

# 炭素繊維/ポリプロピレン複合材料の力学的特性に及ぼす母材結晶化度の影響

Effect of Matrix Crystallinity on Mechanical Properties of Carbon Fiber/Polypropylene Composites

大黒元暉<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: CFRP, ポリプロピレン, 含浸率, 曲げ強度, 曲げ弾性率

## 1. 緒言

近年, 航空機や自動車等の輸送機器において炭素繊維強化プラスチック (CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastics) が使用されている. CFRP は輸送機器の軽量化を図ると共に CO<sub>2</sub> の排出量の削減を可能とし, 鉄より軽量であり, 高い剛性, 強度, 弾性率を兼ね備えている複合材料である. CFRP は輸送機器の他にもスポーツ用品にも用いられており, 主な用途としてテニスラケットやゴルフクラブのシャフト等が挙げられる. 現在, 再利用可能な熱可塑性樹脂を母材として成形する, 炭素繊維強化熱可塑性プラスチック (CFRTP: Carbon Fiber Reinforced Thermo Plastic) の実用化に力を入られている. CFRTP は CFRP と比較すると成形サイクルが短いことや二次加工性が優れている. 後藤 (2019)<sup>[1]</sup> は, 炭素繊維 (CF) とポリ乳酸 (PLA) を母材とした CFRTP の熱処理による結晶化度の影響を報告している. 本研究では, 母材をポリプロピレン (PP) とした積層構成 [0<sub>f</sub>]<sub>4</sub> の CF/PP を成形し, 力学的特性及び結晶化度の変化を調査した.

## 2. 実験方法

### 2.1 4層 CF/PP の成形

積層構成 [0<sub>f</sub>]<sub>4</sub> の CF/PP をフィルムスタッキング法にて成形した. 始めに, PP ペレット (日本ポリプロ製, ノヴァテック PP, BC6) を乾燥炉 (AS-ONE 製) にて 70 °C, 7 時間以上絶乾を行う. その後, アルミ板に PTFE シート (日東電工株式会社製, 厚さ: 0.1 mm) を敷き, 絶乾した PP ペレット

3 g を 2 枚折にして挟み込み, ホットプレスを用いて 200 °C に加熱後, 10 分静置し, 5 kN の押切荷重を 10 分間付加し, 57 °C になるまで水冷した. 図 1 は成形した PP フィルムの外観を示す.

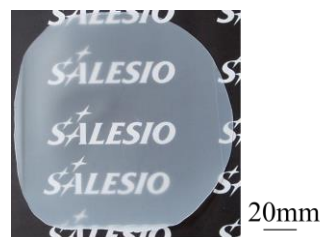


図 1 成形した PP フィルムの外観

PP フィルムを成形後, 70 °C で 7 時間以上絶乾を行った. CF/PP (110 mm×110 mm) の成形は炭素繊維テキスタイル材 CF (東レ(株)T300-3000) と PP フィルムを交互に 4 層重ねた. その後, PTFE シート (日東電工株式会社製, 厚さ: 0.05 mm) 2 枚用いて挟み込み金型にセットし, ホットプレスにて 200 °C に加熱し, 10 分間静置した. 2.5 MPa で 10 分間加圧し, 57 °C まで水冷した. 4 層 CF/PP の繊維重量含有率は 50.5 mass% とした.

### 2.2 3点曲げ試験

4 層 CF/PP を成形後, 3 点曲げ試験を行った. 試験片を 10 mm×100 mm の寸法で, ラボカッターにダイヤモンドブレードキンバレー (マルトー製 MC101) をセットして切断した. 成形した試験片の表面中央部分にひずみゲージ (KFGS-5) を瞬間接着剤 (CC-33A) で接着した. その後, 万能試験機 (IMADA 製 MX-500N) を用いて, 試験速度約 10 mm/min で 3 点曲げ試験を行った. 支点間距離

は 64.5 mm とした。

## 2.3 含浸率測定

成形した試験片の端面をデジタルマイクロスコープ (KEYENCE 製, VHX5000) を用いて観察した。含浸率は以下の (1) 式で求めた。

$$\text{含浸率} = \frac{A - A'}{A} \times 100 [\%] \quad (1)$$

A: 繊維束全体の面積, A': 未含浸領域の面積

## 3. 結果及び考察

### 3.1 3点曲げ試験

4層 CF/PP の試験片 5 本を 3 点曲げ試験した。図 2 に示す応力-ひずみ曲線より、最大曲げ強度と曲げ弾性率を算出した。その結果、図 3 より最大曲げ強度は平均で約 48 MPa、曲げ弾性率は平均 9.21 GPa となった。本研究にて使用した PP の曲げ強度は 44 MPa、曲げ弾性率は 1.65 GPa である。このことから、CF と PP を複合させることによって、曲げ強度は約 8 MPa、曲げ弾性率は約 7.65 GPa 向上させることが出来た。播摩ら<sup>[2]</sup>によると、CF/PP の 3 点曲げ試験による曲げ強度は 126~240 MPa、曲げ弾性率は 16.3~16.9 GPa である。このことから、フィルムスタッキング法を用いて成形した CF/PP は比較的、曲げ強度及び曲げ弾性率が低くなった。

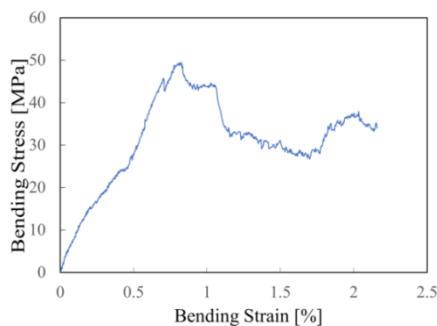


図 2 3 点曲げ試験時の応力-ひずみ曲線

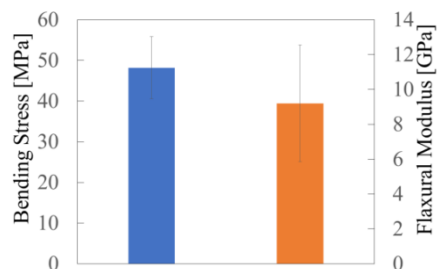


図 3 3 点曲げ試験時の曲げ強度及び曲げ弾性率

### 3.2 含浸率測定

図 4 は含浸率測定に用いた 4 層 CF/PP の断面を示す。デジタルマイクロスコープ (VHX5000) で観察した結果、4 層 CF/PP の含浸率は約 93 % になった。

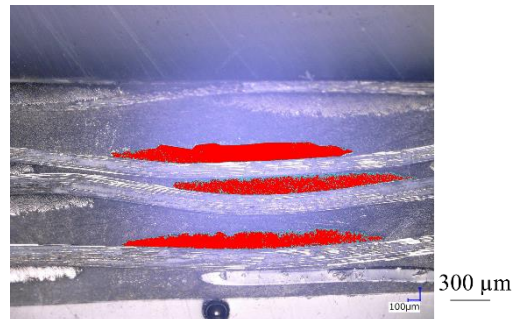


図 4 4 層 CF/PP の断面

## 4. 結言

フィルムスタッキング法を用いて成形した CF/PP は、曲げ強度及び曲げ弾性率が比較的低下した。含浸率は 93 % となった。

## 5. 今後の予定

本研究では、積層構成  $[0]_4$  の CF/PP の力学的特性及び含浸率測定まで行った。今後の予定として、熱処理による力学的特性の変化と共に、結晶化度を調査する。

## 6. 参考文献

- [1] 後藤広夢, 坂口雅人 “CF/PLA の力学的特性に及ぼす結晶化度の影響”  
日本機械学会, 2019 年度年次大会, 講演論文集 No. 19-1, J04409P
- [2] 播摩一成, 山田浩明, 梶岡信由, 高垣有紀, 仲井朝美, 大谷章夫, 濱田泰以 “炭素繊維強化ポリプロピレンの界面せん断強度と機械的特性”  
科学・技術研究, 2016 年 5 巻 2 号, pp. 163-168
- [3] 山下慎一郎, 大澤勇, 松尾剛, 張昕, 高橋淳 “3 点曲げ試験による CFRTP の縦弾性率および面外せん断弾性率に関する評価”  
日本複合材料学会誌 (2013)39 巻 6 号, pp. 221-230