

PBO 繊維の内部構造に及ぼす疲労の影響 The Effect of Fatigue on the Internal Structure of PBO Fiber

小林治樹*, 下田亮, 仙波尚二, 山蔦亜衣子, 蓬澤優也, 八木駿, 杉村要, 鈴木章宏
京都工芸繊維大学, 〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎御所海道町
Haruki Kobayashi*, Ryo Shimoda, Shoji Semba, Aiko Yamatsuta, Yuya Yomogizawa, Suguru Yagi,
Kaname Sugimura and Akihiro Suzuki
Kyoto Institute of Technology, Matsugasaki, Kyoto 606-8585, Japan

1 はじめに

ポリパラフェニレンベンゾビスオキサゾール (PBO) 繊維は、その優れた力学的性質から、軽量かつ高強度な材料が求められる様々な分野で広く用いられている。一方で、この PBO 繊維については、繰返しの応力負荷による著しい強度低下の報告もある[1]。すなわち PBO 繊維の疲労現象であるが、この報告では、疲労により PBO 繊維の引張強度が最大で約 41% の低下を示している。PBO 繊維は、その優れた力学的性質を活用する用途が一般的なため、予期されない強度低下は極めて危険な現象であり、その詳細については検討が強く求められる。

本研究では、PBO の単繊維を試料とし、負荷する引張応力を厳密に制御することで、種々の程度に疲労させた PBO 繊維を準備し、その構造を小角 X 線散乱(SAXS)法により解析することで、PBO 繊維の疲労現象についての検討を行った。

2 実験

本研究では、直径 13 μm 前後の PBO 繊維の単繊維を試料として用いた。繰返しの引張応力負荷は、電磁アクチュエータにより駆動する疲労試験機を用い、負荷する応力は 10 Hz の正弦波とした。SAXS 測定は、BL-6A にて、カメラ長を約 1 m とし、検出器に PILATUS 300K を用いて行った。得られた SAXS イメージから、Guinier の法則を基にした解析法によって、繊維軸方向に配向した PBO 繊維内部の針状ボイドの慣性半径の平均値を算出した。

3 結果および考察

図 1 に、SAXS 解析により算出した PBO 繊維内部の針状ボイドの繊維軸と垂直方向の慣性半径の平均値と、最大応力 2.0 GPa, 最小応力 0.5 GPa とした引張応力の繰返し回数との関係を示した。図に示されるように、針状ボイドのサイズは、応力の繰返し回数とともに増加した。図 2 には、PBO 繊維の引張破断面と、疲労による破断面の SEM 写真をそれぞれ示した。疲労による破断面に観察されるフィブリルは、引張破断面に観察されるフィブリルよりも、細く短くなっている様子が観察された。これらの SAXS 解析および SEM 観察の結果から、PBO 繊維は疲労によって繊維内部のマイクロフィブリルの繊維軸と垂直方向の結合が弱まると推察される。

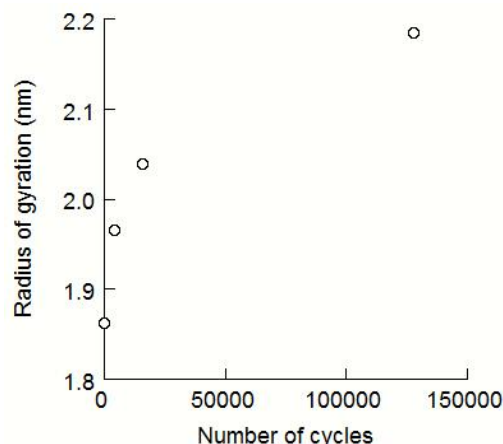


図 1: PBO 繊維の針状ボイドの平均慣性半径と応力の繰返し回数の関係。

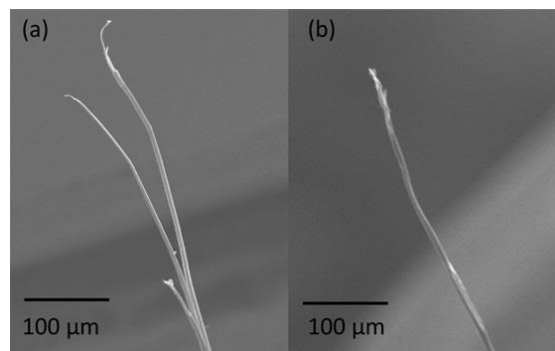


図 2: PBO 繊維の(a)引張破断面および(b)疲労による破断面の SEM 写真。

4 まとめ

PBO 繊維に繰返し引張応力を負荷することで、繊維内部の針状ボイドのサイズが増加した。また、疲労による破断では、破断面に見られるフィブリルのサイズが細くなっていた。これらのことから、繊維内部のマイクロフィブリルの繊維軸と垂直方向の結合は、疲労によって弱まるものと推察される。

参考文献

- [1] H. Kobayashi et al., *Polym. Compos.*, **33**, 803 (2012)

* haruki@kit.ac.jp