

## 炭素繊維複合糸から作製するロッド状材料の成形技術に関する研究

藤田浩行

要旨 本研究は、熱可塑性樹脂をマトリックスとしたパイプ形状の炭素繊維強化複合材料の開発を目的に、工業用マシンで作製した炭素繊維と熱可塑性樹脂糸からなる複合糸を用いて作製を試みた。複合糸から編物および組物構造の中間基材を作製することでパイプ形状を目指した。目標サイズのパイプ状成形品を開発するためのプリフォーム作製を試み、組物構造については、目標サイズの成形品へなりうるプリフォームの企画設計と試作を可能とすることができた。

### 1 緒言

パイプやロッドなど同一断面の繊維強化複合材料の成形は、主として引抜成形法で実施されている。強化繊維を樹脂槽に浸漬させ、その後、金型が設置された加熱炉へ挿入し、連続成形する。使用される多くの強化繊維は、ガラス繊維である。ただし一部の釣竿は、炭素繊維のプリプレグを芯に巻き付け加熱炉で硬化させるシートワインディング法で成形している。いずれもマトリックス樹脂は、熱硬化性樹脂であり、熱可塑性樹脂をマトリックスとした成形はほとんど実施されていない。しかし、製造現場では硬化時間を要しない熱可塑性樹脂を用いた成形品開発の要望は高く、その実現のための熱可塑性樹脂の含浸性改善技術が強く求められている。

そこで本研究は、工業用マシンで炭素繊維と熱可塑性樹脂糸から作製した複合糸を用いてパイプ形状の成形品の作製を目指した。複合糸から編物および組物構造の中間基材を作製することで成形を試みたので報告する。

### 2 実験方法と結果

#### 2.1 複合糸の作製

作製した複合糸の構造および構成する糸（図1）の規格を表1に、外観を図2に示す。なお、複合糸に占める炭素繊維含有率は、約38(wt%)である。

#### 2.2 中間基材の規格設計と試作

複合糸から、パイプ形状を有する中間基材と

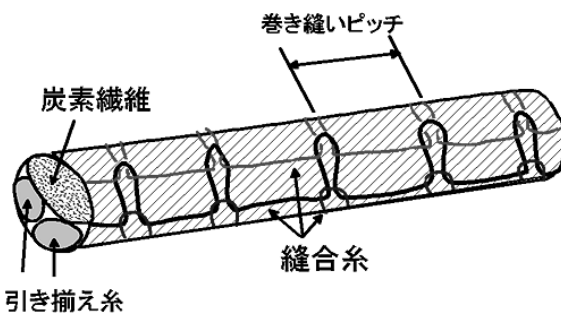


図1 複合糸の構造と構成

表1 複合糸の規格

	素材	太さ	本数	巻縫いピッチ
強化繊維	炭素繊維	3K	1	5回/inch
縫合糸	ナイロン6	350dtex	3	
引揃え糸	ナイロン6	350dtex	3	

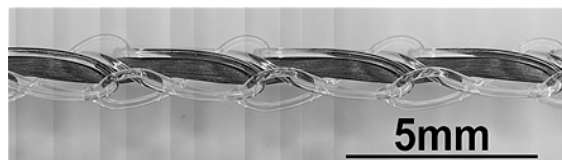
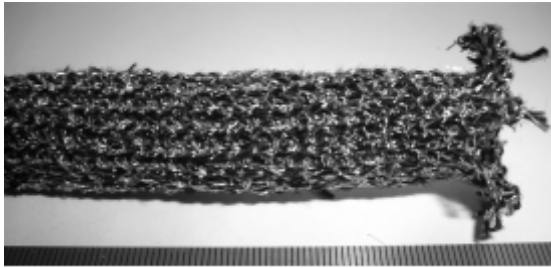


図2 炭素繊維/ナイロン6複合糸

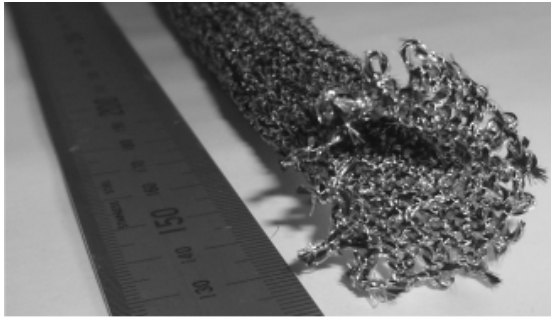
して編物構造および組物構造の2つを企画設計し、試作した。

#### 2.2.1 編物構造

複合糸から筒編機を用いて編地を作製した。なお、筒編機のシリンダ直径は、約16mmである。試作した編地の外観を図3に示す。



(a) 側面方向



(b) 断面方向

図3 複合糸から試作した筒編生地

### 2.2.2 組物構造

組物構造の中間基材の作製に当たり、内径20mm、厚み2mmのパイプを作製目標とした。なお、加熱圧縮後に所定のサイズと厚みとするには、中間基材の単位長さ当たりの重量は、炭素繊維含有率および密度から、133.8(g/m) 必要となる。そこで、次式から組角度および組数等を決定した。

直径 $d$ の円柱を複合糸が一周する長さ $y$ は、式(1)で表すことができる。なお、組角度 $\theta$ は、式(2)となる。

$$y = L\sqrt{4 + \pi^2 \tan^2 \theta} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{d}{L} \quad \dots \dots \dots (2)$$

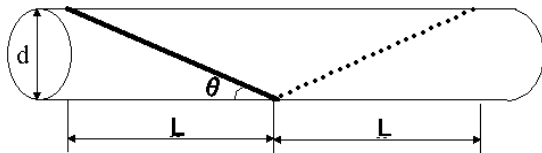
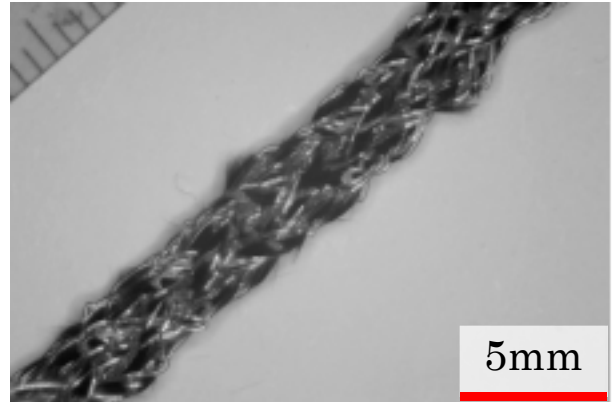
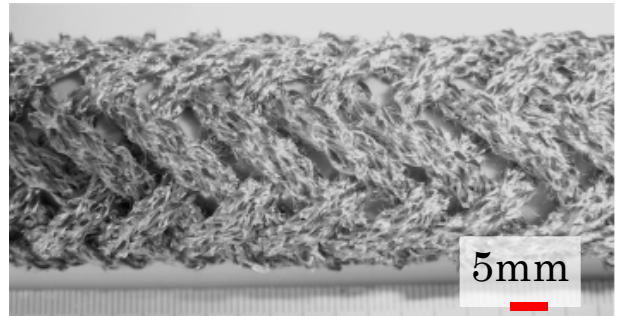


図4 複合糸の組角度

試作は、製紐機の制約から、以下の2段階で作製した。始めに、複合糸を8本組みした組物試料(図5(a))を作製し、それをさらに16本組むことで中間基材とした。なお、16本組みの際、内部に直径20mmのホースを挿入しながら作製



(a) 複合糸の8本組み試料



(b) (a)の組物を16本組みした試料

図5 複合糸から作製した組物

した。試作の結果、単位長さ当たり124.7(g/m)の試料(図5(b))が作製でき、目標に近い組物構造の中間基材を試作することができた

### 2.3 成形実験

内径12mmの鉄製ロッドに図3の筒編生地を2重に重ねて通し、加熱プレスした。見た目はパイプ形状(図6)に成形できたが、厚みは不均一で、表面の平滑性にも課題が残った。組物構造については、今後の検討事項ではあるが、編物での結果を踏まえ、金型の最適設計および新たな成形技術の開発が必要である。



図6 パイプ形状への成形

### 3 結 言

パイプ状成形品を開発するためのプリフォームの作製を試み、組物構造については、目標サイズの成形品へなりうるプリフォームの企画設計と試作を実現することができた。しかし、金型成形においては、初期のプリフォームのサイズと最終成形品サイズは大きく異なることから、プリフォームの形状サイズに応じた最適な金型設計が必要であり、今後の課題とした。

#### 参考文献

- 1) 藤田浩行, ”複合糸の製造技術とテキスタイルプリフォームから作製する熱可塑性樹脂複合材料の開発”, 繊維機械学会誌, Vol.67, No.1, p35-40 (2014).