

生分解性樹脂と撚り糸状ケナフ繊維束を用いた引抜き成形法 による熱可塑性FRP材の開発

日大生産工（院） ○上野 雄太

日大生産工 邊 吾一

1. 緒言

GFRP に代表される繊維強化プラスチックは、比強度、比剛性に優れた材料であり、軽量化を目的として既存の材料との代替が行われている。しかし、ガラス繊維や熱硬化性樹脂を基材とした複合材料は廃棄処理やリサイクルが困難であるなど課題も多く、環境に配慮した環境循環型複合材料、グリーンコンポジットの研究、開発が盛んに行われている。

一般に、グリーンコンポジットは天然繊維と熱可塑性樹脂から構成され、当研究室ではケナフ繊維を強化材、生分解性樹脂を母材とした引抜き成形法によるグリーンコンポジットの開発¹⁾を行ってきた。

ここでは、この引抜き材を CFRP プリプレグ材のような繊維と母材が一体となった成形用中間体として利用し、加熱圧縮成形法により異なる繊維体積含有率 (Vf) の一方向の板材を作製し、曲げ特性を評価した。更に、強化材としてケナフ繊維を用いた新たな引抜き成形機構を提案し、複合シートの作製を試みたので報告する。

2. 一方向引抜き材を利用したプレス成形による板材の作製と評価

2.1 供試材および成形方法

強化材として撚り糸状ケナフ繊維束（ユニパックス）（以後ケナフ繊維と記す）を、母材として PBS (Poly Butylene Succinate)（昭和高分子）を用い、引抜き成形法、加熱圧縮成形法により供試材の成形を行った。

2.2 引抜き材のプリプレグ材への応用

引抜き成形法では、幅 15mm、厚さ 2mm のグリーンコンポジットを連続的に成形することができる。この引抜き材は熱可塑性樹脂を用いているため、可塑性を利用して、より幅が広く、厚い板材、あるいは他の形状部材を

成形するなど、CFRP プリプレグ材のように用いることが可能である。そこで、引抜き材のプリプレグ材への応用を検討するために、引抜き材と、引抜き材を用いて作製した一方向板材の引張特性の比較を行った。

引抜き成形法により作製した引抜き材（幅：15mm、厚さ：2mm）を金型（幅：70mm、厚さ：4mm）に、厚さ方向に 3 本、幅方向に均等な隙間を設けながら 4 枚、合計 12 本を同一方向に並べた。加熱圧縮成形機の金型温度 150℃の下で、3 分間圧力をかけずに保持した後、10 秒間 10MPa の圧力をかけて、最後に冷却（-5℃/min）し、一方向の板材（4×70×200mm）を作製した。この板材から 4×20×200mm の試験片を 3 本切り出し引張試験を行った。結果として代表的な応力ひずみ曲線を Fig.1 に示す。比較のため、引抜き材(PBS/Kenaf Vf: 28%)の引張試験の結果を併せて示す。

一方向板材と引抜き材は強度、弾性率ともに近い値を示した。これにより、プリプレグ材による板材の成形が可能であり、引張特性も不変であることを示した。

Fig. 2 に引抜き材と一方向板材の断面写真を示す。上段は光学顕微鏡、下段はマイクロスコプによる断面写真である。

上段の写真から、加熱圧縮成形後も繊維形状に変化はなく、引抜き材の段階で樹脂の含浸が十分に行われていることを確認できる。下段の写真から、引抜き材の繊維配向はランダムであり、均等に配向していることを確認できる。加熱圧縮成形後もこの傾向に変化はなく、樹脂リッチも確認されない。これらは引抜き材を成形用中間体として利用した場合、あらかじめ繊維に樹脂が含浸しているため、成形時間を短縮できることを示しており、本項での成形条件、150℃で 3 分、圧力をかけている時間は 10 秒と短い時間で成形を行っても十分な特性が得られることを示している。

Development of Thermoplastic FRP Composed of Kenaf Fiber Bundles and
Biodegradable Resin by Pultrusion Molding

Yuta UENO, Goichi BEN

2.4 繊維体積含有率と曲げ強さの関係

引抜き材の Vf の調整は、引抜き成形法における引抜き繊維本数（ポビンの数）の調節により行った。この異なる Vf の引抜き材を用いて、前項と同様、加熱圧成形法により一方向の板材を作製し評価を行った。ここでは Vf=15, 31, 49% の試験片の作製を行い、三点曲げ試験を行った。試験片寸法は 4×10×100mm, 評点間距離は 64 mm, 試験片数はそれぞれ 5 本, 試験速度は 2 mm/min とした。

Fig. 3 に Vf と曲げ弾性率, 曲げ強さの関係を示す。比較対象として, PBS 樹脂単体における試験結果も併記する。

Vf の増加に伴い, 曲げ弾性率, 曲げ強さ共に線形的に増加している。これより異なる Vf の引抜き材を用いて, 一方向の板材の作製が可能であることを示した。

3. 熱可塑性複合シートの作製

前述の引抜き材は幅 15mm であり, 幅方向に積層した場合に引抜き材間で樹脂リッチを生じやすく, より大きなアプリケーションへの用途展開としては困難である。そこで, 幅方向に拡張した幅 150mm の引抜き材の作製を試みた。(Fig. 4) 強化材には平織りのケナフ織物を, 母材には前項と同様 PBS を用いた。

一般に熱可塑性樹脂の熔融粘度は高く, 繊維への被覆を行う場合には樹脂の粘度を下げるなどの手法がとられる。本成形機構では樹脂の被覆は容易であるが, 織物の構成糸の拘束が弱く, 粘度による繊維の撚れが生じた。今後は樹脂の粘度を制御し, 繊維の撚れの防ぐ成形手法を検討する予定である。

4. 結言

- 引抜き材をプレプレグ材として応用し, 他の形状の成形品を加熱圧縮成形法により作製することができる。
- 繊維と樹脂があらかじめ含浸されている引抜き材をプリプレグ材として用いることで成形時間の短縮が可能である。
- 異なる繊維体積含有率の引抜き材を用いて曲げ特性の異なる板材を成形することができる。
- 150mm 幅の引抜き材を成形することが可能である。

[参考文献]

- 1) Goichi Ben, Takumi Matsuda: Proceedings of IWGC- 5 (2008), pp18-19

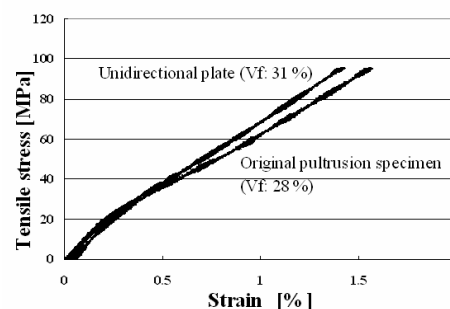
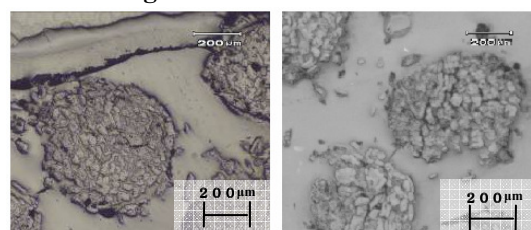
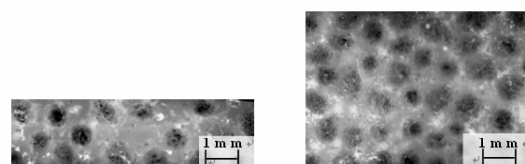


Fig. 1 Stress-strain curves



Original pultrusion specimen

Unidirectional plate



Original pultrusion specimen

Unidirectional plate

Fig. 2 Observation of cross sectional area

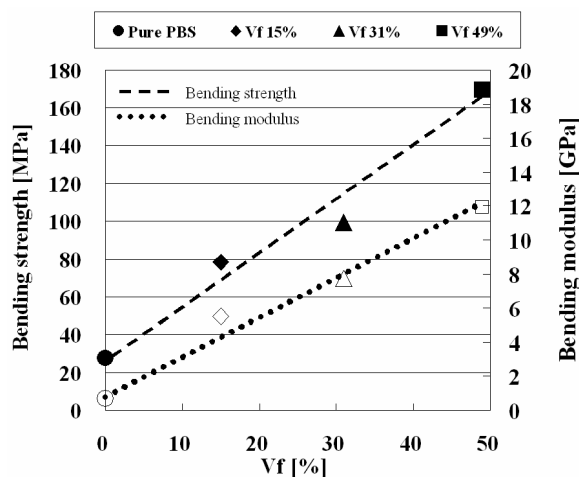


Fig. 3 Relationship between Vf and bending properties

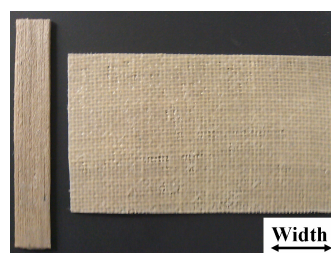


Fig. 4 FRTP sheet