

氏 名	た だ まき こ 多 田 牧 子
学位(専攻分野)	博 士 ( 工 学 )
学 位 記 番 号	博 甲 第 3 1 3 号
学位授与の日付	平成 15 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規程第 3 条第 3 項該当
研 究 科 ・ 専 攻	工芸科学研究科 先端ファイブ科学専攻
学 位 論 文 題 目	組物の 3 次元構造の解明と製組方法に関する研究
審 査 委 員	主 査 濱田 泰以 委 員 西村 太良 委 員 木村 良晴 委 員 喜成 年泰 委 員 前川 善一郎

## 論文内容の要旨

本論文は、伝統工芸品である組物に着目し、組物を先端材料である繊維強化複合材料の強化形態として活用するための、組物の構造解明と設計手法を取り上げている。組物を強化形態とする複合材料の力学的特性に影響する因子は数多くあるが、特に繊維束の配向状態、つまり、組物の構造が重要な因子であり、組物複合材料の物性と深く関わりがあると考えられる。しかし、これまでに組物の構造を解明および予測する方法は確立されていない。そこで本研究では、組物の 3 次元構造を解明および予測する方法を確立し、今後の組物の設計に活かすことを目的とした。

まず、組物の構造を知るために、道具を用いた手組みおよびループ操作で作られた組物の構造解明を行った。繊維束の移動図（経路図）および安定繊維束数の決定方法を得た後、3 次元構造図を予測するための方法を確立した。この場合の安定とは、組物の繊維束が 1 本ずつ交互に交差している組構造をいい、この組み方を 1 本交差組とした。3 次元構造を構築することにより、繊維束の配向状態を視覚化および数値化することが可能となった。

さらに、それを発展させて新しい構造を有する組物の経路図の設計手法を確立した。これにより、使用目的に応じて繊維束の経路を自由に設計することが可能となり、複合材料の強化形態としての有用性が増大する。また経路図から組物の 3 次元構造を予測する方法により組上がった状態の予測が可能となった。

そしてそれらの組物を工業的に作製するため、組機の設計および製作を行った。本研究では、様々な用途に構造的に適する組物の設計手法および 3 次元構造の予測手法の確立と、その組物を製作できる組機製作手法を得ることを最終目的とした。本論文の主な研究内容は以下の通りである。

第 1 章では、本研究の背景として、特別な組物文化を有する日本とアンデスの組物の歴史や組機の歴史を調査研究するとともに、本研究の目的を明らかにした。古来の組物の中には、様々な構造の組物がある。したがって、現在機械製作されている組物より、複合材料の強化形態として目的に合わせた適切な組物が存在する可能性が高い。そこで古来の組物に着目し、その歴史と組物の製組方法の研究を行う。

第 2 章では、日本とアンデスの組物の製作方法・構造の比較を行った。日本・アンデスともに、古くから組物を多用したが、当時の製作方法など解明されていない部分が多い。そこで、日本と

アンデスの組物の製作方法や構造を、博物館などに残されている遺品を参考にその解明・比較を行っている。

第 3 章では、伝統的な組物の中から典型的な組み方を 6 種選び、手組み経路図から組物の構造を予測する手法を新たに考案して用い、その 3 次元構造図を予測した。予測手法の有効性を確認するため、実際に製作した組物の断面観察を行い、組物の 3 次元構築を行い繊維束の配向状態を調べた。得られた断面観察による 3 次元構造図と経路図から推測した組物構造との比較を行っている。

第 4 章では、組物を複合材料の強化形態として活用するために、発展性のある基本単位の組物として、平安・鎌倉時代に製作され国宝として保存されている一連の中実角組物を選択し、その製作方法であるループ操作法を図式化した。次にループ操作図式から経路図を作成し、安定した組物を製作するために、安定繊維束数決定の方法を検討した。さらに経路図から組物の構造を予測する手法を用い、繊維束の 3 次元経路を予測した。そして、これら一連の角組系組物を発展させ、ループ操作では製作不可能な側面畝数 4 以上の組物など、単位の大きい組物の経路図の設計手法を検討している。

第 5 章では、第 4 章で取り上げた中実角組系組物の設計方法をさらに発展させ、角組系組物の内部に空隙部分を有する厚肉筒状角組系組物、および任意断面角組系組物の経路図の設計方法および安定繊維束数の決定方法を検討した。これらの任意断面角組系組物の研究は、最終用途に応じた断面形状を有する組物の経路の開発への布石になる。

第 6 章では、第 4・5 章で設計した経路に合わせて、部品のユニット化など有効な組機の体系的研究を行い、組機を実際に製作する。現在の組機ではおおむね 1 種類の組物しか製作できないが、経路の研究や部品のユニット化を行い、その組み合わせで多種類の組物を組むことができる効率の良い組機の製作を行っている。

第 7 章では、結論として、以上の研究で得られた成果をまとめ、各章で得られた結果の総括を行っている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、組物の構造解明と設計手法を取り上げている。申請者は経路図から推測するというユニークな手法で、組物中の繊維束の 3 次元的な配向状態を予測した。組物の力学的特性に影響する因子は数多くあるが、特にこの繊維束の配向状態、つまり、組物の構造が重要な因子である。またこの組物を複合材料の強化形態として使用した場合、その複合材料の物性とも深く関わりがあると考えられる。これまでに組物の構造の解明およびその予測方法が確立されていなかったことを考えると、この組物の構造解明および予測方法の確立は高く評価できる。

また、申請者は、新しい構造を有する組物の経路図の設計手法を導いた。これにより、様々な用途に構造的に適する組物の設計が可能となり、複合材料の強化形態としての有用性が増大すると考えられる。また経路図から組物の 3 次元構造を予測する方法により、組上がった状態の予測が可能とした。

そしてそれらの組物を工業的に作製するため、組機の設計および部品のユニット化など有効な組機の体系的研究を行い、その組み合わせで多種類の組物を組むことができる効率の良い 3D 組機

の試作に成功している。以上により、本論文は学位論文にふさわしい内容を持つものと認められる。

なお、本論文の内容は次の 5 報に報告されており、すべてが申請者が筆頭著者である。

(1) Makiko Tada, Tadashi Uozumi, Asami Nakai and Hiroyuki Hamada : Structure and Machine Braiding Procedure of Square Braids with Various Cross Sections, Composite Part A, Elsevier, 32, 1485-1489 (2001)

(2) 多田牧子、濱田泰以：角組系組物の構造と製造パラメータの決定法  
繊維学会誌 58 巻 2 号 40 頁～ 45 頁 (2002)

(3) 多田牧子 日本とアンデス地方における組物の比較  
国際服飾学会誌 22 号 50 頁～64 頁 (2002)

(4) 多田牧子・仲井朝美・濱田泰以：経路図法による組糸の 3 次元経路の推定  
繊維学会誌 11 月 5 日受理 59 巻 5 または 6 号に掲載予定 (2003)

(5) 多田牧子・仲井朝美・濱田泰以 筒状角組系組物の設計方法と機械化手法  
繊維学会誌 11 月 20 日受理 59 巻 5 または 6 号に掲載予定 (2003)