



放射線劣化した CFRP の構造変化

西田政弘¹, 石井陽祐²

1 名古屋工業大学 電気・機械工学科, 2 名古屋工業大学 生命・応用化学科

キーワード：炭素繊維強化複合材, 電子線, 劣化

1. 背景と研究目的

宇宙での炭素繊維強化複合材 (CFRP) の使用が増えているが、放射線 (電子線、ガンマ線)、紫外線、温度などの環境因子が材料強度や剛性に影響を与える可能性があり、多くの研究が行われている。しかし、その基礎過程について不明な点が多い。本実験では、電子線照射による CFRP の化学構造変化を解明することを目的として、C K-edge 吸収端を対象とした X 線吸収スペクトルの測定を試みた。

2. 実験内容

測定試料としてエポキシ系 CFRP とポリイミド系 CFRP の 2 種類のフィルムを用意した。高崎量子応用研究所の一号加速器で電子線照射を行った。照射線量率は 2 kGy/s で、照射時間は 15000 秒 (照射線量 30 MGy) で照射した。C K-edge XANES スペクトルの測定は、Aichi SR BL7U で行った。表面汚染の有無を確認するため、ビームラインに付属のイオンスパッタリング装置で表面洗浄した試料についても測定を行った。

3. 結果および考察

全電子収量 (TEY)、全蛍光収量 (TFY)、オージェ電子収量 (AEY) の 3 つの方法による同時測定を試みたが、本実験で用いた試料はいずれも導電性が低いためにチャージアップが激しく、TFY 法以外では有効なデータが得られなかった。また、ポリイミド系 CFRP 試料については真空引きの際のガス放出が多く、ビームタイム内では測定に十分なレベルの真空度に到達できなかったため、測定を断念した。

エポキシ系 CFRP 試料について、TFY 法で測定結果を Fig. 1 に示す。285 eV 付近の吸収ピークは 1s から π^* 軌道への遷移、289 eV 付近の吸収ピークは 1s から σ^* 軌道への遷移に対応するものだと考えられる。また、287 eV 付近のピークは C-O 結合などエポキシ樹脂中の炭素に由来するものと考えられる。

Fig. 1 に示したように、今回測定した 4 つのスペクトルの形状はほぼ完全に一致するものであり、電子線照射による構造変化を明らかにすることはできなかった。その一方、ラボ機を用いて行った X 線光電子スペクトル (XPS) では、C 1s の化学状態変化が明瞭に観察されており、電子線照射前後で炭素の状態が全く変化していないというのは考えづらい結果である。今回は XANES スペクトル測定時の X 線照射で試料の変質が起こり、うまく分析できなかったと考えられる。

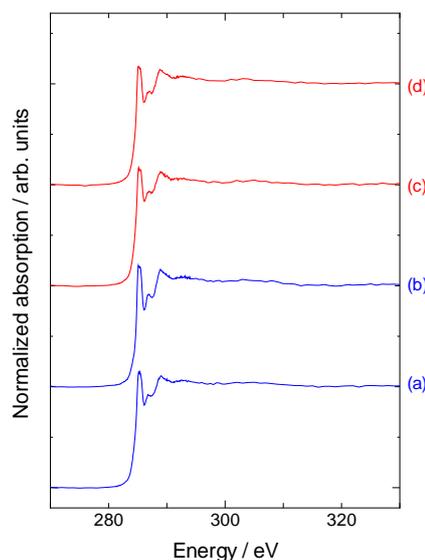


Fig. 1 エポキシ系 CFRP の C K-edge XANES スペクトルの電子線照射前 (a, b) と照射後 (c, d) の比較. スパッタによる表面処理あり (a, c) と表面処理なし (b, d) の比較もおこなった。

今回は XANES スペクトル測定時の X 線照射で試料の変質が起こり、うまく分析できなかったと考えられる。