

大気中雷インパルス電圧印加による CFRP ブロックサンプルからのスパーク発光スペクトルに関する基礎特性

阿部凌太* 白石智也 大塚信也
(九州工業大学)

1 はじめに

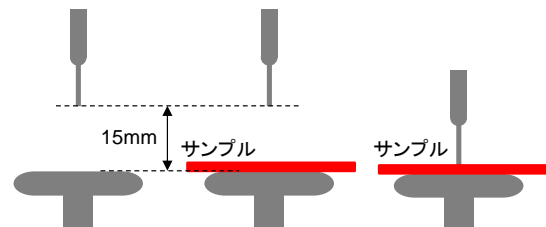
航空機の燃費向上を目的として軽量化が求められており、機体構造に軽量で高い機械強度を有する炭素繊維強化プラスチック (CFRP) を使用する航空機の開発製造が進められている。筆者らはこれまで、CFRP を用いた次世代航空機の耐雷技術開発を目的として、SAE 国際規格に基づく雷撃試験において^[1]、ファスナと呼ばれる金属ボルト付き CFRP 供試体からのスパーク現象を非接触で検出・評価する光学測定技術の開発を行っている^[2]。その結果、発火性混合ガス中雷撃試験において、爆発に関連する特徴的な発光スペクトルを観測している。本論文では、大気中で CFRP 供試体に雷インパルス電圧を印加して発生するスパーク発光を分光測定し、電圧印加方法や供試体が発光特性に及ぼす影響を検討した。

2 実験装置と方法

実験は大気中に設置した針(タングステン)対平板(ステンレス)電極の平板電極上に CFRP 供試体を配置した^[3]。図 1 に供試体の配置と電極の関係を示す。針電極を供試体に接触させた場合(接触)と接触させない場合(非接触)および供試体がない場合(大気)の 3 条件を設定した。正極性雷インパルス電圧を印加してスパークを発光させた。その際の発光スペクトルを小型分光器(Ocean Optics, USB2000+)で測定した。

3 実験結果

図 2 に一例として、接触および非接触条件での CFRP 供試体への雷インパルス電圧印加(LIV)により観測されたスパーク発光スペクトルと共に、ファスナ付き CFRP 供試体へのガス法による雷撃試験(LIC)時のスパーク発光スペクトルの結果を示す。本雷インパルス電圧試験で、接触と非接触条件共に炭素由来の C2 ラジカルに起因する 467nm や 515nm、554nm などのスペクトルが観測された。これらは供試体のない大気試験(図 1(a))では観測されなかった。また、爆発を伴う雷撃試験(LIC)で観測された 554nm や 590nm 付近のスペクトルを観測できており、LIV 試験によっても爆発に関連する可能性のある CFRP 材料固有のスペクトルを検討できることが示された。非接触条件では、大気に含まれる酸素や水分由来の 777nm の O や 656nm のバルマー系列(H α)のスペクトルが観測された。他方、接触条件では、これら O や H α のスペクトルは認められなかった。このように、接触条件の方が大気影響を低減させて材料特性を検討できることがわかる。図 3 に、CFRP 供試体有無における C2 ラジカルに由来する 515nm の発光強度と 200~800nm の発光スペクトルの面積 S の関係を示す。同図に示されるように、スペクトル強度は S と共に増加するが、CFRP 供試体有りの方が傾きは大きかった。この特性は図 2 に示す他の 2 つの C2 ラジカル由来の波長でも確認された。この結果からも、LIV 試験により CFRP 材料固有のスペクトルを観測できていることが示唆された。



(a) No sample (b) Noncontact (c) Contact

Fig.1 Definition of three conditions of test system under the lightning impulse voltage (LIV).

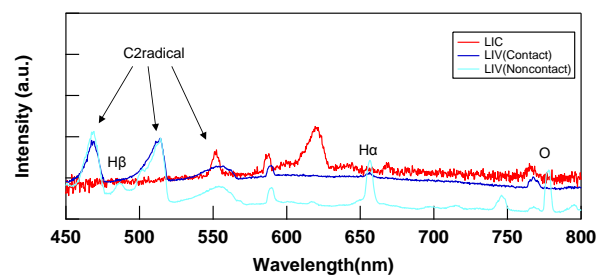


Fig.2 Spark light emission spectrogram of CFRP specimen under the LIV and lightning strike test (LIC).

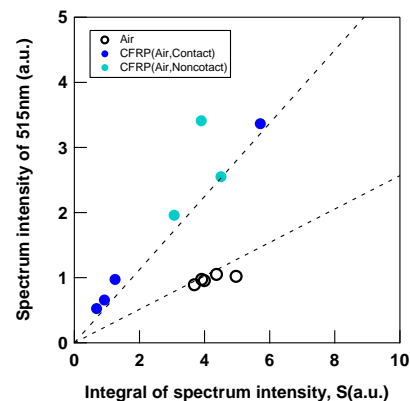


Fig.3 Relationship between the spectrum intensity of 515nm and integral of spectrum intensity S.

4 まとめ

本論文では、CFRP 供試体に雷インパルス電圧を印加して発生するスパーク発光を分光測定し、電圧印加方法や供試体が発光特性に及ぼす影響を検討した。その結果、LIV 試験により CFRP 材料固有のスペクトルを観測できることが示された。

参考文献

- [1] SAE ARP5416, "Aircraft Lightning Test Methods"
- [2] S. Ohtsuka et al, ICOLSE2015, TOU15-83, 2015
- [3] 阿部,他,平成 28 年電気学会基礎・材料・共通部門 6-D-p1-3