

屋外暴露試験と 浸漬サイクル型分光老化試験による考察

* 渡辺 真 ** 大塚健太

塗膜の紫外放射及び吸水による劣化について

1. 概要

塗膜の目的は、美しく、基材を腐食から守り、そして汚れ防止や遮熱等の機能を持たせるためにある。塗膜は、社会インフラ、建物、自動車、生活用品に無くてはならない物で、その耐久性向上・長寿命化への要求は、近年増々厳しくなっている。塗膜の耐候劣化の大きな要因の一つに、紫外放射と水分吸収の相互作用による劣化¹⁾がある。自然環境下に於いてこの相互作用により変退色や光沢低下、割れ等の表層劣化がより促進される。さらに劣化部位からの水分透過が加速されることにより基材から剥離することで腐食が発生し、やがて塗膜性能の維持が出来なくなる。

本報告では屋外暴露試験結果と気象因子の特徴から、水分吸収と塗膜劣化促進への関わりを推測した。更に、塗膜の耐候劣化における水分吸収による影響を実験室で評価する為に、分光老化試験機で浸漬試験が可能な装置を製作し、光照射のみの乾燥試験と浸漬・乾燥のサイクル試験の比較試験を実施した。

2. 試験方法

2.1 試験片

試験片は、緑色ポリウレタン樹脂(PuG)塗装板、白色フッ素樹脂(FW)塗装板、電気亜鉛メッキ処理有(G15)と無(S15)にクリアトップコートを施した塗装板の4種類とした。

2.2 屋外暴露試験

屋外暴露試験は、①都市環境の東京(新宿)と②2つの

火山が近い鹿児島(霧島)、③亜熱帯海洋性気候の沖縄(宮古島)、④アメリカ東海岸のフロリダ、⑤砂漠乾燥気候のアリゾナの5か所に於いて2年の期間で実施し、光沢保持率で評価した。気象因子の測定値を表1に示す。紫外放射露光量はアリゾナ、温度はフロリダ、湿度は鹿児島、飛来海塩粒子量は沖縄がそれぞれ高い傾向であった。

2. 3分光老化試験

分光老化試験は、光源にキセノンランプを用い、照射光を回折格子により単色光に分光し、同一の試験片上に波長の異なる光を連続的に照射させ、試験片がどの波長で劣化するかを評価する促進耐候性試験である。本報告では、試験片を液体に浸漬させることが可能な容器内に設置し、液体供給ポンプを用いて液体を供給させる浸漬試験と、空気供給ポンプを用いて気体を供給させる乾燥試験と、これら浸漬試験と乾燥試験を自動で繰り返し行うサイクル試験が可能な装置を製作し、分光老化試験と浸漬サイクル試験を組み合わせで行った。装置の概略図を図1に示す。試験は、放射照度を $100\text{W}/\text{m}^2$ (at 300nm)、浸漬液は純水とし、試験サイクル時間を浸漬試験が4時間、乾燥試験が1時間を繰り返し、合計100時間とした。試験サイクル時間は、塗膜における水分の吸水量及び発散量が最大値の約90wt%に達する時間を、吸水・発散試験により求め、本試験条件として設定した。試験結果は、色差で評価し、評価した波長範囲は250~480nm(照射波長範囲220~520nm)とした。

表 1 気象因子の測定値

項目		①東京	②鹿児島	③沖縄	④フロリダ	⑤アリゾナ
紫外放射露光量 (300-400nm)	MJ/m ²	286	330	361	396	450
BPT (年平均)	°C	20	18	29	28	24
温度 (年平均)	°C	16	16	23	24	23
湿度 (年平均)	%RH	61	87	77	75	35
降雨量	mm/year	1714	2071	1603	1080	264
飛来海塩粒子量	mg.NaCl/m ² day	—	89	367	—	—

*開発部 プロジェクト T 技術主幹

**企画部 知的財産課 主査

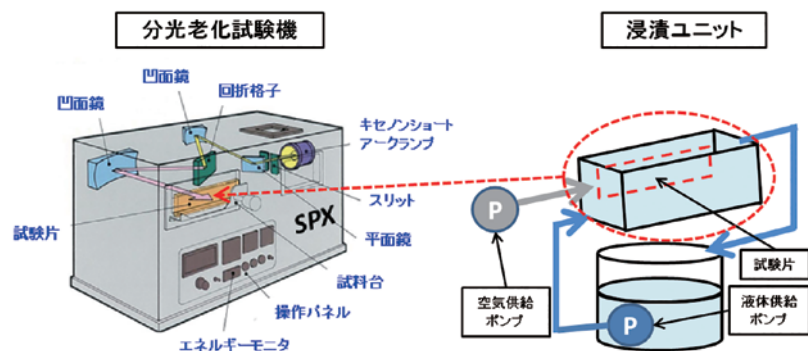


図1 浸漬サイクル型分光老化試験機の概略図

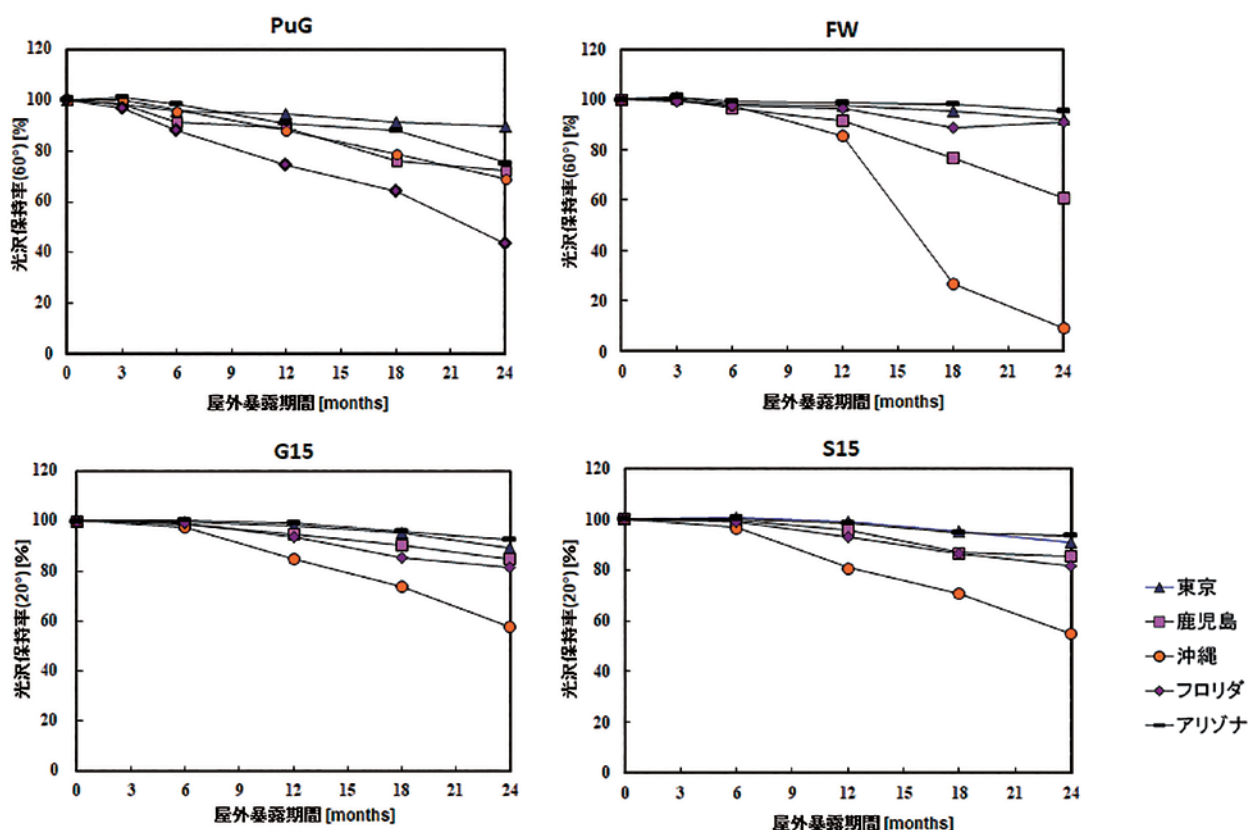


図2 屋外暴露試験の試験結果

3. 試験結果

3.1 屋外暴露試験

図2に屋外暴露試験の光沢保持率を示す。殆どの試験片で、海塩粒子が多く湿度が高い沖縄の光沢保持率の低下が大きかった。特にFWは他の暴露地と比較して著しく光沢保持率が低下した。海塩粒子の付着及び水分の吸収が塗膜の劣化に大きく関わっていることが推測される。

3.2 分光老化試験

図3に分光老化試験における照射のみの乾燥試験と浸漬・乾燥サイクル試験の100時間試験後の色差変化を

示す。照射のみの乾燥試験と比較して浸漬・乾燥サイクル試験の色差は、照射波長300nmに於いて、G15は1.5倍、PuGとS15は2倍と大きく変化し、塗膜の水分吸収が劣化に大きな影響を与えることが確認できた。しかし、耐候性の強いFWについては、変化を明確にとらえることが出来なかった。これは、試験時間が100時間と短いことと、酸化チタンの光触媒反応が400nm前後以下の広範囲の波長域で作用する²⁾ことが原因と考えられる。

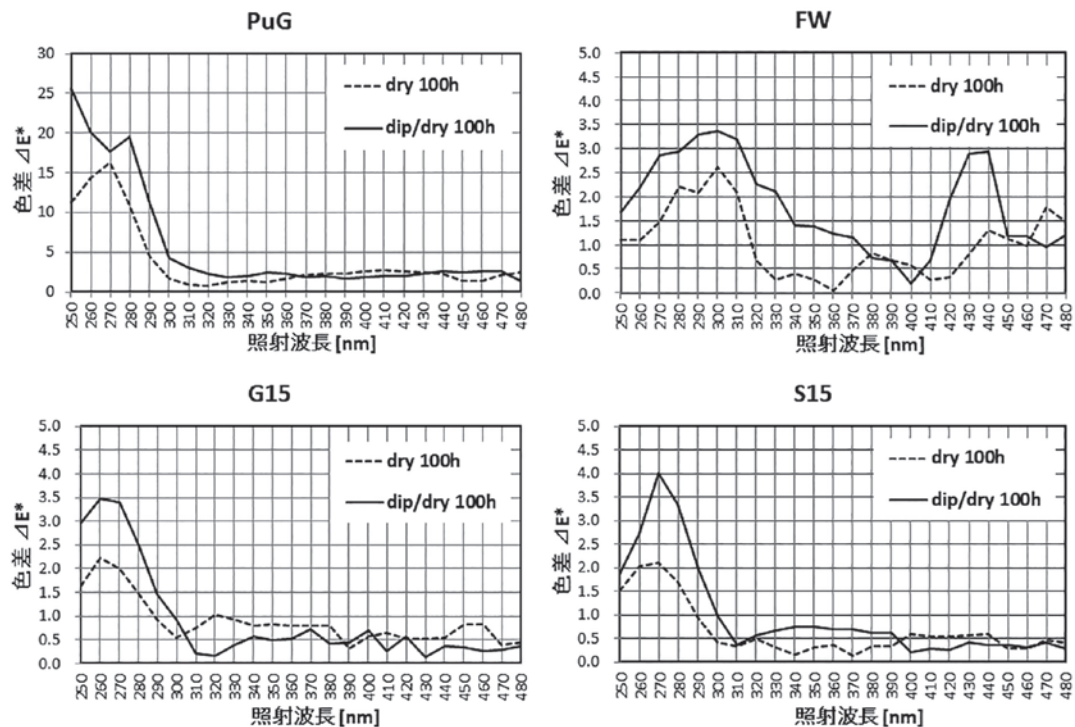


図3 分光老化試験の試験結果

図4に分光老化試験におけるPuGの照射のみの乾燥試験と浸漬・乾燥サイクル試験の100時間試験後の試験片全体と、浸漬・乾燥サイクル試験後の290nm部と450nm部の拡大写真(500倍)を示す。310nm以下の波長で退色が観察され、浸漬・乾燥サイクル試験の方が顕著に観察された。拡大写真にて290nm部と450nm部とを比較すると、290nm部の方が凹凸が大きくなっていることから、表面の劣化物が消失したものと考えられる。

4. まとめ

屋外暴露試験の暴露環境(気象因子)による試験結果の差を考察した。更に、水分吸収を促進試験に追加し評価する方法として浸漬サイクル型分光老化試験機を用いて、紫外放射と水分吸収による複合的劣化の影響を確認した。

(1)沖縄暴露は、他の暴露地に比べ高温及び塩化物付着によって濡れ時間が長くなることによる塗膜の紫外放射と水分吸収により、光沢保持率の低下に影響を与えていると考えた。塗膜の耐候劣化に非常に厳しい環境であると推測される。

試験片全体(上:乾燥試験、浸漬・乾燥サイクル試験)

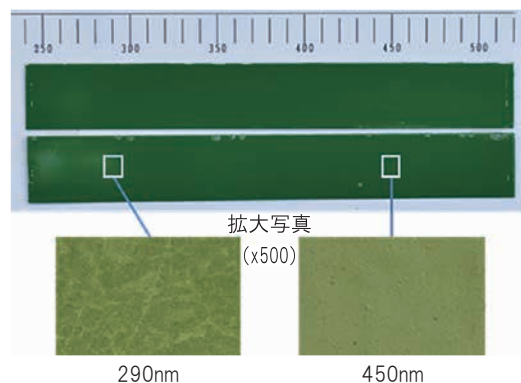


図4 分光老化試験後の試験片(PuG)の写真

(2)分光老化試験は、紫外放射による塗膜の劣化波長を確認することができ、更に浸漬試験条件を加えることにより、水分吸収が塗膜の劣化を更に促進することが確認された。

参考文献

- 1)色材:69「第7章 塗膜の強さと耐候性」(1996)
- 2)日本酸化チタン工業会:光触媒入門