

織物の曲面形成時における歪み量の予測

太田幸一^{*1}、池口達治^{*1}

Prediction Method of Strain in Deformation of Curved Surface for Woven Fabrics

Kouichi OHTA^{*1} and Tatsuharu IKEGUCHI^{*1}

Owari Textile Research Center, AITEC^{*1}

織物を最終製品の形状に加工した場合の状態を確認するために、織物内部の3次元構造および微小変形特性を元に、与えられた曲面形状に織物を変形させた場合の歪み量の予測手法の開発を行った。与えられた曲面形状を微小領域に分割し、微小部分の歪み量を求め微小変形特性を計算するアルゴリズムを開発した。この結果、2軸変形時における織物の3次元モデル化および微小領域の変形量の計算が可能となった。

1. はじめに

自動車産業など多様な材料を使用する業界において、製品の開発期間の短縮のためにコンピュータ支援設計技術(CAE)のが急速に進行している。特に、自動車産業においては、ボディー、金属、プラスチック部品等の分野ではCAEによる設計が広範囲で導入されているが、自動車シートの設計など織物を使用した領域では他の分野に比べて非常にCAE化が遅れている。このため、現場ではさまざまな条件で試作した多種類の織物を実際の最終製品の形状に加工し、しわの発生状態などを確認した上で最終製品に最適な織物を選び出すという方法で対応しているのが現状である。

これらの問題を解決するためには織物のCAE技術の実現が必要であるが、従来の織物変形シミュレーションは、織物を一様な平板構造として近似した取り扱いに限られており、作成した織物の物理特性から変形挙動を予測するのが一般的で、織物の設計・生産現場で必要とされている糸の物性と織物の設計条件から織物を作らずコンピュータ上で予測する手法は実現されていない。

これらの問題を解決するために、前報等¹⁻⁵⁾において、織物組織図の情報から織物3次元モデルを作成し、さらに引張および曲げの変形シミュレーションを実施する手法について検討を行い、糸の物性と織物の設計条件から織物の基本構造単位での変形予測を可能とした。

本研究では織物を座席など凹凸のある最終製品の形状に加工した場合の状態、すなわち、しわや過度の緊張の発生を、糸の物性(引っ張り、曲げ、圧縮挙動等)と織物の設計条件(組織、密度等)からコンピュータ上で予測する手法を開発する。

2. 計算原理

織物を曲面形状に加工した時に発生する歪み量を予測するため、織物を複数の微小領域に分割し、各微小領域毎に糸の物性と織物の設計条件から織物内部の3次元構造および微小変形特性を計算する。そして、この結果をマルチスケール解析を応用して重ね合わせ、最終製品の形状に加工した織物全体の歪み量を予測計算する。これにより、他種類の織物を試行錯誤的に試作することなく、あらゆる素材・太さの糸や設計条件による織物の中から、最終製品の形状にしたときにしわや過度の緊張が発生しない最適な織物を設計することが可能となると考えられる。図1に予測計算手法の概要を示す。

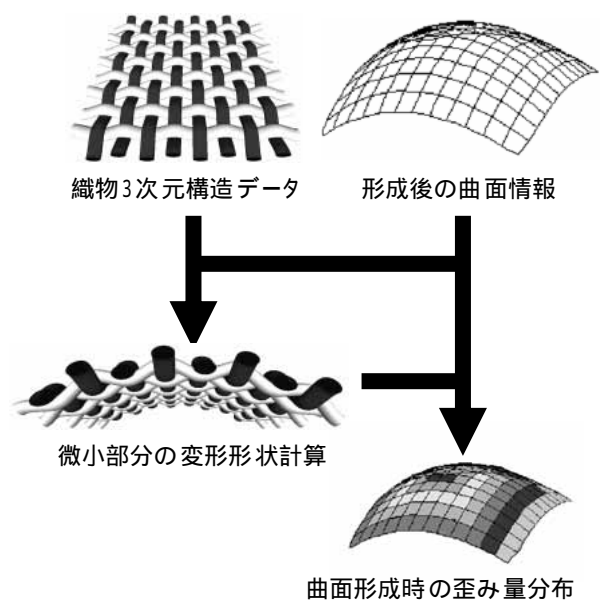


図1 予測計算手法の概要

*1尾張繊維技術センター 開発技術室

3. 織物中の微小領域での変形形状計算

上記手法により分割した微小領域に対して、各微小部分の歪み量を求めることになるが、前報²⁾⁵⁾で開発した方法では引張り・曲げとも1軸方向のみの変形を前提としているため、曲面形成時の形状をモデル化する場合は、2軸方向の変形を考慮した変形アルゴリズムが必要となった。

従来手法は経糸方向及び緯糸方向についての1軸伸張変形をモデル化していたが、2軸伸張の場合においても同様に経糸方向、緯糸方向それぞれ2段階の変形挙動を示すものと考えられ、変形挙動は3種の変形モードが想定され、それぞれ経緯曲がり構造、経曲がり構造、緯曲がり構造をとるものとして取り扱う。

曲げについては曲面に接する円から曲率半径を取り扱っていたが、曲面に接する球として曲率半径を取り扱うことで2軸方向の曲げに対応した。

4. シミュレーションソフトの開発

上記微小領域の変形形状計算を各領域毎に逐次計算し、マルチスケール解析を応用した手法により曲面全体の歪み量を計算するソフトウェアを作成した。与えられた織物規格に対して、あらかじめ可能な範囲のすべての変形条件を与えて2軸変形挙動のデータベースを作成し、異なる曲面形状を与えた場合でも、短時間で計算が可能であるようにソフトウェアを分割し、システムの高速化を図った。データベースの作成に8時間程度の時間が必要とするが、1度データベースを作成した後は指定曲面を変更しても、数分の処理時間で計算が可能であるので、設計手続き全体では十分時間短縮が図れるものと考えられる。

実際に図2に示す曲率半径16.7mm(曲率 0.06mm^{-1})の半球面の3次元形状データを与えて、指定曲面に織物を押し当てた状態の織物形状及び歪み量分布を計算した。変形後の織物形状を図3に示す。これにより、指定曲面に変形したときの織物について、歪み量分布が計算できることが確認された。なお、有限要素法など既存の変形解析手法と併用することで、計算精度の向上や計算処理の高速化が可能であると考えられる。

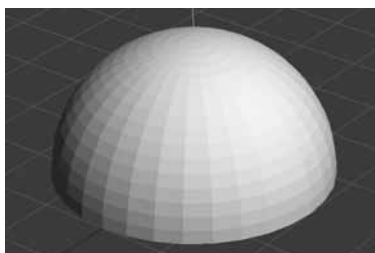


図2 変形対象の曲面

(曲率半径16.7mm)

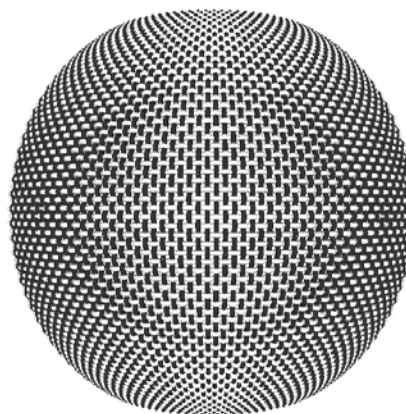


図3 織物を対象曲面に変形させた計算結果

5. 結び

本研究では織物変形の基礎パラメータとなる糸の引張変形および圧縮変形特性と織物の規格を元に、織物内部の3次元構造および微小変形特性を計算するアルゴリズムを開発した。その結果、2軸変形時における織物の3次元モデル化および変形量の計算が可能となった。また、上記微小領域の変形形状を逐次計算し、マルチスケール解析を応用した手法により、曲面全体の歪み量を計算するソフトウェアを開発した。

本研究の成果を利用することにより、これまで課題であった自動車内装材の設計効率が大幅に向上する事が考えられ、コンピュータ上で織物設計内容の検討を十分に行うことができ、織物の試作回数を大幅に減少と品質向上を図ることが出来る。このことにより新車開発においてボトルネックであった内装材開発が、短期間で行えるようになると思われる。また、最終用途を考慮した製品設計技術の確立が期待できるので、電子部品(電子部品用基布)、建築土木(土木資材用織物)、航空宇宙産業(複合材料強化用織物)などで使用されるCAD/CAEへの応用も期待される。

文献

- 1) 池口, 太田: 愛知県産業技術研究報告, 4, 188(2005)
- 2) 太田, 池口: 愛知県産業技術研究報告, 4, 192(2005)
- 3) 太田: 学位論文, 金沢大学(2005)
- 4) 特願 2005-24609
- 5) 特願 2005-100230