

縫合複合糸から作製する織物強化複合材料の曲面成形技術の開発

藤田浩行、古谷 稔

要旨 繊維ペレットで実現できない機械的性質を持った立体形状の成形品を、ミシンの巻縫い機構を応用した製造方法で作製した炭素繊維と熱可塑性樹脂繊維からなる複合糸を開発することを目的として行った。その結果、糸張力を変化させることで炭素繊維を蛇行させた形態の複合糸を作製することができた。また、その複合糸を用いた織物から半球状の成形品を試作したところ、炭素繊維の断裂もなく、金型形状に即した成形品を作製することができた。

1 緒言

小型かつ複雑形状のプラスチックの成形品の製造に、繊維長5～10mmの繊維ペレットを用いた射出成形法がある¹⁾。従来、チョップドストランドという不連続な強化繊維から作製した短繊維ペレットを用いることが主流であったが補強効果が小さく用途が限定されるため、ロービングから作製する長繊維ペレットを用いた用途開発が活発である。しかし、長さ5～10mmの炭素繊維は射出成形におけるせん断力で繊維が破碎して繊維長が短くなる。また、繊維の均一な分散性を得るため、繊維含有率も最大30wt%程度が現状である。

機械材料としての用途が大いに期待される熱可塑性樹脂炭素繊維強化複合材料だが、プリプレグの立体形状への賦形性や繊維ペレットを用いた射出成形品の強度不足および樹脂の含浸性やコストなど多くの技術課題の解決が求められている。

本研究では、以前に開発した炭素繊維と熱可塑性樹脂糸からなる複合糸の作製において、構成する各糸の張力変化により、炭素繊維がクリンプした構造の複合糸の作製を試みた。炭素繊維がクリンプすることで、複合糸の見

掛け長さよりも炭素繊維は長く存在するため、曲面成形への賦形が容易になると考えられる。また、開発した複合糸から織物を試作し、曲面形状の材料成形を試みたので、その結果も示す。

2 実験結果と考察

2.1 複合糸の作製

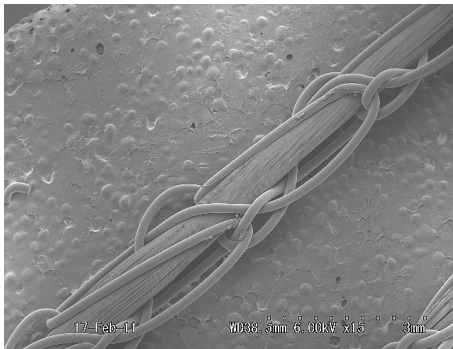
複合糸は、強化繊維糸、縫合糸および引き揃え糸の三種類で構成される。各糸はメローミシンに給糸され作製されるが、給糸時の張力の大小やバランスにより複合糸の形態変化が予想される。そこで、表1の規格の複合糸を、強化繊維糸と縫合糸の張力が表2となるよう調整して複合糸の作製を試みた。なお、引き揃え糸は挿入しなかった。作製した複合糸の外観を図1に示す。その結果、強化繊維糸の張力に対して縫合糸の張力が小さければ、強化繊維糸は真っ直ぐに配置されるが、縫合糸の張力が相対的に大きくなれば、強化繊維糸は蛇行した形態へ変化することがわかる。これは、縫合糸の張力が、強化繊維にせん断力として作用したためであり、両者のバランスにより形態は変化したと考えられる。

表1 作製した複合糸の規格

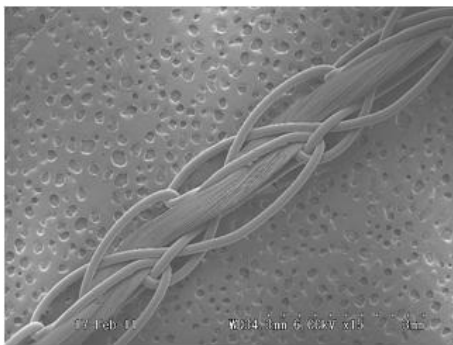
	素材	太さ	本数
強化繊維糸	炭素繊維	3K	1
縫合糸	ポリエステル	300D	3

表2 各糸の平均張力 (cN)

条件	強化繊維糸	縫合糸
①	200	50
②	20	50



(a)条件①



(b) 条件②

図1 複合糸の形態変化

2.2 織物強化複合材料の曲面成形

条件②で作製した複合糸から織物を試作し、半球状の金型を用いて立体形状の成形を試みた。織密度は、たて・よこともに11本/インチである。織物は3枚積層し、曲率半径が15mmと25mmの金型を用いて、加熱圧縮成形を試みた。なお、280℃で5分間加熱した。また、比較実験として市販炭素繊維織物（三菱レイヨン（株）製）3枚とポリエステルフィルム4枚を交互に挟み、同様に成形した。市販炭素繊維織物の炭素繊維の太さは3K、織密度は

試作織物と同じである。また、ポリエステルフィルムの厚みは0.5mmとした。成形品の外観を図2および図3に示す。

複合糸から作製した成形品は、炭素繊維糸の断裂箇所も見られず、きれいな半球状の成形品が得られた。一方、市販織物の成形品は、矢印の箇所ですべて炭素繊維糸が切れて樹脂のみが存在する成形品となった。

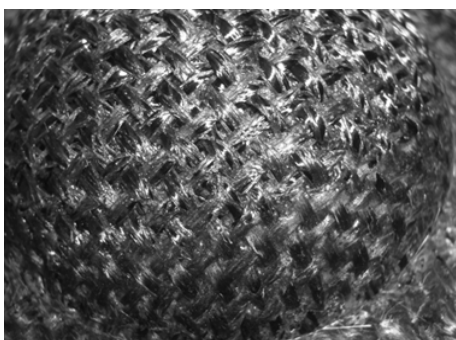
複合糸は熱可塑性樹脂糸が周囲にあるため糸は太くなり、織物内の炭素繊維は大きくうねる。市販の炭素繊維織物は糸を上げた開糸糸を用いて製織するため、炭素繊維のうねりは小さい。炭素繊維が大きくうねった構造の方が、糸の長さに余裕があり、金型形状に無理なく沿った形態で成形できたと考えられる。

3 結 言

繊維ペレットで実現できない機械的性質を持った立体形状の成形品開発を、ミシンの巻縫い機構を応用した製造方法で作製した炭素繊維と熱可塑性樹脂繊維からなる複合糸で開発することを目的として行った。得られた成果を以下に示す。

(1) 複合糸作製時の糸張力を変化させることで、炭素繊維を蛇行させた形態の複合糸を作製することができた。

(2) 複合糸を用いた織物から半球状の成形品を試作したところ、炭素繊維の断裂もなく、金型形状に即した成形品を作製することができた。

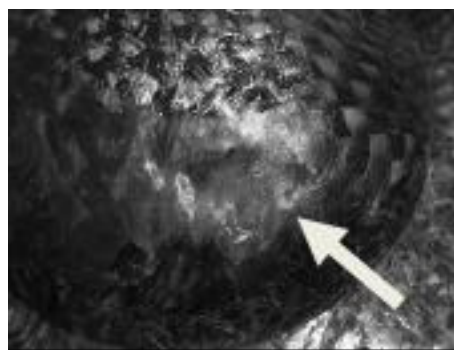


(a) 曲率半径 15mm



(b) 曲率半径 25mm

図2 複合糸から作製した織物の成形品



(a) 曲率半径15mm



(b) 曲率半径25mm

図3 市販炭素繊維織物の成形品

謝 辞

本研究を実施するに当たり、同志社大学理工学部の藤井透教授、松岡敬教授、藤邦織物(株)および宮田布帛(有)の関係者の方々に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 本間精一, 工業材料, Vol.54, No.4, p.23-27 (2006).