

コミングル繊維の均一混織技術の開発

企画指導部 次世代技術開発支援PJ室 ○長谷部裕之 森大介 神谷淳 奥村航 木水貢

1. 目 的

熱可塑性樹脂を用いた繊維強化複合材料は、熱により柔らかくなることから、従来の熱硬化性の樹脂と比べ、成形時間の短縮やリサイクル性が期待できる材料である。熱硬化性樹脂に比べ、この熱可塑性樹脂は融けたときの粘度が高く、強化繊維の内部まで浸透(含浸)しにくいことから、成形後の複合材料中に空隙(ボイド)が発生し、複合材料の強度を十分に発現できないという課題がある。この課題を解決する手法の1つとして、強化繊維と熱可塑性樹脂繊維を混ぜ合わせた混織糸(以下、コミングル繊維)を用いる手法があり、成形時の含浸性を向上させるには、コミングル繊維内の各繊維を均一に混ぜ合わせることが重要である。

そこで、本研究では、アラミド繊維と炭素繊維の2つの強化繊維とナイロン繊維を均一に混織する技術について検討し、さらに得られたコミングル繊維を複合化して、含浸性と力学的特性について評価した。

2. 内 容

2.1 サイジング剤の処理

強化繊維には、製織等の取り扱いを考慮して平滑性や収束性を向上させるために糊剤(サイジング剤)が塗布されている。2種類以上の繊維を混織する上で、サイジング剤が塗布されていると、各繊維間が分離されずに、繊維同士が均一に混ざり合わない。そこで、各繊維間を分離し易くするために、サイジング剤の除去を目的として水中での超音波処理を行った。その結果、処理前と処理後のサイジング剤の量を比較したところ、アラミド繊維が56%、炭素繊維が18%減少していることがわかった。

2.2 コミングル繊維の試作

(1) アラミド繊維/ナイロン繊維の混織

アラミド繊維とナイロン繊維を用いて、空気混織によるコミングル繊維を試作した。空気混織は、図1に示すエアジェット式コンポジットワインド装置を用い、糸速50m/min、撚数60T/m、空気圧0.8MPaの条件で、送り速度と巻き取り速度の比(フィード率)を変化させて作製した。

(2) 炭素繊維/ナイロン繊維の混織

図2に炭素繊維とナイロン繊維を用いて試作したコミングル繊維を示す。炭素繊維は、アラミド繊維に比べ剛直であることから、空気混織による交絡では簡単に単繊維切れ(毛羽)が生じてしまう。そこで、毛羽の発生を抑制するため、炭素繊維とナイロン繊維をそれぞれ空気により開織した後、水中で超音波振動を与えて混織した。図2より、毛羽の少ないコミングル繊維が得られることがわかった。



図1 エアジェット式コンポジットワインド装置

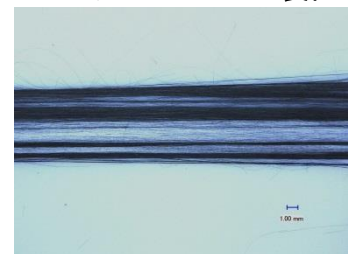


図2 炭素繊維/ナイロン繊維のコミングル繊維

2.3 コミングル繊維の評価

(1) コミングル繊維の混織率について

デジタルマイクロスコープで観察したアラミド繊維/ナイロン繊維のコミングル繊維の断面画像を図3に示す。また、コミングル繊維内の各繊維の混ざり合いを表す指標として、混織率を併せて示す。図3からフィード率が大きくなるに伴い、混織率も大きくなり、フィード率5%で混織率90%となった。図4に炭素繊維/ナイロ

ン繊維のコミングル繊維の断面画像と混織率を示す。炭素繊維のコミングル繊維の混織率は87%になることがわかった。また、炭素繊維とナイロン繊維を引き揃えた糸と比較したところ、引き揃え糸の混織率は68%となり、今回の超音波での混織手法を用いることで、高い混織率を得られることがわかった。

(2) CFRPの含浸性と力学的特性

炭素繊維/ナイロン繊維のコミングル繊維を用いて、炭素繊維強化複合材料(以下、CFRP)を試作した。具体的には、鉄板にコミングル繊維を巻き付け、260℃で20分加熱後、プレス成形を行った。図5にデジタルマイクロスコープで断面を観察した画像を示す。図5より混織率68%の繊維から試作したCFRPには、炭素繊維間のボイドが多く確認できる。混織率87%の繊維から試作したCFRPは、ボイドが少なく、繊維内部まで樹脂が含浸していることがわかった。

また、試作したCFRPについて、引張り試験を行った。得られた結果を図6に示す。図6よりこの2つのCFRPを比較すると、引張り強度と引張り弾性率はともに混織率87%の繊維から試作したCFRPの方が高くなることがわかった。

これらの結果から混織率が高い繊維を用いることにより、成形時の含浸性が向上し、CFRPの力学的特性が高くなることがわかった。

3. 結 果

ナイロン繊維とアラミド繊維及び炭素繊維とのコミングル繊維を試作し、混織率及び CFRP にしたときの含浸性と力学的特性を評価した結果、以下のことが得られた。

- (1) アラミド繊維とナイロン繊維を用いて、空気混織した結果、フィード率を大きくすることで、混織率が向上する。
- (2) 炭素繊維とナイロン繊維を各々空気により開繊後、水中で超音波を用いて混織した結果、毛羽の発生を抑制でき、混織率 87%のコミングル繊維が得られた。
- (3) 混織率の高いコミングル繊維を用いることで、成形時の含浸性が向上し、CFRP 力学的特性が高くなる。

今後、これらの知見を基にコミングル繊維を活用した複合材料の製品開発を目指していきたい。

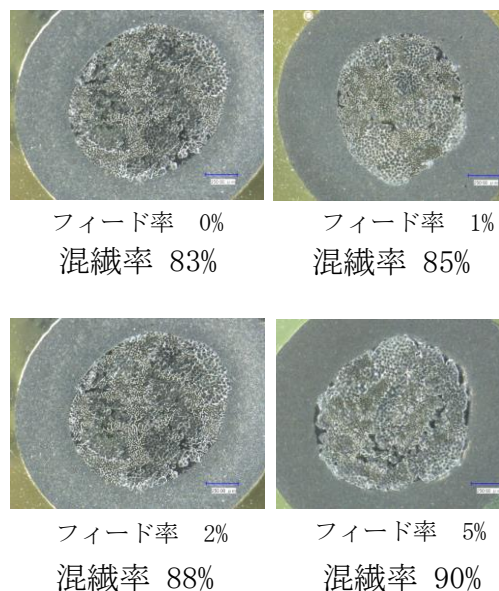


図3 アラミド繊維の混織率

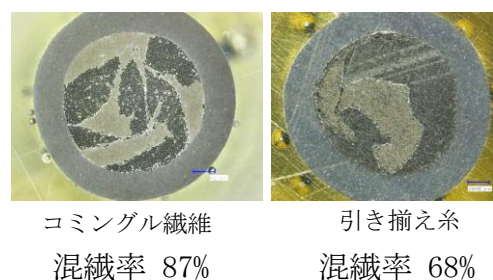


図4 炭素繊維の混織率

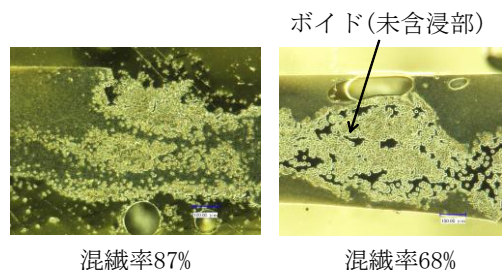


図5 CFRPの断面(倍率300倍)

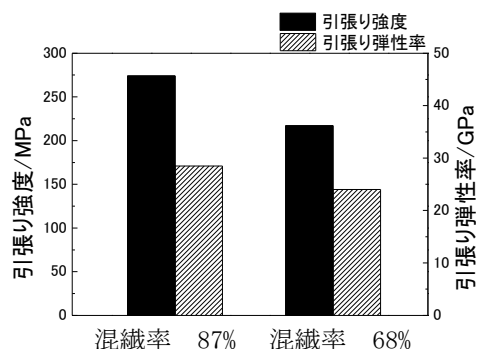


図6 CFRPの引張り強度と弾性率