

# 炭素繊維表面の官能基に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響

Effect of Atmospheric Pressure Plasma Treatment on Functional Groups on Carbon Fiber Surface

仲本泰智<sup>1)</sup>  
指導教員 坂口雅人<sup>1)</sup>

1)サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 複合材料構造研究室

キーワード:炭素繊維(CF), 大気圧プラズマ処理

## 1. 緒言

ロケットや自動車などの移動機器の燃費を向上させるためにより軽量の構造材料として樹脂材料が注目されている。しかし、樹脂材料だけでは耐久力が不十分である。そこで樹脂材料を炭素繊維(CF)により強化した炭素繊維プラスチック(CFRP)が注目されている。しかし、CFRPの成形にはCFと樹脂材料の接着性が悪いという難点がある。

本研究ではより安価に異種材料の接着性を向上させることができる大気圧プラズマ処理に注目した。奥村<sup>[1]</sup>らは大気圧プラズマ処理を施したCFを用いてCFRPを成形し、引張試験を行った。その結果、大気圧プラズマ処理を施した試料の強度向上を報告した。また、本研究グループにおいても福地<sup>[2]</sup>がCFRPにおける大気圧プラズマ処理の処理時間の影響を調査した。その結果、三点曲げ試験において、処理を施した試料の強度向上を示した。一方で、大気圧プラズマ処理による強度向上のメカニズムは確認できていない。

本研究では、大気圧プラズマの処理時間を条件付けし、そのCF表面における官能基の変化を明らかにすることを目的とする。このために、大気圧プラズマ処理時間による、CF表面における官能基の変化を観測した。

## 2. 方法

### 2-1 大気圧プラズマ処理

大気圧プラズマ処理とは、酸素やアルゴンガスの混合ガスに高電圧をかけることで、それらの分子中の電子が活性化し飛び出す。その飛び出した電子が材料にあたることで表面処理を行うといったものである。処理をすることにより、材料表面の分子構造と変化し、水酸基(-OH)などの親水性を向上する官能基を付与する。これにより、材料表面において接着剤の浸透性が促されひいては接着性の向上が見込まれる。また、処理によって表面が傷つき凹凸の発生によって表面積が拡大し、接着面積が拡大することによる接着性の向上も見込まれる。

平織のCF(東レ製, T300-3000)をカプトンテープで固定し110 mm×110 mmに切り出した。試験片をプラズマ照射装置(有限会社サーフクリーン, KT110)から1 mm離して設置した。図1に概略図を示す。

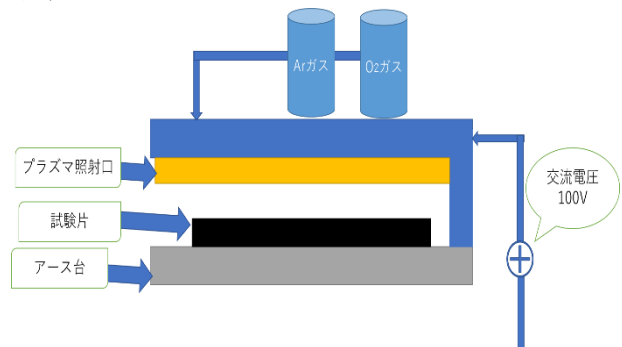


図1 大気圧プラズマ処理 概略図

大気圧プラズマ処理の条件は、空気排出口の圧力はどちらも 0.3 MPa で固定し流量を酸素 500 mL/min, アルゴンガス 5 L/min に設定し、空気に当てる印加電圧を DC 100 V, 大気圧プラズマ処理をする時間を 0 s, 10 s, 20 s, 40 s の 4 種類で条件別に行った。

## 2-2 FTIR による解析

FTIR とは試料に赤外光をあて、IR スペクトルを測定する装置である。IR スペクトルとはあてた赤外光から透過または吸光度を測定し波数によってプロットしたものである。IR スペクトルは分子構造によって固有のパターンを示すため、分子構造や未知試料の定性分析を行える。

本研究では処理した CF 表面の官能基を FT-IR (IRPrestige SHIMADZU) 測定で解析する。FTIR の測定条件は、波数 700~4000  $\text{cm}^{-1}$ , 分解能 4.0  $\text{cm}^{-1}$ , 積算 20 回とし KBr 錠剤法で行った。試験片は、臭化カリウムと CF の重量比が 99:1 となるようにプレスして圧縮し試料を作製した。試料の厚さ及び直径はそれぞれ 0.5 mm,  $\phi$ 5 mm である。

## 3. 結果及び考察

0 s, 10 s, 20 s, 40 s の大気圧プラズマ処理時間における IR スペクトルを図 1 に示す。透過率を示す縦軸は、試料の厚さに依存するためそれぞれの割合から官能基を観測した。本研究では大気圧プラズマによって変化しないと考えられる  $\text{C}\equiv\text{N}$  のピークとの比により IR スペクトルを作成した。横軸は、試料に当てる赤外光の波数を示す。

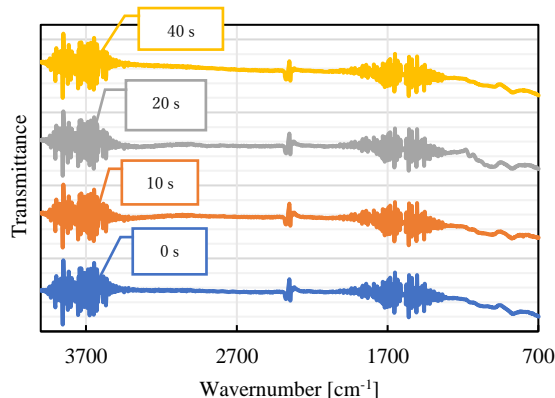


図 2 大気圧プラズマ処理 IR スペクトル

図 2 より波数 3600  $\text{cm}^{-1}$ , 2400  $\text{cm}^{-1}$ , 1700  $\text{cm}^{-1}$  付近でスペクトルにピークが示している。これは  $\text{C}=\text{O}$ ,  $\text{C}\equiv\text{N}$ ,  $\text{O}=\text{H}$  を表している<sup>[3]</sup>。

図 2 より含酸素帯である 3600  $\text{cm}^{-1}$ , 1700  $\text{cm}^{-1}$  付近のピークにおいて処理時間による変化は見られなかった。従って、本研究の大気圧プラズマ処理における官能基の変化は極めて小さいと考えられる。大気圧プラズマ処理による CF 表面の官能基に変化が得られないのは、CF 単体ですすでにある官能基に対し大気圧プラズマ処理で与えられる官能基の変化量が小さいためだと考えられる。

## 4. 結言

大気圧プラズマ処理を行った炭素繊維表面の FTIR 測定の結果、処理時間による官能基の変化は見られなかった。

## 文献

- [1] 奥村 拓己, 田中 基嗣, 大澤 直樹, 北川 智隆, 小野寺 美穂, 永野 知也, 折戸 雅俊, 金崎 真人, 齊藤 博嗣, 大澤 敏  
“CF および PP に対する大気圧プラズマ処理電力・処理時間が CF/PP 複合材料界面の接着性に及ぼす影響” 日本機械学会北陸信越支部大 53 期総会 p803-807
- [2] 福地 遼太郎  
“平織炭素繊維強化ポリプロピレン (CF/PP) の曲げ特性に及ぼす大気圧プラズマ処理時間の影響” 2020 年 サレジオ工業高等専門学校
- [3] SILVERSTEIN, WEBSTER, KIEMLER  
“有機化合物のスペクトルによる同定法 -MS, IR, NMR の併用-第 7 版” 東京化学同人 p82-87