

補助事業番号 27-132

補助事業名 平成27年度 ESPIを用いたCFRP自転車フレームの非破壊評価 補助事業

補助事業者名 明治大学 理工学部 機械情報工学科 有川 秀一

1 研究の概要

CFRP製自転車フレームの転倒事故等による損傷状態を、レーザ干渉法等を応用して非破壊的に評価する手法を確立するための指針を明らかにする。その過程では、基礎的なCFRP材料の損傷と力学応答の関係を明らかにすること、および十分に軽い負荷による変形測定により損傷箇所や損傷状態を評価する方法を検討する。また実際に損傷を与え、これを評価する実験を行い、評価手法の指針の妥当性を評価する。

2 研究の目的と背景

自転車フレームは金属製が多かったのに対し、近年ではCFRP製フレームが普及してきた。CFRP製フレームは近年の技術進歩にともなう低コスト化が進んだことで一般ユーザーにも比較的購入しやすくなったことがその理由である。また一般ユーザーが長期使用するなかでは転倒等の事故が起こることは避けることができず、事故による身体の負傷や、自転車フレームの破損等はしばしば発生する。身体の損傷は安全な走行と適切なプロテクターの装着によりある程度軽減することができ、また事故後に走行可能であるかどうかは怪我をした本人で判断できる場合が多い。これに対して自転車フレームの場合、走行不能な明らかな破損や破壊が生じていれば判断できるものの、基本形状を保った状態では、材料内部の損傷が将来の破壊につながる可能性があるにも関わらずその健全性の判断が難しくなる。また金属製のフレームはその利用の歴史も長く、凹みやクラック等の損傷が比較的分かりやすいのに対し、金属ほど長い歴史がないCFRPでは破壊寸前までその内部損傷状態が見た目に分かりにくい。事故後のCFRP製フレームの健全性評価が可能となればユーザー側、メーカー側の双方に有益となり、安心安全な自転車スポーツの普及に貢献することができる。一方、ナノオーダーでの変形測定が可能なレーザスペckル干渉法(ESPI)を用いることで、十分に小さい負荷での力学応答としての変形を測定することが可能である。さらにCFRPの内部損傷と力学応答との基礎的関係を調査することでCFRPの損傷状態評価が可能になる。以上をふまえ、本研究ではESPIを用いて非破壊的なCFRP製フレームの健全性評価手法の確立を目指した。

3 研究内容

(1) ESPIを用いたCFRP自転車フレームの非破壊評価に関する研究

(<http://www.isc.meiji.ac.jp/~arikawa/kenkyuu.html> 修正中、6月に修正版公開予定)

1年目は3次元的に複雑な構成となるESPI装置や、さらにAE計測装置も含めて組み込み可能とする3点曲げ装置を構築することができ、研究の核心的部分については非常に大きな成果を得られた。

2年目はCFRP自転車フレームの損傷評価を可能にするために、より自転車フレームにちかい適切なパイプ状CFRP試験片および自転車フレームの選定を行った。また自転車フレーム負荷装置の設計およびESPI測定システムの設計・製作した。さらに損傷状態を評価するためのAE計測システムについて昨年度のものよりも改良を加えることでより詳細な評価を可能にした。これらの装置を用いて、CFRP自転車フレームの損傷評価をESPIによるひずみ分布測定を利用した剛性評価によって可能であることを示す試験結果を得ることができた。

またひずみ測定においては面内の垂直方向ひずみ、水平方向ひずみ、せん断ひずみを測定することで、損傷段階で異なる挙動を測定することができた。またESPIによるひずみ分布測定により剛性の変化をマップで得ることができ、損傷個所の推定にも利用できる可能性を示した。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

今後はこの成果をもとに様々な損傷条件に対する剛性の変化を評価することで、非破壊検査の実現に貢献できると期待できる。またメーカーや自転車の性能評価に関連する機関の要望や協力があれば、実用化へ向けた研究も推進可能である。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

研究代表者は、これまで材料に関する研究および材料の変形測定技術に関する研究を行ってきた。特に非接触で高感度の変形測定が可能なスペックル干渉法に関する高い技術と知識を有していることを活かし、本研究を実施した。期待された成果が得られ、今後の発展が期待できる。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

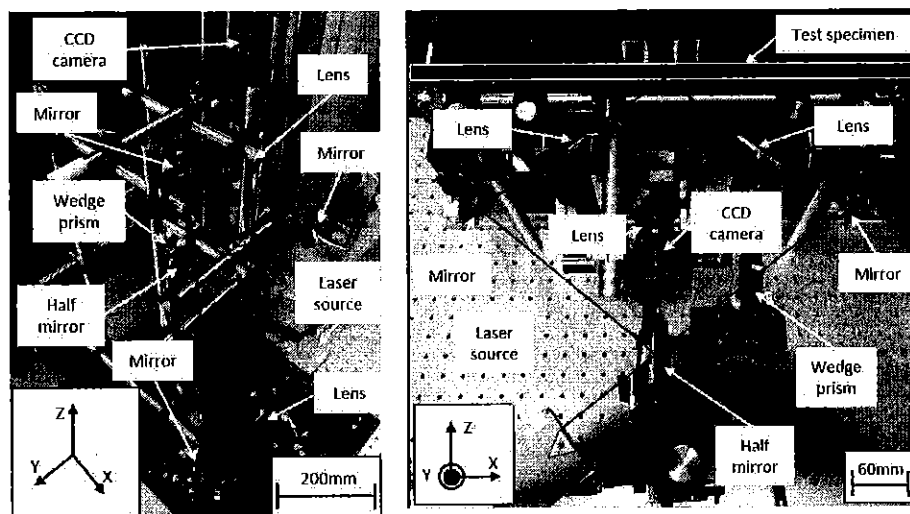
論文「スペックル干渉法を用いたひずみ分布測定によるCFRP積層板の剛性低下評価」が、日本実験力学学会の学術誌「実験力学」の第17巻第1号の15～20ページに掲載された。(謝辞にはJKAの補助を受けたことを記した)

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

CFRPプレート・パイプの損傷・剛性評価試験装置およびひずみ分布測定装置

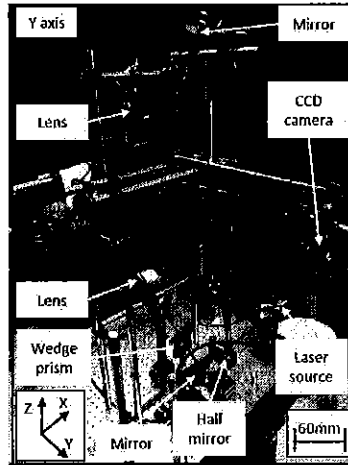
(<http://www.isc.meiji.ac.jp/~arikawa/kenkyuu.html> 修正中、6月に修正版公開予定)



CFRPプレート(左)・パイプ(右)の損傷・剛性評価試験装置およびひずみ分布測定装置

CFRP自転車フレーム剛性評価試験装置およびひずみ分布測定装置

(<http://www.isc.meiji.ac.jp/~arikawa/kenkyuu.html> 修正中、6月に修正版公開予定)



CFRP自転車フレーム剛性評価試験装置およびひずみ分布測定装置

(2)(1)以外で当事業において作成したもの
該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 明治大学大学 理工学部(メイジダイガク リコウガクブ)

住 所： 〒214-8571

神奈川県川崎市多摩区東三田1-1-1

担 当 者： 専任講師 有川 秀一 (ア리카ワ シュウイチ)

担 当 部 署： 機械情報工学科(キカイジョウホウコウガクカ)

E-mail: arikawa@meiji.ac.jp

URL : <http://www.isc.meiji.ac.jp/~arikawa/index.html>