

ポリプロピレンと炭素繊維を用いた先進熱可塑性複合材料の開発

日大生産工(院)

○倉橋 正悟

日大生産工

邊 吾一

日大生産工

平林 明子

1. 諸言

現在, 化石エネルギーの枯渇や CO₂ 排出による地球温暖化が問題になっている. 自動車や航空機などの輸送機器は軽量化し, 燃費の向上を図ることで化石エネルギーの使用量や CO₂ 排出量を削減しようとしている. そこで, 金属よりも比重が軽く, 高強度な繊維強化プラスチック (Fiber Reinforced Plastics, FRP) への代替が重要であると考えられている. FRP は, 大型一体成形が可能で強度や剛性に優れていることから近年では幅広い分野で使用されている. 自動車や航空機には主に炭素繊維を強化材とする CFRP が用いられている. 自動車では, 2011 年に帝人が熱可塑性 CFRP で 4 人乗りのコンセプトカーを開発. 車体重量は 47kg と非常に軽く, 鉄製の約 1/5 となっている¹⁾. 航空機では, 2011 年に導入された B787 ドリームライナーは機体の約 50%が CFRP 製となっている²⁾. その結果, 燃費が 20%改善された³⁾. 一方で, 炭素繊維は単位 kg 当たりの単価が, ¥12,000 とガラス繊維の¥400/kg⁴⁾の約 30 倍高価であるため, 主に高級車や航空機といった量産性の低い製品に使用されている. また, 現在普及している一方向材の炭素繊維とエポキシ樹脂を用いた中間基材は冷凍保存が必要であり, 取扱が厄介である.

そこで, 本研究では生産コストを下げ, 取扱と保存の簡便化を図るために連続的に成形が行なえる連続引抜成形に着目し, 樹脂には比較的安価で購入でき, 機械的特性も良好なポリプロピレン (PolyPropylene, PP) を用いた中間基材の開発を目的とした. 本報告では, 成形条件を検討した結果を述べる.

2. 成形方法

2.1 供試材料

本研究ではメルトボリュームフローレート (Melt Volume flow Rate, MVR) の異なる 3 種類の PP を用い成形を試みた.

試料 1 (SunAllomer Ltd. PMA20V)

試料 2 (日本ポリプロ(株) ノバテック PP MA3H)

試料 3 (日本ポリプロ(株) ノバテック PP BC06C)

MVR とは, 流動性を表す指標であり規定されたオリフィスを通して一定時間に流出する樹脂の容量を測定する方法である. 引抜成形においては MVR が成形温度を決めるために重要な指標となる. 各温度に対する MVR の計測結果を Table 1 に示す. PP は高分子であるため, 粘度が非常に高く, 繊維の依れや含浸性が悪く成形が困難であった. そのため, 改質剤 (出光興産(株) L-MODU S600) を使用し, 低分子化することで粘度を下げ成形を行った. 強化繊維には織り方の異なる炭素繊維 2 種類, 2×2 綾織物 (東レ(株) CO6347B, 厚さ: 0.22mm), 平織物 (東レ(株) CK6261C, 厚さ: 0.61mm) を使用した. 長さとはともに 1m とした.

Table 1 MVR result [cm³/10min]

	190℃	230℃	250℃	260℃	270℃
PMA20V	29	69	107	126	-
MA3H	7	-	-	-	-
BC06C	31	90	135	160	208
BC06C	206	-	-	-	-
L-MODU					

Development of Advanced FRTP using carbon fiber and PolyPropylene

Seigo KURAHASHI, Goichi BEN and Akiko HIRABAYASHI

2.2 中間基材の製作

引抜成形機の概要を Fig.1 に、ヒーターの位置を Fig.2 に示す。ホッパー(Feeding hopper)にペレット状の PP を入れ、スクリューで加熱部に送りながら加熱溶融する。溶融された PP と炭素繊維はクロスヘッドに取り付けられた金型内(幅:90mm, 厚さ:1.5mm)で含浸させ引取機で引抜、成形品を得た。現在、平織物に関しては MVR が $200\text{cm}^3/10\text{min}$ 以上あれば繊維が依れずに成形が行えることがわかった。しかし、綾織物に関しては繊維が 2×2 なので MVR が大きくても繊維が依れてしまう。そのため、本研究では平織物を強化材とした。BC06C+L-MODU の成形品を Fig.3 に示す。

2.3 成形条件の検討

Table 1 の結果から BC06C の 270°C の条件で成形を行った。しかし、 270°C で成形を行ったところ白煙が上がり焦げや昇温時間がかかるなどの問題点が見つかった。そこで前述した改質剤を混入し、低分子化を行った。その結果、成形温度を 190°C まで下げることができた。各温度条件は前述の結果より Table 2 のように設定した。

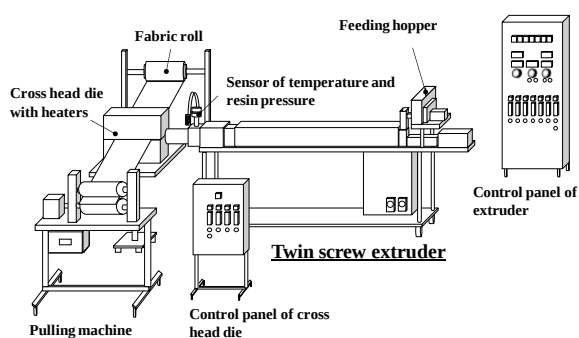


Fig.1 Schematic view of Pultrusion method

3. 結言

- 3 種の PP を用い MVR を測定し、成形可能な温度条件を明らかにした。
- 織り方の異なる繊維を用い、引抜成形に適した織り方を選定した。
- 改質剤を用いることで成形を容易に行うことができるようになった。

「参考文献」

- 1) 「帝人 HP」
< <http://www.teijin.co.jp/solutions/cfrp/> >
(2014/10/15 アクセス)
- 2) 「JCMA 炭素繊維協会 HP」
< <http://www.carbonfiber.gr.jp/field/craft.html> >
(2014/10/20 アクセス)
- 3) 平松徹(2012)『トコトンやさしい炭素繊維の本』日刊工業新聞社 1pp.
- 4) 植村益次・福田博編(1986)『ハイブリッド複合材料』シーエムシ出版 30pp.

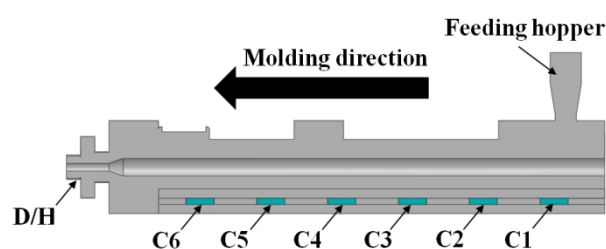


Fig.2 Heater position of twin screw extruder



Fig.3 Photograph of BC06C+L-MODU CFRTTP

Table 2 Heater temperature

	D/H	C6	C5	C4	C3	C2	C1
Temperature [$^\circ\text{C}$]	190	190	170	160	150	140	130
Coil feeder speed [rpm]				10			
Screw speed [rpm]				100			
Pulling speed [Hz]				6			