

# 25aD01P

## 大気圧プラズマ照射によるCFRP材からの樹脂除去

### Removal of Epoxy Resin from CFRP using Atmospheric Pressure Plasma Irradiation

幸松健人<sup>1</sup>, 江角直道<sup>2</sup>, 松峯拓郎<sup>3</sup>, 多田晃<sup>3</sup>, 堀口勝三<sup>1</sup>, 長坂明彦<sup>1</sup>  
KOUMATSU Kento<sup>1</sup>, EZUMI Naomichi<sup>2</sup>, MATSUMINE Takurou<sup>3</sup>, TADA Akira<sup>3</sup>,  
HORIGUCHI Katsumi<sup>1</sup>, NAGASAKA Akihiko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>長野工業高等専門学校 専攻科 生産環境システム専攻,

<sup>2</sup>筑波大学 プラズマ研究センター, <sup>3</sup>株式会社羽生田鉄工所

<sup>1</sup>National Institute of Technology, Nagano College, Advanced course of Production and Environment system, <sup>2</sup> Plasma Research Center, University of Tsukuba, <sup>3</sup> Hanyuda.Co.Ltd,

#### 1. 研究背景と目的

現在運航されている航空機には CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastic:炭素繊維強化プラスチック)を約半分近く使用されている機種もあり, 運航の安全性を確保する上でCFRP材の傷の修復は不可欠である. 補修方法は損傷の種類により異なるが, 表面上の浅い損傷の場合には熱による方法やパッチ等の接合の方法がとられている[1]. しかし, 補修には時間やコストを要することから, より効率的な手法の開発が求められている. CFRPはマトリックス樹脂と炭素繊維の複合材であり, マトリックス樹脂にはエポキシ等の熱硬化性樹脂が用いられ, 炭素繊維にはPAN(ポリアクリロニトリル繊維)系等が用いられる. 炭素繊維は並べられてシート状(プリプレグ)に積層され, マトリックス樹脂を流し込み, 熱を加えることでCFRPとして成形される. 本研究はこのような材料にプラズマ照射することにより, 樹脂部のみ除去可能な条件の探索とその物理機構の理解を目的としている. 本講演ではプラズマ照射によるCFRPの表面状態の変化について報告する.

#### 2. 実験方法

照射試験には三菱レイオン製のCFRP(UDプリプレグ TR350G150S)を用いた. これはPAN系炭素繊維の長繊維束を一方方向に引き揃えたプリプレグを0°方向と90°方向に交互に14層積層したものである. 放電用ガスにはアルゴンあるいは窒素を用い, 反応ガスとして酸素, 水素を混合させて使用し, それぞれの流量を変化させた. プラズマの生成には2.45GHzマイクロ波を用いた. マイクロ波入射電力, 照射時間, 試料片の大きさ(40×30×1.5mm, 30×25×1.5mm)を変化させてCFRPへのプラズマ照射試験を行った. プラズマ噴射口とCFRP試料の距離は1.5mmとした. プラズマ照射中は分光器測定を行い, 照射後の試料の表面状態の変化はSEM(Scanning Electron Microscope:走査型電子顕微鏡)を用いて観察した.

#### 3. 実験結果

図1に示すように, プラズマ照射によるCFRPの炭素繊維が露出し, マトリックス樹脂の除去が確認された. アルゴンよりも窒素プラズマの場合のほうが樹脂

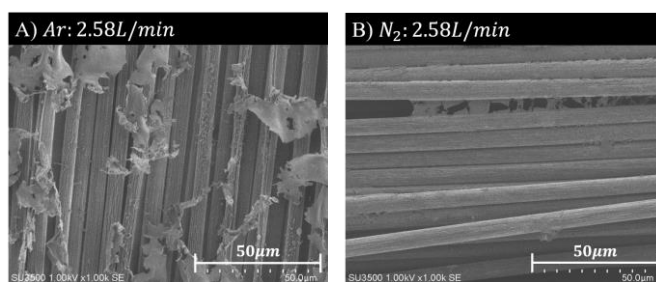


図1. 試料の照射部付近表面のSEM画像:  
A) Ar(2.58L/min), B) N<sub>2</sub>(2.58L/min),  
マイクロ波入力電力100W, 照射時間10min  
試料片30×25×1.7mm

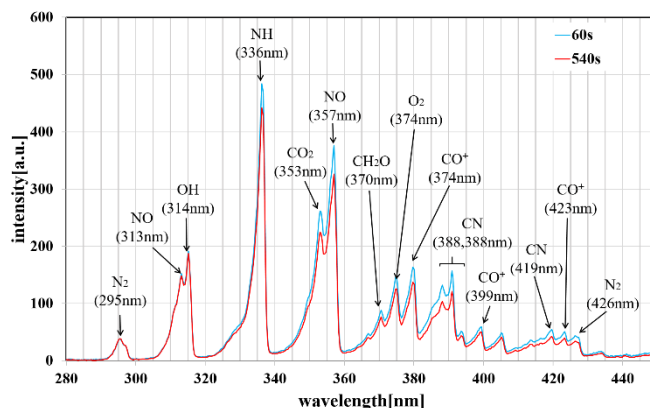


図2. 窒素プラズマ照射60s, 540s時の発光スペクトル例  
の除去効果が高いという結果を得た.

図2はCFRPに窒素ガスプラズマを照射した60s, 540s時点での発光スペクトルである. 窒素, 酸素, 炭素, 水素が関連する多くの分子スペクトルが観察されており, プラズマ照射により, CFRP表面で複雑な反応が起きていることが示唆される. また, 時間の経過に伴い, 発光強度の変化もみられ, 表面状態が刻々と変化していることが分かる. 講演では他の照射条件とも比較しながら, CFRPとプラズマの相互作用の描像を考察する.

#### 4. 参考文献

- [1] (財)航空機国際共同開発促進基金  
「複合材構造の非破壊検査・修理技術の現状と開発」