

補助事業番号 2020M-169

補助事業名 2020年度 熱可塑性繊維と炭素繊維の開織コミングヤーンを用いたCFRTPプリプレグの創製補助事業

補助事業者名 福井大学 繊維・マテリアル研究センター 山下義裕

1 研究の概要

これまでの熱硬化樹脂を用いたCFRPは成形加工に長時間が必要であった。また製品のリサイクルも困難であった。熱可塑性樹脂をCFRPのマトリックスとして用いることでより早い成形サイクルを可能にすると共に成形品をリサイクルとして粉碎して再ペレット化して射出成型品としての用途が可能になる。これまでは開織された炭素繊維の表面に樹脂フィルムをサンドイッチしたプリプレグは試作されているが、熱可塑性樹脂は室温では硬く剛直であり、熱硬化性プリプレグのように製品形状の型枠に貼り付け積層することが困難であり予備加熱して柔軟にしてからの成形するのであれば、成形時間の短縮が期待できない。そこで炭素繊維と熱可塑性繊維を複合させた混織糸(コミングヤーンもしくはコミングルヤーン)を用いることでその課題を解決する。本研究では電気開織と機械開織を併用したコミングルヤーンの作製とそれを用いた平織物のプリプレグを作製してその複合材料の力学特性と熱可塑性樹脂の炭素繊維内への含侵の程度を調査して、実用化に向けた課題を明らかにした。

2 研究の目的と背景

コミングルヤーンの作製においてはそのために開発されたMDXナイロンと炭素繊維を用いて混織糸とその開織、織物を設計する。織物構造にすることで一方向シートでは 0° / 90° の交互積層が必要であったがそれを意識することなく取り扱うことも可能である。熱可塑性CFRPプリプレグを予備加熱なくまた樹脂の炭素繊維への含侵時間を短縮でき、かつ炭素繊維の特性を十分に発揮することができる開織糸を用いるというこの開織コミングルヤーン熱可塑性炭素繊維織物は複合材料の製作に向けて非常に有用である。

3 研究内容

開織コミングルヤーン炭素繊維織物の開発(<http://www.fmc.u-fukui.ac.jp/index.html>)

I. 電気開織を併用したコミングルヤーンの作製

コミングルヤーン材料には、PAN系の炭素繊維(CF)とナイロンMDX繊維からなるコミングルヤーンを電気開織を併用して作製した。まず開織したコミングルヤーンを幅10 mmになるように作製し、その後それをさらに力学的開織を加えて幅30 mmに開織した。

II. コミングルヤーン織物の作製

レピア織機を用いて開織コミングルヤーン平織物を製織した。製織した開織コミングルヤーン織物を245 mm角に裁断し積層した。

III. コミングルヤーン織物の成形

加熱冷却プレス成形機を用いてCFRTP板を作製した。成形温度を270 °Cとし、成形時間を30 minとして成形時間を5 min、10 min、20 min、30 minの4水準にて成形を行った。

IV. コミングルヤーン織物からなるCFRTPの力学特性

開織コミングルヤーン織物積層材CFRTPの引張特性と曲げ特性の評価を評価した。成形圧力が5 MPaである成形品と比較し、成形圧力が10 MPaの成形品の引張弾性率が低下することが分かった。成形時間の増加に伴い成形品の引張強さおよび引張破断ひずみは低下する傾向が見られた。成形品を観察したところ、成形時間5 minの成形品と比較し、成形時間30 minの成形品の炭素繊維の湾曲度合いが増大したことが確認された。また成形品の曲げ強さに及ぼす成形時間の影響は軽微であることが明らかになった。

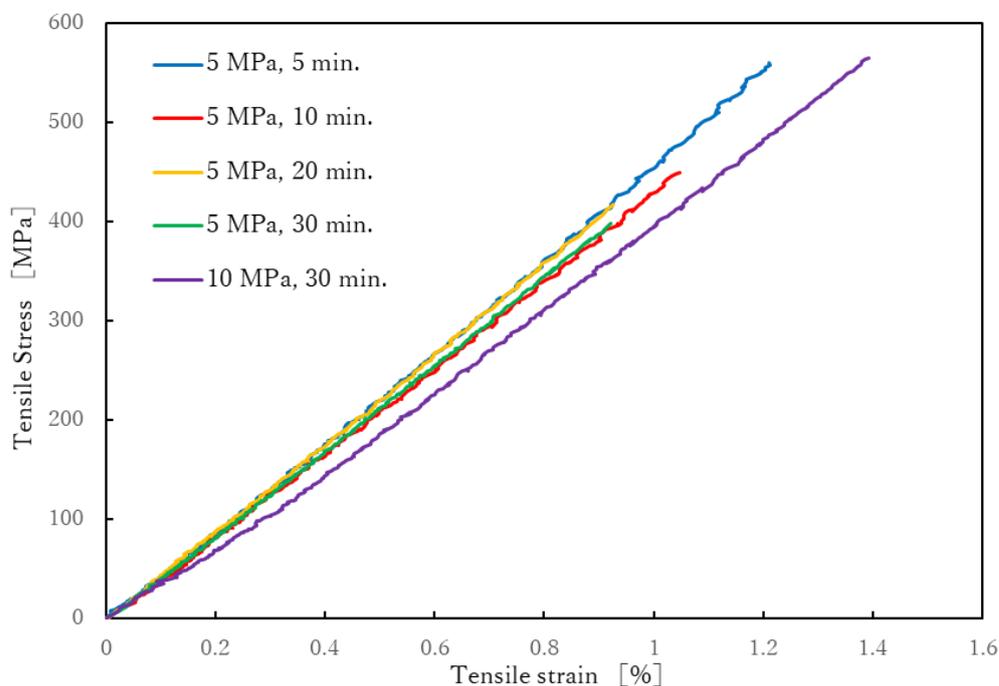


図1 開織コミングルヤーン織物からなるCFRTPの引張性能の成形時間と温度の依存性

V. 熱可塑性樹脂の炭素繊維中への含浸の確認

断面観察結果から成形時間および成形圧力に関わらず、マトリックス樹脂は炭素繊維束内に十分に含浸しており、ボイドは確認されなかった。従って、成形時間が5 minの段階で樹脂の含浸が完了したと考えられ、引張特性や曲げ特性の違いにボイドの影響は無かったと考えられる。

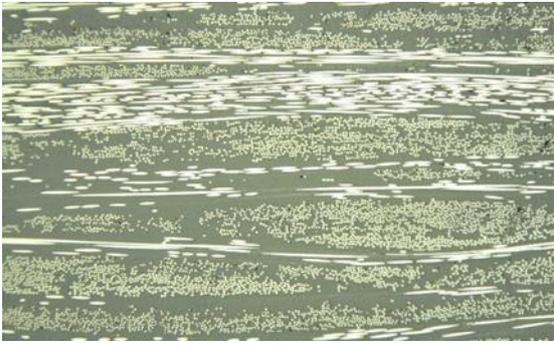


図2 開織コミングルヤーンにおける熱可塑性樹脂の含侵の確認の顕微鏡写真

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

開織コミングルヤーンを用いた織物が非常に優れた CFRTP としての成形性を持つことがわかったことから今後の CO₂削減に向けた取り組みに注目されている自動車搭載用水素ガスタンクの補強材などの自動車部品への応用が期待されている。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

福井大学における炭素繊維強化複合材料研究は福井県の繊維産業を担う企業と連携して進んでおり、新しい複合材料製品の設計につながる研究開発である。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

日本繊維機械学会第74回年次大会令和3年5月27日口頭発表

B-09「開織された炭素繊維 / ナイロン繊維からなる熱可塑性複合材料の力学特性」

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

開織コミングルヤーン平織物プリプレグ(幅1m、長さ40m)、綾織物プリプレグ(幅1m、長さ30m)



図3 開織コミングルヤーン平織物プリプレグシート

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 福井大学繊維・マテリアル研究センター
(フクイダイガク センイ・マテリアルケンキュウセンター)

住 所： 〒910-8507
福井県福井市文京3-9-1

担 当 者： 教授 山下義裕 (ヤマシタヨシヒロ)

E - m a i l: yama-yo@u-fukui.ac.jp

U R L: <http://www.fmc.u-fukui.ac.jp/index.html>