

研究ノート

無縫製編み機を用いた立体形状を有するCFRPの開発

田中利幸*1、堀 公子*2、坂崎克秋*2、佐々木敏哉*3、佐々木哲哉*3

Development of CFRP Using Non-sewing Knitting Machine

Toshiyuki TANAKA*1, Kimiko HORI*2, Katsuaki SAKAZAKI*2, Toshiya SASAKI*3
and Tetsuya SASAKI*3

Owari Textile Research Center*1 Wakogikenkougyo CO.,Ltd.*2 Trestech CO.,Ltd.*3

無縫製編み機を用いた立体形状を有する CFRP の製造技術の開発を行った。炭素繊維を他繊維でカバリングすることにより、炭素繊維を無縫製編み機で編成することが可能となり、金型の形状に合わせた形に炭素繊維を編成することができた。編成した炭素繊維を熱プレスで成形した結果、炭素繊維に折損なく、立体形状を有する CFRP を製造することができた。また、本技術の実用化に向けて、汎用性の高い 3K の炭素繊維を用いるとともに、実用的なヘルメット形状での検証を行った。

1. はじめに

織物、編物、組紐などのテキスタイルを基材とした炭素繊維強化プラスチック (CFRP) であるテキスタイルコンポジットが最近注目されている。テキスタイルコンポジットは自動化に適している、賦形性に優れるなどの利点があり、CFRP の生産性や性能向上が期待される¹⁾²⁾。

我々はテキスタイルコンポジットのうち、編物 (ニット) を基材とした CFRP の開発に取り組んできた³⁾⁴⁾。ニットは繊維の屈曲が大きいため、炭素繊維のような剛性が高い材料では繊維の損傷が激しくなり、編成できないという問題があったが、他繊維でのカバリングにより炭素繊維の編成を可能とすることに成功した。カバリング糸として用いた熱可塑性繊維は熱をかけることで熔融し、熱可塑性 CFRP のマトリックス材とすることができる。

ニットは特有の編み目構造に由来する伸縮性を持つため、UD 材やクロス材に比べて賦形性に優れている。しかしながら、曲率の小さな曲面やより複雑な形状に対しては、その賦形性は十分ではない。そこで、本研究では無縫製編み機を用いて立体形状を有する CFRP を製造する技術の検討を行った。無縫製編み機を用いることで炭素繊維を目的とする形状に合わせて編成することができるため、成形性の向上や裁断くずの減少による製造コスト削減が期待できる。

2. 実験方法

2.1 カバリング炭素繊維の作成

炭素繊維には東レ(株)製の T-300-1000(以下、CF 糸)を

用いた。カバリング糸および引き揃え糸は、東レ(株)製ナイロンウーリー加工糸 (50D) を用いた。カバリング CF 糸の調製には、意匠撚糸機トライツイスター ON-700NF-III (オゼキテクノ(株)) を使い、CF 糸と引き揃えのナイロンウーリー糸を、ナイロンウーリー糸でダブルカバリングする構造とした。作成したカバリング CF 糸を図 1 に示す。芯となる炭素繊維が完全に保護されるようにカバリング量を調整した結果、番手は 1300D となった。

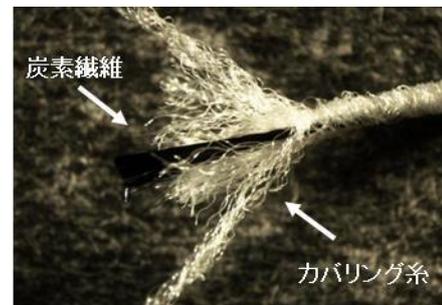


図 1 カバリング CF 糸

2.2 カバリング炭素繊維の編成

カバリング CF 糸は無縫製編み機 MACH2S 12G (株島精機製作所) を用いて編成した。ニット糸にはカバリング CF 糸に 150D のナイロンマルチフィラメント糸を引き揃えで用いた。

2.3 熱プレスによる CFRP の成形

編成したカバリング CF 糸を熱プレスすることにより、カバリングに用いたナイロンをマトリックス材とした CFRP を成形温度は 240°C で成形した。

*1 尾張繊維技術センター 素材開発室 *2 和光技研工業株式会社 *3 株式会社トレストック

3. 実験結果及び考察

3.1 カバリング炭素繊維の編成

金型の CAD データを参考に、無縫製編み機で使用可能な型紙データを作成し、カバリング CF 糸を金型形状に合わせて編成した (図 2)。

無縫製ニットでは、立体形状を作るために移し目等の操作が必要となる。移し目が行われる編み目では、繊維に強い張力がかかるため、当初 CF 糸に折損が見られたが、ニット糸が受ける負荷がなるべく減少するように編成データを見直すとともに、巻き下げ張力などの編成パラメーターの調整を行うことで、折損なくカバリング CF 糸を編成することが可能となった。



図 2 成形用金型 (左) と編成したカバリング CF 糸 (右)

3.2 カバリング炭素繊維の成形

熱プレスを用いて、編成した炭素繊維の成形を行った。成形は 4 枚の炭素繊維編地を積層して行った。成形した炭素繊維の写真を図 3 に示す。CF 糸に折損は見られず、立体形状の CFRP を成形することが可能となった。



図 3 成形したカバリング CF 糸

3.3 実用化に向けた検証

本研究で使用した 1K の炭素繊維は高価であるため、ニット基材 CFRP の普及のためには、コスト面で有利な 3K の炭素繊維でのサンプル作製が求められる。また、本研究では単純な半球状の成形品の試作を行ったが、実際の製品ではより複雑な形状となることが予想された。そこで、3K の炭素繊維 (テナックス HTS40 E13 3K) を用いるとともに、実用品に近いヘルメット形状での成形品の試作を行った。

1K の場合と同様に 3K の炭素繊維が完全に保護されるようにカバリングを行い、2700D のカバリング CF 糸

を作成した。また、カバリング CF 糸の番手が大きくなることに合わせて、編成する編み機を MACH2S 8G (柁島精機製作所) に変更した。

編成した CF 糸を熱プレスを用いて成形した結果を図 4 に示す。移し目の数や位置を調整することにより、ヘルメットのような非対称形状であっても、半球状の場合と同様に CF 糸の折損なく編成・成形することができた。



図 4 実用化に向けた検証に使用した金型 (左) と成形品 (右)

4. 結び

無縫製編み機を用いて立体形状を有するニット基材 CFRP を作成した。

- (1) 炭素繊維を熱可塑性繊維でカバリングするとともに、編成時に炭素繊維に負荷がかからないように編成データを調整することで、炭素繊維を立体形状に編成することが可能となった。
- (2) 編成した炭素繊維を熱プレスで成形することで、立体形状の CFRP を作成することができた。
- (3) 炭素繊維にコスト面で有利な 3K を用いるとともに、実用的なヘルメット形状に成形することにも成功した。

付記

本研究の一部は独立行政法人科学技術振興機構 平成 24 年度研究成果展開事業 A-step フィージビリティスタディ探索タイプとして実施した。また、実用化に向けた検証は、(公財) 科学技術交流財団の企業間連携推進事業として実施した。

文献

- 1) 飯塚健治：染色研究, 55(1), 8-15 (2011)
- 2) 濱田泰似, 仲井朝美, 杉本健一：繊維と工業, 60(6), 78(2004)
- 3) 茶谷悦司, 福田ゆか, 池口達治：あいち産業科学技術総合センター研究報告, 1, 90(2012)
- 4) 田中利幸：あいち産業科学技術総合センター研究報告, 3, 88(2014)