

3D プリントを用いた CFRP 内圧成形技術の開発

1. 目的

CFRP 部品の製造はオートクレーブやホットプレスなど高価な成形設備を必要とする場合が多く、成形設備以外にも成形に必要な金型製作にノウハウを有するなど新規参入する企業が少ない。また、これら成形設備を用いた場合でも複雑形状を有するパイプなどの成形は極めて困難である。本研究では、金型製作の簡略化と CFRP の 3 次元パイプ部品の試作を行うことを目的として、FDM 方式の 3D プリントを用いた成形型の試作と本成形型を用いた CFRP の内圧成形技術の開発について取り組む。

2. 方法および結果

2-1. 3D プリント成形品の材料特性評価

FDM 方式の 3D プリントでは、溶融した熱可塑性樹脂をノズルから吐出しながら層を形成し、この積み重ねで形状を造形するため、積層方法により材料特性が変化する異方性を示す。そこで、樹脂にポリエーテルイミドを用いて図 1 に示すダンベル形試験片を作成し、引張試験により積層方向の違いによる材料特性を評価した。表 1 に示すように、樹脂の積層が試験片の長手方向になる様に配列することで弾性率と引張応力が高くなることが確認できた。

2-2. 内圧成形による CFRP パイプの試作

得られた材料特性を基に図 2 に示す CFRP 内圧成形型を試作した。成形型は合わせ型とし、外直径 30mm の CFRP パイプを成形するために、型中央部に直径 30mm の半円筒溝を形成した。また、成形型には直線部と曲率半径 60mm の湾曲部を設けており、それぞれをフランジ部で締結することで自由曲面を有する複雑形状の CFRP パイプが成形できる。

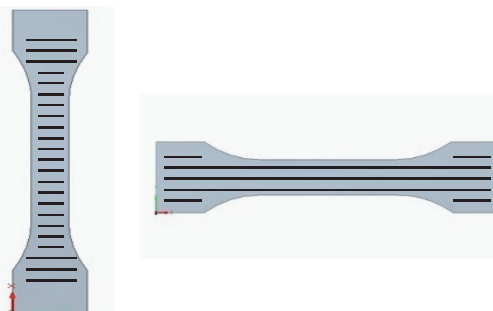
一方、CFRP パイプの成形は、炭素繊維にエポキシ樹脂が含浸されたプリプレグを用い、これをシリコンゴムチューブに巻付け、成形型に投入した状態で内側から 0.1~0.5MPa の内圧をかける。次に本成形型をオープン等に設置し、130°C で加熱することでエポキシ樹脂が硬化し CFRP パイプが成形できる。

また、成形型円筒部の肉厚を 3mm とし、0.5MPa の内圧をかけた場合の有限要素解析結果を図 3 に示す。ボルト締結部およびフランジ部で応力が高くなっているものの、応力および変形量は許容範囲内であった。

3. まとめ

3D プリントによる CFRP 成形型の試作のため、材

料特性を評価し有限要素解析により成形型に生じる応力および変形量を評価した。今後、実際に CFRP パイプを成形し、内圧やプリプレグの積層構造の違いによる寸法を調査することにより高品質な CFRP 3 次元パイプ部品の試作を行う。



試験片① 試験片②
図 1. 引張試験片の積層構造

表 1. 積層構造の違いによる材料特性

	弾性率 MPa	引張応力 MPa
試験片①	2,093	25
試験片②	2,202	29

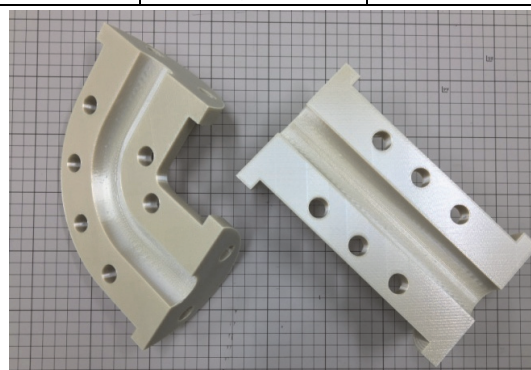


図 2. 3D プリントにより試作した成形型

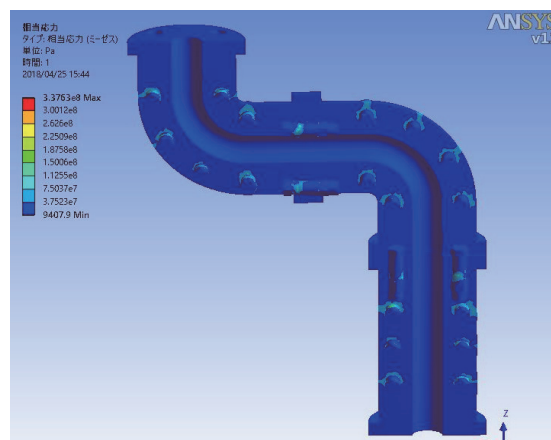


図 3. 成形型の有限要素解析