

引抜き成形による 難燃性フェノール複合材料の開発

日大生産工 (院) ○森 悠介 日大生産工 邊 吾一
日大生産工 平林 明子

1 諸言

フェノール樹脂は耐熱性、難燃性、低発煙性という優れた特性を有しているため、鉄道車両や飛行機の構造部材で使用する複合材料の母材として最適である。しかし、レゾール型フェノール樹脂（以下、レゾール樹脂）は、高い粘性の液体であり、成形時の取り扱いを容易にする目的で水または有機溶剤によって粘度調整を行わなければならない。さらに硬化反応の1つである縮合重合反応により水が発生し、これらの溶剤や縮合水が硬化時に蒸発し、ボイドとなって母材中に留まるため、緻密なマトリックスが得られないという問題がある。

そこで液体のレゾール樹脂ではなく、粉末のノボラック型フェノール樹脂（以下、ノボラック樹脂）を母材に用いて成形すれば、ボイドが生じないため、より緻密なマトリックスを得ることが可能となる。ノボラック樹脂を母材としたFRPの成形法には射出成形法があるが、マトリックスと短繊維を予備混合し、同時に射出するため長繊維強化材のような強度と剛性は望めない。

著者等は、過去の研究¹⁾で長繊維のガラス繊維及び炭素繊維強化材を用いた射出成形技術を確立させた。

本研究では、射出成形法とは違う長繊維の形態による強化機構を確立するため、松田の研究²⁾を参考に押出成形機を応用し、一方向のガラス繊維を樹脂含浸部に通過させ、金型内を引抜くという引抜き成形の手法を検討した。

さらに成形品の引張特性を評価するため静的引張試験を行った結果についても報告する。

2 成形法

2. 1 構成材料

樹脂は、粉末状ノボラック樹脂（昭和高分子（株）製BNP-5428 93wt%）と硬化剤であるヘキサテトラミン、7wt%、を混合し10MPaで圧縮して円柱状の固体とし、それを砕きペレットとして使用した。

強化材には、ガラスロービング（日東紡（株）製RS 110 QL-520）を20本使用した。

2. 2 引抜き法

Fig.1に引抜き成形の概略図を示す。成形には、押出機（Fig.2）と引取機を使用した。熱硬化性の引抜き成形の場合は一般的に樹脂槽を使用する。しかし今回は樹脂が常温で固形のノボラック樹脂を用いたため、ペレット状の樹脂を溶融して液状化するために用いる押出機が重要な役割を担っており、溶融した樹脂はクロスヘッドダイに送られる。強化繊維はまずFig.3の押出機の前頭にあるクロスヘッドダイの中を通し、そこでガラス繊維に溶融した樹脂を含浸させる。次に、形状を整えることと樹脂と繊維の含浸性を高めるためにそれらを加熱した金型（2×15×150mm）に通し熱硬化させ、引取機で引抜いた。

成形条件についてTable 1に示す。

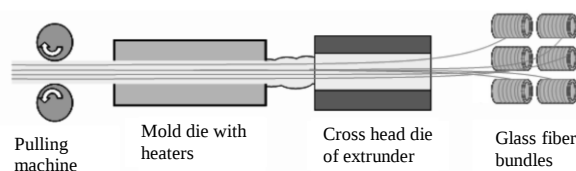


Fig.1 Schematic view of pultrusion molding

Development of flame retardant phenolic composites with pultrusion molding

Yusuke MORI , Goich BEN and Akiko HIRABAYASHI

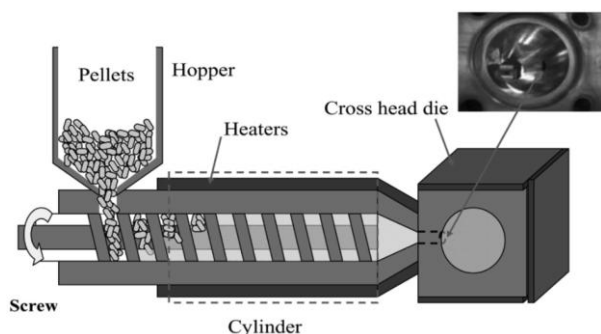


Fig.2 Schematic view extruder

Table 1 Pultrusion molding conditions

Cylinder temperature[°C]	80
Temperature of cross head die[°C]	110
Die temperature[°C]	150
Screw revolution[rpm]	10
Pulling speed[mm/min]	90

3 成形品の様相

Phenolic GFRPの外観をFig.3に示し、断面図をFig.4に示す。成形品の外観には樹脂の付着する部分を確認できた。これは、金型内壁に部分的に付着滞留していた樹脂が付着したことが原因だと考えられる。断面観察では繊維束の内部の繊維まで樹脂が含浸していることが確認できた。



Fig.3 Surface of molded phenolic GFRP

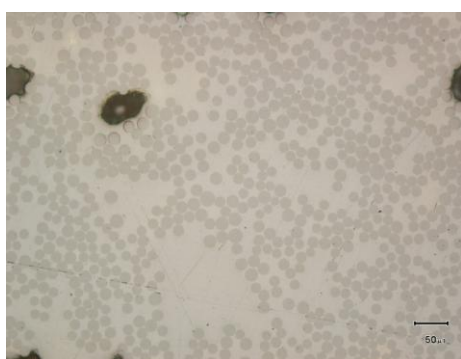


Fig.4 Cross section of specimen

4 静的引張試験条件

成形品の評価として、静的引張試験を行った。さらに、Phenolic GFRPの特性をガラス繊維の母材によく用いられる不飽和ポリエステル樹脂(UP)を母材としたGFRPと比較するためにUP GFRPの成形を行った。その際成形には一般的な引抜成形法に使われる樹脂槽を

用いて成形を行った。不飽和ポリエステル樹脂には(ディーエイチ・マテリアル(株)製)XPC-109)を使用した。

成形した連続的な試験体を260 mmずつダイヤモンドカッターで切断し、2×15×260 mmの短冊状とした。標点間距離が150 mmとなるように両端にタブを接着し、引張試験片とし、引張り速度1mm/minで試験を行った。Phenolic GFRPとUP GFRPの繊維体積含有率は約25%、とほぼ同じ値を示した。

5 静的引張試験結果

静的引張試験結果の平均値をTable 2に示す。比較のためにUP GFRPの試験結果も併せて示す。また、代表的な応力-ひずみ曲線をFig.5に示す。Phenolic FRPはUP FRPと比べ破断ひずみは若干低い値となったが、引張強度、ヤング率においてはUP FRPと同等の値を示した。

Table 2 Results of tensile test

	Tensile strength (MPa)	Young's modulus (GPa)
Phenolic FRP	630	24.7
UP FRP	694	20.7

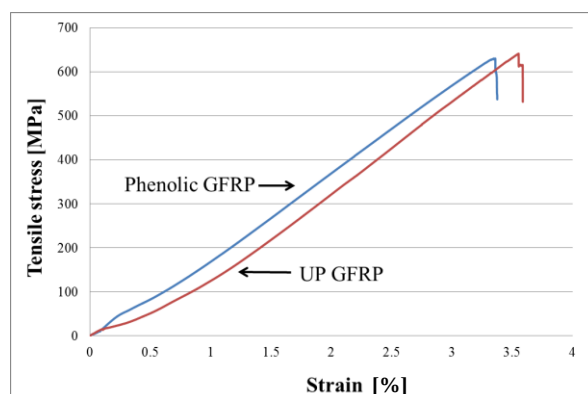


Fig.5 Tensile stress-strain curve

6 結言

引張試験結果から引抜成形法により成形したPhenolic GFRPはUP GFRPと同等の引張強度、弾性率を得ることができた。

「参考文献」

- 1) 邊 吾一, 藤崎博万, 山下記正, 射出成形法を用いた炭素繊維織物/フェノール複合材料の開発と引特性評価, JCCM-1 公演論文集, 2010, pp. 591-594
- 2) 松田匠: 日本大学大学院生産工学研究科平成20年度修士論文, (2008), pp.1-74