

# 樹脂製留め具の浸食原因およびその破面解析調査

## Investigation of the Causes of Corrosion in Resin Clip and Analysis of Their Fracture Surfaces

Osumi Corporation . Namie Suzuki

### Abstract

In the investigation of corrosion factors in resin clip, fractography and attached substance analysis were conducted. As a result, the fracture surface observation showed signs of degradation, granulation, and voids, indicating poor fusion. This factor is likely due to the molding temperature, and there are many cases of resin damage caused by similar phenomena. Furthermore, because POM has a high molding shrinkage rate, insufficient resin amount or poor gas venting can also be contributing factors. Qualitative analysis of the white residue revealed that it originated from concentrated sulfuric acid, and since POM is unsuitable for concentrated sulfuric acid, the material selection can be considered inappropriate. Therefore, it is believed that the cause of the corrosion is a combination of the use of resin materials unsuitable for the operating environment and the promotion of erosion due to resin molding defects.

### 1. はじめに

プラスチック材はその種別により様々な特性があり、大別すると熱可塑性と熱硬化性に分けられる。熱可塑性は熱影響により液体化や固体化する性質を持つ一方、熱硬化性は一度変形固化したものは再度変形しにくい性質を持つ。熱可塑性はさらに化学構造から、-CH<sub>2</sub>-の直鎖が主鎖となる汎用プラスチック、この主鎖に酸素や窒素などの炭素以外の元素を含むものをエンジニアプラスチック、さらに主鎖中にベンゼン環が存在する骨格を持つものをスーパーエンジニアプラスチックと分類される。

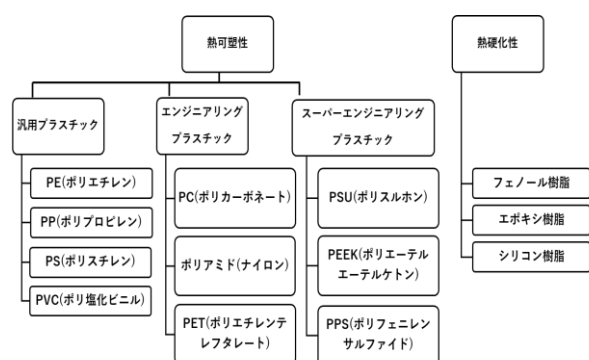


図1 プラスチック材の分類

本件では、「5 汎用エンジニアプラスチック」と総称される内のひとつ、ポリアセタール (POM) 材製品において、ガラス器具同士を接続させる留め具として使用していたが、複数個に浸食が確認されたため、その原因追及についてレポートする。

### 2. 調査方法および装置

調査方法は、以下に記す。

#### (1) 外観および破面マクロ観察

デジタルマイクロ스코プ(KEYENCE 社製 VHX-7000 型)(以下、“DMS”と記載する)

#### (2) 破面詳細観察調査、付着物調査

- ・ SEM-EDS(日本電子(株)製 JSM-7600 型、Thermo FisherScientific 社製 NORAN System7 312E)
- ・ SEM-EDX( (株) 日立ハイテク社製 MiniScope TM4000Plus III、オックスフォード・インストルメンツ(株)製 AZtecLiveOne Explore)

### 3. 調査結果

#### 3.1 外観観察

留め具の外観観察では、複数箇所のコーナー部周辺で樹脂の浸食形態が観られ、その最大幅は約 15 cm、深さ約 410 $\mu$ m で観察された。浸食内部とその周辺には白色付着物が観られ、これらは主にガラス器具との接触面側で多く観察された。その他の表層面部では、平坦面形態の健全部に対し、斑状の凹凸形態が散在して観察された。

なお、亀裂に発展する様な傷等は確認されなかった。

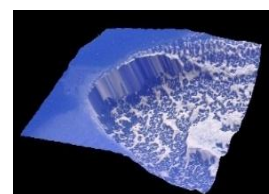


図2 浸食部の一部  
3D 形態観察図

### 3.2 浸食部の破面観察

浸食部を強制破壊した破面観察では、浸食部コーナー側から肉厚約 1/2 程度で白化現象が観られた。このコーナー部の破面形態は外表層面が溶解された様な形態であり、この部位を起点とし外環側に応力負荷した破壊進展した形態で観察された。また、破面中心部では約 $\phi 0.7\text{mm}$ の空孔が観察され、他健全部位でも類似の僅かな空孔(ポイド)が観察された。

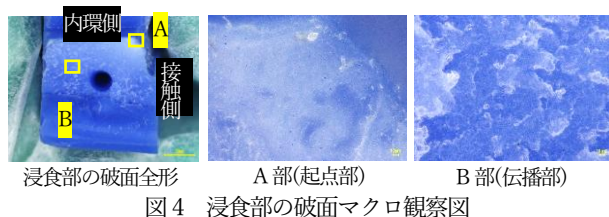


図4 浸食部の破面マクロ観察図

浸食部の SEM 詳細観察では、起点部では樹脂劣化様な破面形態で観られ、伝播部および最終破断部では脆性および延性破面が混在した形態で観察された。一方、健全部の起点コーナー部では樹脂溶融不良に観られる粒状の形態が観察された。

これらのことから、コーナー側は樹脂未融合であったと考えられ、樹脂中心部には空孔が観られたことから、樹脂成型不良の可能性が考えられる。

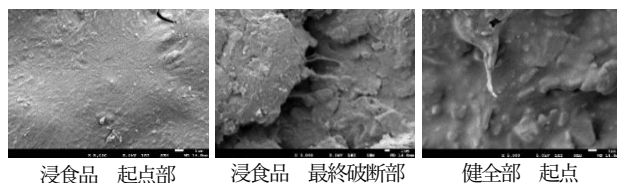


図5 浸食部およびその他の SEM 詳細観察像

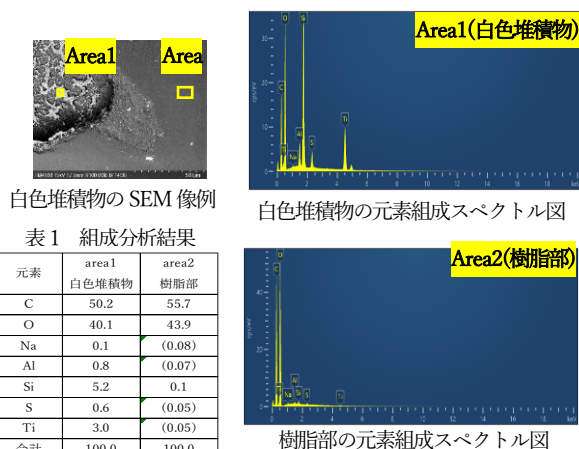


表1 組成分析結果

元素	area1 白色堆積物	area2 樹脂部
C	50.2	55.7
O	40.1	43.9
Na	0.1	(0.08)
Al	0.8	(0.07)
Si	5.2	0.1
S	0.6	(0.05)
Ti	3.0	(0.05)
合計	100.0	100.0

図6 白色堆積物と樹脂の SEM-EDX 分析結果

### 3.3 白色付着物の調査

付着物の SEM-EDX による定性分析結果では、炭素(C)、酸素(O)から成る樹脂部と比較し、けい素(Si)、チタン(Ti)、アルミニウム(Al)、硫黄(S)が検出された。けい素および硫黄は、作業環境下で用いる二酸化けい素、濃硫酸由来と考えられ、チタン、アルミニウムは留め具に接触する金属製品由来と思われる。

## 4. 結果のまとめ

以上の調査結果より、破面観察では劣化や粒状、空孔等が観られたことから未融合と考えられる。この要因は成型温度に依るものと思われ、類似の事象による樹脂破損の事例も多い。また POM は成形収縮率も高いことから樹脂量不足やガス抜き等によることも要因のひとつとして考えられる。

白色付着物の結果では、濃硫酸由来と判定され、POM は濃硫酸には不向きであることから、適切な選定ではなかったと言える。

従って、浸食要因は、使用環境下に対し不適切な樹脂材の使用に加え、樹脂成型不良により浸食が著しく進んだものと考えられる。

なお、破損に至らなかった要因としては、応力の分散しやすい形状や外表層面に亀裂に至る裂傷等がないこと等によるものと思われる。

今現在では、適切な材質の留め具を使用し、問題ない状態となる。

以上

### 参考文献

- 1) ポリプラスチック(株)中道朗. 講座「成形材料」(11)ーポリアセタール(POM)ー. 成形加工 第14巻 第2号, 2002.
- 2) 旭化成工業(株)小松民邦. 超延伸性ポリアセタール. 化学と教育 第37巻 第4号, 1989.
- 3) 浜村武弘、久保内晶敏、青木才子、吉田治、江島光彦、酒井哲也. ポリアセタール樹脂の硝酸水溶液環境下における腐食劣化の速度論的研究. 材料と環境, 61, 182-187, 2012.

株式会社オオスミ  
分析技術グループ チーフ 鈴木奈美枝

