

樹脂の光沢低下はその樹脂を形成する表4.1に示す結合エネルギーにより光沢低下速度は異なる。エポキシ樹脂の劣化はその構造から紫外線以外に酸化、加水分解の影響を受ける。ポリウレタン樹脂の劣化は主に紫外線であり、加水分解の影響もわずかに受ける。ふっ素樹脂は分子間の結合エネルギーが高く、紫外線による劣化を受けにくくウレタン結合部の加水分解での劣化が少し起こる程度である。

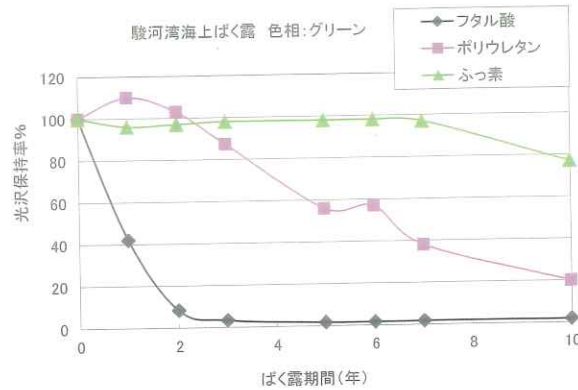


図 4.6 光沢保持率の経時変化<sup>1)</sup>

塗膜の消耗は光沢低下が始まったときから起こると考え、図4.6が示すように、塗膜消耗までの誘導期間をポリウレタン樹脂塗料上塗では2年、ふっ素樹脂塗料上塗では7年とした。エポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂塗料上塗の消耗速度は本四技報等<sup>2)3)</sup>の値を採用し、エポキシで $10\mu\text{m}/\text{年}$ 、ポリウレタンで $2\mu\text{m}/\text{年}$ とした。

ふっ素樹脂塗料の消耗速度はポリウレタン塗料との光沢保持率の対比からその1/4の値である $0.5\mu\text{m}/\text{年}$ とし、その検証として駿河湾海上ばく露10年後の塗膜(色相グリーン)の塗膜消耗量を測定した<sup>4)</sup>。写真4.2の塗膜断面から測定した塗膜消耗量は $1\sim 1.3\mu\text{m}$ であった。光沢低下を起こしたばく露7年後から塗膜が消耗するとした場合、3年で $1\sim 1.3\mu\text{m}$ であり、消耗速度は $0.33\sim 0.43\mu\text{m}/\text{年}$ となる。このことから、ふっ素樹脂塗料の消耗速度は安全サイドの値といえる。



写真4.2 塗膜断面<sup>4)</sup>

1) 渡辺, 中家, 堀切, 守屋: 『JSCE 材料と環境』, 2001D-112 (材料と環境2001講演集)

2) 『本四技報』, Vol. 16, No61, P. 26, 1992. 1

3) 横地, 瓜谷: 『防錆管理』, Vol. 22, No. 3, p. 68, 1988

4) 駿河湾海上ばく露試験場10年ばく露ふっ素データ (レーザー顕微鏡撮影)

なお、同時に測定したチタンを含まない濃彩色では全く光沢低下も消耗も認められなかった。また、塗膜寿命を劣化10~15%に設定していることから耐用年数の算出に使用する膜厚は塗装目標膜厚の80%とし、消耗が始まるまでの誘導期間を消耗速度から求めた年数に加えた年数を耐用年数とした。

上記の条件を踏まえポリウレタン上塗塗膜の耐用年数を算出すると目標膜厚 25 $\mu\text{m}$ の場合12年となる。実際には15~18年の実績があるが、塗装膜厚が30~40 $\mu\text{m}$ と目標膜厚に比べ5~15 $\mu\text{m}$ 厚く塗装されており、厚膜分の塗膜の消耗年数を加味すると算出した耐用年数12年は妥当性のある数字である。

以上の結果より、エポキシ樹脂塗料の厳しい腐食環境で消耗速度は10 $\mu\text{m}$ /年とする。ポリウレタン樹脂塗料上塗については、厳しい腐食環境で誘導期間2年、誘導期間以後の消耗速度は2 $\mu\text{m}$ /年とする。ふっ素樹脂塗料上塗は、厳しい腐食環境で誘導期間7年、誘導期間以後の消耗速度は0.5 $\mu\text{m}$ /年とする。

### 3.3 無機ジンクリッチペイントの耐久性

#### 3.3.1 工程塗膜における無機ジンクリッチペイントの状態

重防食塗装系の耐用年数を試算するにあたり、上塗まで塗装された工程塗膜の長期ばく露後の防食性能を判定するためには、腐食因子である塩分をどの程度遮断できているか、また、最下層のジンクリッチペイントが健全な状態であるかどうかが重要である。以下分析結果について説明する。なお、分析はいずれもSEM(走査形電子顕微鏡)、EDX(エネルギー分散型X線元素分析)を用いて行った。

16年海上ばく露された『鋼道路橋塗装便覧』記載C-4塗装系塗膜の断面の線分析を行い、塩素の塗膜への浸透状態、亜鉛粒子の形状を観察した。

左下写真4.3の赤線部分の線分析を行った。右下図4.7にその結果を示す。図中の青のピークは塗膜中の塩素を、緑のピークは亜鉛、赤のピークは鉄、ピークの高さはそれぞれの量を示している。線分析の結果、塩素は無機ジンクリッチペイントや鋼材にも達しておらず、塩分は下塗~上塗塗膜によって遮断されていることを示唆している。



写真 4.3 SEM/EDX による塗膜断面写真

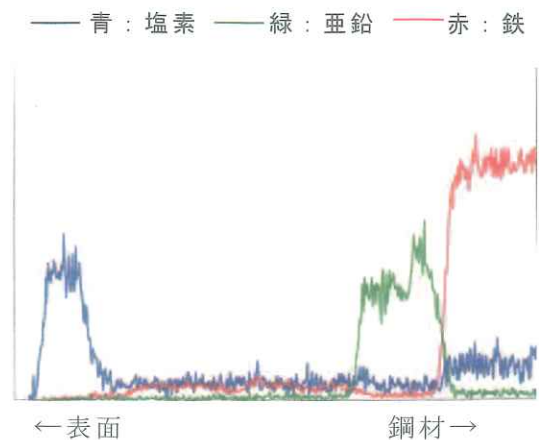


図 4.7 線分析の結果

注) 上塗塗膜中に塩素が存在しているのは、ふっ素樹脂骨格のC-Clを検出しているため。