

高耐久性ふっ素樹脂塗料の開発

本州四国連絡高速道路株式会社 正会員 ○矢野 賢晃

1. 概要

ふっ素樹脂塗料は、ポリウレタン樹脂塗料に比べ耐候性が良く、劣化しにくいことから、本州四国連絡橋は明石海峡大橋以降の海峡部橋梁の新設塗装、塗替塗装において標準仕様としている。

しかし、大鳴門橋の取付け高架橋において実施した主桁試験塗装の11年経過後における調査の結果、光沢度が低下していた。

本州四国連絡橋は、色調が無彩色のライトグレーであり、白色の酸化チタン顔料を基本とする上塗り用白塗料をベースにしている。この酸化チタン顔料の光活性作用によって樹脂分解が生じる弱点が存在するものと推測した。このため、現行の塗色を前提として塗料メーカーからの提案をもとに現行ふっ素樹脂塗料よりも耐候（光）性を有する「高耐久性ふっ素樹脂塗料」を開発し、室内促進耐候性試験および屋外暴露試験により、その耐候（光）性を確認したので結果を報告する。

2. 高耐久性ふっ素樹脂塗料の種類

高耐久性ふっ素樹脂塗料は、当初は現行ふっ素樹脂塗料のチタン顔料、硬化機構、紫外線吸収作用に着目して改良した新規塗料と4フッ化樹脂を加えた4種類、更に追加で樹脂またはチタン顔料に着目して改良を加えたもののほか外国製チタン顔料を用いた4種類を追加した計8種類である。なお、試験は比較のため現行ふっ素樹脂塗料および現行ポリウレタン樹脂塗料もあわせて実施した。表-1に概要を示す。

表-1 新規塗料等の概要

	時期	記号	塗料の特徴
新規塗料	当初	A'	4フッ化樹脂ふっ素樹脂塗料
		A-1	チタン白顔料の高密度表面処理
		B-1	硬化系の種類変更
		C-1	紫外線吸収剤添加
	追加	A-2	A-1の樹脂を変更
		B-2	B-1のチタン顔料高密度表面処理
		C-2	C-1のチタン顔料高密度表面処理
		D-2	外国製チタン顔料高密度表面処理
現行塗料 (比較用)	当初	A-R	現行ふっ素樹脂塗料
		B-R	
		C-R	
	追加	D-R	現行ポリウレタン樹脂塗料
		UN	

3. 紫外線蛍光ランプによる室内促進耐候性試験

当初提案された4種類の新規塗料に加え、現行ふっ素樹脂塗料を対象として、アメリカでも多用されている紫外線蛍光ランプ法による促進耐候性試験を実施した。試験は6,000時間まで実施したが、新規塗料及び現行ふっ素樹脂塗料の光沢度変化はなく、新規塗料の有意性は確認できなかった。また、走査型電子顕微鏡にて6,000倍まで拡大して塗膜表面を観察したが、いずれの塗料も顔料の脱落、われ等は生じておらず、塗膜断面の観察結果からも塗膜消耗は見られなかった。

4. メタルハライドランプによる室内促進耐候性試験

紫外線蛍光ランプ法では、塗料間で有意差が確認できなかったため、紫外線蛍光ランプ法に比べ、紫外線量が多く、光源に放電灯の一種で屋外暴露試験と比較して約100倍の促進倍率があるといわれているメタルハライドランプ法を用いて試験を実施した。

試験体は、紫外線蛍光ランプ法により6,000時間試験したものを使用し、試験時間は当初2,000時間、更に新規塗料の有意差を確認するため2,000時間を追加し試験を実施した。

メタルハライドランプ法による促進耐候性試験開始前の光沢度を基準として新規塗料の光沢度保持率を図-1に示す。2,000時間において現行のふっ素樹脂塗料はす

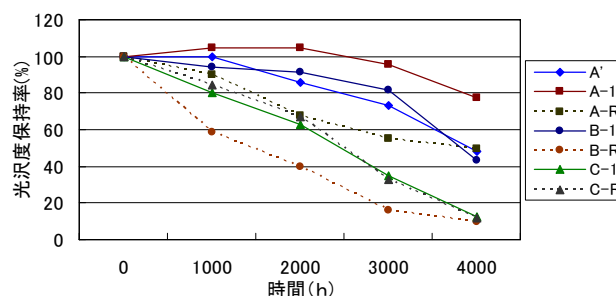


図-1 当初提案塗料の光沢度保持率の変化

キーワード 高耐久性ふっ素樹脂塗料, 本州四国連絡橋, 光沢度保持率, 促進耐候性試験, 暴露試験
連絡先 〒651-0088 神戸市中央区小野柄通 4-1-22 アーバンエース三宮ビル TEL 078-291-1359

べて光沢度保持率の低下がみられ、新規塗料でも C-1 の低下が見られたが、A-1, B-1 については 3,000 時間においても光沢度保持率 80%を確保している。

更に一部を改良した新規塗料の追加提案を受け、これについてもメタルハライドランプ促進耐候性試験 2,000 時間を実施した。追加で提案のあった塗料の光沢度保持率を図-2 に示す。追加提案塗料のうち、B-2 については著しく光沢度保持率が低下し、A-2 についても改良の効果は見られなかった。C-2, D-2 については改良の効果が明確に現れ、高い光沢度保持率を示した。

走査型電子顕微鏡による塗膜表面観察の結果は、概ね顔料の露出程度、脱落等と光沢度は対応しており、高い光沢度保持率を示した D-2 については、顔料の露出が生じていなかった。塗膜断面観察では、どの塗料においても塗膜消耗は認められなかった。

これらの促進耐候性試験から高耐久性ふっ素樹脂塗料として、A-1 (チタン白顔料 高密度表面処理)、B-1 (硬化系変更…硬化の安定化含む)、C-2 (紫外線吸収剤添加 + チタン白顔料 高密度表面処理)、D-2 (外国製チタン白顔料 高密度表面処理) に期待が持てることを確認した。

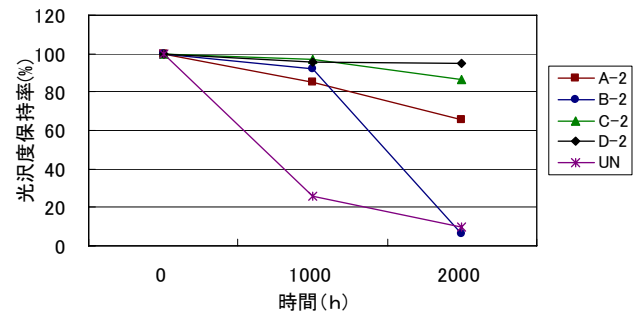


図-2 追加提案塗料の光沢度保持率の変化



写真-1 宮古島暴露試験状況

5. 屋外暴露試験

室内促進耐候性試験の結果を踏まえ、実環境下での耐候性を確認するために、宮古島（(財)日本ウエザリングテストセンター試験場）および大鳴門橋において屋外暴露試験を実施した。宮古島における3年間の暴露試験による光沢度保持率の変化を図-3 に示す。

暴露開始から12ヶ月で、現行ポリウレタン樹脂塗料と一部の現行ふっ素樹脂塗料の光沢度保持率の低下が確認されたが、高耐久性ふっ素樹脂塗料はいずれも80%以上の光沢度保持率を示した。

A-2 は、促進耐候性試験においては改良の効果は見られなかったが、暴露試験では24ヶ月までは高い光沢度保持率を示した。促進耐候性試験の結果が良好であったC-2, D-2 は18ヶ月以降、光沢度の低下が見られた。B-1 については、36ヶ月においても光沢度保持率60%以上を確保している。

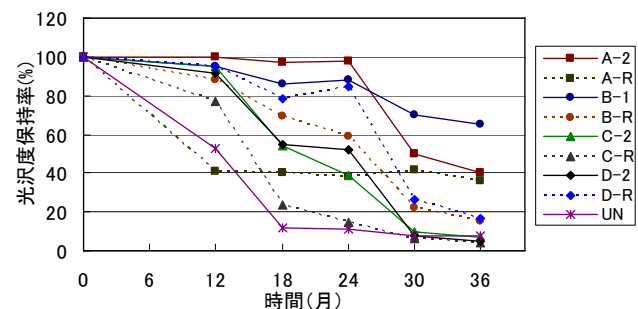


図-3 屋外暴露試験の光沢度保持率の変化

以上のとおり、3年間の屋外暴露試験と室内促進耐候性試験では光沢度保持率の相関はなかったが、実暴露による高耐久性ふっ素樹脂塗料および現行塗料についての耐久性を確認することができた。

6. まとめ

現在、室内促進耐候性試験及び屋外暴露試験の結果を踏まえ「高耐久性ふっ素樹脂塗料」の塗料規格の制定に向けた検討を進めているところである。また、促進耐候性試験で耐候性に期待が持てる結果となった新規塗料について櫃石島橋で試験塗装を実施し、実橋暴露を開始しており、今後有効性を検証していく。

今回の新規塗料の開発により、ふっ素樹脂塗料の耐候性向上による塗膜の長寿命化が図られ、海峡部長大橋の塗替塗装におけるライフサイクルコストの削減に大きく寄与することが期待される。

参考文献

- ・小林克己：高耐久性ふっ素樹脂塗料（仮称）の開発 本四技報 Vol. 30 NO. 107 2006年9月