

樹脂製品の促進耐候性試験における加速倍率の算出

化学分析を利用した加速倍率算出手法

Acceleration Factor Calculation in Accelerated Weathering Tests for Plastic Products

Acceleration factor calculation method using chemical analysis

(電力技術研究所 材料技術G 化学T)

(Chemistry Team, Materials Engineering Group, Electric Power Research and development Center)

エチレン-アクリル酸エチル共重合体 (EEA) 製品に対する促進耐候性試験の加速倍率を算出した。加速倍率算出のための劣化評価手法として、サンプル表面に生成される酸化物の厚さ(劣化深さ)を化学分析手法で測定することを試みた。サンプル断面を薬品で処理した後にX線マイクロアナライザー (XMA) で酸素の分布範囲を測定することで、劣化評価および加速倍率の算出が可能となった。

We calculated the acceleration factor for accelerated weathering tests on ethylene-ethyl acrylate copolymer (EEA) products. We attempted to measure the thickness (degradation depth) of oxides generated on the surface of samples through a chemical analysis method as a deterioration evaluation method for calculating the acceleration factor. By measuring the oxygen distribution range with an X-ray microanalyzer (XMA) after treating the cross-section of the sample with chemicals, it became possible to evaluate deterioration and calculate the acceleration factor.

1 背景・目的

促進耐候性試験とは、専用の装置(第1図)を用いてサンプルに強力な紫外～可視光を照射しつつ、間欠的に水を噴霧することにより、屋外に長期間設置した時と同じようなダメージを短期間でサンプルに与える試験で、屋外で使用する製品の耐久性を調べるためには必須の試験である。当社でも、購入する多くの屋外使用配電用品について、促進耐候性試験による耐久性の確認を仕様に盛り込んでいる。

現在、配電部門では資材調達コスト削減のため、カバー類の仕様整理が進められており、その一環として促進耐候性試験に関する情報の収集に取り組んでいる。情報とは例えば加速倍率(実使用および促進耐候性試験による劣化速度の比)の根拠や、光源による加速倍率あるいは劣化機構の差異などである。本研究では当社のカバー類に多く用いられているエチレン-アクリル酸エチル共重合体(EEA)製品について、加速倍率を算出することにした。



第1図 促進耐候性試験装置(XWM)

算出のためには、促進耐候性試験を施した製品(以下、促進試験品)と実使用品の劣化度を比較する必要がある。劣化度の指標としては、製品の性能(機械的強度、色など)の測定値が用いられることが多いが、性能の変化は製品の化学構造の変化を反映したものであり、これを直接測定できれば、より正確な指標と成り得る。

化学構造変化は、表面に生成される樹脂の酸化物の厚さ(劣化深さ)で評価できるとの報告がある⁽¹⁾。本研究では、EEAの使用品と促進試験品の劣化深さの比較による加速倍率の算出を試みた。

2 劣化深さの評価方法の検討

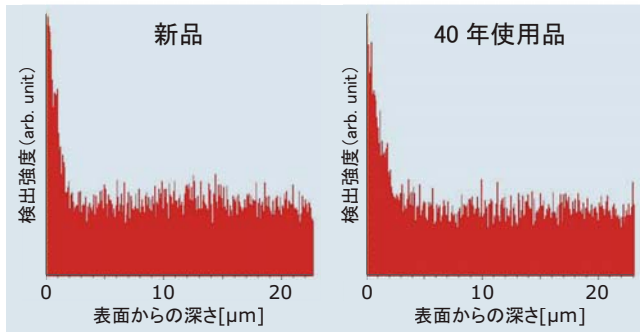
サンプルには、EEA製の引留クランプカバー(第2図)を用いた。実使用品として、23～40年使用されたものである。



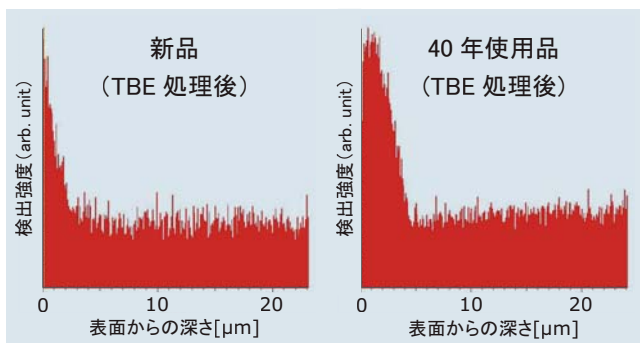
第2図 引留クランプカバー

劣化深さを測定するために、X線マイクロアナライザー(XMA: 元素分析装置が付属した走査型電子顕微鏡)を用いて、断面の酸素原子の分布を分析した。サンプル断面をそのまま測定した場合には、新品と使用品とで差がほとんど見られなかった(第3図)。そこで、サンプルを2,2,2-トリプロモエタノール(TBE)で処理したところ、使用品の酸素分布範囲が広く検出され、劣化深さを見積もることができた(第4図)。この理由は、酸化により生じたカルボキシル基(-COOH)が親水性であるた

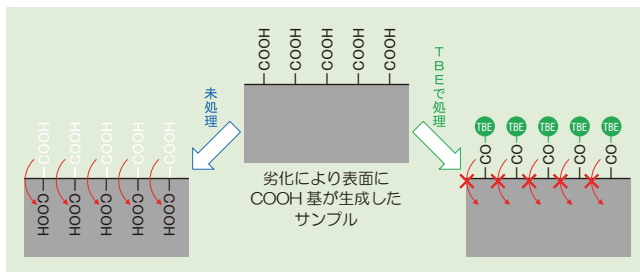
め、未処理の場合は疎水環境である気相側から反転して樹脂中に潜り込むが、TBEと結合すると潜り込めなくなるためと推測している（第5図）。



第3図 新品(左) および40年使用品(右) の断面の酸素の分布



第4図 TBEで処理した新品(左) および40年使用品(右) の断面の酸素の分布



第5図 TBE処理効果の模式図

3 加速倍率の算定

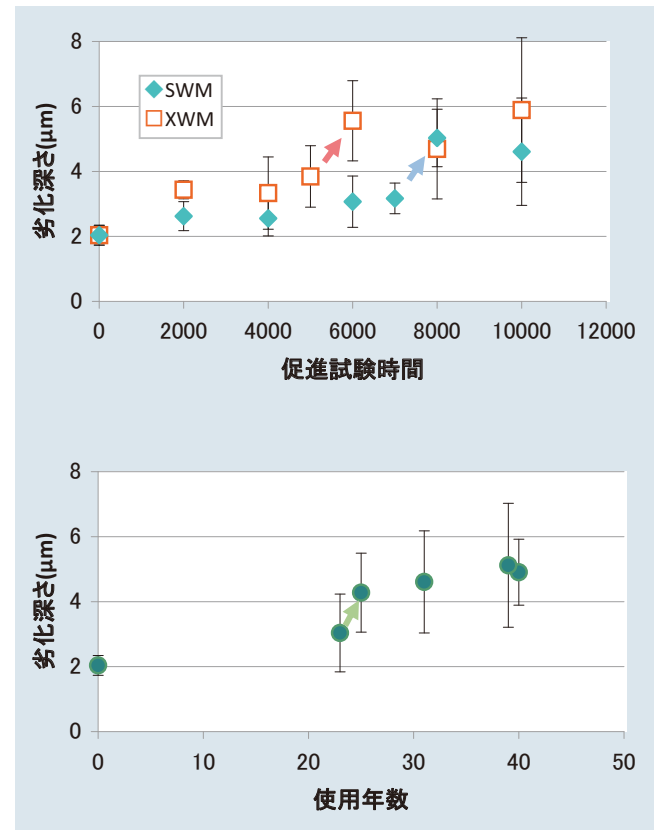
サンシャインウェザーメーター（SWM, カーボンアーク光源を使用）およびキセノンウェザーメーター（XWM, キセノンランプ光源を使用）を用いて、第1表に示した試験条件で新品のサンプルに対して0～

第1表 促進耐候性試験条件

| | SWM | XWM |
|------------------|----------------------|---------------------|
| 放射照度 (300-400nm) | 78.5W/m ² | 180W/m ² |
| 試料表面温度 | 63°C | |
| 湿度 | 50%RH | |
| 運転サイクル | 102分照射⇔18分照射+水噴霧 | |

10,000時間の試験を実施し、促進試験品を調製した。

第6図に全サンプルの使用年数もしくは促進耐候性試験時間に対する劣化深さのプロットを示す。劣化深さは一定の使用年数もしくは促進耐候性試験時間で大きく増加し（第6図に矢印で示す）、その後は一定値を保つ傾向が見られた。劣化深さが大きく増加し始める時間の比較から、各促進耐候性試験の加速倍率はSWMが約30倍、XWMが約40倍と算出された。



第6図 促進試験品(上) および実使用品(下) の劣化深さの比較
矢印は劣化深さが大きく増加していることを示す
(エラーバーは各条件での測定値の標準偏差)

第2表 加速倍率の算出結果

| | 劣化深さが大きく増加し始める時間 | | 加速倍率 (a÷b) |
|-----|------------------|----------|------------|
| | 実使用 (a) | 促進試験 (b) | |
| SWM | 23年 | 7000時間 | 28.8 |
| XWM | | 5000時間 | 40.3 |

4 まとめ

EEA樹脂について、表面に生成した酸化物の厚さを測定する手法を確立し、その手法を用いて実使用品と促進試験品の酸化物の厚さを測定することにより、促進耐候性試験の加速倍率を算出することが可能となった。

参考文献

(1) 森北ら, パナソニック電工技報, 58, 58-63 (2010)



執筆者 / 林修二郎