlarından geçerek iç mekan sıcaklığını yükseltmekle kalmaz; aynı zamanda binanın çatı ve duvar malzemesinde toplandıktan sonra hem gündüz hem de gece ısı şeklinde binanın içine ve dışına yansır. Bu nedenle, inşaat sektöründe çatıların yüksek solar reflektans özelliğine sahip boya kaplamaları kullanılarak inşa edilmesi, soğutma verimliliğini ciddi anlamda etkiler ve kentsel ısı adası (urban heat island - UHI), yani şehir içi hava sıcaklarının çeperlerdeki kırsal alanlardan daha yüksek olması, durumunu etkin bir şekilde azaltır.

Solar enerjinin absorpsiyon, reflektans ve transmittans malzeme degradasyon çalışmalarında, solar termal sistem performansı, solar fotovoltaik sistem performansı, biyolojik çalışmalar ve solar simülasyon aktivitelerinde önemli etkenlerdir. Bu optik özellikler normal şartlar altında dalga boyunun bir fonksiyonudur ve solar reflektansın hesaplanması için spektral dağılımının bilinmesi gerekmektedir. Rakip ürünler ile performans karşılaştırması yapılabilmesi veya ürünlerin farklı dış etkenlere maruz kalmadan önceki veya kaldıktan sonraki performanslarının karşılaştırılması için bir referans standart solar spektral dağılıma ihtiyaç duyulmaktadır.

ASTM G173 ve JIS K5602 "Boya filminde solar radyasyonun tespiti" boya kaplamalarında solar reflektansın ölçümü için kullanılan test metodlarından bazılarıdır. Bu makalede, boya filminin solar reflektansının JIS K5602 test yöntemine göre ölçümü anlatılmaktadır. Analiz detayları Shimadzu'nun A424 No'lu aplikasyon notunda mevcuttur.

Söz konusu referans yöntemler kullanılarak elektrostatik toz boya numunelerinde solar reflektans ölçümleri Ant Teknik aplikasyon uzmanları tarafından gerçekleştirilmektedir.

Shimadzu'nun ayrıca, cam plakalar için A404 No'lu "JIS R3106 metoduna göre Cam Plaka Analizi" ve A412 No'lu "JIS A5759 Metoduna göre Cam Yüzeyler için Yapışkan Filmlerin Analizi" olmak üzere iki farklı solar reflektans ölçümü uygulama notu daha bulunmaktadır.

Spektral Reflektans Ölçümü

Reflektans ölçümü 300-2500 nm aralığında bir UV-VIS-NIR spektrofotometre ile integrating sphere ataçmanının birlikte kullanımı ile alınabilmektedir. Beyaz plakalı bir florin reçine standardı standart numune olarak kullanılmış ve ışık lambadan 15°'den daha yüksek olmayacak bir açı ile numune üzerine gönderilmiştir. Analiz boyalı bir plaka üzerinde veya direkt olarak toz numuneden yapılabilmektedir.

Solar Reflektansın Hesaplanması

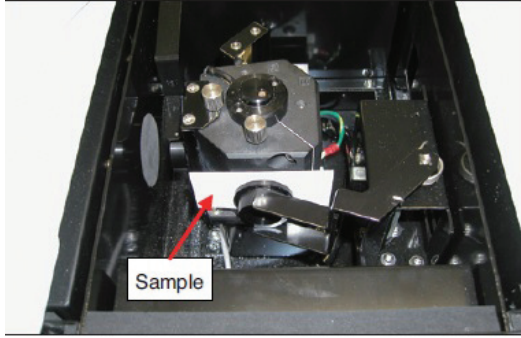
Ölçülen spektral reflektansın ağırlık katsayısı ile çarpımı ile ortalama ölçüm hesaplanarak bulunmaktadır. Bu durumda, Solar reflektans kızılötesi (UV) - görünür (VIS) arası bölge (300-780 nm), yakın infrared (NIR) bölge (780-2500 nm), ve tüm dalgaboyu aralığı (300-2500 nm) olmak üzere 3 dalgaboyu bölgesi için ayrı ayrı belirlenmektedir. Standart güneşiği ağırlık katsayısı JIS K5602 standartlarında belirlenmiştir.

$$\rho_e = \frac{\sum_{\lambda} [(E \lambda \times \Delta \lambda) \times \rho(\lambda)]}{\sum_{\lambda} (E \lambda \times \Delta \lambda)} \quad (1)$$

- Pe : Solar reflektans (%)
ρ(λ) : Spektral reflektans (%)
Eλ × Δλ : Standart güneşiği ağırlık katsayısı (W/m²)
λ : Dalgaboyu (nm)

Solar Reflektansın Boya Filmine Göre Hesaplanması

UV-3600 UV-VIS-NIR spektrofotometre ile 3 farklı tipte boya filminin (boya filmi 1-3) reflektans ölçümü yapılmıştır. Ölçüm için, ISR-3100 integrating sphere ataçmanı cihaz ile birlikte kullanılmıştır. Analitik koşullar Tablo 1’de, cihazın ataçman takılı hali Şekil 1’de, ölçüm sonuçları ise Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 1. ISR-3100 ataçmanına takılı numune görüntüsü

Şekil 2’de 3 farklı boyalı filme ilişkin spektrum verilmiştir. Spektrum incelediğinde 1 No’lu boya filmi için numunenin tüm dalgaboyu bölgesinde diğer iki filme göre daha düşük reflektans sağladığı görülmektedir.

2 No’lu boya filmi 1200 nm’nin üzerindeki yakın infrared (NIR) bölgede 3 No’lu boya filmi ile aynı reflektansı göstermekte, ancak 1200 nm’den görünür bölgeye doğru olan bölümde gösterdiği performans 3 No’lu boya filminin reflektansından daha düşüktür. Bir sonraki adımda, elde edilen spektral reflektans ve denklem (1) kullanılarak her bir boya filmi için spektral reflektans değerleri elde edilmiştir. Tablo 2 dalgaboyu bölgelerinin herbiri için hesaplanan sonuçları göstermektedir.

Hesaplama için “Boya Filmi için Solar Reflektans Hesaplama Excel Makrosu” adında, JIS K5602 metoduna göre solar reflektans ölçümleri için özel olarak geliştirilmiş özel bir yazılım kullanılmıştır. Bu makro programı, yalnızca ölçülen spektral reflektans verilerini seçerek, her bir dalgaboyu bölgesindeki solar reflektansı Excel® (1) üzerinde otomatik olarak hesaplamakta, aynı zamanda da spektral reflektans spektrumlarını görüntülemektedir.

Uygulama notunda kullanılan numuneler Dai Nippon Toryo Co., Ltd, Genel Boya Bölümü Mimari Kaplama Departmanı’ndan temin edilmiştir.

Cihaz: UV-3600, ISR-3100 (Integrating sphere aksesuarı)

İnsidans Açısı: 8°

Ölçüm Aralığı: 300 – 2500 nm

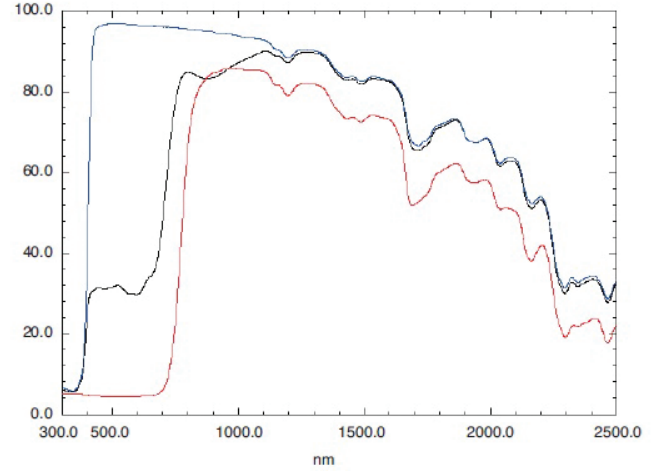
Örnekleme Sıklığı: 0,5 nm

Lamba Geçiş Dalgaboyu: 290 nm

Grating Geçiş Dalgaboyu: 720 nm

Dedektör Geçiş Dalgaboyu: 870 nm

Şekil 2. Boya filmlerinin reflektans spektrumları



Tablo 2. Boya Filmlerinin Solar Reflektans Sonuçları

Numune	UV-VIS Bölgesi 300 - 780 nm	Yakın Kızılötesi (NIR) Bölge 780 – 2500 nm	Tüm Dalgaboyu Bölgesi 300-2500 nm
Boya filmi 1	% 7.72	% 74.67	% 36.78
Boya filmi 2	% 37.51	% 81.80	% 56.48
Boya filmi 3	% 89.07	% 87.13	% 88.12



Şekil 3. Shimadzu UV-3600 UV-VIS-NIR Spektrofotometre

Referanslar

- Shimadzu Uygulama Notu, A424.
- ASTM G173-03(2012), Standard Tables for Reference Solar Spectral Irradiances: Direct Normal and Hemispherical on 37° Tilted Surface, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2012, www.astm.org