

炭素繊維強化樹脂 (CFRP) の構造解析

電子事業部 藤原 豊 / 千葉ラボラトリー 中原 庸裕

1 はじめに

製品部材を軽量化するため、金属製部材の代替として炭素繊維強化樹脂 (Carbon Fiber Reinforced Plastics : CFRP) への期待が日々高まっています。特に自動車の燃費向上のため、車体・部品への採用に向けた開発が加速されています。CFRPの本格的な普及には、CFRP自身の力学・疲労特性の向上に加え、他の異種軽量化材料との接合技術の開発が重要です。これら特性の発現は、空隙や繊維配向等のCFRP内部構造が大きく起因していることから、当社は内部構造解析をさまざまな角度から提供することで皆様の開発を支援しております。

2 内部構造 (空隙, 繊維配向) の評価

成形品中の空隙、繊維充填不良、繊維配向状態ならびに炭素繊維長さ等の内部構造によってCFRPの物性は大きく異なります。X線CT (X-ray computed tomograph) では、空隙や繊維の状態を非破壊で観察することが可能です。さらに取得した3次元画像をコンピュータ解析することで空隙の分布や繊維配向を数値化して把握することも出来ます。図1には、空隙の存在箇所を示すとともにCFRP体積あたりの空隙率を0.9%と算出した事例を紹介しています。図2に示す事例では、繊維配向を示す迂回数から若干X方向に配向が偏っていることが示唆されました。

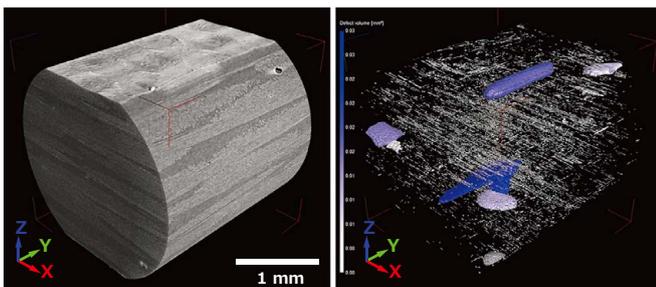


図1 CFRPのX線CT画像
左: CFRP全体, 右: 内部空隙

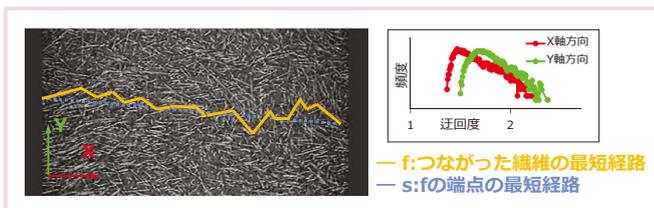


図2 炭素繊維の迂回数 *迂回数 = $f / s (\geq 1)$

3 CFRP接合界面の評価

熱可塑性CFRPは成形性やコストの点から溶着による接合が検討されています。しかし、CFRPでは強化繊維が異物として働くため

に、最適な手法と条件の選択が重要になっています。溶着部の強度は接合界面の状態が要因となっている場合が多く、接合界面の各種解析により強度の要因を把握することが必要です。図3に示すX線CTによる非破壊観察では、低強度品では接合界面に剥離が発生していることが分かります。強度の違いは強度試験後の剥離破面にも現れており、この剥離破面を走査型電子顕微鏡観察 (SEM) で観察すると、接合に寄与する樹脂がほとんど確認されませんでした。また、示差走査熱量計 (DSC) から得られる約216°Cの融解ピークの大きさから、破面近傍の樹脂の結晶性 (緻密性) が若干小さくなっており、これが強度を低下させている要因の一つであることが確認できました (図4)。

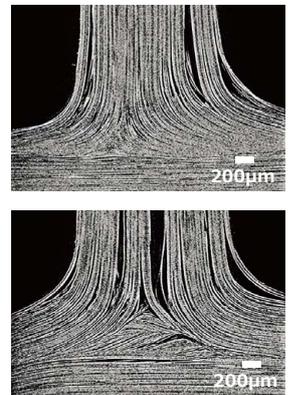


図3 熱可塑性CFRP溶着部のX線CT観察像
上: 高強度品, 下: 低強度品

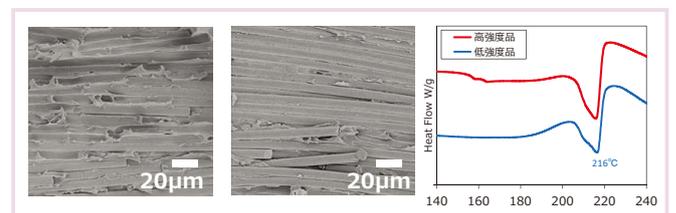


図4 CFRP溶着部の強度試験後の剥離面解析結果
左: 高強度品の破面SEM像, 中: 低強度品の破面SEM像, 右: 破面近傍の樹脂DSC測定結果

4 おわりに

当社では、CFRPの内部構造を各種分析手段にて解析し、強度特性とその要因となる構造を複合的に評価しています。また、CFRPの長期信頼性を担保するための劣化診断も手掛けており、今後お客様の課題解決を支援するサービスを充実してまいります。



藤原 豊
(ふじわら ゆたか)
電子事業部



中原 庸裕
(なかはら ようすけ)
千葉ラボラトリー