

補助事業番号 28-102
補助事業名 平成28年度炭素繊維強化複合材料の弾性異方性解明補助事業
補助事業者名 法政大学理工学部機械工学科 教授 平野元久

1 研究の概要

本研究は、CFRPや各種合金材料の弾性定数の、共振自由振動を用いた「動的測定法」を新たに開発し、材料の弾性定数の変形方向に対する弾性異方性、材料組成依存性、熱処理および組成加工の影響を実験的・理論的に解明する。

2 研究の目的と背景

炭素繊維強化複合材料（CFRP）は、軽量・高強度、生体安全な材料として、航空機・自動車・医工学分野で低境界・高機能化を実現する材料として研究開発が進められている。固体の弾性定数は、機械設計には重要な機械特性値であるが、弾性定数は圧力・温度依存性を示し、圧延・引き抜きなどの機械加工や、焼入れ・焼きなましなどの熱処理に伴う結晶組織・固溶状態によって変化する。

本研究は、CFRPや各種合金材料の弾性定数の、共振自由振動を用いた「動的測定法」を新たに開発し、材料の弾性定数の変形方向に対する弾性異方性、材料組成依存性、熱処理および組成加工の影響を実験的・理論的に解明することを目的とする。

3 研究内容

実験では、5mm程度の微小な大きさの円柱体・立方体試験の弾性定数の動的振動測定装置を開発する。微小試験片の自由振動における共振振動数の測定には、周波数測定を加振周波数と同期して掃引できる周波数弁別測定器を作成し、1MHz程度までの共振振動測定を可能にする。共振法の弾性定数測定では、試験片を自由振動を起こさせるために、試験の拘束を極力小さくする。振動トランスデューサには加振側・検出側ともにピエゾ板を用いる。本装置の達成目標値として、1時間で30次の高次モード測定を目指す。

理論では、円柱体・立方体試験片の有限要素法振動モード理論解析法を開発する。振動の基本モードを適切に表現できる高等関数を採用し有限要素法振動モード解析法を実現する。固有値問題解法では、高速数値計算アルゴリズムを開発する。逆問題の視点から、実験共振振動スペクトルと理論共振スペクトルを比較し複数個の弾性定数を決定する。等方性材料の場合には、2個の独立な弾性定数を決定する。CFRPのような正方晶の異方性材料の場合には、6個の独立な弾性定数を決定するために、逆問題の視点から多変数関数の最適化問題解法の効率化を図る。

以下の研究課題を実施し、その結論を以下の報告書にまとめた。

URL : <http://hirano-lab.ws.hosei.ac.jp>

(1)平成28年度財団法人JKA研究補助事業 炭素繊維強化複合材料の弾性異方性解明補助事業(28-102)研究報告書

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本研究の独創性と意義は、特に、弾性異方性を持つ材料に対して複数個の適切な弾性定数を与えて解析を実行することにより、1個の試験片を切り出すだけで母材の弾性異方性を知ることができる。また、CFRPに用いられる高分子材料の粘弾性特性も共振ピーク解析により明らかにすることが期待される。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

応募者は、1982年(昭和57年)より日本電信電話公社と日本電信電話株式会社の研究所に20年間在籍して研究に研鑽し、2003年(平成15年)～2014年3月まで岐阜大学教授として教育・研究に勤め、2014年4月より、法政大学工学部機械工学科教授として在職した。応募者の主な研究分野は、機械と機械要素の摩擦・潤滑・設計と環境工学である。摩擦の研究については、摩擦発生の根本問題を原子論の視点から捉え、理論・実験の両面から清浄で平坦な固体表面の摩擦機構を解明し、摩擦の原子論の新しい研究分野を開拓した。この研究活動を通して体験した異分野との交流が刺激剤となり、摩擦問題に加えて、生体分子モーターの運動機構解明や、環境問題対策としてセンサ環境情報システムの開発研究に取り組んできた。この取り組みでは、一貫して、現象・環境の観測実験と、現象の数理モデルの理論を連携して研究を進め、現象解明とその工学応用を推進してきた。最近においても、継続的に研究の裾野拡大に努め、センサネットワークを活用した「構造物の健全性モニタリング技術」の開発プロジェクトや、今回CFRP素材開発に貢献しようとしている。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

以下の論文発表を予定。

・8th International Colloquium Micro-Tribology, September 10-13, Warsaw, Poland, 2017にて、口頭発表「Measurement of elastic constants by the resonance method in cylindrical Specimen」

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

・上記の論文は発表を含め、2017年5月29日11月著書「Friction and materials at the Atomic Level, Wiley社を発売予定。

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 法政大学理工学部機械工学科平野研究室

(ホウセイダイガク リコウガクブ キカイコウガクカ
ヒラノケンキュウシツ)

住 所： 〒184-8584

東京都小金井市梶野町3-7-2

申 請 者： 教授 平野元久 (ヒラノ モトヒサ)

担 当 部 署： 理工学部機械工学科

E-mail： hirano@hosei.ac.jp

URL： <http://hirano-lab.ws.hosei.ac.jp>