

コーティング繊維織物を活用した杳調（柾目）織物の開発

The development of quarter-sawn Kasuri textile which utilize coated yarns

福島技術支援センター 繊維・材料科 中村和由 東瀬 慎
 応募企業 アルテクロス株式会社

応募企業が持つ技術シーズである2色押出成形技術および広幅織物製織技術と、織物シミュレーション技術を活用することによって、「柾目」調の緋織物の開発を行い、エクステリア対応型カバーシートと木製構造物用化粧シートの試作を行った。今後、風化や腐食、腐朽から防御する木製構造物用の化粧シートとしての活用を検討していきたい。

Key words: 2色押出成形、織物シミュレーション、コーティング繊維、「柾目」調織物

1. 緒言

応募企業は、企業シーズであるコーティング繊維及び広幅織物製織を活用することで、インテリアからエクステリア用途を視野に入れた、幅広い素材開発に取り組んでいる。本研究で開発を目指す織物は、織物設計と製織後の熱処理を組み合わせることで、通気量、透水量、遮光率をコントロールできるため、屋外用織物シートとして、また構造物を風化や腐食、腐朽から防御する化粧シートとして、今後、市場ニーズが期待できる。

例えば、公園や遊歩道、キャンプ場、または店舗や住宅等の屋外に設置されているベンチ、デッキ類の木製構造物は「木目」独特の質感と景観が広く好まれるものの、およそ数年で紫外線や風雨による風化や菌類による腐朽で劣化が進み、耐候性、耐久性に劣るものが数多く見られる。

そこで、屋外用途の木製構造物の表面に、耐候性と耐久性に優れたPVC織物シート(化粧シート)を「木目」調(杳調)に製織し、木製構造物の劣化を防御することができれば、長期の製品寿命とデザイン性を付与することが可能である。

一方、「木目」の一つである「柾目」は模様織物の「緋織」に相当し、これを実現するには「杳糸」(複数本の色糸を撚り合わせた糸)、または「緋糸」(複数色に染め分けた糸)と呼ばれる加工糸を作製する必要がある。仮に「杳糸」「緋糸」をPVCコーティング繊維で再現できれば、耐候性と耐久性、デザイン性を兼備した高付加価値な織物シートの提供が可能となり、幅広い用途展開が期待できる。

2. 実験

2.1. 実験内容

本研究の研究内容を表1に示す。

表1 研究内容

	研究目標	技術課題	解決策
①	杳調のコーティング繊維の開発	従来、緋織物に使用される「杳糸」または「緋糸」は多段階の糸加工を必要としているため、製造コストが高くなる。	二色押出成形機により、一段階で杳調のPVCコーティング繊維を製造できる条件を検討する。
②	「柾目」模様の「緋織」を実現する織物の開発	コーティング繊維を経糸と緯糸に使用すると、製織後、経糸に大きなクリンプが発生し、柾目調織物になりにくい。	経糸のクリンプを小さくするために、緯糸および緯糸密度を見直した織物設計を行う。

2.2. 実験試料

本研究で使用した実験試料は表2のとおりである。

表2 実験試料一覧

	素材	製造メーカー
芯材	モノフィラメントPET (織度: 250[dtex])	NANYA
シーズ材	ポリ塩化ビニル(重合度: 700) (※企業と樹脂メーカーで共同開発中の樹脂)	信越ポリマー(株)

2.3. 使用機器

本研究で使用した機器は表3のとおりである。

表3 使用機器一覧

	機器名	評価項目	条件
2色押出成形機	RS/PVC2 (RAIHSING)	コーティング繊維試作	仕上り外径: 0.50[mm]
アパレルCADシステム	APEX3 (株)島精機製作所	糸加工、織物シミュレーション	
レピア織機	G6500 (SULZER)	織物試作	製織速度: 180[rpm]
リリヤン加工機	K-5 ((有)小塚コーポレーション)	緯糸用試作糸加工	針本数: 4[本]

3. 実験結果と考察

3. 1. 空調のコーティング繊維の開発

3. 1. 1. 織物シミュレーションによる撚糸条件の検討 (アパレル CAD システム)

(1) シミュレーション技術の活用

応募企業でコーティング繊維織物を製造する場合、コーティング繊維の製造から織物の製織まで約1か月かかる。さらに製品開発においては、コーティング繊維の押出条件から織物の設計条件まで、複数の製造段階で製造条件の検討を行う必要があり、織物の試作回数も膨大になるため、企業では人的およびコスト面で大きな課題となっている。

そこで本研究では、アパレル CAD システムにより、糸および織物のデザインをシミュレーションし、製造条件を選定することによって、短期間に効率よく、柎目調織物を開発することを目指した。

(2) 空調のコーティング繊維および織物のシミュレーション結果

柎目調織物を製造するためには、経糸に撚りをかけた空調のコーティング繊維の開発が必要である。

そこでアパレル CAD システムを活用して、撚糸回数 [T/m] を変えた空調コーティング繊維と織物をシミュレーション (条件は表4、表5に示す) し、柎目調織物に必要な経糸の撚糸回数および緯糸の条件を検討した。

表4 撚り回数シミュレーション条件

繊維の太さ (外径) [mm]	0.50 (0.25mm(白)と0.25mm(黒)のモノフィラメント糸を合わせた。)
撚糸条件範囲 [T/m]	0 ~ 200
撚り方向	S

表5 織物シミュレーション条件

織物組織	平組織
製織密度 [本/cm]	経 : 20、緯 : 7
糸織度 (外径) [mm]	経糸 : 0.50、緯糸 : 0.35

なお、撚糸回数シミュレーションについては、色違いの2本のモノフィラメントを合わせ、1本の2色コーティング繊維とみなしてシミュレーションを行った。(図1、図2)

織物シミュレーションの条件について、織物組織は基礎的な組織である平組織、経糸密度については細密である 20[本/cm]、また緯糸は透明糸 (柎目調織物には、整経時の経糸の配列を維持し、緯糸は目立たないことが必要であるため) を使用した。

まず、図1より撚糸回数を 0[T/m] (無撚)、50[T/m]、100[T/m]、200[T/m] に設定し、経糸の撚糸回数の違いにより織物表面の経縞の変化について比較した。その結果、撚糸回数 50[T/m] 以上では、柎目調の縦縞を再現し難いことが分かった。

そこで撚糸回数を減らし、再度条件を検討した。その結果、10[T/m] 以下の条件において、柎目調の規則的な経縞 (図2) になることが分かった。この条件を定量化するため、1m² 当たりのカラーリピート (2色の切り替え回数 : 経糸本数 [本/cm] × 100 [cm] × 撚糸回数 [T/m]) を求めた結果、2~20 × 10³ [回/m²] の範囲が柎目調織物を開発するための条件であることが分かった。

よって本研究では、この範囲を満たす経糸用コーティング繊維の試作を行った。

経糸の撚糸回数 [T/m]	0	50	100	200
シミュレーション結果				
カラーリピート [回/m ²]	0	100 × 10 ³	200 × 10 ³	400 × 10 ³

図1 撚糸回数 (0[T/m]~200[T/m]) を変えた織物シミュレーション結果

経糸の撚糸回数 [T/m]	1	2.5	5	7.5	10
シミュレーション結果					
カラーリピート [回/m²]	2×10^3	5×10^3	10×10^3	15×10^3	20×10^3

図2 撚糸回数 (10[T/m]以下) を変えた織物シミュレーション結果

3.1.2. 2色押出成形機による空調のコーティング繊維の試作

一般に空糸を製造するためには、撚糸加工等の多段階の糸加工が必要になるが、応募企業が保有するクロスヘッドタイプの押出成形機を活用することによって、一段階で撚糸回数を制御した空調のコーティング繊維が製造できると考えた。

本研究では、表6の条件でコーティング繊維 (撚り方向:S、撚糸回数:約4.5[T/m]) を試作した (図3)。

表6 コーティング繊維の押出条件

成形温度 [°C]	150~175
巻き取り速度 [m/s]	600
冷却距離 [cm]	40
目標外径 [mm]	0.50
押出量の比率	ホッパーA : ホッパーB = 50 : 50

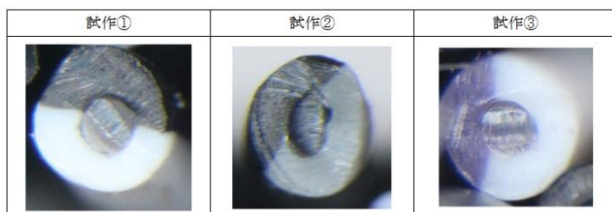


図3 試作コーティング繊維断面

図3に示す試作コーティング繊維の断面を観察すると、加工条件が同じにも関わらず、試作②と試作③は繊維断面の比率に差があることが分かった。これはカラーバッチの違いが影響したと考えられる。

3.2. 「柁目」模様の「緞織」を実現する織物の開発

3.2.1. 「柁目」調織物を実現するための緯糸の検討

本研究においては、新たに図4の織物設計を検討した。この織物の特徴は、経糸に対して緯糸のみがクリンプするため、規則的な経縞模様を表現する柁目調織物を開発することができると考えた。

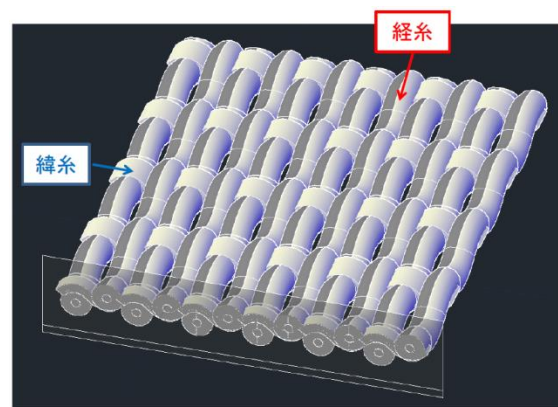


図4 本研究で開発を目指す熱処理後の織物

緯糸は、経糸に対して柔軟で、細く、経縞模様に影響しない透明な糸を使う必要があるため、マルチフィラメントのPETを使用することとした。

次に織物組織はシミュレーションで検討した平組織 (表5) に対して、応募企業と検討した結果、裏面により多く緯糸が配置され、表面に規則的な経縞を表現できる織物組織 (図5) を採用し、そのシミュレーション結果は図6のとおりである。

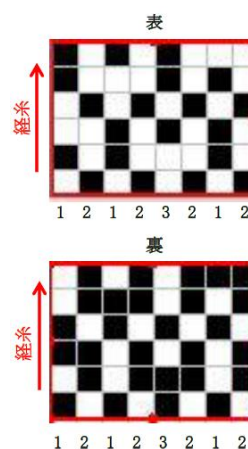


図5 本研究で製織した織物組織

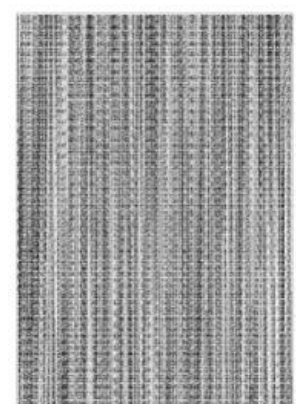


図6 図5の織物組織による織物シミュレーション結果 (設計条件は表5と同じ)

また緯糸密度は、織物構造を形成できる下限値の5[本/cm]から緯糸挿入の上限値である12[本/cm]の範囲において図7に示す織物シミュレーションを行った。

その結果、この範囲内では、経糸の規則的な経縞模様を表現できることが分かった。

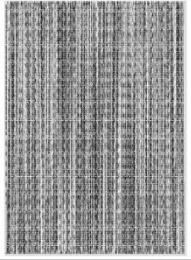
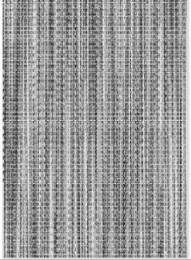
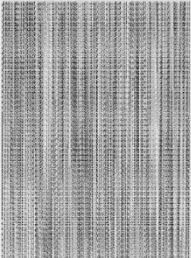
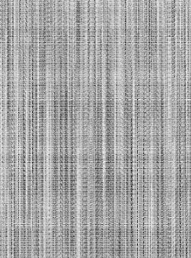
緯糸密度 [本/cm]	5	7
シミュレーション結果		
緯糸密度 [本/cm]	10	12
シミュレーション結果		

図7 シミュレーションによる変化組織(図5)の緯糸密度の検討結果(経糸密度:20[本/cm]、経糸の撚糸回数:5[T/m])

実際には、経縞の柄と織物の軽量化を重視して表7に示す製織条件で試作を行い、規則的な経縞模様を表現した柎目調織物(図8、図9)を開発することができた。なお、開発した柎目調織物の仕様は表8のとおりであり、耐候性について応募企業と樹脂メーカーで耐候性試験を進めている。

表7 製織条件

織組織	変化組織(図5)
織密度 [本/cm]	経:20、緯:6
使用糸	経糸:コーティング繊維(5[T/m]、0.50[mm]) 緯糸:PETマルチフィメント33[D]

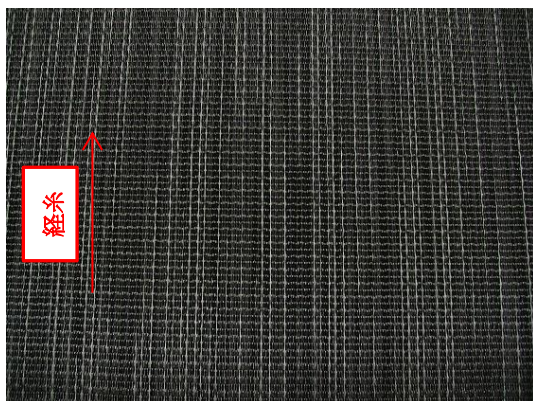


図8 試作した織物の外観

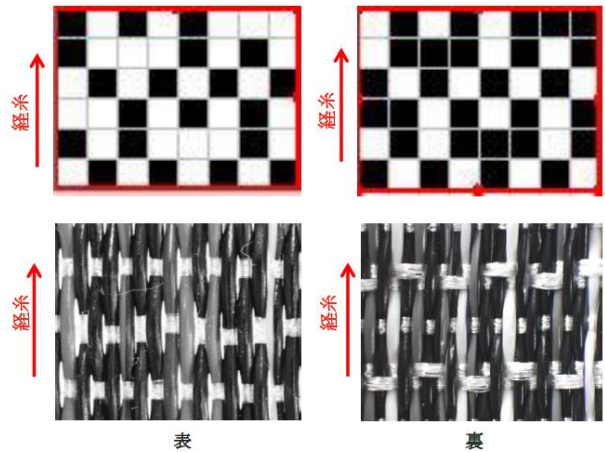


図9 織物組織と試作織物

表8 試作柎目調織物の仕様

厚み [mm]	目付 [g/m ²]	通気度 [cm ³ /cm ² ・s]	耐候性
0.97	591	48.3	チョーキングなし (試験機:スーパーUVテスター 紫外線照度:150±8[mW/cm ²] 試験時間:300[h])

一方で、織物シミュレーションでは分からなかった織物の経糸間の隙間が発生し、柎目調の縦縞を再現できないことが分かった。

そこで新たにPETに熱融着糸(ナイロン、56[D])を組み合わせ、熱処理により織物の経糸間の隙間の解消に取り組んだ。

緯糸は製織時の糸のばらけ防止を目的に、収束性に優れたリリヤーン加工(図10)を行った。

再試作の結果を図11に示す。緯糸のPETに熱融着糸を組み合わせ、熱処理を行うことによって、経糸間の距離が縮まり、織物の経糸間の隙間を解消することができた。

また、図12に示す緯糸断面を観察すると、経糸に対して緯糸のみがクリンプしており、本研究で目指した柎目調織物を開発することができた。



図10 緯糸用リリヤーン糸(加工後織度:560[D])
(PET+熱融着糸)

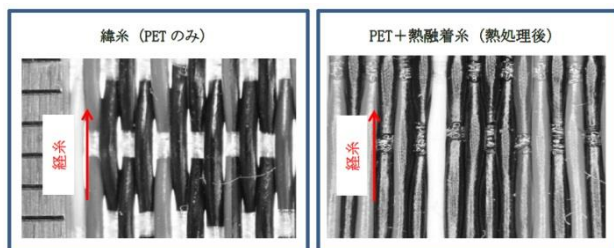


図 1.1 熱処理後の柎目調織物表面

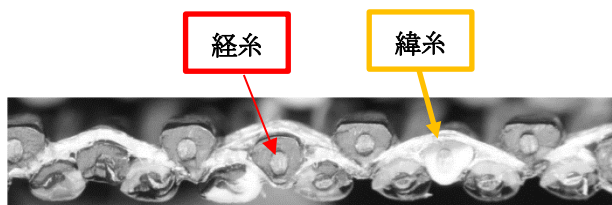


図 1.2 熱処理後の柎目調織物の経糸断面
(緯糸：PET+熱融着糸)

3.2.2. 柎目調織物の試作事例

開発した柎目調織物を活用して、エクステリア対応型カバーシートと木製構造物用化粧シートの試作を行った(図1.3、図1.4)。

その結果、①織物を裁断しても熱融着により末端がほどけずに、自由形状に加工できる、②織物の緯糸方向が柔軟であるため、製品の曲率が大きい部分等においても、その形に追従して試作できることが分かった。



図 1.3 エクステリア対応型カバーシート



図 1.4 木製構造物用化粧シート

4. 結言

4.1. 空調のコーティング繊維の開発

- ・従来、多段階の糸加工が必要だった空糸について、応募企業の技術シーズ(クロスヘッド型の押出成形機)によって、一段階で撚糸回数を制御した空調のコーティング繊維を製造することができた。
- ・柎目調織物を製織するためには、単位面積当たりのカラーリピートを、 $2\sim 20 \times 10^3$ [回/m²]の範囲に設定することが重要であることが分かった。

4.2. 「柎目」模様の「緋織」を実現する織物の開発

- ・織物シミュレーションを活用することによって、短期間で柎目調織物の開発を行うことができた。
- ・経糸に対して緯糸のみがクリンプする織物設計を行った。さらに、緯糸にPET+熱融着糸のリリヤーン糸を使用し、製織後熱処理することによって、織物の経糸間の隙間を解消することができた。

5. 参考文献

- 1) 特開昭 58-191243 「天然木意匠木目織物」
- 2) 特許 4698763 「複雑な柄の製織方法」