

金属繊維の撚糸試作とセンサーへの応用

窪寺 健吾*¹⁾ 樋口 英一*²⁾ 樋口 明久*¹⁾ 山本 悦子*¹⁾ 上野 武司*³⁾

Application of composite yarn combining metallic fiber and polyester filaments to a sensor

Kengo Kubotera*¹⁾, Eiichi Higuchi*²⁾, Akihisa Higuchi*¹⁾, Etsuko Yamamoto*¹⁾, Takeshi Ueno*³⁾

キーワード：金属繊維, 撚糸, センサー

Keywords : Metallic fiber, Twist yarn, Sensor

1. はじめに

近年金属繊維はその導電性や耐熱性等の特性により、織物等の面形状に加工され、産業資材として広く活用されている。しかし製織時またはその準備工程で強い張力が負荷されるため、線径が細いものは、ひずみや応力を検出するセンサーへの活用は難しい。そこで金属繊維とポリエステル糸を合撚し、強度や柔軟性に優れた複合糸の開発を行った。本研究ではこの撚糸試作のため、ワインディング、撚糸技術の検討を図るとともに、撚糸加工を施すことによる機械的特性への影響を検討する。

2. 試験方法

2.1 複合糸の撚糸構造 金属繊維と芯鞘複合ポリエステル糸を合撚し、その後熱セットすることで、繊維どうしの交点を接着する。



図1. 構造体の概要

2.2 撚糸技術の検討 ワインディング、撚糸装置の開発
金属繊維を小割りする際や撚糸時に、ボビンの解じょ方法を引き出し方式にて行くと、糸に解じょ撚りが1回/ $2\pi R$ ($2\pi R$:ボビン周)加わる。金属繊維は、ポリエステル糸と比較し曲げ回復性が悪いため、解じょ撚りで発生したねじれはキंकの発生原因となる。またこのキंकを防止するため、解じょ方法を転がし方式にて行くと、金属繊維に強い張力が負荷されるため、変形や切断が発生する可能性がある。

そこで繊維に負荷される張力を制御する機構を検討し、転がし方式による解じょ時のテンションを低減させる。

2.3 複合糸の試作 金属繊維とポリエステル糸を原料糸とし、作製した装置にて試作を行った。試作条件を表1に示す。

表1. 原料糸と加工条件

使用原料	金属繊維	ステンレス鋼線	線径:16, 19, 30, 60 μm
		銅ニッケル合金線	線径:30, 60 μm
	芯鞘複合マルチフィラメント	ポリエステル糸	織度:2.8tex 融点:芯 260°C 鞘 150°C
撚糸方向	S方向(右撚り)		
撚り数	100回/m, 300回/m, 500回/m		

2.4 試作糸の物理的特性の評価 試作糸を評価するため、JIS L 1013 引張り強さを測定した。また柔軟性を測定するため純曲げ試験機(KES-FB2:カトーテック(株)製)を用いて曲げ剛性を測定した。

2.5 試作糸のセンサー特性の評価 試作糸のゲージ率、ひずみ限界を測定し、加工による感度への影響を確認した。ゲージ率は試験機にて引張りひずみを与えた際に発生する図2のL方向への伸び(ΔL)を変位量とし、測定した。またひずみ限界は抵抗変化率の比が初期段階より $\pm 10\%$ 変化した点のひずみをひずみ限界とし、測定した。

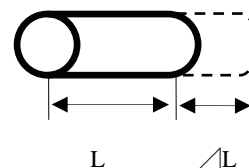


図2. 金属繊維の引張りによる変形

*¹⁾繊維・化学グループ

*²⁾城南支所

*³⁾電子・機械グループ

3. 結果と考察

3.1 撚糸技術の検討, 試作 ワインディング装置 (図3) の作製や合撚糸機の改良により, 図4に示す様な, 撚糸加工による複合糸を形成することができた。

ワインディング装置は, ボビンから糸を送り出す積極送り出し機構を装備した。セットしたボビンを電動により回転させ, 糸を積極的に送り出す。またボビンの回転速度を制御することで, 送り出し量を調整し, 糸巻き時の張力を制御するとともに, 巻きムラや糸の食い込みを防止した。

撚糸装置は, 合撚糸機のボビンセット部に軸受けを備えた電磁クラッチを設置し, 軸棒の回転トルクを制御することで, 糸に負荷される張力の低減や給糸量の制御を可能とした。

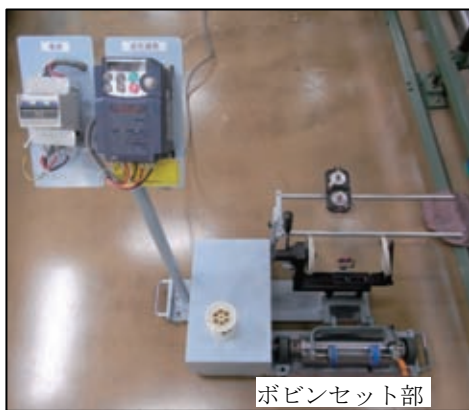


図3. ワインディング装置

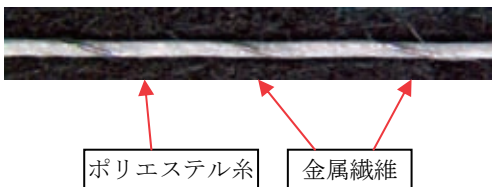


図4. 線状構造体 7.5倍拡大
(金属繊維: ステンレス鋼線 撚り数: 300回/m)

3.2 試作品の物理特性 引張り強さ試験の結果, 試作糸は金属繊維単糸と比較し, 引張り強さが増加する傾向を示した。撚り数による著しい強度への影響は見られなかった。

曲げ剛性試験の結果を図5に示す。曲げ剛性が低い程, 柔軟性が高いことを示している。試作糸は金属繊維単糸と比較し, 線径が30 μm 以下のものは, 著しく曲げ剛性が減少することが確認できる。しかしながら線径60 μm は加工による, 著しい影響は示さず, 金属繊維の線径に応じた, ポリエステル糸の織度選定が必要であると考えられる。

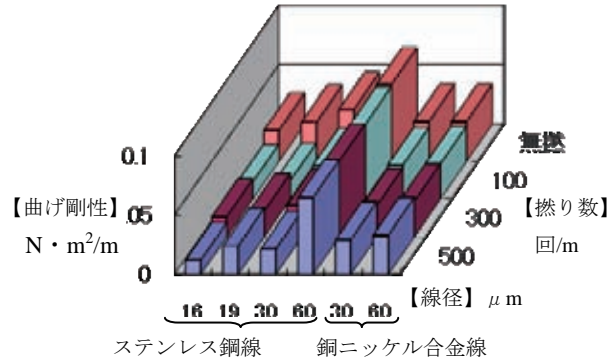


図5. 試作品の曲げ剛性試験結果
(測定数: 各条件につき5点)

3.3 センサー特性 試作糸のゲージ率の測定結果を図6に示す。撚り数が増すにつれ, わずかにゲージ率が減少する傾向を示したものの, 撚糸加工を施すことによる著しい影響は見られなかった。ひずみ限界を測定した結果, 金属繊維単糸と比較し, 試作糸は増加した結果を示した。また撚り数, 線径が増すにつれ, ひずみ限界は増加する傾向を示した。これはポリエステル糸と複合したことにより, ひずみに対する単位長さあたりの金属繊維の変位量が低減されたため, ひずみ限界は増加したと推測される。

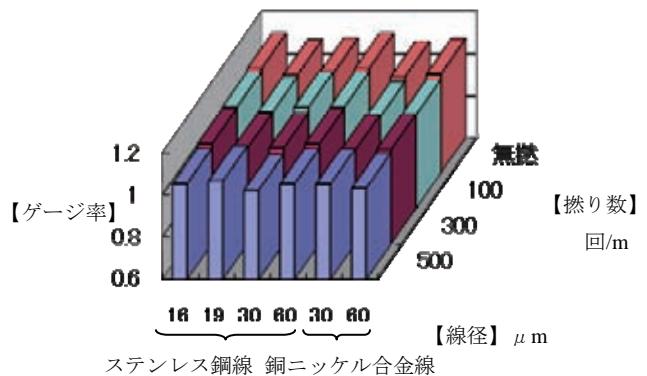


図6. 試作品のゲージ率測定結果
(測定数: 各条件につき3点)

4. まとめ

撚糸技術の検討により, 連続的に金属繊維とポリエステル糸との撚糸加工による複合糸を形成することができた。また本加工を施すことで, 引張り強さや柔軟性の向上が見られ, 製織性の向上が期待できる。ゲージ率は試作糸と金属繊維単糸と比較し, 加工による著しい影響が見られず, センサーへの活用が期待できる。ひずみ限界は, 金属繊維の線径や撚り数に依存した結果を示した。用途に合わせた線径, 加工条件の選定が必要であると考えられる。

(平成22年6月30日受付, 平成22年10月8日再受付)

文 献

- (1) 高橋 賞, 河合 正安: 「ひずみ測定入門」大成社, p.41-48(2009)