

力学機能のナノエンジニアリング
2020年度採択研究者

2020年度 年次報告書

高橋 航圭

北海道大学 大学院工学研究院
准教授

ナノ界面の疲労損傷検出と抑制による複合材料の超長寿命化技術

§ 1. 研究成果の概要

2020年度は、大型放射光施設の X 線ナノ CT を利用して、CFRP への繰返し負荷に伴う炭素繊維と母材樹脂の間の界面はく離を検出するため、ビームライン上に設置できる疲労試験機の開発に取り組んだ。まず、ビームライン上に設置するための試験機寸法、ならび試験機重量の制約の範囲内で、CFRP 積層板の炭素繊維と母材樹脂の界面はく離が生じるのに要する負荷容量、変位を検討した。さらに、試験片に曲げが加わらないよう精密に軸心を調整できること、CT 測定中に数十ナノメートルの精度でサンプルの変位を制御できることを要求性能として試験機を設計した。

試験機の寸法と重量については、負荷が大きい掴み具や精密加工が要求される小型部品にのみ鋼材を使用し、管体を超々ジュラルミンで製作することで解決した。さらに、ピエゾアクチュエータを駆動機構にすることで、軽量かつ高速負荷を実現した。汎用のピエゾアクチュエータでは大きな変位が得られないため、本研究用の特注製作を依頼した。軸心調整は、ロードセルを固定する部品を上下から別の部品で挟みこむ機構を考案し、専用の軸伸張性用治具を把持することで位置決めした後固定できるようにした。CT 測定中の変位制御は、非接触の静電容量センサにより解決した。センサ面と測定対象面の間に空間を設けることができるため、CT 測定中に X 線の透過を妨げることなく変位のフィードバック制御を行うことができる。本研究で開発した試験機の活用を申請テーマとして、SPring-8 一般利用課題に採択されたため、6月上旬にビームライン上での疲労試験、ならびに CT 測定を行う予定である。