

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	空圧人工筋肉を用いた能動布に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	平光立拓
Author(English)	Tatsuhiko Hiramitsu
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11124号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:鈴木 康一,松永 三郎,塚越 秀行,中西 洋喜,遠藤 玄
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11124号, Conferred date:2019/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	平光 立拓	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	鈴木 康一	教授	遠藤 玄	准教授
	審査員	松永 三郎	教授		
		塚越 秀行	准教授		
中西 洋喜		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

<p>本論文は「空圧人工筋肉を用いた能動布に関する研究」と題し、以下の5章からなる。</p> <p>第1章「序論」では、本研究の背景と目的について述べている。まず、少数の種類の一部材の組み合わせからなる機械システムについて概観した後、代表的な例として布状の柔軟構造物を取り上げ、生産性の視点からその工学的な意義を述べている。次に、近年開発された空圧人工筋肉と索状弾性体から構成され能動的に変形する布状の構造物は、身体の運動サポートスーツへの応用など大きな可能性があるとして指摘し、本研究ではこれを「能動布」と名づけることと述べている。本研究の目的は空圧人工筋肉を用いた能動布の設計法を明らかにすることであると述べ、空圧人工筋肉を用いた能動布の構成方法を提案し、その変形特性を理論と実験の両面から明らかにするとともに、可搬性に優れた能動布を実現するための空気配管を必要としない柔軟な人工筋肉の実現可能性を実験で示すと述べている。</p> <p>第2章「空圧人工筋肉を用いた平面状能動布の変形解析」では、空圧人工筋肉と索状弾性体が格子状に織られた平面状の能動布を対象とし、能動布の構成法を分類、整理するとともに、その動作原理と変形特性を明らかにしている。すなわち、空圧人工筋肉を用いた平面状能動布の代表的な構成は、織りパターンに注目すると、平織、綾織、朱子織の3種に分類できると述べた後、その変形は、空圧人工筋肉の走行方向への湾曲変形成分と、索状弾性体の走行方向への湾曲変形成分の組み合わせで表すことができ、2つの湾曲変形成分の大きさの割合によって、平型、山型、谷型、サドル型の4種類に分類できると述べている。それぞれの湾曲変形成分について幾何学的変形モデルを示して湾曲変形に関する理論特性式を提案している。種々の設計パラメータに基づく各種能動布を試作し、3Dスキャナを用いた変形測定を行った結果、提案した理論特性式は、比較的硬い索状弾性体を用いた場合と、朱子織の能動布については測定結果とおおよそ一致することを示している。</p> <p>第3章「空圧人工筋肉の螺旋走行からなる円筒状能動布への展開」では、立体的に構成される能動布への研究の展開例として人工筋肉を螺旋状に配置した平織能動布を取り上げ、具体的な構成法を示した後、理論と実験の両面からその変形特性を明らかにしている。すなわち、まず、対象とする円筒状能動布を平織の能動布が螺旋状に巻かれたものと見なし、空圧人工筋肉の走行角度を適切に設定することにより、円筒状能動布の軸方向と径方向への伸縮と軸周りの回転の各動作が実現できることを示している。次に、空圧人工筋肉と索状弾性体のそれぞれの走行方向の変形成分を第2章の結果に基づいて算出し、これを座標変換して円筒状能動布の変形を求める解析方法を示し、理論特性式を導いている。空圧人工筋肉の走行角度が異なる円筒状能動布を2種試作して実験を行った結果、両者とも理論特性と実験結果がよく一致することを示している。また、立体的に構成される能動布の柔軟で連続的な動きは、芸術や福祉の分野において感性を通じた人とのインタラクションのツールとして大きな応用可能性があるとして述べ、円筒状能動布を用いたテクノアートを試作し、その可能性を示している。</p> <p>第4章「配管を必要としない柔軟空圧人工筋肉の実現」では、携帯性に富み、多自由度動作が可能な能動布の実現を目指し、コンプレッサや空圧配管を必要としない人工筋肉の実現可能性について述べている。すなわち、水で満たされた人工筋肉の内部にイオン交換樹脂チューブを挿入し、イオン交換樹脂チューブへの電流制御による水の分解/合成を利用して気液変換を行い人工筋肉内部の圧力を制御する手法に着目し、この手法を能動布へ応用するにはチューブの挿入に伴う柔軟性の低下が問題になると指摘している。本研究では、柔軟性を実現するために、小さな短冊状に形成したイオン交換樹脂を複数直列に連結して人工筋肉の軸方向に配置する方法を提案し、機能確認のためバックスアクチュエータと呼ぶ人工筋肉にこの手法を適用して試作と実験を行っている。発生気体の分離膜の有無によって2種の構成を提案し、試作と実験を行った結果、いずれも柔軟性を有し配管を必要としない駆動が実現できることと、発生気体の分離膜を形成することで両方向動作が繰り返し行えることを示し、能動布に適用可能な配管を必要としない柔軟空圧人工筋肉の実現可能性を実証している。</p> <p>第5章「結論」では、本研究で得られた結論を総括するとともに、今後の展望を述べている。</p> <p>以上を要するに、本論文は、空圧人工筋肉を用いた能動布の構成を提案し、その設計法を明らかにするとともに、空気配管を必要としない柔軟な人工筋肉の実現可能性を実験したものであり、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。</p>

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。