

ガラス短繊維強化樹脂材料における微小疲労欠陥の X 線 CT による検出

(BL : BL20XU)

(株)デンソー 材料技術部 岡 秀樹

1. 利用目的

GF 強化樹脂材料は疲労過程に GF-樹脂界面および GF を起点とする樹脂マトリックスのき裂が発生することが、SEM による逐次断面研磨により分かっている。逐次研磨では特定断面に限定されるため精度の高い疲労き裂の観察が困難である。そこで今回 SPring-8 の X 線 CT 法により非破壊的に高精度にき裂を測定することから、GF 強化樹脂材料の内部でのき裂発生および初期き裂発生条件を定量的に捉えることを目的とした。

2. 利用成果の概要

$\phi 3$ の試験片を 1mm の有効視野で試験片中心からステージを移動させ、3 箇所測定し 3 つの CT 像を重ねき裂の観察を行った。当初困難と思われていた手法でトライしたが、CT 像の連続性は良好であった。疲労損傷を与えた試験片は、GF 周りおよびマトリックスの幅数 μm のき裂を観察することができ、疲労損傷とき裂長さの関係を得ることができた。

3. 利用方法

X 線エネルギーは 20KeV、試験片と検出器の距離は 50mm、画素数は $2000 \times 1312\text{pix}$ に設定した。この実験位置での分解能は $0.5 \mu\text{m}/\text{pix}$ である。透過データは 0-180 度まで 0.12 度毎に取得した。軸方向の有効視野が試験片径 3mm に対し 1mm であるため、Fig. 1 に示したように試験片中央部で A 部をとり、0.6mm ずつステージを移動させて B 部、C 部とオーバーラップさせて、一つの試験片を表面までカバーし撮影を行った。画像再構成にはフィルタード・バックプロジェクションアルゴリズムを使用した。

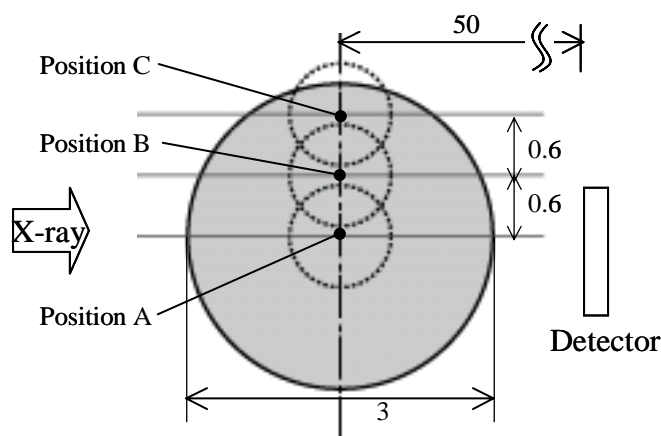


Fig.1 Set-up for X-ray CT observation.

4. 利用の結果得られた主なデータ

Fig. 2 は疲労損傷を与えた試験片で Fig. 1 に示したように A→B→C と移動させ CT 撮影を行った後に、画像を連続させたときの試験片中央部の、横断面の CT 像である。繊維の連続性が十分に観察され、画像の連続性が保証される。

Fig. 3に異なる疲労損傷を与えた試験片の縦断面のCT像を示した. 疲労損傷は damage1, 2, 3と大きくなる. 疲労損傷と表面からのき裂長さに相関が見られた.

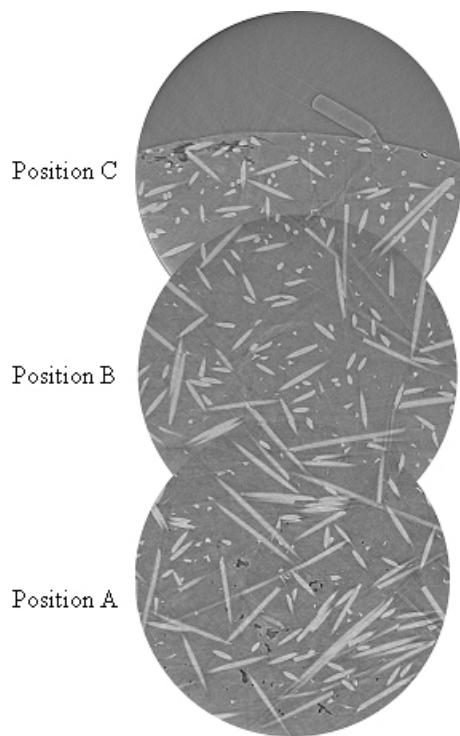


Fig.2 CT image of cross section.

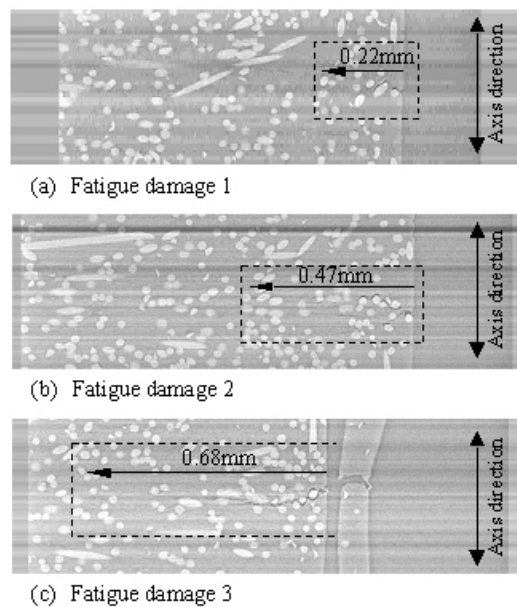


Fig.3 CT images of vertical section.

5. 結論

放射光の X 線 CT により, GF 強化樹脂の試験片表面から内部に進展する連続き裂が非破壊的に検出され, その大きさは疲労損傷度と対応していた.