

高寺政行

目的別テーマ：繊維素材設計・評価に関する研究

研究テーマ

15-7-1：感性製品設計のための繊維，編織布の物理特性評価システムの開発

ABSTRACT

In order to evaluate the mechanical properties of textiles, apparatus are developed and used for characterizing transverse compressive properties, shear properties, anisotropic tensile properties and wet cling properties. Light transmission properties of plain woven and knitted Fabrics are also studied. For woven fabrics, an approximation curve of anisotropy was proposed and the anisotropic light transmission factor was estimated from a measurement at front of a fabric and structure of the fabric based on crimp theory of Peirce. For knitted fabrics, light transmission factor at front of a fabric was estimated from stitch densities of wale and course and diameter of yarn in stretch. For predicting surface color of union fabric, a prediction model is established successfully and the surface color of union fabric was predicted from individual color of yarns and weave accurately by this model.

研究目的

衣服やインテリア，日用品などの繊維製品は強度や耐久性だけでなく，感覚や感性に訴える性質が重要視される．すなわち，触感や色，形，テクスチャを考慮した設計が欠かせない．本研究では，繊維製品の感性性能を設計に取り入れるため，繊維，編織布の物理特性の測定システムの開発とその応用研究を行う．

5年間の研究内容と成果

力学特性の測定と評価

繊維の圧縮特性および曲げ特性，布の引張異方性特性，せん断特性，湿潤布のはりつき特性などの測定装置の開発を行った．開発した測定装置を用いて，繊維，糸および布の物理特性を測定し，物性と視感覚，触感覚との関係を明らかにした．

評価法が確立されていない繊維の側方圧縮特性を測定する装置を開発した．また，構成する糸の側方圧縮特性を変化させた織物の力学特性の測定および織物触感の官能検査を行い，それら相互の比較を行った．糸の側方弾性係数 ET は，同程度の織度，コード数でもフィラメント糸の方が高い．また，同コードで織度が異なる糸を比較すると同程度の値を示すことが明らかになった． ET は撚数に伴い増加し，やがて一定値に近づく．これらの結果から糸の ET は，コード構造と撚数が支配因子であることが明らかになった．また，構成する糸の側方圧縮特性を加撚することにより変化させた織物を作製し，力学特性の測定を行い糸の物性と比較した．糸の ET は撚数と共に増加するが，織物の ET は撚数と共に減少する．この結果は官能検査による織物の柔らかさと相関関係が認められた．したがって，織物の柔らかさ評価には織物の ET が関与するが，糸の ET を撚で制御した場合は，糸のねじれの影響の方が布の圧縮特性に及ぼす影響が大きいことが分かった．さらに官能検査の結果から布の圧縮レジリエンス (RC) が大きいものほど触感が好まれることが分かった．

布のせん断特性の評価について新たに開発した装置を用いて，実験と解析を行い，低せん断剛性の布について，従来引張荷重下でしか計測できなかったせん断剛性率の測定に成功した．

布の引張特性の評価について布の多方向の引張特性を一度に測定可能な円形多軸試験機を用いて，直交性の有無に関わらず布の引張異方性を測定することができた．織物は構造的に異方材料であるため，引張異方性がよく現れ，不織布は製造方向による異方性がよく表れていることが明らかにした．

光透過性に関する研究

平織物の光透過性の異方性測定を行ない，構造との関係を検討した．測定の結果，平織物では光の入射方向が大きくなると異方性が表れ，経糸密度と緯糸密度の違いが大きい織物で顕著な異方性が見られた．また，異方性は $\pi/4$ 周期で極値が表れた．よって，3方向の光透過率を測定するか，Peirceのクリンプモデルによる織物の幾何学的構造と，織物の正面から光を照射したときの透過率を測定す

ることにより、比較的粗く製織された織物の光透過異方性を予測することができた。さらに、一軸および二軸伸長時における平編物の光透過性の異方性測定を行ない、伸長条件と光透過異方性との関係を検討した。糸の透過率が 0 であれば、一軸伸長の場合は、ポアソン比の大小により、伸長に伴うウェール密度とコース密度の変化が異なるため、同じ伸長率でも伸長方向の違いにより透過率は異なった。無伸長時のウェール密度、コース密度、伸長時の原糸の直径変化、編物のポアソン比が分かれば、伸長状態での光を正面から照射したときの光透過率を予測することができた。また、伸長条件の違いにより、さまざまな異方性が確認された。二軸伸長の場合は、同一試料であれば伸長方向に関わらず同面積に伸長した場合、透過率は同じ値となった。よって、無伸長時のウェール密度、コース密度、伸長時の原糸の直径変化が分かれば、伸長状態での光を正面から照射したときの光透過率を予測することが可能となった。

湿潤状態における編織布の触感覚評価

湿潤状態における布と物体とのはりつき力を測定する装置を作製した。ローラに湿潤状態の試料を乗せ、ローラを回転させたときに生じる接線方向への引張荷重を測定する。このときの最大値をはりつき力と定義し、測定を行なった。はりつき力と触感覚との関係を検討するために SD 法による官能検査を行った。被験者の上腕部に試料を乗せ、はりつき力の測定と同様の装置を用いて触感覚を検査した。試料を高低 2 水準の水分率の状態にし、それぞれの状態で 5 つの評価項目について検査を行なった。本研究で作製した装置を用いたはりつき力測定と官能検査の結果から、触感覚ははりつき力と高い相関があり、はりつき力が約 $2\text{gf}\cdot\text{cm}^{-2}$ 以下のときは、「はりつき感」・「まとわりつき感」・「べたつき感」を感じないという結果になった。また、布のはりつき力・水分率・質量を説明変量として重回帰分析を行ない、各評価項目の重回帰式を求めた。その結果、湿潤状態における編織布の触感覚を物理量から予測することができた。

交織織物の色彩予測

織物を構成する糸の測色値と、織組織、織密度から求めた経糸と緯糸の面積割合を利用した、設計段階で可能な交織織物の表面の色彩予測について検討した。織物表面の色彩は経糸と緯糸が減法混色されたものであるとして、Kubelka-Munk の法則と Lambert-Beer の法則を利用して色彩予測を行った。実際の織物中では糸に互いの糸色が映り込む糸間反射の影響があることが認められ、その糸間反射の影響を考慮するために、経糸、緯糸の色濃度差 $\Delta D_{\text{yarn}}(\lambda)$ を利用して補正を行うことで、糸の測定値から交織織物の表面色を精度よく予測することができた。また、Lambert-Beer の法則に従った色予測の方がより精度よく近似できた結果となった。しかも係数 a 、 b が定数として扱える結果となり、Kubeluka-Munk の法則に従った色予測よりも汎用性のある予測式を提案することができた。