



Title	工業用ゴム材料の非線形粘弾性シミュレーションに関する研究( Review_審査要旨 )
Author(s)	前田, 成人
Citation	
Issue Date	2017-03
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/36486">http://hdl.handle.net/20.500.12000/36486</a>
Rights	

(様式第5-2号) 課程博士

平成 29 年 2 月 16 日

琉球大学大学院  
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 氏 名 宮崎 達二郎

副査 氏 名 真壁 朝敏

副査 氏 名 松原 仁



### 学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	生産エネルギー工学 前田 成人	
指導教員名	宮崎 達二郎	
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格	最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格
論文題目	工業用ゴム材料の非線形粘弾性シミュレーションに関する研究	
審査要旨（2000字以内）		
<p>工業用ゴム材料は、自動車タイヤやOリングなどに使用されており、工業界で重要な役割を果たしている。これら工業用製品の設計・強度評価を行うためには、ゴム材料の力学特性を材料試験や数値シミュレーションなどにより把握することが重要である。しかし、ゴム材料の力学的挙動は、変形状態や変形量、変形速度や温度など、様々な影響因子によって複雑に変動することが知られており、実験的・数値的に評価する方法については未だ研究段階と言わざるを得ない部分が多い。</p>		

(次頁へ続く)

## 審査要旨

そこで本研究では微小から大変形までを包括する新しい力学シミュレーションの開発を目的として、その材料試験方法や材料構成則について検討した。具体的には、①微小変形の動特性を効率的に計測する手法の確立、②大変形領域の多軸場の計測と材料モデルの検証、そして以上の結果に基づいて③微小から大変形までの統一的なゴムの材料構成則をおこなった。以下にその内容をまとめる。

まず、ゴム材料の微小変形領域における粘弾性特性を表すマスター曲線の算出方法について検討した。本論文では、従来の手法では困難であった周波数一定/温度分散の動的粘弾性試験の結果からマスター曲線および時間-温度換算則を算出する方法を提案した。幾つかのゴム材料の実験結果に本法を適用したところ、良好な予測結果が得られることを確認した。以上の結果より、ゴム材料を対象とした微小変形時における動特性計測の効率化に成功した。

続けて、ゴム材料の大変形特性を計測するために、高精度な応力-ひずみ関係を計測可能な二軸引張試験を提案した。ここでは従来の計測方法は大きな計測誤差の混入が避けられないことを有限要素解析によって新たに示し、その問題を解決したものである。その方法として、単軸引張試験には矩形型試験片を使用し、純せん断試験と一様二軸引張試験には切欠付き試験片を使用する方法を提案した。そして、本法の有効性について数値解析および実験の両面から検証して、従来法よりも、高精度な応力-ひずみ関係が取得可能であることが示された。さらに、ここで正確に計測した応力-ひずみ関係を用いて、主要な超弾性構成則の性能評価を行った。その結果、本実験結果の範囲では、従来の研究では必要性が報告されている超弾性構成則の第二不変量項や絡み合い項が不要であることが示され、第一不変量項やファントムネットワーク項のみのモデルの有用であることが初めて示された。

以上の研究成果に基づいて、微小変形から大変形時のゴム材料の粘弾性特性を再現する非線形粘弾性構成則を新しく提案した。提案した材料モデルは、超弾性挙動を表すネットワーク A と微小変形時の粘弾性挙動を表すネットワーク B、大変形時の粘弾性挙動を表すネットワーク C から構成されるものであり、ネットワーク B および C が全体の力学挙動に及ぼす寄与率をスイッチング関数により制御するモデルである。本法の有効性は、カーボンブラック充てん SBR の材料試験の結果との整合性によって評価され、広い変形速度域および変形領域のゴム材料の粘弾性特性を統一的にシミュレーションすることが可能となる事が示された。

したがって、本研究成果は工学的に有用であり、提出された学位論文は博士の学位論文に相当するものと判断し学位論文の審査を合格とする。また、論文発表会における発表ならびに質疑応答において、申請者は専門分野および関連分野の十分な知識ならびに十分な研究能力を有していることが確認できたので最終試験を合格とする。