氏　　名	うえだ　　たかひさ 上　田　　隆　久
学位(専攻分野)	博　　士（工学）
学位記番号	博甲第３０６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　先端ファイブロ科学専攻
学位論文題目	角打組物の圧縮特性に関する研究
審査委員	主　査　濱田　泰以 委　員　西村　太良 委　員　秋山　隆一 委　員　喜成　年泰 委　員　前川　善一郎

論文内容の要旨

角打組物は、多数本の繊維束を使用して長手方向に対し角度を与えて３次元的に組むことで角柱型の厚肉構造を作製するテキスタイル加工品の一種である。この角打組物はグランドパッキンと呼ばれる密封部品に使用され、使用時に圧縮して相手面との接触状態を形成する事で流体の漏れを止め、密封性能を発揮する。この使用形態で角打組物は、構造物の形状維持、締付圧力に対する抵抗反力、変形に対する抵抗反力などの諸機能を受け持っている。このため、密封性能を改良するためには角打組物加圧時の変形特性、すなわち、圧縮特性の解明は重要である。しかしながら、角打組物の物理的特性については未だ明らかにされておらず、不明な点が多い。そこで、本論文では、これまで問題であった繊維束分布の均一性、組み構造の均一性および生産性を改善した新規な角打組物を提案するとともに、その圧縮特性を明らかにすることを目的とした。

本論文の主な研究内容は以下のとおりである。

第２章では、角打組物の作製に使用されている従来の編組機で達成が困難であったグランドパッキンに要求される性能、すなわち組物表面の平滑性と加圧時の変形性を付与するために、均一な組構造を有する角打組物作製方法を検討した。その結果、繊維束の経路数と均一な組構造を形成するための繊維束総本数の関係を明らかにし、定式化した。

第３章では、アラミド繊維で作製した角打組物の平板間圧縮下での変形特性について述べた。繰り返し圧縮荷重負荷時の荷重と変位量の関係について検討し、さらに未圧縮時、圧縮時および復元時の組物の断面観察により繊維束配向状態を明らかにし、組物の圧縮挙動と関連づけて考察した。側面拘束の無い条件での角打組物の圧縮･復元特性は、繊維束の配向角度の変化とクリンプの変化と関連づけられる。また、圧縮･復元の過程において、同一配向角度の繊維束配向状態に移行することを明らかにし、これらをまとめて変形モデルを提案した.

第４章では、アラミド繊維で作製した角打組物の溝型内圧縮下での変形特性について述べた。繰り返し圧縮荷重負荷時の荷重と変位量の関係について第３章と同様に検討し、側面拘束の有る条件での角打組物の圧縮･復元特性も、繊維束の配向角度の変化とクリンプの変化と関連していること、また同様に圧縮･復元の過程で、同一配向角度の繊維配向状態に移行することを明らかにし、溝型内圧縮の変形モデルを提案した.

第５章では、アラミド繊維とガラス繊維を用いて角打組物を作製し、圧縮特性に及ぼす繊維物

性の影響を繊維損傷の観点から検討した。その結果、最小曲率半径の大きい材料であるガラス繊維を使用した角打組物は、繰り返し圧縮による繊維損傷の進展が圧縮特性に大きく影響することを明らかにした。

第 6 章では、グランドパッキン用途で通常使用される潤滑剤が角打組物の圧縮特性に及ぼす影響について検討した。アラミド角打組物とガラス角打組物に潤滑剤を含浸したものを作製し、繰り返し圧縮試験を行い、潤滑剤を含まない角打組物の特性と比較検討した。角打組物に潤滑剤を含浸することで初回圧縮時の変形量が増大し、その結果、最小曲率半径の大きいガラス繊維を使用したガラス角打組物では、潤滑油を含浸していない供試体と比較して圧縮量が増加し、曲げ変形により繊維束の損傷がより進行することが明らかとなった。

第 7 章では、圧縮速度が角打組物の圧縮特性におよぼす影響について検討した。アラミド角打組物とガラス角打組物の潤滑剤を含有しないもの、潤滑剤を含有するものを供試体として、3 水準の圧縮速度条件にて繰り返し圧縮試験を行い、圧縮速度が圧縮特性に与える影響を検討した。その結果、圧縮特性に及ぼす圧縮速度の影響は、繊維束の材質で異なることを明らかにした。

第 8 章では、角打組物をグランドパッキンに適用すると想定して、円筒空間内での圧縮･復元試験を実施し、繰り返し圧縮時の摩擦抵抗と密封性能の測定を行い、相手面との接触状態を評価した。角打組物の接触状態は初回の圧縮時に最も大きく変化して 2 回目以降の圧縮での変化は少なく、摩擦力と漏洩量は圧縮率との関係で整理できる事を明らかにした。

本研究により､角打組物特有の変形挙動を繊維束配向状態の変化､繊維束のクリンプ率の変化および繊維強度と結びつけることで、角打組物の圧縮特性が説明可能であることを明らかにした。また圧縮変形に影響する要因を明確にしたことで、今後、角打組物をグランドパッキンとして活用する際の組物設計において有用である。

論文審査の結果の要旨

本論文は角打組物の圧縮特性について、テキスタイルの巨視的応答性だけを取り扱うのではなく､テキスタイルの内部構造（繊維束の形状）を含めて検討している点が本論文の特徴である。

繊維束の断面観察データを利用した組物の変形観察手法を用いて、組物内部における繊維束の変形と圧縮挙動の関係を解明し、変形モデルを提案した新規性の有る研究である。そして、本研究内容はグランドパッキンと呼ばれる工業製品において活用されている有意義な研究であり、学位論文にふさわしい内容を持つものと認められる。

本研究をまとめるにあたり基礎となった 7 編の学術論文を下記に示す。

(1) Takahisa Ueda and Masaru Fujiwara, Improved Gland Packing for Volatile Fluids, Fluid Sealing, 145-157 (1997)

(2) Sugita Katunori, Masaru Fujiwara and Takahisa Ueda, Improved Gland Packing for Control Valves, Fluid Sealing,371-381(2000)

(3) Takahisa Ueda, Akio Otani, Asami Nakai and Hiroyuki Hamada: Mechanical Properties of Square Braided Fabric, ASME International Mechanical Engineering Congress & Exposition (2002)

(4)上田隆久、大谷章夫、仲井朝美、濱田泰以、藤井善通, 角打組物の圧縮特性に関する研究（側面拘束無し条件での圧縮挙動）、繊維学会誌、2002 年 12 月 25 日受理

(5)上田隆久、大谷章夫、阿久津公彦、仲井朝美、濱田泰以 : 角打組物の圧縮特性に関する研究（側面拘束無し条件での復元挙動について）繊維学会誌、投稿中

(6)上田隆久、大谷章夫、阿久津公彦、仲井朝美、濱田泰以 : 角打組物の圧縮特性に関する研究（溝内拘束条件での圧縮挙動について）、繊維学会誌、投稿中

(7) Takahisa Ueda, Akio Ohtani, Asami Nakai and Hiroyuki Hamada, Deformation state of square braided fabric and mechanical properties of the composite; Journal of Science and Engineering of Composite Materials, in submitting.

上記 7 編のうち 6 編は申請者が筆頭著者である。以上の結果より、本論文の内容には十分な新規性、独創性、学術的価値があることを全審査員が認めた。