



屋外暴露による PP 樹脂表面における劣化挙動

水野 陽介¹, 武田 理香¹, 津留崎 恭一¹,
野口 サララ², 堀川 真希², 永岡 昭二²

1 (地独) 神奈川県立産業技術総合研究所, 2 熊本県産業技術センター

キーワード : XAFS, XANES, 樹脂, 耐候性, 劣化

1. 背景と研究目的

樹脂製品の寿命評価は、屋外環境を模擬した促進耐候性試験による短期間での評価が一般的に行われている。しかし、近年需要が拡大するスーパーエンジニアリングプラスチックは耐候性に優れるものもあり、耐候劣化を十分に進めるには促進耐候性試験においても、数か月という長い期間が必要となっている。そのため、わずかな耐候劣化を捉える XAFS スペクトルから、短期間で劣化を評価する試みがなされているが^[1]、屋外環境で劣化した樹脂は未だ検討されていない。実環境で劣化した樹脂の知見は、促進耐候性試験の促進倍率を計算する上で重要な基準となる。そこで本研究では、屋外暴露試験および促進耐候性試験を実施した、ポリプロピレン(PP)の O K-edge XAFS スペクトルを測定し、比較検討した。

2. 実験内容

測定試料として、3 か月間の屋外暴露試験(2022 年 12 月~2023 年 3 月)及びそれに相当する促進耐候性試験(放射照度 180W/m², 118 時間)を実施した PP のダンベル形引張試験片(JIS K 7139 多目的試験片タイプ A1)を用いた。XAFS 測定に供するため、耐候性試験後に試料の厚さを 1.5mm に切削したのち、5mm 角に切断した。屋外暴露試験を行った試料は、砂等を除去するため水中で超音波洗浄を行った。サンプルプレートには、あいち SR 指定形状の SUS316L 板にねじ穴を施したのを用い、試料を黄銅ねじで固定した。XAFS 測定は、部分蛍光収量法により O K-edge について行った。1 回の測定時間は 9 分として複数試料(耐候性試験前 : 14 試料、耐候性試験後 : 6 試料)で測定を行い、平均化してスペクトルを得た。

3. 結果および考察

Fig.1 に耐候性試験前、屋外暴露試験後、促進耐候性試験後の PP の O K-edge XAFS スペクトルを示す。屋外暴露試験によって、533eV 付近の $\pi^*(C=O)$ 由来のピークに対して、535-545eV 付近の $\sigma^*(C-O)$ および $\sigma^*(C=O)$ に由来するブロードなピークの強度が増加し、かつピーク幅が縮小した。このピーク強度比の増加は、促進耐候性試験後の結果と比べても大きいことから、屋外暴露による耐候劣化では、カルボン酸やエステル他、アルコールも生成している可能性がある。この結果は、PP の屋外暴露では紫外線の影響とは異なる劣化も起きたことが示唆される。ただし、屋外暴露試験後のスペクトルには 560eV 付近にブロードなピークがあることから SiO₂ の混入が示唆され^[2]、535-545eV 付近のピーク強度比の上昇は、屋外暴露によるコンタミネーションの影響の可能性も考えられる。

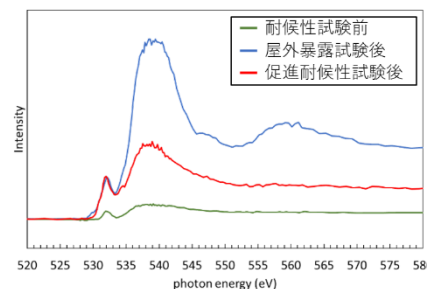


Fig.1 耐候性試験前後の PP の O K-edge XAFS スペクトル。

4. 参考文献

1. 竹村 芳乃香, 飯塚 智則, 伊東 寛文, あいちシンクロトロン光センター2022 年度成果公開無償利用事業成果報告書, 2022P1010.
2. 鈴木 賢紀, 梅咲 則正, 丸山 茂宏, あいちシンクロトロン光センター2018 年度公共等利用成果報告書, 201804061.

謝辞

ダンベル形引張試験片は、産業技術連携推進会議ナノテクノロジー・材料部会高分子分科会より提供いただきました。ここに深く感謝いたします。