



シンクロトロン X 線 CT を用いた CFRP 内部構造の可視化

梅田翔生，宋伯犀，藤田涼平，鎌田慎，長野方星
名古屋大学

キーワード：炭素繊維強化プラスチック，熱物性計測

1. 背景と研究目的

炭素繊維強化プラスチック（Carbon Fiber Reinforced Plastics）の疲労現象の解析，測定技術の開発のためには材料の内部状態を精密に把握することが重要である．非破壊での三次元内部観察が可能である X 線 CT 装置は，複合材料の内部状態可視化の手法として広く普及している．しかしながら，マイクロ X 線 CT に代表される多くの装置は，炭素繊維と樹脂の明瞭な違いを得ることが難しく，繊維配向の様子を正確に把握することは難しい．

本取組では，あいちシンクロトロン光センターに整備されている，X 線 CT 装置（BL8S2）を利用して CFRP 積層板の内部状態および繊維配向を可視化することで，疲労現象の理解への一助とすることを目的とする．

2. 実験内容

測定試料はプリプレグ（東レ，T700SC，#2592）から作成した CFRP 積層板（ $[0/90_3]_s$ ）を用いて，あいちシンクロトロン光センターの BL8S2 ビームラインで X 線 CT 撮影を行った．測定は繊維配向の可視化のため，10 倍拡大（視野角：約 $1.3\text{ mm} \times 1.3\text{ mm}$ ）で同一試験片を連続した 4 か所撮影し，データ処理により直方体（ $1.3\text{ mm} \times 2.6\text{ mm} \times$ 試験片厚さ）の 3D CT データを構築可能な条件で実施した．

3. 結果および考察

取得したデータに対して k-means アルゴリズムを使用し，グレースケール処理を行った三次元画像^[1]を Fig. 1 に示す．Fig. 1 では，繊維とマトリックスを明確に識別することができ，さらに $0/90\text{ deg}$ の層を区別できるだけでなく， $90/90\text{ deg}$ で同一方向に配向した繊維の層間も明瞭に観察することが可能となった．

炭素繊維と樹脂のグレースケール占有比率を分析した結果，繊維体積含有率（Vf）は約 54 % となり，断面観察による Vf 測定結果と同程度の精度で内部状態が把握できたと考えられる．

今後は，得られた結果から繊維/樹脂界面および層間の界面を識別し，それらを基にデジタルツインによる非定常熱力学シミュレーションを実施していく．

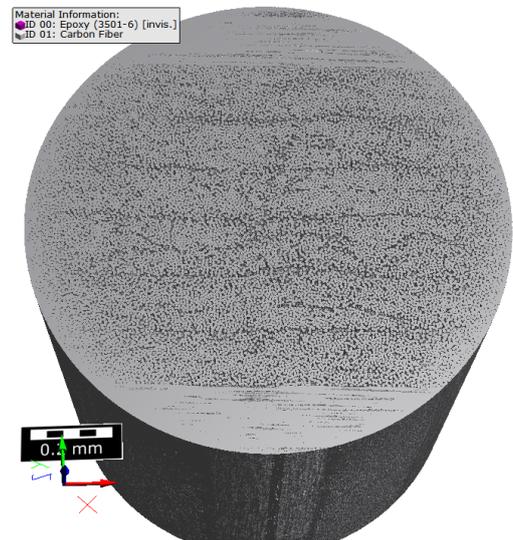


Fig.1 3D reconstructed CFRP-X-ray CT image.

4. 参考文献

[1] F. Panerai, *et al.*, “Analysis of fibrous felts for flexible ablaters using synchrotron hard x-ray micro-tomography,” *European Symposium on Aerothermodynamics for Space Vehicles*, ARC-E-DAA-TN21716, (2015).