

## 低密度導電織物の開発

窪寺 健吾\*<sup>1)</sup> 樋口 英一\*<sup>2)</sup> 樋口 明久\*<sup>3)</sup> 山本 悦子\*<sup>1)</sup>

## Development of low density conductive textile

Kengo Kubodera\*<sup>1)</sup>, Eiichi Higuchi\*<sup>2)</sup>, Akihisa Higuchi\*<sup>3)</sup>, Etsuko Yamamoto\*<sup>1)</sup>

キーワード：金属線，織物，センサ

Keywords：Metallic fiber, Textile, Sensor

## 1. はじめに

近年金属線を用いた織物はその導電性や耐熱性等の特性により，産業資材として広く活用されている。しかし金属線を用いた織物は一般的に風合いが悪く，インテリア製品，寝具等に組み込み，センサ等の導電資材として活用するには，柔軟性の向上や軽量化また形状安定性が課題となり，実用化された事例は少ない。そこで金属線とポリエステル系の撚糸加工による複合線を用いるとともに，製織品の糸密度を低減することで，柔軟性や形状安定性に優れた導電織物の開発を行った。

## 2. 織物構造及び試験

**2.1 低密度織物構造** たて糸に芯鞘複合ポリエステル系の諸撚り糸，よこ糸に，金属線と芯鞘複合ポリエステル系の交撚糸（以下，金属複合線）を用いた。製織後，熱処理を施すことで，たて糸とよこ糸の接点を融着し織物形状の安定化を図った。また織物組織は図1に示すからみ組織を用いた。このからみ組織は一般的なたて糸とよこ糸が直角に交錯する織物組織と異なり，地たて糸とからみたて糸が1組となり，からみたて糸はよこ糸1本または数本ごとにその位置を変えて組織し，よこ糸とよこ糸間からみ目をつくる構造であり，安定した織物形状を特徴としている。

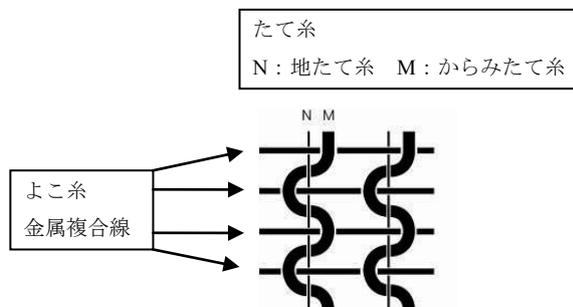


図1. からみ組織構造図

**2.2 撚糸試験及び金属複合線の評価** 撚糸機には積極的に撚りをかけられるリング加撚機構を有する合撚糸機を用いて，表1に示す様に，金属複合線の撚り数を変化させ撚糸試験を実施した。金属線のボビンからの解じょ時に生じる張力ムラや，糸がねじれ，更に張力を受けることで発生するキックを防止するため，転がし方式の解じょ機構を検討し，撚糸機の改良を実施した。また試作線を曲げ試験機(KES-FB2)を用いて曲げ剛性を測定し，加工による柔軟性への影響を確認した。

表1. 原料糸と撚糸条件

使用原料	金属線	ステンレス鋼線	線径：60 $\mu$ m
	ポリエステル糸	芯鞘複合マルチフィラメント	
撚糸方向	S方向（右撚り）		
撚り数	100回/m, 300回/m, 600回/m, 900回/m		

**2.3 製織試験及び導電織物の評価** 製織試験は，よこ糸である金属複合線をシャトルを用いて給糸し，表2に示す様に，よこ糸密度を変化させ実施した。シャトルからの給糸時に生じる金属複合糸のビレやカールを抑制し，安定したよこ入れ運動を行うため，シャトル内部に配置する管巻きやガイド形状の検討を行った。

試織品の特性評価として JIS C 2525 に準拠し体積抵抗率，JIS L 1096 引張り強さを測定し，製織条件の検討を行った。

表2. 原料糸と製織条件

使用原料	たて糸	芯鞘複合ポリエステル糸 2.8tex $\times$ 2 諸撚り糸
		よこ糸
たて糸密度	20本/cm	
よこ糸密度	5本/cm, 7本/cm, 10本/cm	
織物組織	紗	

事業名 平成23年度 基盤研究

\*<sup>1)</sup> 繊維・化学グループ\*<sup>2)</sup> 城南支所\*<sup>3)</sup> 経営技術支援室

### 3. 結果と考察

**3.1 撚糸技術** 転がし方式による糸解じよは、金属線に強い張力が負荷されるため、撚り数の増加にともない、糸切れが生じる傾向が見られた。そこでポビンセット部に棒軸の回転トルクを制御する装置を設けることで、解じよ時の張力低減や給糸量の安定化を図り、図2に示すような、撚糸加工による金属複合糸を形成することができた。

金属複合線の曲げ剛性試験の結果を図3に示す。曲げ剛性が低いほど、柔軟性が高いことを示している。金属複合線は金属単線と比較し、曲げ剛性の減少が見られた。これは金属線と比較し曲げ回復性に優れたポリエステル糸と複合することで、柔軟性が上昇した結果と考えられる。また撚り数が増すことで、曲げ剛性が増加する結果を示した。

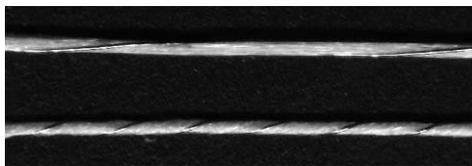


図2. 金属複合線 10倍拡大  
(上: S300回/m, 下: S900回/m)

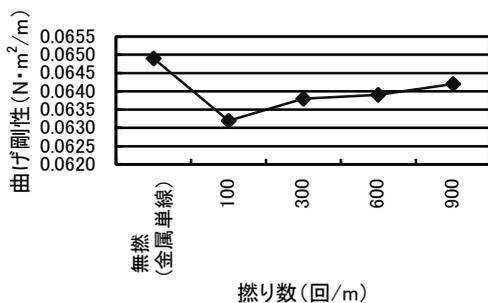


図3. 金属複合線の曲げ剛性試験結果  
(測定数: 各条件につき5点)

**3.2 製織技術** からみ組織は地たて糸とからみたて糸が、たて糸運動により張力差が生じるため、送出装置を用いて給糸量を制御することで、各たて糸を一定の張力で送り出すことができた。

よこ糸である金属複合線をシャトルを用いて給糸した際、撚り数900回/mを用いた試織時に糸切れが生じた。これは撚糸時に発生したビレにより、張力等の糸供給条件が不安定となり発生したと考えられる。そこでシャトル内のガイドや管巻き部に張力調整機構を設けることで、給糸時の糸張力の安定化を図り、図4に示すからみ組織を用いた導電織物を形成することができた。

よこ糸密度が5本/cmの試織品に歪みが発生する傾向を示した。糸密度7本/cm, 10本/cmの試織品に著しい歪みは生じなかった。この歪みは、撚糸時やよこ糸給糸時に発生した金属複合線のカールやビレが、糸密度の低下にともなうからみ目の減少により、顕著に現れたことで生じたと考える。

**3.3 導電織物の特性評価** 図5は導電織物の体積抵抗率の測定結果である。よこ糸密度及び金属複合線の撚り数の増加にともない、抵抗率が増す傾向を示した。これは密度、撚り数の増加にともなう、織物の単位体積あたりの金属線量の上昇や、金属複合線同士の接触抵抗が生じたことで、抵抗率が増したと考えられる。

また引張り強さ試験の結果、よこ糸密度の増加にともない著しく上昇する結果を示した。しかし金属複合線の撚り数の変化にともなう顕著な影響は見られなかった。

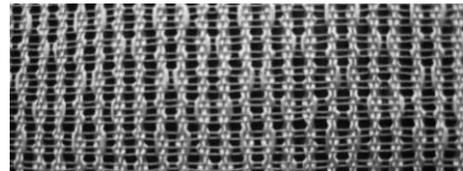


図4. からみ組織による導電織物 3倍拡大  
(よこ糸密度: 10本/cm, 撚り数: 900回/m)

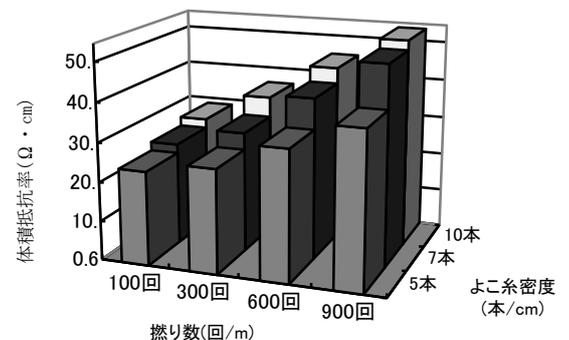


図5. 導電織物の体積低効率  
(測定数: 各条件につき5点)

### 4. まとめ

撚糸技術の検討により、金属線とポリエステル糸の撚糸加工による金属複合線を形成することができた。この複合線は金属単線と比較し高い柔軟性を示した。その結果製織性が向上し安定した製織加工を施すことができた。また金属複合線を用いたからみ組織による製織技術の検討により、糸密度を低減した導電織物を形成することができた。この導電織物は、柔軟性、形状安定性を特徴としており、インテリア製品や寝具などに組み込み、幅広い分野での導電資材としての活用が期待できる。しかし、撚り数や糸密度等の加工条件が、抵抗率、強度といった特性値や外観状態に変化を与える傾向を示したため、用途にあった、撚糸、製織条件の選定が必要であると考える。

(平成24年5月18日受付, 平成24年8月1日再受付)

### 文 献

- (1) 蟹井松正: 「繊維工学Ⅱ織物」, 実教出版, pp.89-104 (1974)
- (2) 高橋秀也: 「e-テキスタイル実用化への課題」, 繊維機械学会誌 JOURNAL OF THE TEXTILE MACHINERY SOCIETY OF JAPAN 月刊せんい, Vol.63, No11 pp.23-26 (2010)