

3D プリンターによる CFRTP の成形と 2 次加工に関する研究

日大生産工（院） ○福島 誠人
日大生産工 平山 紀夫

1 緒言

近年、コンピュータの高性能化に伴い、ものづくりのデジタル化が進んでいる。なかでも、デジタルデータから直接物体を造形する 3D プリンターが注目を集めており、その市場規模は上昇傾向にある。特に樹脂を積層造形する 3D プリンターは、比較的安価であり、簡便な設備であることから、導入する企業も増えているが、樹脂単体では強度が低いといった課題がある。そこで現在、3D プリンターによる炭素繊維強化熱可塑性樹脂（CFRTP）の成形法が活発に研究されている^{1),2)}。しかし、3D プリンターによって成形された CFRTP の 2 次加工性について評価し報告した研究はほとんどない。3D プリンターによる CFRTP の 2 次加工ができれば、その用途は大きく広がると期待される。

そこで本研究では、3D プリンターにより成形された CFRTP の 2 次加工性の評価を行った。また、加工前後での CFRTP の機械的特性の変化も評価した。

2 成形方法

3D プリンターを用いて、炭素繊維を単一方向に引き揃えた一方向強化 CFRTP を作成した。CFRTP の母材にポリアミド 6 (PA6) を用い、強化材には炭素繊維を使用した。

3 実験方法

3.1 曲げ加工

曲げ加工は、熱した試験片を V 字にくぼんだ雌型に置き、上から三角形上の雄型を押し当てることで行った。試験片の寸法は、長さ 150mm、幅 10mm、厚さ 2mm とした。試験片をマッフル炉に入れ、温度を 270℃から 330℃まで 30℃ずつ変化させ、曲げ加工を行った。マッフル炉における試験片昇温時間は、炉の温度を一定にするために

30 分とした。また、曲げ加工の評価には、デジタルマイクロスコープを用いて試験片を 25 倍に拡大し、湾曲部と表面の状態を観察した。

3.2 機械的特性の測定方法

加工前後の機械的特性の変化を調べるために、JIS K 7074 に準拠した三点曲げ試験を行い、曲げ弾性率の測定を行った。試験片は、長さ 70mm、幅 10mm、厚さ 2mm とした。加工後の試験片は、曲げ加工した試験片の一部を上記の寸法に切り出し、三点曲げ試験用の試験片とした。試験機はオートグラフ (株島津製作所, AG-25TB) を用いて、試験速度は 2mm/min. とし、支点間距離は 50mm で実施した。

4 結果

4.1 加工結果

Table 1 に曲げ加工の結果を示す。まず、240℃のときは湾曲部が歪んだ状態となったが、表面は光沢し、表面性状は良好であった。270℃の表面は 240℃ほどの光沢はなかったが比較的良好であった。また、湾曲部の形状は金型形状が美麗に転写されており、賦形性も良好であった。300℃、330℃と温度を上げると表面は多少粗くなったが、いずれも賦形性は良好であった。240℃の光沢のある表面性状と 270℃の良好な賦形性を考慮すると、この間により最適な温度があると考えられる。そのため、240℃から 270℃の間を 10℃ずつ変化させ、それぞれ曲げ加工を行った。その結果を、Table 2 に示す。250℃と 260℃の表面は 240℃よりは光沢がなかったが、270℃よりも良好であった。また、湾曲部も 240℃ほど歪まず、特に 260℃については、270℃とほぼ同等の良好な状態となった。

Research on molding and secondary processing of CFRTP with 3D printers

Makoto FUKUSHIMA and Norio HIRAYAMA

4.2 三点曲げ試験結果

Fig.1 に三点曲げ試験の結果を示す. この図から明らかなように, 加工後の試験片の曲げ弾性率は, 加工前の試験片の曲げ弾性率より 1.76 倍ほど向上した. これは, 曲げによる 2 次加工により, 3D プリンターにより成形された CFRTP 試験片に圧力が加わったことによって, 成形品内部の空隙が減少し, 炭素繊維とマトリックス樹脂の密着性が向上したためと考えられる.

5 結言

本研究では, 3D プリンターによって作成した CFRTP の 2 次加工性の評価と加工前後での機械的特性の変化を評価することを目的として実験を行った. その結果, 以下の成果を得た.

- (1) 240℃から 330℃までの温度領域で, 曲げ加工を行った結果, 260℃付近の温度で外観状態が最も良く, 賦形性も良好であることがわかった.
- (2) 曲げ加工を行った試験片の三点曲げ試験を実施した結果, 加工前の試験片の 1.76 倍の曲げ弾性率の向上が確認された.

Table 1 The observation of CFRTP surface and curved part(240℃ to 330℃).

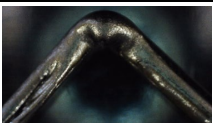
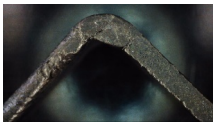
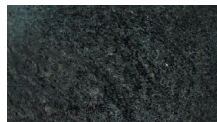
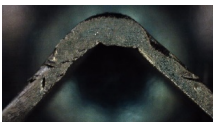
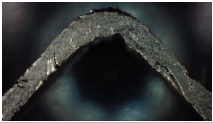
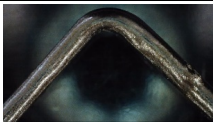
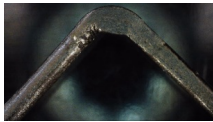
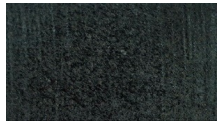
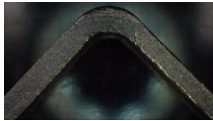
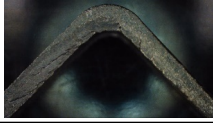
	Surface	Curved part
240℃		
270℃		
300℃		
330℃		

Table 2 The observation of CFRTP surface and curved part(240℃ to 270℃).

	Surface	Curved part
240℃		
250℃		
260℃		
270℃		

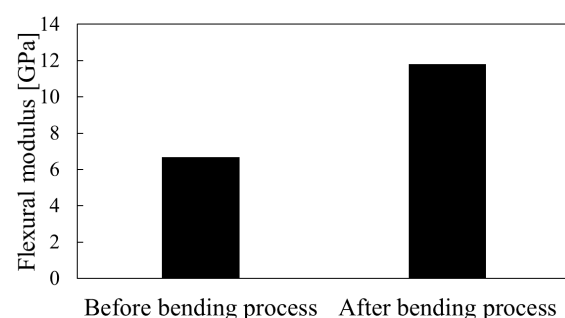


Fig.1 Results of flexural test of CFRTP before and after bending process.

参考文献

- [1]堀口敬祐, 松崎亮介, 轟章, 上田政人, 平野義鎮, 浅原宏典: 3D プリンターによる連続炭素繊維複合材料の成形, 日本機械学会関東支部第 21 期総会講演会講演論文集 [15.3.20-21, 横浜]
- [2] C. Yang, X. Tian, T. Liu, Y. Cao, D. Li, 3D printing for continuous fiber reinforced thermoplastic composites: mechanism and performance, Rapid Prototyp. J. 23 (1) (2017) 209–215.