

氏 名	いとうもとよし 伊藤元貴
学位(専攻分野)	博 士 (学 術)
学 位 記 番 号	博 乙 第 48 号
学位授与の日付	平成 9 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 題 目	ランダム繊維集合体の変形力学に関する研究
審 査 委 員	(主査) 教 授 松尾達樹 教 授 前川善一郎 教 授 高橋雅興

論文内容の要旨

本論文は、多数の繊維が無秩序的に集まったランダム繊維集合体の変形力学に関するものである。このような集合体は、フェルト、ふとんわた、不織布等の最終製品や、トップ、ウェット、スライバー等の繊維工程の中間品として重要な形態である。そのため本集合体の変形問題については、これまで数多くの研究報告がなされてきたが、理論的な体系化については、まだ満足できる段階には至っていない。

本論文は、集合体の構成要素である繊維要素の形状や集合形態を基にして、集合体の変形力学の一般的な理論の確立を試みている。本論文は 9 つの章ならびに序章と終章から構成されており、以下に各章の概要を示す。

序章では、本研究の背景と目的を述べると共に、既往の研究の状況と問題点を明らかにしている。

1 章では、繊維集合体の変形の幾何学を表現するための一般的な手法の提示を行なっている。すなわち、連続体としての集合体の歪み、繊維要素の変形、系の変形と繊維要素の変形との関係、繊維配向分布と変形による変化の規則、等の一般的な記述形式を提示している。

2 章では、構成繊維による変形エネルギーの蓄積機構に関する様々な仮説的モデルに共通的に適用できる変形力学形式の確立を行なっている。すなわち、与えられた外力による仕事が繊維要素の変形エネルギーとして配分される形式が与えられたとき、系の弾性エネルギーを集合体に独立に与えられた 9 個の直歪みおよび剪断歪みの関数として表し、その表現から種々の弾性係数を誘導する一般的な方法を明らかにしている。

3 章では、幾つかの既往の理論で採用されている直線ビーム曲げモデルを解析しているが、そこでは新たに曲げを受ける繊維要素の長さが配向に依存することを考慮にいれ、繊維配向の圧縮特性への効果を調べている。

4 章では、繊維によるエネルギー蓄積のモデルとして、従来試みられていない螺旋バネのモデルによる圧縮を基礎にした解析を行なっている。このモデルでは構成繊維のクリンプや立体性の度合いが圧縮特性にもたらす効果をシミュレーションし、実験結果と比較検討している。

5 章では、3 章の直線ビームモデルを拡張し、繊維要素として曲率を持ったビームを仮定し、集合体の変形特性の繊維クリンプへの依存性を扱い、実測された圧縮特性と比較検討している。

6 章では、5 章の屈曲ビームモデルを前提にして、繊維間の摩擦の大小が圧縮特性に与える影響や、圧縮回復過程でのヒステリシスを説明している。

7 章では、紙や不織布等のモデルとして、2 次元的な繊維集合体の変形を扱い、実験結果と比較検討している。

8 章では、繊維間の立体排除効果について吟味し、それを考慮した新たな接触理論を展開している。繊維

維配向自己相関、相関持続長、繊維の平均広がり度等の概念を提案し、それらが繊維接触や集合体物性に与える役割と意義について分析している。

9章では、3章の直線ビームモデルによる力学を、修正した繊維接触理論に基づいて改めて解析し、繊維間の体積排除の効果が圧縮特性にもたらす諸特徴を明らかにしている。

終章では、一連の研究において設定してきたモデル化や単純化のための諸仮定の吟味を行い、今後の改善方向について言及するとともに、本論文全体の総括と将来展望を記している。

論文審査の結果の要旨

ランダム繊維集合体の変形力学に関する理論的研究については、これまで幾つかの研究が発表されているが、完成したレベルには程遠い状態であった。本論文は集合体の構成要素である単繊維・繊維要素の形状や集合形態を基にして、幾つかのモデルについて発展段階的に、集合体の変形力学の一般的な理論を論理的に展開しており、この領域の研究レベルを大きく高める研究といえる。まだ改良の余地はかなり残されている（これらは終章で将来展望として記されている）ものの、本論文の学術的進歩に寄与する点の大きさから、その意義は十分に認められる。

本論文の基になる論文は、以下に示すようにレフェリー制度のある学術雑誌に6篇が掲載されており、さらに国際会議で1件の研究発表をおこなっている(⑦)。この中の2つで筆頭著者になっている。また2篇の論文を学術雑誌に投稿中で(⑧、⑨)、このうち筆頭著者となっている⑨は、掲載予定が通知されている。

- ① T. Komori, K. Makishima and M. Itoh : Textile Research J., 49, 550-555 (1980).
- ② T. Komori and M. Itoh : Textile Research J., 61, 420-428 (1991).
- ③ T. Komori and M. Itoh : Textile Research J., 61, 588-594 (1991).
- ④ M. Itoh and T. Komori : 繊維学会誌、47、563-572 (1991).
- ⑤ T. Komori, M. Itoh and A. Takaku : Textile Research J., 62, 567-574 (1992).
- ⑥ T. Komori and M. Itoh : Textile Research J., 64, 519-528 (1994).
- ⑦ M. Itoh and T. Komori : Proc. 9th Inter. Wool Text. Res. Confer., pp. 89-96 (1995).
- ⑧ T. Komori and M. Ito : Textile Research J., to be published.
- ⑨ 伊藤、小森 : 繊維機械学会誌、投稿中。