

## ジシクロペンタジエン樹脂を用いた CFRP の開発

日大生産工(院) ○平井 聡 日大生産工 染宮 聖人  
日大生産工 平山 紀夫 金沢工大 西田 裕文

## 1. 緒言

強化繊維とマトリックス樹脂によって構成される繊維強化プラスチック (以下, FRP) は比強度・比剛性に優れるため, 航空機や自動車の構造材料など, 様々な分野で使用されている. これらの FRP に要求される諸特性に応じて適切なマトリックス樹脂が選定され, 選定されたマトリックス樹脂と強化繊維との界面接着性を向上させるための様々な表面処理が行われる.

低粘度で反応速度が速く, 硬化物は優れた耐衝撃性と耐熱性を有するジシクロペンタジエン (以下, DCPD) は, 強化繊維との界面接着性が悪いため, これまで FRP のマトリックス樹脂としては使用することができなかった. そこで, 著者らは DCPD に専用のシランカップリング剤を添加することで, DCPD とガラス繊維の界面接着性を向上させることに成功した<sup>1)</sup>. また, 開発した DCPD をマトリックスとするガラス繊維強化プラスチック (以下, GFRP) の強度は従来のエポキシ樹脂をマトリックスとする GFRP と同等の強度を発現することがわかった.

本研究では, DCPD と炭素繊維の界面接着性を向上させ, DCPD を炭素繊維強化プラスチック (以下, CFRP) のマトリックス樹脂に適用するために, 炭素繊維の表面改質を試みた. 本報告では, 2 種類の異なる表面改質を施した炭素繊維を強化材とし, DCPD をマトリックスとする CFRP を成形した. そして, 静的 3 点曲げ試験から得られた機械的特性から, DCPD をマトリックスとする CFRP と従来の CFRP の機械的特性を比較した.

## 2. 炭素繊維の表面改質

一般的な炭素繊維に塗布されているエポキシ系のサイジング剤は DCPD と炭素繊維の接着を阻害する可能性があるため, DCPD を含浸させる前工程でサイジング剤を除去する必要がある. サイジング剤の除去方法としては, 炭素繊維をアセトン等の有機溶液に浸漬し, サイジング剤を溶解させる方法 (以下, アセトン処理) が一般的である. また, 炭素繊維が熱劣化しない加熱条件 (400 °C 付近) で短時間加熱する処理 (以下, 熱処理) はサイジング剤を除去することができるかと報告されている.

そこで本研究では, 炭素繊維に塗布されているサイジング剤をアセトンによる洗浄処理と熱処理によって除去し, DCPD をマトリックスとする CFRP の強化材として使用した.

## 3. 成形方法及び実験方法

## 3.1 成形方法

CFRP のマトリックス樹脂には DCPD (ナガセケムテックス(株), DENATITE T-925), 強化材には平織炭素繊維 (東レ(株), CO6343) を使用した. ここで, Table 1 に各 CFRP に使用した平織炭素繊維の処理方法, および燃焼法によって求めた成形品の繊維体積含有率 (以下,  $V_f$ ) を示す. アセトン処理では平織炭素繊維をアセトンに 2 hr 浸漬した後, 室内で自然乾燥させた. 熱処理では, 電気炉内で大気中 400 °C×15 min の条件で加熱処理を行った.

CFRP の成形方法はハンドレイアップ法を採用した. 離型処理された PET フィルム上で, 平織炭素繊維に DCPD を 8 ply 含浸させた後, 成形品の周囲に 2 mm のスペーサーを

---

Development of CFRP using Dicyclopentadiene Resin as Matrix

Satoshi HIRAI, Norio HIRAYAMA, Masato SOMEMIYA and Hirofumi NISHIDA

配置し、平板形状の金型を用いて加熱プレス成形を行った。硬化条件は 40 °C×1 hr+150 °C×1.5 hr, 成形圧力は 3.5 MPa とした。また、同様の成形方法で汎用エポキシ樹脂をマトリックスとした CFRP (以下, EP\_CFRP) を成形した。

### 3.2 静的 3 点曲げ試験

供試体の曲げ特性を評価するために、静的 3 点曲げ試験を行った。試験は JIS K 7017 に準拠して実施し、試験機は万能試験機 (梱島津製作所) を用いた。

また、曲げ試験後の破断面観察を行い、平織炭素繊維と DCPD の接着性の確認を行った。

### 4. 実験結果および考察

静的 3 点曲げ試験によって得られた供試体 No. 1~No. 4 の応力-ひずみ線図を Fig. 1 に示す。Fig. 1 に示すように、平織炭素繊維にアセトン処理を施すことで曲げ強度が 141% 向上し、熱処理を施すことで曲げ強度が 63% 向上することがわかった。また、No. 2 の曲げ強度は EP\_CFRP の 78% となることがわかった。

Fig. 2 に曲げ試験後の破断面画像を示す。Fig. 2 より、アセトン処理を施した No. 2 の繊維近傍には DCPD の付着が確認できたが、無処理の平織炭素繊維を用いた No. 1 では繊維に DCPD がほとんど付着しておらず、接着していないことが確認できる。このことから、アセトン処理を施すことで DCPD と炭素繊維の界面接着性が向上することが示された。

### 5. 結言

本研究では、DCPD をマトリックスとする CFRP の静的 3 点曲げ試験から基本的な機械的特性を取得した。その結果、以下の知見を得た。

- 炭素繊維にアセトン処理、熱処理を施し、炭素繊維に塗布されているサイジング剤を除去することで DCPD をマトリックスとする CFRP の曲げ強度が向上することがわかった。

- アセトン処理によってサイジング剤を除去した CFRP が最も高い曲げ強度を示したが、これは従来使用されている EP\_CFRP の 78% となった。

Table 1 Sample name and treatment to carbon fiber.

Sample name	State of surface treatment	Volume fraction of fiber
No. 1	Untreated	45 %
No. 2	Acetone wash	46 %
No. 3	Heat cleaning	44 %
No. 4 (EP_CFRP)	Untreated	45%

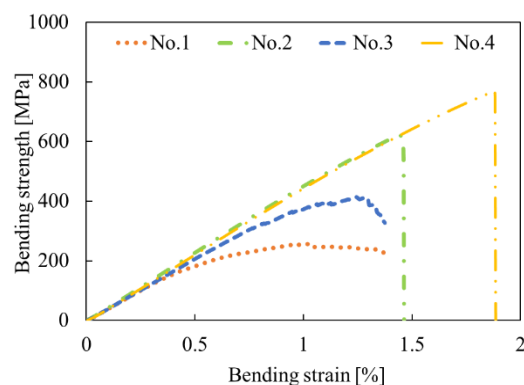


Fig. 1 Stress-strain curves of sample No. 1, No. 2, No. 3 and No. 4.

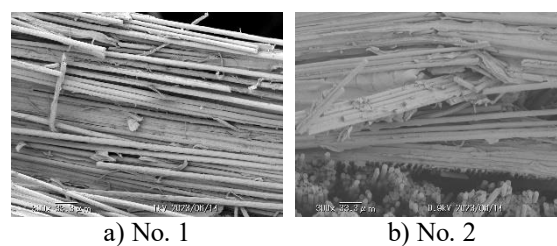


Fig. 2 Observation of fracture cross section of No. 1 and No. 2.

### 参考文献

- 平山紀夫, 岡部拓也, 染宮聖人, 平井聡, 西田裕文, ジシクロペンタジエンをマトリックスとする GFRP の接着性付与剤による強度の向上, 強化プラスチック, vol 69, (2023)pp. 221-228.