

未来社会創造事業 探索加速型
「持続可能な社会の実現」領域
終了報告書(探索研究期間)

令和3年度
研究開発終了報告書

令和2年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：小椎尾 謙]

[九州大学 先導物質化学研究所・准教授]

[研究開発課題名：放射光X線回折・散乱測定によるマルチスケール構造解析に基づく複
合材の疲労挙動評価]

実施期間：令和2年11月1日～令和4年3月31日

§ 1. 研究実施体制

(1) 「小椎尾研究代表」グループ (九州大学)

① 研究開発代表者：小椎尾 謙 (九州大学先導物質化学研究所、准教授)

② 研究項目

- ・ 種々の疲労試験印加後の複合材料のオフライン測定による構造評価
- ・ 試作した疲労試験機を用いた疲労試験過程におけるその場構造解析

§ 2. 研究実施の概要

本研究では、(1)繰り返し変形疲労試験下における炭素繊維強化複合材料(CFRP)において、放射光 X 線回折/散乱測定に基づくマルチスケール構造解析を可能にする。これにより、(2)汎用の複合材料の疲労破壊メカニズムを解明する。

共通試料として提供された積層構成[0/90₄/0]のエポキシ系 CFRP およびナイロン 6 系 CFRP の各種疲労条件で疲労した試料について放射光小角/広角 X 線散乱(SAXS/WAXS)測定に基づき、疲労による内部構造破壊の評価法の確立を目指した。未疲労の試料と各種条件で疲労試験を行った試料について、大型放射光施設 SPring-8 において、SAXS/WAXS 測定を行った。初期状態においては、SAXS パターンにおいて、炭素繊維表面からの反射による鋭いストリークと炭素繊維内部に存在するナノボイドに由来する散漫な亜鈴状の形状の散乱パターンが観測された。疲労後の試料では、CFRP 内部で形成されたボイドやクラックあるいは炭素繊維/マトリクス高分子間の界面剥離に由来すると考えられる散乱がビームセンター近傍に観測され、その散乱を示す試料内の位置は短冊状の CFRP の伸長方向に対して垂直方向に連続した配置であった。これは、トランスバースクラックの元となる破壊起点を検知している可能性がある。

積層構成[0/90₄/0]のエポキシ系 CFRP を用い、疲労試験過程におけるその場内部構造評価を、SPring-8 で行った。疲労過程で、WAXS 測定において炭素繊維内の構造変化に由来すると考えられる微小な変化が生じたあとに SAXS 測定においてボイド、クラック、界面剥離等に由来すると考えられる散乱の変化が観測された。