

氏名	柳川良樹 やながわ よしき
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1383号
学位授与の日付	昭和56年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	たて編布の力学的性質に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 河合弘 副査 教授 北丸竜三 教授 小野木重治

論文内容の要旨

たて編布は、通常の編布であるよこ編布と異なり、整経した多数のたて糸を互に絡ませ平面的な布帛を構成するもので、衣料を中心に多方面に広く使用されている。本論文はこのたて編布の変形に際する力学的性質を、布を構成する糸の力学的性質と布の編み構造とから理論的に導き、さらにその理論の予測精度を実験的に検証したもので、全8章からなっている。

第1章は緒論で、研究の目的と意義が述べられている。たて編布はその構造の特徴から、変形特性において織物とよこ編布との中間的な性質をもち、両者の特性を兼ね具えていることや、また高速生産が可能であることから、今後の発展が期待される布帛である。しかしその構造の複雑性のため、この種の布の変形挙動や力学的性質に関する研究は極めて少なく、布帛設計の上で不十分な状況にあったが、本論文の目的と意義はこれらの技術的空白を埋めることにあるとしている。

第2章は本論文の中心的な部分であって、理論的解析に用いられるたて編布構造モデルが提出されており、ついでこれによって編布の最も基本的な変形である構造主軸方向への伸長特性の計算法が提出されている。近年、編布の構造モデルとその伸長特性の解析法に関して新しい方法が開発されているが、本章ではこれを複雑な構造をもつたて編布に巧みに適用し、まずその初期構造を円弧状部分と直線部分とのみからなる単純化した構造モデルに置換している。さらにそれら2部分の寸法的な配分を決め、単純性を失わずに実際の構造にできるだけ忠実な構造モデルを設定している。

ついで、この構造モデルに伸長変形を与えたとき、円弧部の糸の曲げ変形、全体の糸の伸長変形、さらに糸と糸との交絡点での糸間の滑り摩擦を考慮して、糸間交絡点での力の釣合い式を導き、布の伸長時に糸にかかる力を計算するための基礎式を導いている。この式は大変形を含む変形全域にまで適用可能で、さらに糸間摩擦効果によるヒステリシス現象の解析をも含んでいる。ただしこの摩擦力に比較して糸の粘性的効果は小さいため、糸は基本的に弾性体であると仮定している。

第3章では、前章での基礎式をまず布の構造主軸方向の二軸伸長変形に適用し、変形量と張力との関係を導く計算式を確立している。さらにこの計算式の予測精度を向上させるため、張力下で交絡する糸の交

又点における圧縮変形の導入を試み、より実用的な式を完成させている。

第4章では、前章までに導かれた理論式を応用して、上記二軸伸長にさらに面内せん断変形が重畳した複合変形下での挙動を解析し、この変形様式下でのせん断力の計算を行っている。

第5章では、比較的安定した曲げ変形挙動を示す2枚おさ編成のたて編布を対象を絞って、その曲げ変形特性の解析を行っている。構造モデルは前章までに用いられたものと共通で、円弧部と直線部とからなる糸で構成された初期モデルに純曲げを与えたときの曲げモーメントを空間に3次元配置をとる各構造要素のそれぞれの曲げモーメントの和として求めることにより誘導している。

第6章では、二軸引張試験機と純曲げ試験機とを用いた実験的結果により、以上の理論的考察を実際のたて編布にもいて検証しており、理論式が充分の精度をもつことを示している。

第7章では、実際の布帛設計への本理論式の応用法を具体例によって示している。すなわち、たて編布の性質の制御、設計が導かれた理論式を用いて充分に可能であることを示すと共に、布構造や糸の性質の変化が布の性質にいかんにか反映するかを示している。

第8章は総括であり、本論文の内容が要約されている。

論文審査の結果の要旨

たて編布は、その力学的性質、特に伸長特性が織物と典型的な編布であるよこ編布とのほど中間にあり、両者の長を兼ね具えていること、さらに極めて高速の生産が可能であることなどの理由で衣料用途を中心に広い分野での将来の発展が期待されている。一方、その編み構造の複雑さのため、伸長特性など基本的な変形様式下での力学特性の解析が不十分で、わずかに経験によって編布の設計、生産が行われてきた状況にある。この論文は、近年、編布の変形特性や力学的性質の解析のため開発されてきた比較的単純な手法を、この複雑な編み構造をもつたて編布の解析に巧みに適用し、上述の技術的問題を解決しようとしたもので、得られた主な成果は次の通りである。

1) たて編布の力学的特性を精度よく記述するため、1枚おさ編成の布と2枚おさ編成の布に分け、それぞれの立体的編み構造モデルを設定し、モデル定数により特性化した。これらのモデルは、本論文で検討される編布の伸長変形、面内せん断変形、および曲げ変形のそれぞれの解析に共通に用いることができ、それぞれの変形様式での編布の力学的挙動を精度よく予測するのに役立っている。このことはこれらの構造モデルが実用上優れたものであることを示している。

2) 上記構造モデルを用いて、編布の最も基本的で重要な変形様式である構造主軸方向の二軸伸長変形にもいて、その力学的挙動を予測する理論式を導出した。すなわち、布を構成する糸の力学的性質および糸相互の摩擦特性と編み構造を反映する構造モデル定数とを用いて、大変形領域にいたる布の非線形伸長特性を予測できる理論式を導いている。

3) さらに2)の理論を展開して、布の面内せん断変形を解析し、伸長特性の場合と同様に、せん断力を予測する精度の高い理論式を導いた。また布の曲げ変形特性についても、以上と共通する構造モデルに立脚し、円弧状細棒の面外弾性変形理論を応用して、曲げ変形特性を精度よく説明し、広い範囲の曲率にわたる曲げモーメントの計算式を導いている。

4) 実際のたて編布について、以上三つの変形様式下での力学的挙動を測定し、理論式によって求めた計算結果と比較検討し、理論式が実用上十分な精度をもつことを示し、また理論式を実際に適用する際の問題点の解決法および誤差の修正法などを提出している。

以上要するに本論文は、従来解析が不十分であったたて編布の力学特性を、伸長、面内せん断、および曲げの三つの基本的な変形様式について定式化したものである。得られた成果は複雑な編み構造をもつ編布の力学特性を、それを構成する糸の力学的特性を通じ予知することを可能にしたもので、学術上また実際上寄与するところが少なくないと考えられる。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。