



Title	織布強化ゴムの力学的特性評価手法とベローズ型空気ばね設計への適用
Author(s)	藤田, 知正
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43396
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	藤 田 知 正
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 17028 号
学 位 授 与 年 月 日	平成14年3月25日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科生産科学専攻
学 位 論 文 名	織布強化ゴムの力学的特性評価手法とベローズ型空気ばね設計への適用
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 座古 勝 (副査) 教 授 豊田 政男 助教授 藤本 公三 助教授 白瀬 敬一

論 文 内 容 の 要 旨

除振装置用に開発された織布強化ゴムによるベローズ型空気ばねは、大変形だけでなく材料非線形性を考慮する必要があることから、従来の計算式は設計に適用できない問題点があった。そこで本論文は、織布強化ゴムの力学的特性評価のためのモデル化手法を提案すると共に、織布強化ゴムによるベローズ型空気ばね設計法を提案するもので、全6章から成っている。

第1章は緒言であり、本研究の背景および研究目的について述べた。

第2章では、織布強化ゴムを斜交積層材としてモデル化することを提案した。織布絞り加工時に繊維交角変化が生じるので、力学的特性解析にこれを考慮するために、織布強化ゴムを斜交積層材とし、配向角変化を有するモデル化を行った。また、本提案手法と試験結果とを比較検討し、提案手法の有効性を検証した。

第3章では、簡易2軸伸長試験法を提案した。空気ばねの内圧負荷時には、膜部は2軸応力状態となる。2軸応力状態における力学的特性把握には、2軸試験が必要であるが、試験機以外にも拘束端の問題や試験片作成などの問題がある。そこで、試験片の自由端における拘束度をパラメータとした簡易2軸伸長試験法を提案した。さらに、提案した試験法を用いて、2軸応力状態におけるひずみ依存性を考慮した弾性係数データベースを構築した。

第4章では、ベローズにおける繊維配向角分布推定式を提案した。絞り加工により生じる繊維配向角を幾何学的変形に基づき導出し、実製品における配向角と比較した。形状の異なる4種のベローズの測定結果と推定結果は一致しており、推定式が妥当であることを確認した。

第5章では、構築した材料データベースを用いて、ベローズ型空気ばねの非線形有限要素法解析を実施し、横方向ばね定数を同定した。解析結果は、試験結果と良く一致しており、従来からの計算式では導出できなかった振幅依存性、および内圧依存性が解析できることを示した。さらに、除振装置システム全体の振動特性解析を実施し、固有モードと固有振動数を同定した。解析結果は、試験結果と一致しており、本提案手法がベローズ型空気ばねの設計に有効であることを示した。

第6章では、以上で得られた知見を総括し、本論文の結論をまとめた。

論文審査の結果の要旨

織布強化ゴムの力学的特性評価は、大変形、材料非線形等を考慮しなければならず、その取り扱いが困難となることから、従来からこの種の研究は少ないのが現状である。また、織布の幾何学形状が負荷により変化するので、従来の異方性理論は織布強化ゴムに適用できない。このような現状から本論文では、織布強化ゴムの幾何学的構造変化と材料非線形性を考慮したモデル化手法を提案している。また、この提案手法による解析結果と試験結果とを比較検証することで、提案手法の妥当性を確認している。

力学的特性については、ベローズのような内圧負荷を受ける膜構造物は2軸応力状態となることから、2軸状態における材料特性把握が必要である。しかしながら、2軸試験は試験片把持法や試験片作成が困難なことが問題とされている。これに対して本論文では、簡易2軸伸長試験法を提案し、織布強化ゴムの2軸応力状態における弾性係数を容易に同定している。また、これを用いてひずみ依存性を考慮した織布強化ゴムによる膜構造物のための材料定数データベースを構築している。

さらに、このデータベースを用いた非線形有限要素法解析システムを開発している。これらを用いて、ベローズ型空気ばねの材料非線形性を考慮したばね定数解析、並びに除振装置の固有値解析を実施し、個々を試験結果と比較検証することで、解析システムの有用性を示している。

以上のように、本論文は従来から解析が困難であった織布強化ゴムベローズの力学的解析に対し、負荷に伴う織り構造の幾何学的変化が力学的特性に及ぼす影響が最も大きく、非線形特性の主要因であることなど新たな知見を得ている。その成果は、異方性理論や材料強度学ならびに複合材料設計を通し、生産科学の発展に寄与するところが大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。