

研究論文

機能素材組み込みのための立体空間を有する からみ織り技法の開発

大野 博^{*1}

Development of Technique of Leno Weave for Textile to Be Used Functional Materials

Hiroshi Ohno^{*1}Owari Textile Research Center, AITEC^{*1}

スマートテキスタイル等の機能繊維製品開発のための要素技術として、からみ織り技法を活用し、機能素材を織物内に組み込むために必要な立体空間を創り出すことを検討した。

具体的には、繊維製品に感覚機能低下等を補う感知機能としてのセンサーや、制御機能としてのアクチュエータ、耐衝撃性向上等の高強度繊維等を組み込むため、織物内に数 mm 径の連続立体空間をからみ織り技法を活用し創り出すことを目標とした。

その結果、糸の伸縮や糸トルクのバランス等を考慮するとともに、からみ織り装置 2 つを使用する複式法を交互に 2 組セットで使用し、普通綜統を組み合わせた技法を用いることで、織物内に機能素材の組み込みを容易にできる 1.5mmφ 以上の連続立体空間を得ることができた。

1. はじめに

スマートテキスタイル等の開発では、織物内への機能素材の組み込み方法が課題となる。織物内に機能素材を違和感なく組み込むには、織物内に数 mm 径の連続立体空間ができれば容易になると考えられる。

本研究では、その連続立体空間を特殊なからみ織り技法の活用により創り出すことを検討した。

からみ織り技法は、たて糸を交錯させる特殊な製織法で、糸の物性制御等の微妙な調整が必要となるが、通常の織物にはない表面立体変化を持たせることができる。からみ綜統等の一連の装置を通常の織機に取り付ければ織物設計技術の研究で対応できる。このため、この方法を要素技術として活用できれば、当産地においてスマートテキスタイル等の迅速な製品開発につながると期待できる。

2. からみ織り技法の開発

当センターで蓄積してきたからみ織り技法に撚り効果等の糸物性制御技術を活かし、織物内に機能素材を無理なく組み込むために必要な立体空間を創り出す方法を検討した。

2.1 糸物性制御

からみ織りは図 1 のような経糸を交錯させる織物を

製織する技法である。経糸をねじるため、糸には撚りトルクが発生する。この力をうまく利用することで、織物内の緯糸を曲げ変形させ、機能素材を組み込むために必要な連続立体空間を創り出すことが可能と考えられる。

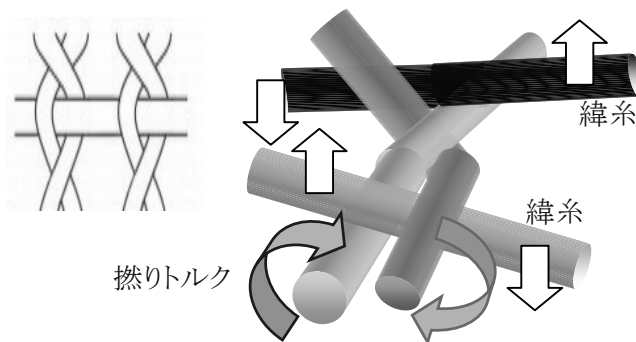


図 1 からみ織り

この撚りトルクによる糸の曲げ変形を検討するため、撚り数、張力と撚りトルクとの関係について検証した。

糸の撚りトルク測定には、当センターで以前開発した糸トルク測定機を用いた。この糸トルク測定機は、図 2 に示す糸トルク測定機構を備えたもので、2 つの微小ロードセルにより、糸の撚りトルクと収縮力を同時にリアルタイムで測定することが可能である。

また、下部チャックの固定や、自由移動のできる機構

^{*1} 尾張繊維技術センター 開発技術室

で、モータの回転による撚り数の増加とともに変化する収縮力や収縮率の測定も可能な構造となっている。

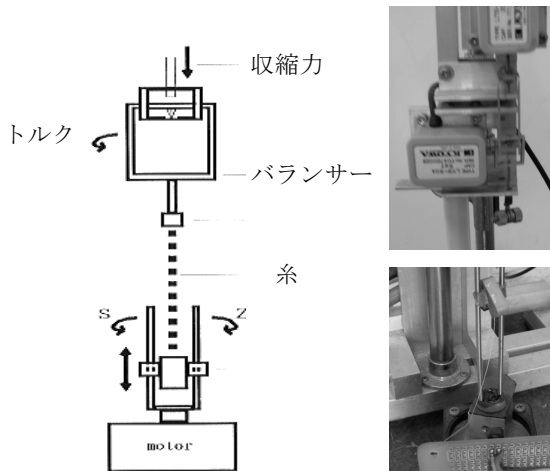


図2 糸トルク測定機構

実験では、剛性の高い糸として、紙糸（麻糸）24/2、ポリエステルフィラメント糸 900d を用い、撚り数、張力と撚りトルクとの関係について検証した。

2.2 からみ織り技法の最適化

からみ織り技法により、経糸の撚りトルクを利用し、緯糸を曲げ変形させ、織物内に連続立体空間を創り出す方法を検討した。

機能素材組み込みのための空間としては、この撚りトルクによる曲げ変形により、図3のようにアーチ型に緯糸を座屈させる方法が適していると思われる。

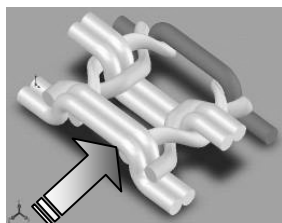


図3 物内立体空間を得るからみ織り技法

この形状を創り出すためのからみ織技法は、経糸のからみを交互に対称に設定する方法で検討することとした。

2.3 からみ織り製織実験と立体空間の関係

からみ織り製織実験は、織機に図4のような特殊なからみ織り装置を取り付けて行う。からみ織り装置は、半綜統とガイド綜統から成るからみ綜統に、経糸のたるみを取るためのスラックナーと呼ばれるバネの経糸ゆるみ取り装置の組み合わせで構成される。ここでは、このからみ装置を上下対称に連続させた複式法を2組セットで用いることとし、経糸張力と緯糸張力のバランス、及び撚りトルクを検証しながら、種々の緯糸を用い製織実験

を行った。

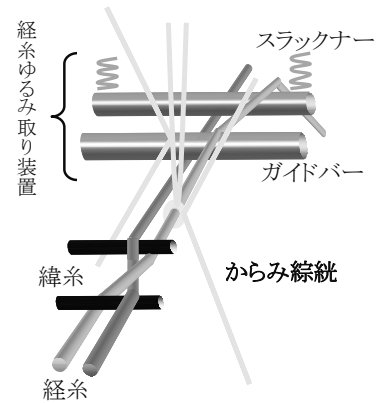


図4 からみ装置

具体的には、昭和織機製レピア織機に複式法のからみ装置を交互に対称に取り付け作動させ、織物内に連続立体空間が創れるか検討した。

経糸の撚りトルクによる緯糸の変形については、糸張力と撚りトルクの実験結果を踏まえ、図5の製織時の張力、密度等の条件変更による経緯バランスを考え、最適製織条件を探ることとした。

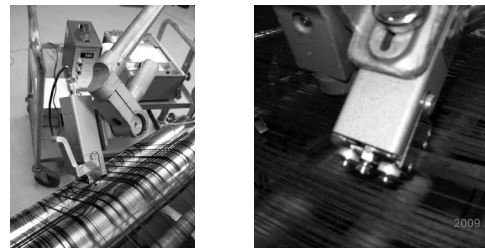


図5 織機上での張力測定

立体空間については、ニコン製実体顕微鏡システム及びバシオ製ハイスピードカメラによる測定を行った。

3. 結果と考察

3.1 糸物性制御

ポリエステルフィラメント糸 900 d の糸の撚り数とトルクの関係を図6に示す。

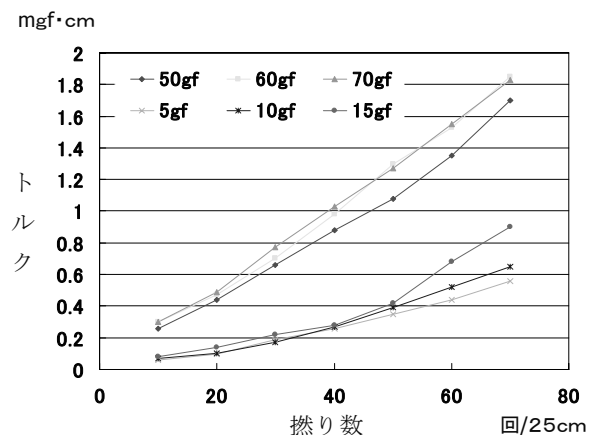


図6 撚り数とトルクの関係

撚り数の増加に比例して解撚方向に糸トルクが増加する。また、糸張力が大きいほどトルクも大きくなる。

しかし、**図7**に示すように一定の張力以上の固定した糸張力の状態では、糸のクリープにより糸が伸び、収縮力が低下する。

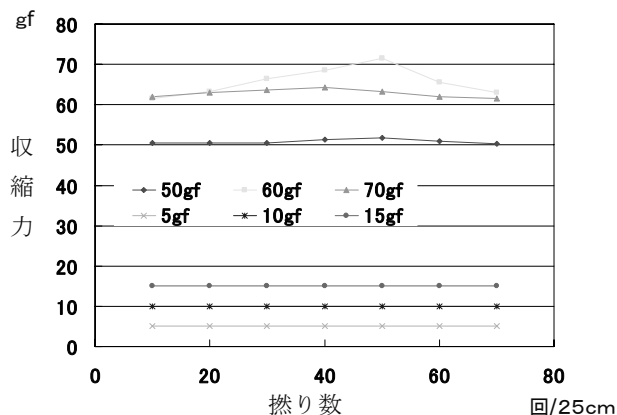


図7 糸張力と収縮力との関係

効率的に糸のトルクを利用するには、クリープの影響の少ない糸張力(50gf以下)で、各工程の張力を管理することが望ましいと考えられる。

3.2 からみ織り技法の検証

経糸のねじり（撚り）トルクによる緯糸の曲げ変形を大きくするため、**図8**のように、からみ織りを左右対称に作動させ、糸をアーチ型に変形させると、数mm径の立体空間を得ることが可能と分かった。

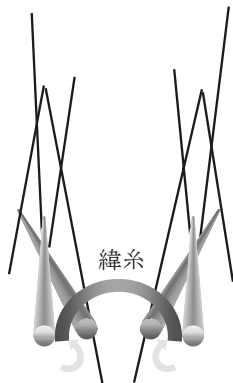
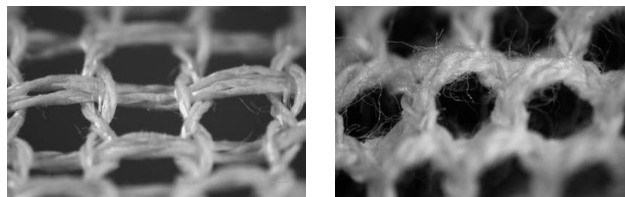


図8 からみ織り（複式法2組セット）

ただし、紙糸（麻糸）の場合には、経・緯糸とも紙糸にすると緯糸の張力が強く伸縮が少ないため、アーチ型への形状変化が得にくいことが分かった。緯糸に紙糸を用いた場合と綿糸を用いた場合を**図9**に示す。



紙糸を用いた場合

綿糸を用いた場合

図9 織物断面構造変化

3.3 連続立体空間の最適化

経糸の撚りトルクを増大させる方法として、単位あたりの撚り数を増加させるため、製織可能な範囲での緯糸密度の増加を検討した。

緯糸が曲げ変形しやすい糸では、経糸の撚りトルクにより、糸が座屈し、糸がたるみ空間形状は不規則となる。このたるみをなくし安定したアーチ型への形状変化には、緯糸に適度な伸度があると良い。圧縮性能の違いを**表1**に示す。

表1 KES-FB3 圧縮試験

紙糸の場合		綿糸の場合
0.544	圧縮仕事量WC g・cm/cm ²	1.159
35.62	圧縮レジリエンスRC %	38.68
1.117	厚さTO mm	1.607

緯糸が綿糸の場合は、アーチ型に近い形状となり、圧縮仕事量WCと厚さTOが大きくなる。機能素材組み込みのための連続立体空間として、1.5mmφ以上を得ることができた。織物内空間の測定結果を**図10**に示す。

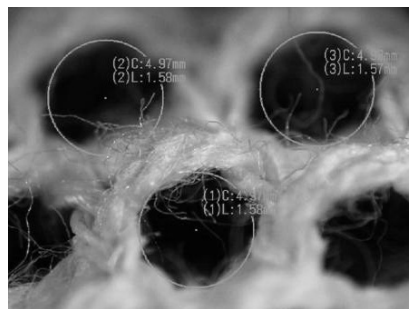


図10 空間の測定結果

実際の織機上では緯糸が座屈しやすいため、高強力糸やモール糸使いでは、**図11**に示すように横長の楕円に近い空間形状の連続になりやすい。しかし、その断面空間分の厚みが得られるため、耐衝撃性向上等にもつながることが期待できる。

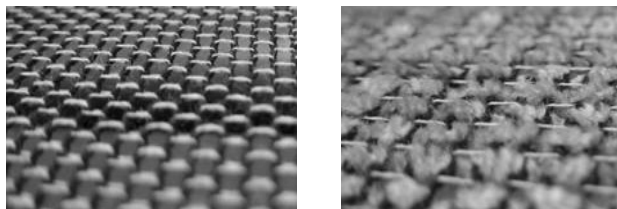


図11 高強力糸（左図）とモール糸（右図）使用

3.4 からみ織り技法を用いた機能素材組み込み方法

からみ織り技法による緯糸の曲げ変形で織物内に連続立体空間が得られることが分かった。機能素材組み込み例を**図12**に示す。

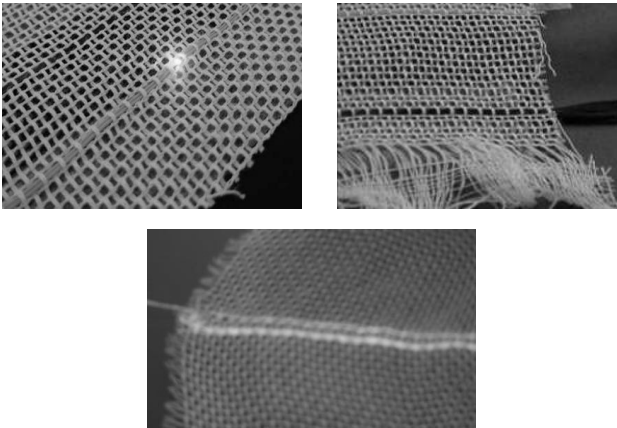


図 12 機能素材組み込み例（左図 IC チップ、導電糸（LED）、右図 炭素繊維、下図 紫外線感知繊維）

織物内へ機能素材を組み込む場合、糸状である必要があるが、電子部品等の機能素材の場合は、そのまま糸状にして製織すると、緯糸打ち込み時の摩擦等により電子部品等が破損するおそれがある。

そこで、製織後にこの連続空間に機能素材を挿入することとし、仮糸を製織時に織り込むことを検討した。図 13、14 に示す。



図 13 仮糸の織り込み方法（モデル）



図 14 仮糸の織り込み方法（機上）

仮糸は立体空間内で自由に移動できる状態で織り込むことができた。製織後、この仮糸に沿って機能素材を挿入すれば電子部品等を傷つけることなく、組み込むことが可能である。

4. 結び

複式法からみ装置を対称に 2 組セットで用いること

で、織物断面の大きな糸変形を可能とし、織物内に機能素材を組み込みやすくするための 1.5mmφ 以上の連続立体空間を創り出すことができた。糸の織り込み方法を加えたからみ織り技法を開発し、機能素材組み込みが容易になり、スマートテキスタイルとしての衣服製品はもちろんのこと、様々な繊維製品開発への迅速な対応が可能になると期待できる。この成果を活かした試作開発例を図 15 に示す。



図 15 女性服地としての試作例

図 15 のボレロでは、左腕に携帯電話の電波に反応して光る LED を組み込んでおり、心臓にペースメーカを埋め込んでいる人等の着用で、周りで携帯電話等の使用者への注意喚起等を想定し、様々な応用が期待できる。

また、ワンピースには、形状記憶合金を組み込み、ドライヤーの熱でフレアスカートに変化し、イージーケア性や調節機能等の様々な展開が期待できる。

付記

本研究は、独立行政法人科学技術振興機構 平成 21 年度シーズ発掘試験研究により実施した。

文献

- 1) 大野, 河村: 日本繊維機械学会誌, 50, T251 (1997)
- 2) 日本繊維機械学会年次大会研究発表論文集 154 (2000)