

01aP13

大気圧窒素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 Nitrogen Plasma Irradiation

幸松健人¹, 江角直道², 堀口勝三¹, 松峯拓郎³, 多田晃³
KOUMATSU Kento¹, EZUMI Naomichi², HORIGUCHI Katsumi¹,
MATSUMINE Takurou³, TADA Akira³

¹長野工業高等専門学校 専攻科 生産環境システム専攻,
²筑波大学 プラズマ研究センター, ³株式会社羽生田鉄工所

¹National Institute of Technology, Nagano College, Advanced course of Production and Environment system, ² Plasma Research Center, University of Tsukuba, ³ 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. 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, 実験によって得られた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ヨン製の 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), プラズマ噴射口と CFRP 試料の距離を変化させて 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. これまでの実験結果

図 1 の照射試料 SEM 画像に, 窒素と酸素の混合ガスよりも窒素ガス単体プラズマ照射の場合のほうが炭素繊維の露出が多く, マトリックス樹脂の除去効果が

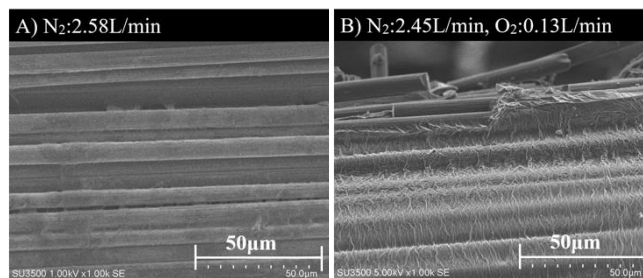


図 1. 試料の照射部附近表面の SEM 画像 :
A) N₂(2.58L/min), B) N₂(2.45L/min), O₂(0.13L/min)
マイクロ波入力電力 100W, 照射時間 10min
照射距離 1.5mm, 試料片 30×25×1.7mm

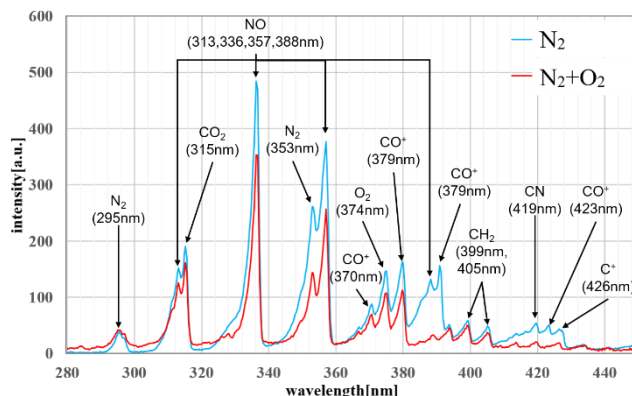


図 2. N₂プラズマおよび N₂, O₂混合ガスプラズマ照射 60s 時の発光スペクトル例

高いという結果を得ている.

またプラズマ照射時には, 図 2 のように窒素, 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 材からの樹脂材料脱離に伴う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.

これまでの研究から, アルゴンに比べ, 窒素プラズマの場合の方が樹脂の除去効果が高く, 樹脂除去において窒素ラジカルの重要性が示唆された. 講演では窒素ラジカルと樹脂の反応過程についての議論も行う予定である.