

# 炭素繊維強化ポリプロピレン (CF/PP)の機械的 特性に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響

## Effect of Atmospheric Pressure Plasma Treatment on Mechanical Properties of Carbon Fiber Reinforced Polypropylene

福地遼太郎<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 複合材料構造研究室

キーワード: 熱可塑性樹脂, プラズマ処理, 曲げ強度, 含浸率

### 1. 諸言

世界では地球温暖化が深刻化している。原因として自動車のCO<sub>2</sub>排出などがある。排出量を削減するために車体を軽量化することで燃費の向上ができる。そのため車体には軽量化のために炭素繊維 (CF)にプラスチックを複合させた炭素繊維強化プラスチック (Carbon Fiber Reinforced Plastics: CFRP)が適用されつつある。<sup>[1]</sup>プラスチックには熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂に分けられるが、車体には熱硬化性樹脂が使用されている。しかし熱硬化性樹脂よりも熱可塑性樹脂の方が軽い。しかし強度が弱い。そこで異種材料同士の接着時に優れているプラズマ処理を行った。プラズマ処理した炭素繊維と熱可塑性樹脂であるポリプロピレン樹脂 (PP)を複合させると、曲げ強度は向上するのかと考えた。本研究ではプラズマ処理していないCF/PPとプラズマ処理したCF/PP曲げ強度を比較し、曲げ強度が向上するのかを調査した。

### 2. 方法

#### 2.1. プラズマ処理

CF (東レ製トレカクロス, CO6343)を110 mm×110 mmになるようにカッターで切り出した。

プラズマ処理装置のステージにある雲母板に切り出したCFをカプトンテープで全ての辺を固定した。ガス噴出孔と試料の間を1 mmに調整した。そしてアルゴンと酸素の圧力を0.3 MPaにし、流

量をそれぞれ5 L/min, 500 mL/minに設定した。印加電圧を100 V, 転送台の速さを0.8 m/minに設定した。転送台を5往復させて、試料をプラズマに当てた。

#### 2.2. PP フィルムの成形

PTFEシート4枚にポリプロピレン(日本ポリプロ製, ノヴァテックPP)ペレット3gを挟み、アルミ板4枚にそれぞれ載せ、ホットプレスに置いた。アルミ板が200℃に上昇後、10分間静置した。その後、アルミ板とPPペレットを挟んだPTFEシートを交互に重ね、水冷しながら5 kNの荷重をかけた。アルミ板が57℃になったら取り出し、PTFEシートからPPフィルムを剥がした。

#### 2.3. CFRPの成形

金型にPTFEシートを敷き、CFとPPフィルムを交互に重ねた。ホットプレスに載せ、金型が200℃になるまで静置した。その後、2.5 MPaで10分間加圧した。57℃まで加圧しながら水冷し取り出す。成形したCF/PPの積層構成は[0<sub>f</sub>]<sub>4</sub>とした。今回は未処理のCF/PPとプラズマ処理したCF/PPの曲げ強度を比較した。

#### 2.4. 三点曲げ試験

ラボカッター (株式会社マルトー, MC-112)で110 mm×110 mmのCF/PPから110 mm×10 mmの寸法に試料を研削する。未処理の試験片5つとプラズマ処理した試験片5つを三点曲げ試験した。

万能試験機 (IMADA 製, MX-500N)を使用して三点曲げ試験を行った。三点曲げ試験は図1のように2点を支え中心に圧子で加圧した。約13 mm/minの速さで加圧した。またPは荷重の向き, lは支点間の長さで64.5 mmとした。

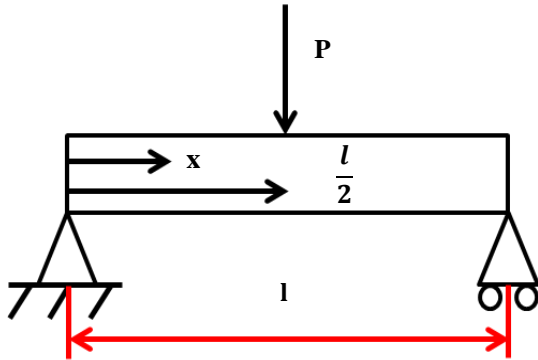


図1 三点曲げ試験の概略図

### 2.5. 断面観察

CFRPを光学顕微鏡で観察するために、樹脂埋めし耐水ペーパーで研磨し、超音波洗浄して観察する面を綺麗にした。

端面の繊維束1つの面積からポリプロピレン樹脂の含浸面積を明度によって表し、含浸率を求めた。式としては下記に示す。

$$\text{含浸率}[\%] = \frac{\text{樹脂の含浸面積}}{\text{繊維束の面積}} \times 100$$

### 3. 結果

未処理のCF/PPとプラズマ処理したCF/PPの代表的な応力-ひずみ線図を図2に示す。また未処理のCF/PPとプラズマ処理したCF/PPの曲げ強度、含浸率の平均値を比較した図を図3に示す。

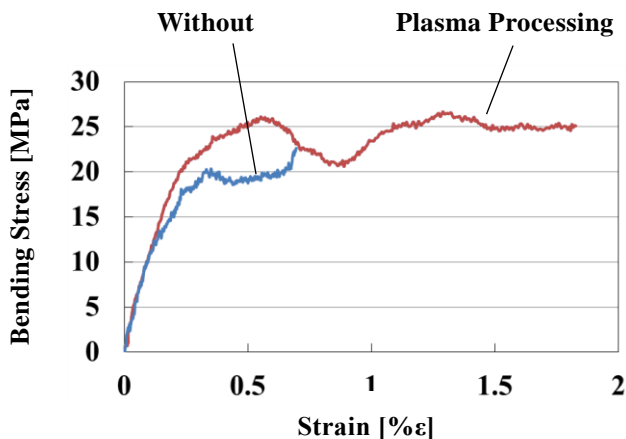


図2 CF/PPの応力-ひずみ線図

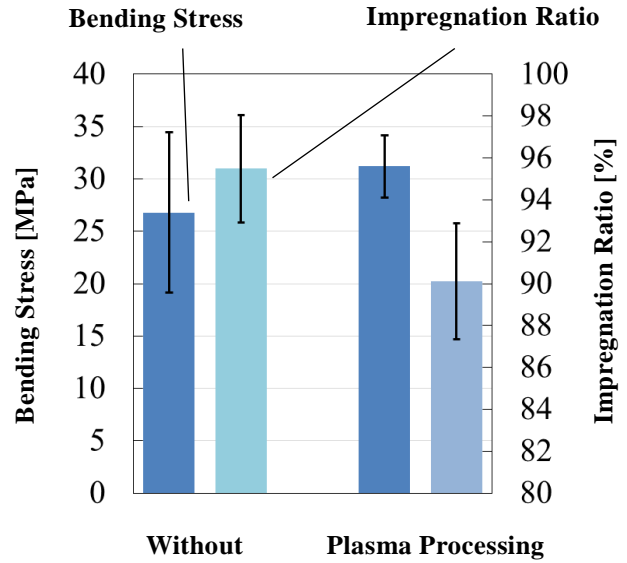


図3 曲げ強度と含浸率の比較

プラズマ処理していないCF/PPの場合、含浸率が高く強度が低い。プラズマ処理したCF/PPの場合、含浸率が低く強度が高いことが分かった。

### 4. 結言

プラズマ処理を行うと、曲げ強度が向上することが分かった。

### 5. 今後の予定

繊維同士の樹脂の接着力がプラズマ処理と未処理とでは違うのではないかと考察した。三点曲げ試験した部分の試料の側面を電子顕微鏡で、樹脂の破断や接着を観察していく。

### 文献

- [1] 強化プラスチック協会, “基礎からわかる FRP — 繊維強化プラスチックの基礎から実現まで —” コロナ社, (2016)pp.2-8