

## 防錆キャップの劣化評価方法に関する研究

(株) IHI 正会員 ○岩本 達志  
 (株) IHI インフラ建設 非会員 今井 学  
 (株) IHI インフラ建設 非会員 清水 隆  
 (株) エポゾール 非会員 吉田 利樹  
 琉球大学 正会員 下里 哲弘  
 琉球大学 正会員 淵脇 秀晃  
 (株) IHI 非会員 赤嶺 健一

## 1. 背景

橋梁やプラントなど鋼構造物の継手部に使用するボルトは、形状の問題から、一般的な塗装による防錆処理では他の部位に比べ発錆しやすい。特に高力ボルトの場合、頭部・ナット部の腐食が進行すると、導入軸力の低下を招き継手全体の耐力が低下し、構造物の耐久性にも大きな影響を及ぼすため、ボルト部に対する防錆対策として軟質塩ビ製防錆キャップが適用されている。また近年は施工・維持管理の面で効率向上に寄与するものとして、透明型の防錆キャップを使用する方法も検討されている<sup>1)</sup>。しかしこの防錆キャップは、紫外線を主要因とした経年劣化によって表面に割れを生じ、その割れが素地にいたることで、防錆性能が大きく低下することが知られているものの<sup>1), 2)</sup>、その取り替え時期の判定方法については、いまだ明確になっていない。そこで本研究では、耐候性促進試験に供して劣化させた樹脂シートを様々な手法で評価し、防錆キャップの劣化度合を評価する方法について検討することとした。

表. 試験体パラメータ

材質	膜厚
軟質塩ビ樹脂	1.5mm
軟質塩ビ樹脂	1.0mm
高耐候型軟質塩ビ樹脂	1.5mm



写真1. 試験体外観

## 2. 試験方法

## 2.1 試験方法

本研究では、表に示した耐候性及び膜厚の異なる軟質塩ビ樹脂シートを計3種準備し、これらの樹脂シートを130×55 mmに裁断の後、シリコン樹脂でステンレス板に貼付して耐候性促進試験機内に設置し、促進劣化を行った。試験装置はキセノンアークランプを光源とした装置（スガ試験機（株）製スーパーキセノンウェザーメータ SX75）を用い、試験条件はJIS K7350-2を参考に、放射照度は180 W/m<sup>2</sup>(波長範囲 300~400 nm)、ブラックパネル温度63℃、湿度50%RH、槽内温度38℃として設定した状態で、UV照射102分、UV照射+降雨18分の2時間を1サイクルとしたサイクル試験を最大2500時間実施した。なお既往の研究から東京・新宿における年間紫外線積算量が250MJであることが分かっている<sup>3)</sup>。今回はこれを基準として計算すると、2500時間の試験は暴露約6年半分に相当すると推定される。

## 2.2 評価方法

1000時間及び2500時間の促進試験を実施した各シートに対し、外観観察、光沢度計測、色差計測、表面粗さ計測の4つの手法にて評価を行った。外観観察については、劣化による樹脂の変色や割れの有無を目視で確認するこ

キーワード 防錆, ボルトキャップ

連絡先 〒235-8501 神奈川県横浜市磯子区新中原町1(株)IHI 技術開発本部 生産基盤技術部 塗装・防食 Gr

TEL 045-759-2810

ととした。光沢度については、携帯型光沢計（スガ試験機（株）製 GM-1）にてシート表面を払拭した後の 60 度鏡面光沢度を計測し、色差についてはハンディ型分光色差計（日本電色工業（株）製 NF 333）を用いて、計測を行った。表面粗さに関しては、表面粗さ・輪郭形状測定機（（株）東京精密製 SURFCOM2000SD3-13）で樹脂シート表面の粗さ曲線を計測し、その中央部 20mm を評価対象として、JIS 規格にしたがって表面粗さ Ra の算出を行った。

### 3. 試験結果

一般の軟質塩ビ樹脂シートについては、いずれの膜厚でも 1000 時間経過後に表面がかなり黒変しており、サンプルによっては  $100\mu\text{m}$  程度のクラックが発生して、表面が荒れている状態であった。2500 時間経過後には膜厚に関わらず全ての樹脂シートで Ra が  $30\mu\text{m}$  以上となり、鏡面光沢度もほぼゼロとなっていた。一部のシートでは、最大で約  $700\mu\text{m}$  程度の凹凸が生じており、ほぼ劣化の終局状態であることが伺える（写真 2 参照）。

一方高耐候型の軟質塩ビ樹脂シートでは、1000 時間経過時には目視ではほとんど変化を確認できず、表面粗さも  $1\mu\text{m}$  未満であったが、試験前と比較して鏡面光沢度の低下は顕著であった。さらに 2500 時間経過後の外観は表面にわずかな黄変とヘアクラックが見られる程度であったが、表面形状を計測するとクラックの深さは  $50\mu\text{m}$  程度であり、また光沢保持率も初期の 5~6% まで低下していた（写真 2 参照）。

さらに全てのサンプルに対して、表面粗さ Ra と鏡面光沢度の関係を調べると、下図のように、一度サンプル内で局所的にクラックが発生しているものもあるものの、表面粗さ Ra が  $20\mu\text{m}$  程度で鏡面光沢度がほぼゼロに近づくことが分かる。また表面粗さ Ra と CIELAB 表色系で算出した色差  $\Delta E^*ab$  の関係についても調べたところ、 $\Delta E^*ab$  は Ra に比例していたが、その関係性には大きなバラつきが見られた。

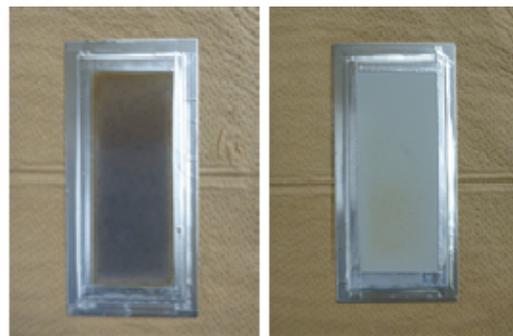


写真 2. 促進試験 2500 時間後の試験体  
（左：軟質塩ビ、右：高耐候性軟質塩ビ）

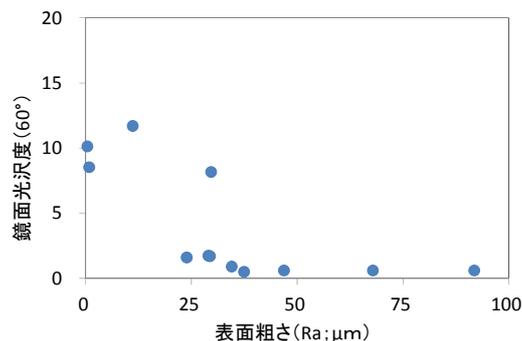


図. 表面粗さと鏡面光沢度の関係

### 4. 結論

耐候性及び膜厚の異なる軟質塩ビ樹脂シートを計 3 種類準備し、耐候性促進試験にて劣化させた後に各種評価を実施することで、軟質塩ビ製の防錆キャップの劣化評価方法の検討を行った。その結果、鏡面光沢度計測は、 $1\mu\text{m}$  未満の表面粗さでも表面劣化の有無を把握できるほど感度が高く、劣化初期の変色や劣化を把握するには有効であったが、数十  $\mu\text{m}$  程度の深さのクラックが全面に生じると計測値がほぼゼロとなり、終局に近い劣化状態の評価には適用困難であることが分かった。また色差  $\Delta E^*ab$  も表面粗さ Ra に比例していたが、その関係性には大きなバラつきが見られた。したがって軟質塩ビ製防錆キャップの劣化評価方法としては、表面の粗さ曲線計測によるクラックの把握が適切な手法であり、またその定量化には Ra 等の表面粗さ指標を用いることが適当であることが分かったといえる。

### 参考文献

- 1) 透明型キャップ・つばのみ充填法による鋼製高力ボルトの防錆性能：岩本 達志，下里 哲弘，田井 政行，淵脇 秀晃，与那原 飛侑，清水 隆，第 68 回土木学会年次学術講演会講演概要集，2013 年 8 月，No.I-390。
- 2) 防錆キャップの防錆性および長期耐久性に関する調査報告：岩本 達志，今井 学，吉田 利樹，清水 隆，赤嶺 健一，第 36 回鉄構塗装技術討論会発表予稿集，2013 年 10 月，pp.121-126。
- 3) 耐候光と色彩：スガ試験機（株），1988 年。