

グリーンコンポジット製各種構造部材の開発

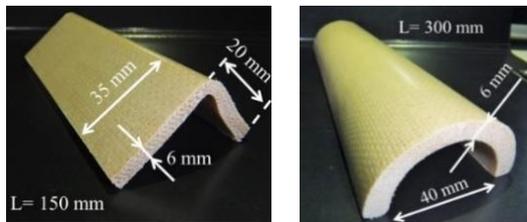
日大生産工(院) ○勝賀瀬 大 日大生産工 邊 吾一 日大生産工 坂田憲泰

1. 緒言

比強度・比剛性に優れた FRP は航空宇宙分野で構造部材に適用され、今後は自動車分野への利用へと拡大している。しかし、FRP では熱硬化性樹脂をマトリックスとしているため、リサイクルやリユースが困難となっている。一方、マトリックスに熱可塑性樹脂を用いた FRTP は加熱することで再溶融できるため、リユースが可能となる。

グリーンコンポジットは土壌で分解する植物由来の生分解性樹脂と、天然繊維を複合化させた環境負荷低減型複合材料である。著者らは過去の研究^{1,2)}で、ケナフ繊維束と熱可塑性樹脂である PLA 樹脂を用いて、引抜成形法にてグリーンコンポジットを連続的に成形することに成功した。さらに成形したグリーンコンポジットを熱硬化性樹脂のプリプレグ材のように使用して、加熱圧縮成形することによりグリーンコンポジット製の平板を成形し、それらの機械的特性を調査した。

本研究では、グリーンコンポジットを構造部材に適用するために、再溶融法にてグリーンコンポジット製の各種構造部材 (Fig.1) の成形を行った。本報告では、グリーンコンポジット製のチャンネル材を成形し、曲げ強度を評価した結果について報告する。



(a) Angle bar (d) Semicircle bar
Fig.1 Structural members made of green composites

2. 材料

グリーンコンポジット製チャンネル材の成形には、ケナフ織物 (旭織物株式会社製) と PBS 樹脂 (昭和電工製, 融点: 114°C) を用いて引抜成形法にて成形した、幅: 150 mm, 厚さ: 1 mm のグリーンコンポジット製プリプレグを用いた。

3. チャンネル材の成形方法

グリーンコンポジット製チャンネル材の成形では、最初に引抜成形法で成形したプリプレグ (Fig.2) を加熱圧縮成形にて、幅: 100 mm, 長さ: 300 mm, 厚さ: 2 mm (4ply) の板材 (Fig.3) に成形した。成形条件は、金型温度: 160°C, 成形圧力: 3 MPa, 保持時間: 3 min である。

次に、成形した板材を厚さ 0.25 mm の離型フィルムに挟んだ状態で再溶融し、Fig.4 のアルミ製金型に押し入れた。脱型後のグリーンコンポジット製チャンネル材を Fig.5 に示す。なお、本研究では最適な再溶融温度を確認するために、再溶融温度は 120°C, 130°C, 140°C, 150°C, 160°C の 5 通りとし、圧力 1.5 MPa で 30 秒間保持した。

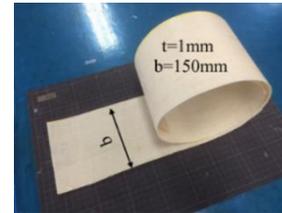


Fig.2 Prepreg made of kenaf / PBS composite

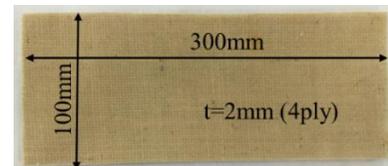
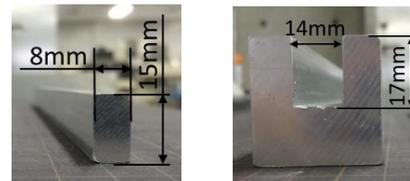


Fig.3 kenaf / PBS composite plate



(a) Male mold (b) Female mold

Fig.4 Mold for fabricating channel bar

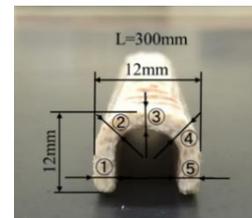


Fig.5 Channel bar made of kenaf / PBS composite (160°C)

Development of structural members made of green composites

Dai SHOGASE, Goichi BEN and Kazuhiro SAKATA

4. 成形品の寸法評価

再熔融温度が成形品の寸法に与える影響を調査するために、各温度 5 本の成形品について、Fig.5 の①～⑤の 5 カ所の板厚を計測した結果を Table 1 に示す。なお、表中の括弧内は変動係数を示している。

成形時に圧力が負荷される部位③が全ての再熔融温度において、板厚が最小となった。また、変動係数は 4% 以下と小さな値となった。再熔融温度が上昇するに伴い、板厚の平均値が向上する結果となったが、これは樹脂の粘度が低くなったことで、金型に押し込む際の抵抗が減ったためであると考えられる。

Table 1 Thickness of each section (unit : mm)

	Re-melting temperature (°C)				
	120	130	140	150	160
①	2.34 (0.04)	2.21 (0.02)	2.34 (0.02)	2.51 (0.03)	2.40 (0.03)
②	2.14 (0.02)	2.07 (0.03)	2.20 (0.03)	2.29 (0.03)	2.34 (0.03)
③	2.04 (0.02)	2.01 (0.03)	1.96 (0.03)	2.13 (0.03)	2.32 (0.04)
④	2.14 (0.02)	2.22 (0.03)	2.22 (0.02)	2.29 (0.03)	2.35 (0.03)
⑤	2.19 (0.04)	2.24 (0.03)	2.26 (0.03)	2.38 (0.02)	2.36 (0.02)
Ave.	2.17	2.21	2.20	2.32	2.35

5. 3点曲げ実験

5.1 実験方法

再熔融温度が成形品の機械的特性に与える影響を調査するために 3 点曲げ実験を行った。供試体は各 5 本用意し、試験速度は 2 mm/min とした。また、試験片の向きはチャンネル材の開口部を上向きとした (Fig.6)。

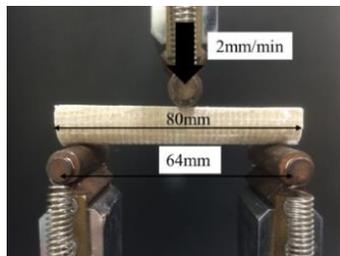


Fig.6 Three-point bending test

5.2 実験結果と考察

Fig.7 に各供試体の曲げ強度の平均値と標準偏差を示すが、曲げ強度は供試体を完全なチャンネル材と仮定して計算を行った。

再熔融温度の上昇に伴い曲げ強度は増加し、再熔融温度 160°C の供試体の曲げ強度の平均値は 24.5 MPa となったが、これは材料試験での曲げ強度 (60 MPa) の 40% 程度であった。試験結果の一例として再熔融温度が 160°C の供試体の変位と荷重の関係を Fig.8 に示すが、全試験片とも最大荷重到着後、荷重は緩やかに減少し、供試体は Fig.9 に示すように試験片全体での破壊には至らなかった。

7. 結言

- 1) 再熔融法を用いてグリーンコンポジット製チャンネル材の成形を行なうことができた。
- 2) 熔融温度が上昇するに伴い、樹脂の粘度が低くなったことで板厚の平均値は上昇したが、変動係数は 4% 以下であった。
- 3) 曲げ試験の結果、曲げ強度は再熔融温度の上昇に伴い増加した。

参考文献

- 1) 邊吾一, 松田匠, 上野雄太: 引抜成形法によるケナフ繊維グリーンコンポジットの開発と機械的特性, 日本複合材料学会誌, 36, 2 (2010), 41-47.
- 2) Goichi Ben, Akiko Hirabayashi and Yuma Kawazoe: Evaluation of quasi-isotropic plate and cylindrical shell fabricated with green composite sheets, Advanced composite materials, 22, 6 (2013), 337-387.

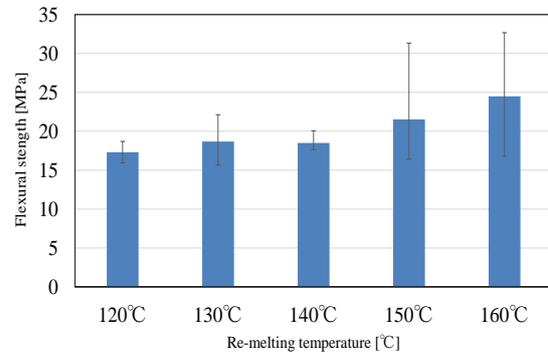


Fig.7 Relationship between maximum flexural strength and re-melting temperature

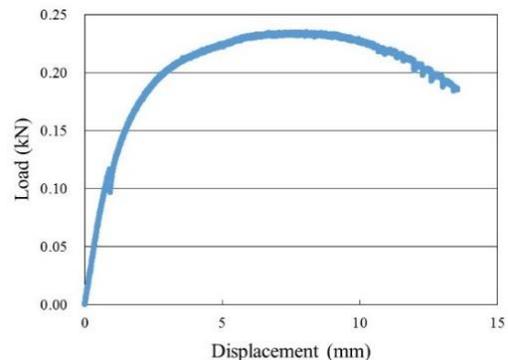
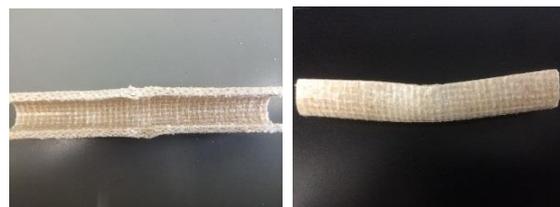


Fig.8 Load-displacement curve of 160°C specimen



(a) Upper view (b) Side view

Fig.9 Specimen after three-point bending test