

編織組織と機能性のデータベース構築と解析手法の研究

Research on database construction and analysis methods for knitting and weaving structures and functionality

材料技術部 繊維・高分子科 中島孝明 長澤浩 中村和由 小林慶祐 東瀬慎

通気性や接触冷感性といった布地の物性値を設計段階で試算予測することを目的として、編織物の設計と物性値の関係を調査した。初年度は、緯糸密度を変化させた織物の通気性、接触冷感性を測定し、緯糸密度との関係を考察した。その結果、緯糸密度と通気度は負の相関を持つが、高密度域では通気度の変化が緩やかになるため、緯糸密度以外の要因も示唆された。また、緯糸密度と q_{\max} には正の相関が見られ、緯糸密度の増加による接触面積の増加によるものと考えた。今後は素材を変えて影響を調査することとした。

Key words: データベース、通気度、接触冷感性、緯糸密度

1. 緒言

福島県の繊維産業では、高品質で高付加価値な繊維製品の開発を進めている。製品化や素材開発においては試作と製品評価を繰り返すため、手間とコストがかかることが課題である。

アパレルデザインの試作では、従来、パターンメイキングから試作を繰り返し、デザインチェックを行っていたが、アパレル 3DCAD ソフトウェアが高精度化したことで、ソフトウェア上でのシミュレーションを活用し、リードタイムを大きく削減できるようになってきた。テキスタイルデザインの試作でも、デザインソフトウェアに経糸や緯糸に用いる糸の画像や構造情報を取り込むことで、織物やニットの仕上がり具合をシミュレーション画像で確認でき、デザイン修正が容易に行えるようになった。

一方で、実際の衣服用の布地は、色柄等のデザインと共に伸縮性や曲げ特性、表面特性、熱的特性などの機能性が求められる。機能性は、布地の素材や織度、組織、密度等に起因することから、布地を試作して評価する必要がある。

当所においても布地の物理特性や熱的特性を測定する試験機を備え、布地の物性値を測定し評価を行ってきた。

このように、衣服に必要な機能性の評価については、試作が必須条件であることから、製品開発を行うにあたってのボトルネックとなっており、試作回数の削減が求められている。

そこで、アパレルデザインをソフトウェア上でシミュレーションしデザインチェックをするように、目的とする物性値を有する布地の製造設計を試算するシステムの開発に取り組むことにした。本研究においては、編織物の設計と物性値の関係を調査するため、設計値を変えた布地の試作と物性値の測定によりデータベースを作成し、設計値と物性値を解析する。

今年度は、平組織の織物をモデルとし、緯糸密度を変化させて通気性、接触冷感性との関係を評価した。

2. 実験

2. 1. 試験試料

測定した試料は、経糸に綿糸（40 番手双糸）を用いた平組織の織物である。緯糸素材には 16 番手単糸の綿スラブ糸を使用し、緯糸密度を 14~26[本/cm]まで変化させた 9 種類の試料を用いた。

2. 2. 寸法変化率測定

JIS L1096 8.39 寸法変化率 C 法を参考にし、経方向および緯方向の縮率を測定した。経方向と緯方向にそれぞれ 3 か所に 20[cm]間隔の印をつけた。非イオン界面活性剤 0.05[%]の水溶液 5[L]を調整し、 $25 \pm 2[^\circ\text{C}]$ の範囲で 30 分間浸漬させた。その後、遠心脱水機で 40 秒間脱水し、標準状態 $20[^\circ\text{C}]65[\%RH]$ の室内で平干し状態で乾燥させた。乾燥後に印の間隔を測長し、3 か所の平均値から縮率を算出した。

2. 3. 通気度測定

JIS L1096 8.26 通気性 A 法を参考にし¹⁾、フラジール形通気度試験機（(株)東洋精機製作所製）を用いて測定を行い、5 か所測定した値の平均値を用いた。

2. 4. 接触冷感測定

接触冷感性 (q_{\max}) の測定はサーモラボ II 型（カトーテック(株)製）で測定した。標準状態となった試験布に対し $\Delta T=20[^\circ\text{C}]$ となるよう²⁾、センサー温度を $40.0[^\circ\text{C}]$ に設定し、5 回測定した値の平均値を用いた。

3. 結果と考察

3. 1. 緯糸密度と目付及び通気度の関係

表 1 に寸法変化率測定後の密度と目付、表 2 に寸法変化率測定後の縮率と通気度、 q_{\max} を示す。図 1 は、緯糸密度による通気度及び目付の関係を示し、横軸に緯糸密度、縦軸に通気度と目付を示す。図 2 は横軸を緯糸密度、縦軸を q_{\max} とし、緯糸密度と q_{\max} の関

係を示す。

表 1 寸法変化率測定後の密度と目付

| サンプル 番号 | 経糸密度 [本/cm] | 緯糸密度 [本/cm] | 目付 [g/m ²] |
|------------|----------------|----------------|---------------------------|
| 1 | 26 | 26 | 170.9 |
| 2 | 26 | 24 | 163.8 |
| 3 | 26 | 21 | 159.3 |
| 4 | 25 | 20 | 154.3 |
| 5 | 26 | 18 | 145.8 |
| 6 | 25 | 17 | 139.6 |
| 7 | 26 | 16 | 136.7 |
| 8 | 25 | 15 | 134.5 |
| 9 | 26 | 14 | 130.0 |

表 2 測定試料の物性値

| サンプル 番号 | 縮率[%] | | 通気度 [cm ³ /cm ² /sec] | q-max [W/cm ²] |
|------------|-------|-----|--|-------------------------------|
| | 経方向 | 緯方向 | | |
| 1 | 7.0 | 2.3 | 18.9 | 0.203 |
| 2 | 7.3 | 2.8 | 22.6 | 0.197 |
| 3 | 7.3 | 2.6 | 23.6 | 0.194 |
| 4 | 8.5 | 1.6 | 29.3 | 0.192 |
| 5 | 7.6 | 2.2 | 40.7 | 0.193 |
| 6 | 7.2 | 2.4 | 51.8 | 0.188 |
| 7 | 6.6 | 2.4 | 68.4 | 0.187 |
| 8 | 6.8 | 2.7 | 72.2 | 0.187 |
| 9 | 6.8 | 3.1 | 78.9 | 0.182 |

表 1 及び図 1 から、緯糸密度と目付は直線的に変化していることが分かる。緯糸には綿糸 16 番手の単糸（織度 369[dtex]）を用いていることから、緯糸密度が 1[本/cm]増加すると 1[m²]あたり緯糸 100[m]分の質量が増加するため、3.69[g/m²]増加する計算になる。図 1 の回帰式の傾きは 3.47 であり、ほぼ設計値通りになっていることが確認できた。

表 2 の縮率については、測定した試料で経方向では約 7[%]、緯方向で約 2[%]であり、緯糸密度の変化による影響は見られないことが分かった。

表 2 及び図 1 から緯糸密度が増加するにつれて通気度が下がることが分かる。緯糸密度が密になるにつれて、経糸と緯糸で囲まれた隙間が小さくなるため通気度が下がると考えられる。通気度の変化率に注目すると、高密度になるほど減少率が下がり、緯糸密度が 21[本/cm]以上ではほぼ横ばいとなった。緯糸密度による織物の隙間は、糸の硬さや織物組織などに依存することから、一定量の密度を超えると通気度は緩やかに変化すると考えられる。今後、糸の素材や織物組織などを変えて緯糸密度と通気度の関連性について調べる必要がある。

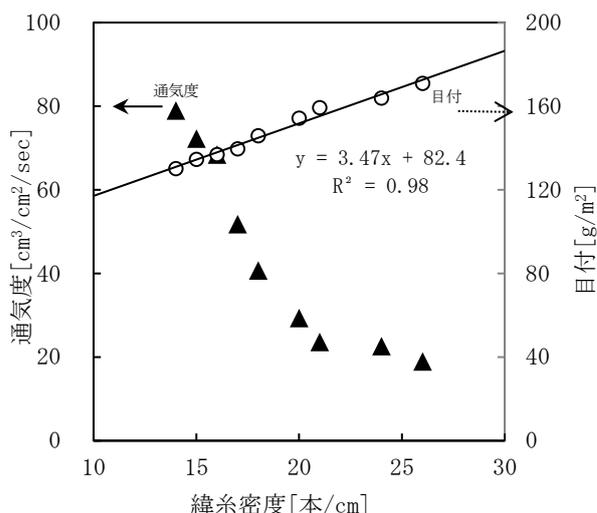


図 1 緯糸密度と通気度及び目付の関係

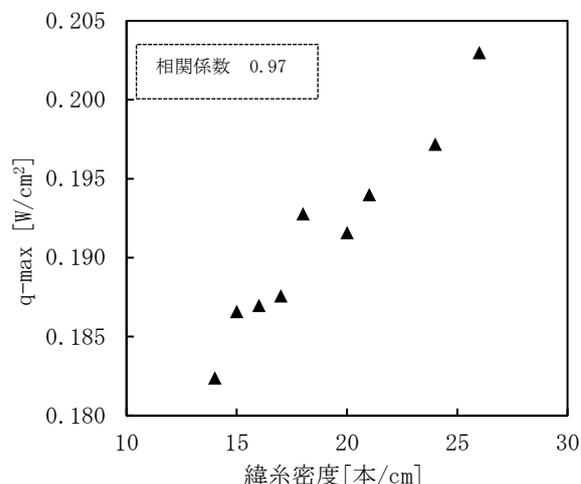


図 2 緯糸密度とq-maxの関係

3. 2. 緯糸密度と接触冷感性 (q-max) の関係

表 2 及び図 2 から、緯糸密度と q-max には相関関係が見られることから、最小二乗法により相関係数を求めた。その結果、緯糸密度と q-max の相関係数は 0.97 であった。緯糸密度と q-max の関係については、緯糸密度が高くなると単位面積当たりに含まれる経糸と緯糸で囲まれた隙間が小さくなるため、生地を触れた時に糸と接触する面積が増加すると考えられる。q-max は試料表面の状態に大きく影響を受ける物理量であることが報告されていることから³⁾、緯糸密度の増加による接触面積の増加が結果として q-max の増加につながったと考えられる。今後は、緯糸密度と接触面積の関係や、経糸と緯糸で作られる空隙率との関係を測定し、検証する必要がある。

4. 結言

緯糸密度を変化させた平組織の綿織物の通気度と q_{\max} を測定し、緯糸密度との関係を考察した。

その結果、緯糸密度と通気度は、負の相関を持つことが分かった。また、高密度域における通気度の変化が緩やかになることから、緯糸密度以外の要因も関係していると考えた。

緯糸密度と q_{\max} には正の相関が見られ、接触面積の増加によるものと考えた。

次年度は、緯糸使いによる影響を測定するため、緯糸の素材や織度等を変更した際の通気度や q_{\max} を測定し解析する他、KES システムによる表面粗さ等も測定評価する。

参考文献

- 1) 日本規格協会編. JIS ハンドブック繊維. 2020. 第1版, pp1405-1412.
- 2) 川端季雄, 赤木陽子. “衣服用布の冷温感と熱吸収特性との関係について”. 繊維機械学会誌, 1977, 30 巻, 1 号, p. T13-T22
- 3) 妹尾順子, 米田守宏, 丹羽雅子. “布の接触冷温感測度としての初期熱流束最大値 (q_{\max}) について”. 家政学雑誌. 1986, 37 巻, 12 号, p. 1049-1061.