

樹脂系複合材料の機械試験技術

鈴木 菜摘^{*1} 深澤 強^{*2} 佐藤 浩幸^{*2}
Suzuki Natsumi Fukasawa Tsuyoshi Sato Hiroyuki

樹脂系複合材料は、航空機や自動車、スポーツ、医療、住宅設備機器に至るまで幅広い分野で使用されており、その世界市場は年々拡大している⁽¹⁾。それに伴い、材料評価試験の重要性も高まっている。そこで、ここでは当社で実施している樹脂系複合材料の機械試験を紹介する。

キーワード：樹脂系複合材料、FRP、機械試験

1. はじめに

複合材料とは、性質や形状の異なる2種類以上の材料を組み合わせでできたものの総称である。その中で産業用としては、FRP（Fiber Reinforced Plastic）と呼ばれる繊維強化プラスチックが広く使用されている。材料評価技術の確立された金属材料と比較して大きく異なる点は、複合材料には異方性があるということである⁽¹⁾。この性質により、1つの材料に対して実施する試験の種類および数が多くなる。当社では、さまざまな複合材料の試験に対応すべく、規格準拠治具および試験メニューを取りそろえている。本稿ではこれら代表的な試験事例を紹介する。

の供試体からの試験片加工、ヤング率やポアソン比取得のご要望があればひずみゲージ等の選定と施工、試験および結果報告まで、一貫したサービスを提供している。

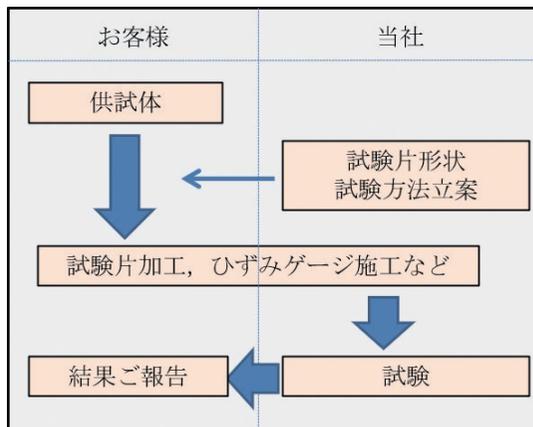


図1 受託試験の流れ

2. 当社の試験技術の特徴

当社は、主に航空宇宙・船舶海洋などの分野のお客様から、樹脂系複合材料の材料開発・研究開発・品質評価を目的とした試験を受託している。

受託試験の基本的な流れを図1に示す。試験目的や適用規格に基づく試験方法の立案、積層板等

主たるハードウェアは、万能試験機、温度調整機器および規格準拠治具である。万能試験機は容量が100kN、1000kNの2種類を保有しており、試験種、想定破断荷重、試験温度等の諸条件によっ

*1：計測事業部 材料試験部

*2：計測事業部 材料試験部 次長

て使い分ける。温度調整機器としては、**図 2** に示す恒温槽および液体窒素容器を保有しており、これらを用いて低温・高温試験が実施できる。試験種によるが、恒温槽使用の場合、 $-150 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 、液体窒素容器を使用した場合、 -196°C での試験が可能である。

規格準拠治具として、**表 1** に示す ASTM 準拠の引張、曲げ、圧縮、ショートビームせん断、面内せん断、層間せん断の各種治具を保有する。それらの試験について実施可能である。



(a) 液体窒素容器

(b) 恒温槽

図 2 低温・高温試験状況

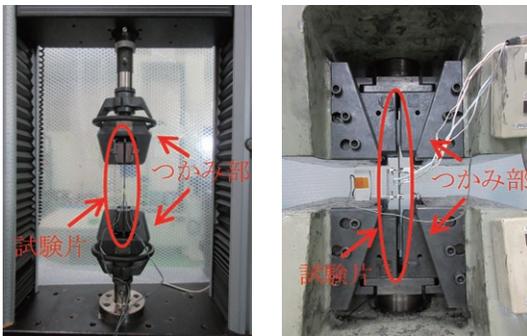
表 1 実施可能試験一覧

試験メニュー	規格	治具外観
引張試験	ASTM D3039	試験機標準引張試験治具 (写真略)
曲げ試験	ASTM D790, 6272, 7264	 *1
圧縮試験	ASTM D3410, 6641	 *1
ショートビームせん断試験	ASTM D2344	 *2
面内せん断試験	ASTM D5379	 *2
層間せん断試験	ASTM D3846	 *2

出典：*1 は Wyoming Test Fixtures 社ホームページから転用した⁽²⁾。
*2 は同社から提供いただいた。

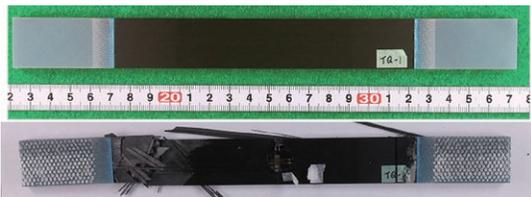
3. 試験事例 (引張試験)

炭素繊維強化プラスチック CFRP の引張試験の試験実施例を次に示す。炭素繊維の方向を 0° 、 45° 、 90° 、 135° と 45° ずつずらしながら積層させることで擬似的に等方性を持たせた擬似等方材と、 0° のみにそろえた一方向材の 2 種類の供試材から試験片を作製し、2 軸ひずみゲージを貼り付けた後、引張試験機を用いて試験を実施した。図 3 に引張試験状況を、図 4 に引張試験前後の試験片外観を示す。また、引張試験結果の例を図 5、表 2 に示す。



(a) 100kN 引張試験機状況 (b) 1000kN 引張試験機状況

図 3 引張試験状況



(a) CFRP (擬似等方材 [0/45/90/135] _{2S})



(b) CFRP (一方向材)

図 4 引張試験前後の試験片外観

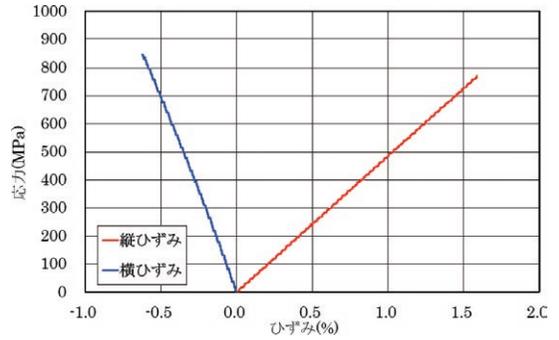


図 5 引張試験結果の例 (擬似等方材 -1)

表 2 引張試験結果の例

試験片 TP	最大応力 MPa	弾性率 GPa	ポアソン比 -
擬似等方材-1	875	48	0.32
擬似等方材-2	817	48	0.32
擬似等方材-3	848	48	0.33
一方向材-1	2479	133	0.33
一方向材-2	2472	133	0.32
一方向材-3	2308	128	0.32

弾性率、ポアソン比共に結果のばらつきは少なく、安定した結果が得られた。

4. 試験事例 (曲げ試験)

4 点曲げ試験の試験実施例を次に示す。試験片を作製、変位計を設置して 4 点曲げ試験を実施した。図 6 に曲げ試験状況を、図 7 に曲げ試験前後の試験片外観を示す。また、曲げ試験結果の例を図 8、表 3 に示す。弾性率は一方向材 -1 のみばら

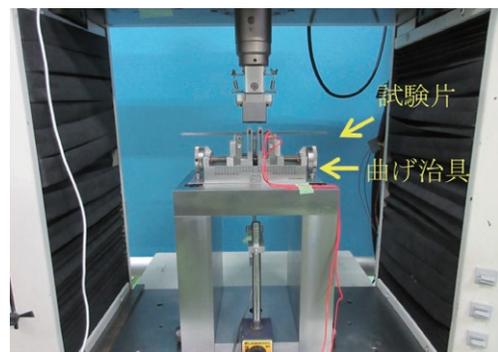
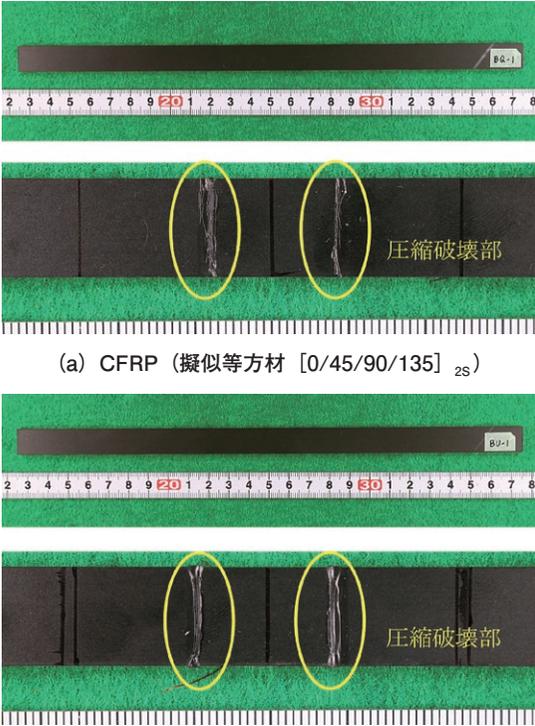


図 6 曲げ試験状況



(a) CFRP (擬似等方材 [0/45/90/135]_{2S})

(b) CFRP (一方向材)

図7 曲げ試験前後の試験片外観

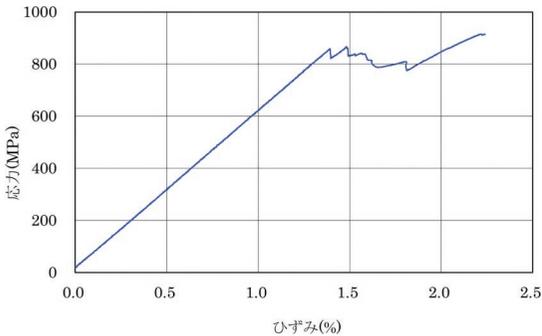


図8 曲げ試験結果の例 (擬似等方材 -3)

表3 曲げ試験結果の例

試験片 TP	最大応力 MPa	弾性率 GPa
擬似等方材-1	915	60
擬似等方材-2	921	61
擬似等方材-3	912	61
一方向材-1	1453	137
一方向材-2	1300	116
一方向材-3	1294	114

つしたが、その他についてはばらつきが少なく、安定した結果が得られた。

5. 試験事例 (面内せん断試験)

面内せん断試験の試験実施例を次に示す。試験片を作製し、2軸ひずみゲージを貼り付けた後、面内せん断試験を実施した。図9に面内せん断試験状況を、図10に面内せん断試験前後の試験片外観を示す。また、面内せん断試験結果の例を図11、表4に示す。面内せん断試験は新たに取り組んだ試験項目であるが、問題なく実施することができた。

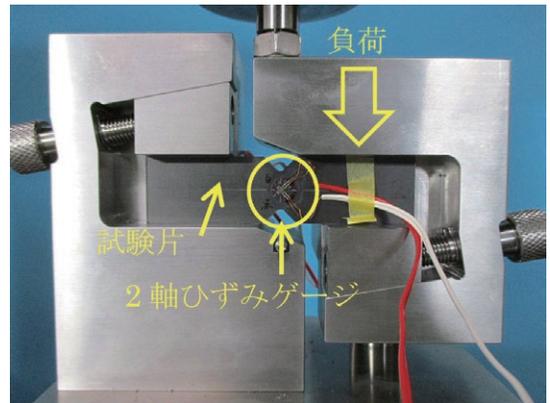


図9 面内せん断試験状況

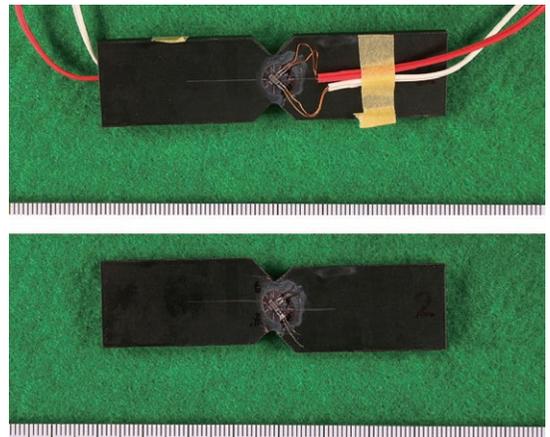


図10 面内せん断試験前後の試験片外観

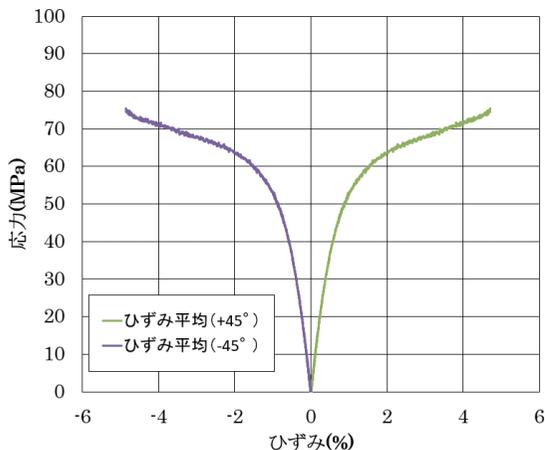


図 11 面内せん断試験結果の例

表 4 面内せん断試験結果の例

試験片 TP	最大応力 MPa	弾性率 GPa
TP-1	134	4.3

6. おわりに

ここまで紹介したとおり、当社ではさまざまな複合材料試験を実施している。また、ここで紹介できなかった樹脂系複合材料の機械試験も実施している。今後もさらにお客様ご要望の試験の実現化を推し進め、対応可能な試験メニューを増やす方向で取り組んでいく。

参考文献

- (1) 平野康雄：世界の炭素繊維・応用製品の技術と市場 2020、株式会社シーエムシー・リサーチ、2019、p.48, 53, 79-80
- (2) Wyoming Test Fixtures 社ホームページ：<https://wyomingtestfixtures.com/>



計測事業部
材料試験部
鈴木 菜摘
TEL. 045-791-3519
FAX. 045-791-3542



計測事業部
材料試験部
次長
深澤 強
TEL. 045-791-3519
FAX. 045-791-3542



計測事業部
材料試験部
次長
佐藤 浩幸
TEL. 045-791-3519
FAX. 045-791-3542