

連続・不連続繊維複合化による熱可塑性CFRPの研究開発

企画指導部 次世代技術開発支援PJ室 ○奥村航 木水貢 廣崎憲一 多加充彦

1. 目的

熱可塑性樹脂をマトリックスとする熱可塑性 CFRP は、高強度、軽量、短時間で成形できるという特徴から、軽量化を目指す自動車への適用が見込まれ、近年、注目されている材料である。しかしながら、炭素繊維織物を基材とした熱可塑性 CFRP の弾性率は鉄の1/4程度であり、剛性が鉄製品と比較して低くなるという課題がある。

熱可塑性 CFRP は製品中にリブを成形することにより剛性を向上させることが可能であるが、織物基材の熱可塑性 CFRP の場合、織物が剛直で流動性が無いため、リブに炭素繊維が入りにくく、また、リブの周りの炭素繊維織物の配列が乱れることにより、設計通りの物性値が発現しなくなる。

そこで本研究では、リブ成形に適した熱可塑性 CFRP の開発を目的とし、力学的特性の高い炭素繊維織物を基材とする熱可塑性 CFRP と流動性の良い短繊維炭素繊維を基材とした熱可塑性 CFRP ハイブリッド材料の検討を行った。

2. 内容

2.1 リブ成形試料の作製

織物基材の熱可塑性 CFRP の作製は以下のように行った。まず、炭素繊維(東レ(株)製トレカ T700SC-12K)を用い、5.9 本/5cm の糸密度、目付 230g/m² で平織物を作製した。次に、PA6 樹脂(東レ(株)製アミラン CM1006)を用い、厚さ 100 μ m のフィルムを作製した。これらの炭素繊維織物 4 枚と PA6 フィルム 5 枚を交互に積層し、プレス温度 290 $^{\circ}$ C、プレス圧力 1.5MPa、プレス時間 10 分で予備含浸を行った後、プレス温度 220 $^{\circ}$ C、プレス圧力 14.6MPa、プレス時間 10 分でプレス成形を行った。得られた試料の厚みは 1mm であった。

短繊維基材の熱可塑性 CFRP は、短繊維ペレット(東レ(株)製トレカ 1001T -15A)を材料とし、試験用フィルム成形押出機(プラスチック工学研究所(株)製)により成形温度 275 $^{\circ}$ C で作製した。得られた試料の厚みは 500 μ m であった。

織物基材の熱可塑性 CFRP 1 枚と短繊維基材の熱可塑性 CFRP 2 枚を重ね合わせ、プレス成形により、二つの材料を貼り合わせると同時に高さ 3, 5, 7, 9mm のリブを成形した。成形したリブの断面写真を図 1 に示す。いずれも、リブは短繊維基材部分に成形されており、また、リブ先端部のショートやリブを立てた裏側にヒケ等の不具合を生じることなく成形することができた。

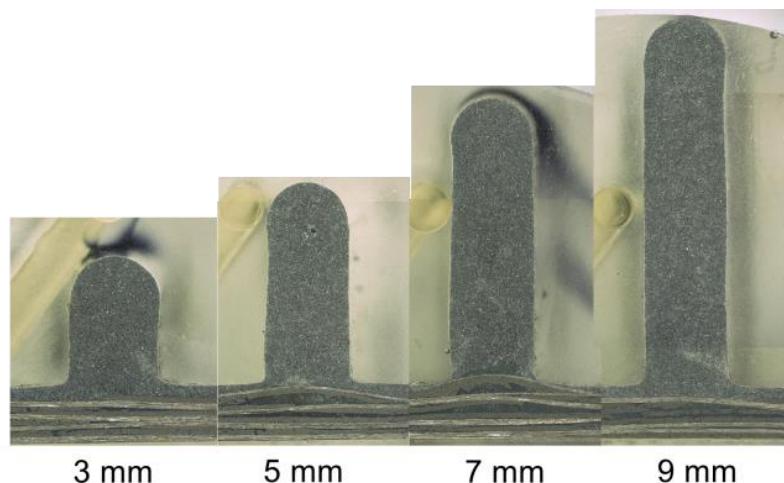


図 1 リブ成形試料の断面写真

2.2 リブ成形の評価

作製した試料の曲げ特性を評価するため、図 2 のようにリブ成形面が下方となるように試料を設置し、三点曲げ試験を行った。

三点曲げ試験より評価した見かけの弾性率と見かけの強度を図 3 に示す。ここで、見かけの弾性率および見かけの強度とは、試料断面を長方形と仮定して算出した弾性率および強度であり、厚みはリブ成形以外の箇所を測定した実測値を用いた。したがって、実際のリブの断面二次モーメントや断面積は考慮していない。

図 3 より、リブの高さが高くなるほど見かけの弾性率および見かけの強度は向上し、リブ高さ 9mm では、見かけの弾性率は 996GPa、見かけの強度は 1210MPa に達した。また、破断形態を観察すると、3mm では、リブ先端が破壊するのに対し、5mm 以上ではリブが剥離する現象が観察された。

ここで目標とする鉄の弾性率は約 200GPa、強度は 300~600MPa である。本研究の試料はリブ高さ 5mm で見かけの弾性率 307GPa、見かけの強度 722MPa となるため、高さ 5mm 以上のリブを成形することで目標値を達成することがわかった。

2.3 応用例

この技術を応用し、例えばパネル等の平面状製品の剛性を高めるためには、図 4 の様にハニカム状にリブを配置することが考えられ、実際に成形可能であることを確認した。

3. 結果

本研究では短繊維基材と織物基材とを貼り合せたハイブリッド熱可塑性 CFRP を作製し、リブ成形実験を行った。また、得られた試料の物性を三点曲げ試験により評価し、鉄との力学的特性の比較を行った。

その結果、今回検討したハイブリッド熱可塑性 CFRP は、リブ高さ 9mm までの成形が可能であり、ショートやヒケ等を起こさず、成形することができた。リブ成形した CFRP の見かけ上の曲げ弾性率と曲げ強度は、リブ高さ 5mm 以上で目標とする鉄の物性値を超えることがわかった。

この技術の応用として、ハニカム状に配置したリブの成形も可能であることを確認した。

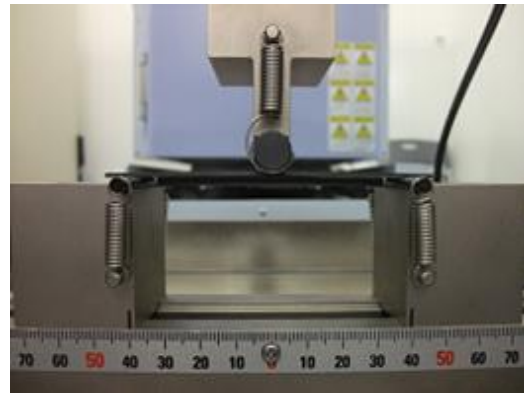


図 2 三点曲げ試験状況

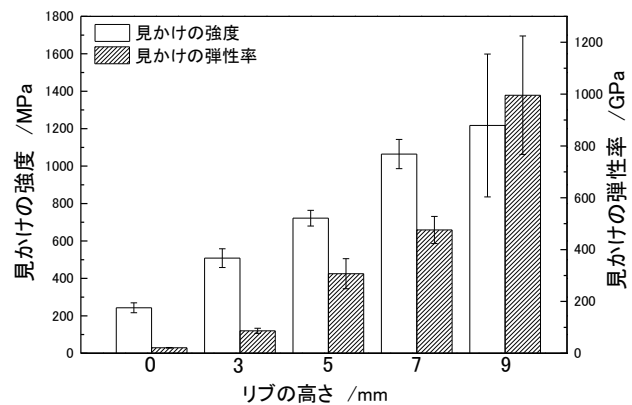


図 3 見かけの曲げ強度および曲げ弾性率

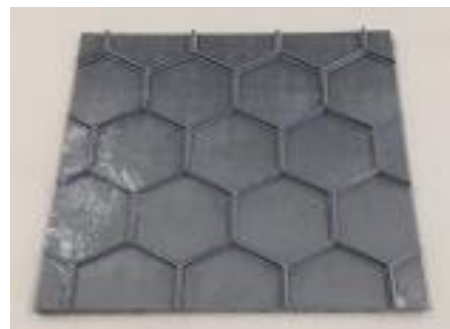


図 4 ハニカム状にリブを配置した試料