

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 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

2. 個人研究者名

高橋 航圭（北海道大学大学院工学研究院 准教授）

3. 事後評価結果

高分子複合材料の疲労破壊では、母材と繊維の界面における微小なき裂の発生・成長を破壊力学の視点から解明することが必要である。本研究では、疲労き裂発生・成長過程の詳細を放射光 X 線 CT によってその場観察するとともに、複雑な高分子の疲労における非弾性変形特性をモデル化して、き裂発生・成長をナノ破壊力学の観点から解明することを目的としている。

SPring-8 のビームライン上に設置できる小型・軽量化した疲労試験装置を開発し、界面き裂のその場観察を可能にした。さらに、繊維数を限定した試験体に対する実験観察から明瞭なき裂発生・成長のその場観察画像が得られることを実証したことを、評価する。また、疲労負荷の実験により、繊維束の外縁に微小なき裂が発生・成長しやすいことや、その界面疲労き裂が発生後に減速して停留に至る特異な成長挙動を示すことなどの、基本的な特性を詳細な連続観察から発見したことを、高く評価する。

さらに、フランスへの留学によって高分子材料（エポキシ）の界面近傍における繰り返し負荷における応力・ひずみ関係を再現できる構成式取得に成功し、複合材料の有限要素法解析ができるモデル化を行ったことは、今後の力学解析に大きく貢献する成果であると評価する。非線形力学解析に基づく発展性が高い成果である。

今後の展開と期待

疲労実験装置の作製を含めた疲労その場観察システムの開発は、様々な力学実験への適用によって、破壊機構の微視レベルでの格段の発展が期待できる。観察精度等に大きな長所がある一方で使用時間や試験体寸法等の制限があるシステムであるため、力学解析や他実験結果との併用によって、複合材料のナノ破壊力学への総合的な貢献を期待する。

き裂先端近傍の応力・ひずみ場に関する非線形破壊力学に関する理論を基に、微小き裂の界面経路におけるナノ力学への展開に高い将来性がある。地道な分野基盤であるが、これを確実に進めることによって将来の大きな成果に結実すると考えられる。着実な進展を望んでいる。

高分子材料の構成式の知識の必要性を理解して直ちに専門機関へ留学するなどの積極的な研究姿勢や国際的活動を高く評価する。分野を牽引する能力やアイデアがあり、学術的視点を強固にして積極性や国際性を活かすように伸びることを大いに期待している。

留学等によって得た力学知識を加えて実験結果との統合を基にした今後の展開を望んでいる。