

塗膜剥離の原因調査

Investigation of the cause of paint peeling

Osumi Corporation . Namie Suzuki

Abstract

In this case, it was confirmed that the paint film peeled off due to corrosion on the outer wall of the analyzer, and an appearance and cross-sectional observation survey were conducted for the purpose of investigating the cause. As a result, the vicinity of the corroded portion was observed in the form of corrosion deposits turning over and peeling off. In addition, a slight gap was confirmed at the interface between the base metal and the coating film, and chlorine was detected in the three layers of the coating. Therefore, chloride ions in the surrounding environment are the main cause of rust generation, which invades the inside of the paint and stays in a small gap at the base metal interface, so that iron

1. はじめに

多くの鋼材は、大気中の水分や塩化物イオンなどの外的要因から保護するため、メッキ処理や被覆などの防食処理を行う。そのひとつが塗装処理であり、保護、防食、美観の役割を担う。この塗装処理で重要な工程は下地処理にあると考える。下地処理不良の場合、塗膜剥離の要因になりやすく、例えば、塗装前洗浄不良による介在物(酸化物、異物混入等)の残留による密着不良および界面剥離事例は多々報告されている。また、経年劣化や紫外線などの環境要因による樹脂劣化からの塗膜剥離、更には母材の腐食劣化に至る剥離事例も報告されている。

本件では分析機器外壁パネルに腐食を伴う塗膜剥離不具合の事例から、その原因調査解析を行った。

2. 調査方法および装置

調査試料を図1に示し、調査方法は、以下に記す。

- (1) デジタルマイクロスコープ(KEYENCE 社製 VHX-7000 型)(以下、“DMS”と記載する)
- (2) SEM-EDS(JEOL 社製 JSM-7600 型、Thermo FisherScientific 社製 NORAN System7 312E)
 - 表層面および断面の腐食部近傍の詳細観察
 - 腐食生成物の定性分析
- (3) FT-IR(Thermo FisherScientific 社製 Nicolet iS5)
 - 樹脂の経年劣化有無調査

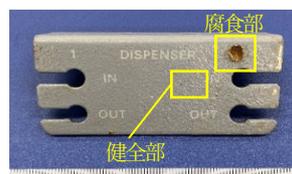


図1 調査試料 全体



図2 腐食部マクロ観察

3. 調査結果

3.1 外観およびマクロ観察

外観上の観察では、腐食は円環状に拡散進行しており、腐食部外周では塗膜剥がれ、罅割れ劣化が観察された(図2参照)。この形態は他の部位でも観察され、腐食生成物の体積膨張から塗膜剥がれに至っており、その腐食厚みは約128 μm に至っている。

3.2 断面観察

腐食層近傍の断面観察では、母材界面で約1 μm の隙間が全域で観察され、その内部では腐食生成物の堆積および母材内部への腐食進行形態が僅かに観察された。なお、塗装は3層構成(下層 約40 μm 、中層 約25 μm 、上層 約16 μm)と判定された。

腐食部位外周の塗膜厚形態は、断面観察からも腐食生成物が体積膨張し塗膜を押し上げて剥離に至る形態を示していた。なお、母材界面での介在物類は確認されない。これらの断面形態から、母材界面での腐食生成物による隙間の存在により、母材との密着が得られていないこと

が確認された。塗膜剥がれは、微小隙間の腐食生成物が経時変化により、さらに生成され体積膨張したことで塗膜を押し上げ塗膜剥離に至ったと考えられた。

なお、母材の金属マイクロ組織は、フェライト一相の低碳素鋼(SC または SS 材)と判断され、特異的な金属マイクロ組織は観察されない(図4 参照)。

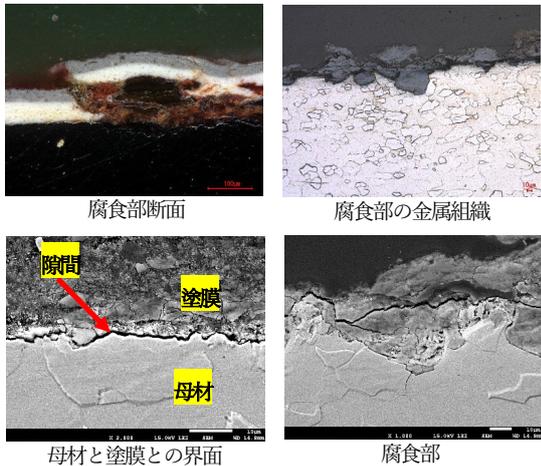


図3 断面観察図(上段:DMS 観察、下段:SEM 像)

3.3 腐食生成物と塗装の組成分析

腐食生成物の SEM-EDS による定性分析結果では、主に鉄(Fe)、酸素(O)、炭素(C)が検出され、塩素(Cl)、硫黄(S)が検出された。周辺環境調査でも塩酸や硫酸を使用していた背景があることから、塩素が腐食要因のひとつであると判定される。一方、塗装3層と母材の SEM-EDS 結果より、上塗り、中塗り、下塗りの順に塩素量が減少

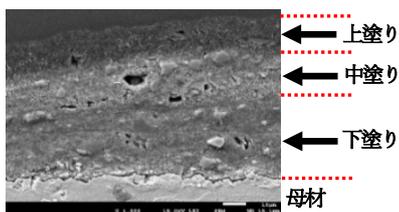


図4 塗装の SEM-像

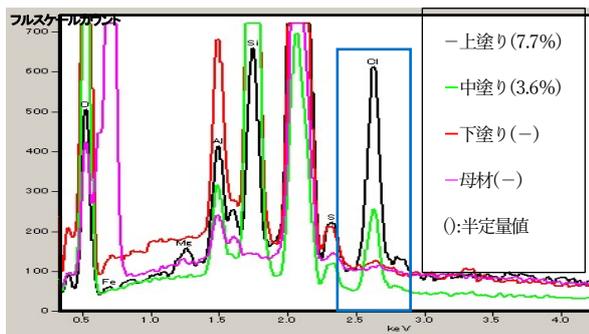


図5 塗装の SEM-EDS 結果

傾向であったことから、塗装内部へと塩化物イオンが侵入したと予想された(図4 参照)。

3.4 塗膜の劣化有無

FT-IR 調査結果では、ライブラリとの照合結果から塗装部はアルキド樹脂と判定された。劣化有無においては、一般的に樹脂劣化時に見られる 1720cm^{-1} 付近と 1640cm^{-1} 付近の C=O 伸縮および C=C 伸縮振動のピーク強度に増減が見られなかったため、著しい劣化はないと判定された。

4. まとめ

以上の調査結果より、分析機器外壁パネル塗装が剥離した要因は、周辺環境で使用されていた塩酸からの塩化物イオンが塗装内部に侵入し、塗膜と母材との隙間で滞留したことで、腐食生成物が堆積し、体積膨張から塗膜を押し上げて剥離させたものと判定された。これらの対策として、例えば塗装の下地処理工程の酸・有機溶剤洗浄の徹底およびショットブラスト工程の追加により、界面での隙間解消とアンカー効果による塗膜の密着性の向上が期待される。

5. 結言

私たちの身の回りには、小さなねじ一本から輸送車両、建築物など大半が工業製品により構成されている。これらが突如として不具合に至り機能を失うには、必ず原因がある。そのために不具合の調査解析が重要視される。

以上

参考文献

- 1) 佐藤靖. 塗膜のイオン透過機構. 電気化学 第29巻 p623-627, 昭和36年.
- 2) 大藪権昭. 最近の塗料の動向と塗膜の防食. 「材料」第25巻 第278号, 昭和51年11月.
- 3) 田辺弘往. 塗膜の防食性. 塗料基礎 講座(最終講) 色材, 62 [5] 300-309, 1989.

株式会社オオスミ
分析技術グループ 主任技師

