

実構造物における高耐久性ふっ素樹脂塗料の長期耐久性能の確認

本州四国連絡高速道路株式会社 正会員 ○大川 宗男
正会員 熊井 貴弘

1. 概要

本州四国連絡橋の塗装面積は約 400 万㎡と膨大であり、維持管理に占める塗替塗装の比率は非常に大きい。塗替コストの縮減では、塗替えサイクルの長期化が求められており、塗替塗装の施工時期が塗膜消耗に着目した劣化予測により設定していることから、塗膜の消耗を決める上塗り塗料の耐候性は最も重要な事項である。そこで、本州四国連絡橋では耐候性に優れるふっ素樹脂塗料を平成 10 年供用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が、さらに耐候性を有する「高耐久性ふっ素樹脂塗料」を開発し、実橋等における長期耐久性能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開発

塗膜の劣化は、まず塗膜表面の光沢度の低下として現れ、次いで白亜化、最終的に塗膜の消耗が生じる（図－1）ことが知られているが、大鳴門橋の取付け高架橋において 11 年を経過したふっ素樹脂塗料の光沢度の低下が確認された。これは、本州四国連絡橋の色調が無彩色のライトグレーであり、上塗りのベースとなる白塗料に含まれる白色の酸化チタン顔料が、光（紫外線）と水による光触媒作用によって樹脂分解が生じ塗膜の劣化が生じたものと考えられた。この劣化を防ぐため、現行の塗色を前提として、酸化チタン表面の高密度化を図るなどの改良により「高耐久性ふっ素樹脂塗料」を開発し、同時に「高耐久性ふっ素樹脂塗料上塗（暫定）規格」を制定（2010 年）し、平成 23 年度より瀬戸大橋の塗替塗装の上塗り塗料として採用している。

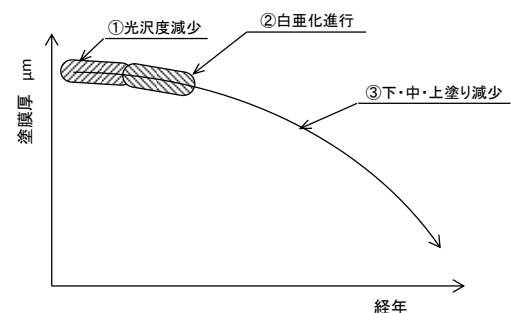
3. 高耐久性ふっ素樹脂塗料の性能評価

高耐久性ふっ素樹脂塗料の耐久性の性能は、塗膜の劣化が塗膜消耗までの進行に長時間を要するため、塗膜の劣化で最初に現れる光沢度の低下を光沢保持率（初期の光沢度と残存する光沢度の比率）により評価することとした。

耐久性の性能評価は、室内促進耐候性試験及び屋外暴露試験（写真－1）を実施したが、これらの相関性が低かったため、屋外暴露試験の結果を用いるのが実用的で信頼性が高いと判断した。（財）日本ウエザリングテストセンター宮古島（以下、「宮古島」という）での屋外暴露試験結果では、光沢保持率は 1 年程度では低下が見られず、2 年経過ごろから急激に低下し、3 年経過時点において 50%程度となる（図－2）。これらの試験結果より、塗料規格で求める耐久性の性能は、宮古島での光沢保持率が暴露期間 3 年で 50%以上とした。



写真－1 宮古島暴露試験状況



図－1 塗膜劣化モデル

4. 高耐久性ふっ素樹脂塗料の長期耐久性能の確認

高耐久性ふっ素樹脂塗料は、過去に実構造物での施工事例がないため、実構造物において耐候性に関する所要の品質が認められるまでの当面の期間は暫定規格とした。

要求品質に対する①実構造物における長期耐久性能の確認ができていない、②耐候性能を製品納入時に確認することが困難との課題に対し、長期品質の確認を以下のとおり実施し確認している。

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 078-291-1000（代）

1) 実橋における長期耐候性の確認

実橋に耐候性の追跡調査を目的とした塗膜調査用の定点を設け(図-3)、現地状況による光沢保持率の変化を調査している。定点設置から約5年経過(H27.10)に光沢度などの調査を行ったが、光沢度の低下は数値にばらつきはあるものの比較的小さく、調査面の向きによって直射日光の紫外線の影響で若干の差異がみられる(図-4)。

光沢保持率の規格は、宮古島の暴露期間3年で50%以上であるが、実橋での数値は規定されていない。そのため、同一橋梁での従来ふっ素樹脂塗料と比較することで耐久性を検証することとした。塗替塗装時からの経過期間に若干の差異はあるが、従来ふっ素樹脂塗料は、紫外線の影響を強く受ける弦材の上面あるいは外面で光沢度が大きく低下しており、高耐久性ふっ素樹脂塗料の耐久性の高さを確認できた。

なお、目視による調査では、両者とも、塗膜の膨れ、はがれ、割れ等の変状は確認されていない。

2) 納入塗料の品質確認

納入された塗料が規格どおりの品質であることを確認するため、必要に応じて宮古島での36ヶ月の屋外暴露耐候性試験を実施している。一方、短時間で品質確認を行うため、宮古島での暴露期間3年との相関性の高い促進耐候性試験の検討を行っているが、塗料メーカー複数社の塗料を同一条件で評価できる試験方法は確立できておらず、今後の課題と考えている。

3) 長期的な供給体制の確認

安定した品質の塗料を長期的に供給する体制について確認するため、暫定期間が終了したのち3年に1回の屋外暴露耐候性試験を実施することとしている。

5. まとめ

塗替塗装のコスト縮減のため、上塗り塗料の高耐久化の開発を進めた結果、高耐久ふっ素塗料は従来ふっ素塗料に比べ、現地においても光沢保持率による効果が確認できた。高耐久性ふっ素樹脂塗料の耐久性の評価は、光沢度の低下の後に本質的な塗膜劣化である膜厚の消耗が生じることとなることから、今後は高耐久性ふっ素樹脂塗料の塗膜消耗に関する特性を把握するための長期間の継続的な調査が必要である。

また、即時性のある品質確認方法等の開発が、この塗料における課題であり、引き続き課題解決のための検討を進めることとしたい。

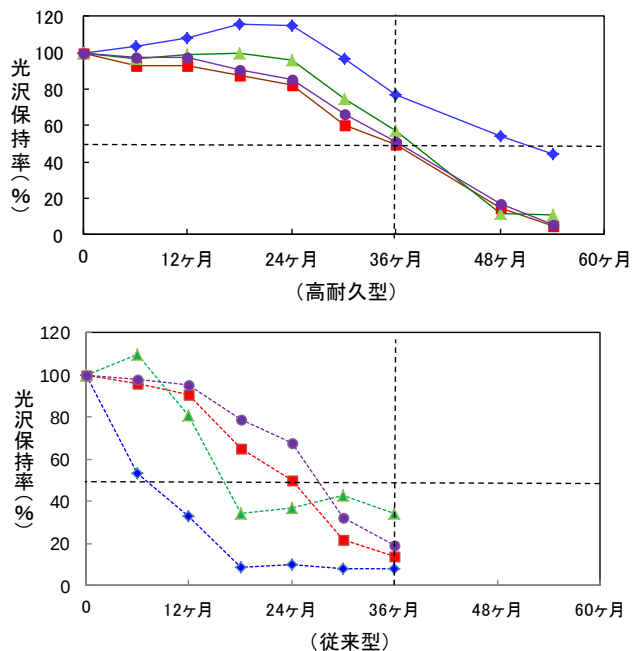


図-2 光沢保持率の宮古島暴露試験結果
(塗料メーカー別)

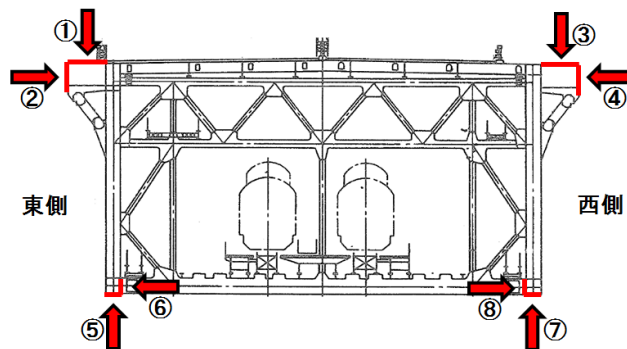


図-3 塗膜調査用定点の設置(檣石島橋)

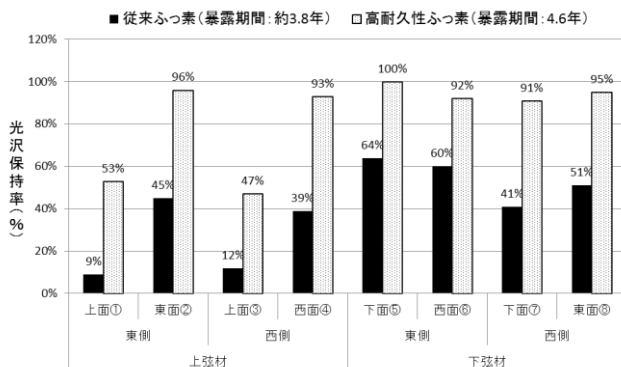


図-4 従来ふっ素と高耐久ふっ素の光沢保持率の比較