



琉球大学学術リポジトリ

University of the Ryukyus Repository

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(Abstract_論文要旨)
Author(s)	前田, 成人
Citation	
Issue Date	2017-03
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/36486
Rights	

論 文 要 旨

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

本論文では、ゴム材料の微小変形から大変形を対象とした統一的な力学シミュレーション法の開発を目的としている。この目的を達成するために、従来の材料試験および数値シミュレーションに関する問題の解決に取り組んだ。

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実用的手法を提案した。幾つかのゴム材料の実験結果に本法を適用し、良好な予測結果が得られることを確認した。

次に、ゴム材料の大変形特性を計測するための二軸引張試験法について提案した。単軸引張試験には矩形型の試験片を使用し、純せん断試験と一様二軸引張り試験には切欠付き試験片を使用した。なお、切欠付き試験片における切欠半径は数値実験の結果に基づいて決定した。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、正確な応力-ひずみ関係が得られることが示された。

提案した二軸引張試験方法により正確に計測したゴムの応力-ひずみ関係を用いて、超弾性構成則の性能評価を行った。具体的には、1)ゴムの単軸および二軸引張試験の結果を再現する性能、2)単軸場から多軸場への予測性能、および 3)カーボンブラック充てん量と材料定数の相関性について検証した。以上のことに基づき検討し、右 Cauchy-Green テンソルの第一不変量の関数として表される超弾性構成則で優れた性能が得られた。また、超弾性構成則における第二不変量項や絡み合い項は不要である可能性が示唆された。また、カーボンブラック充てん SBR に最も適している超弾性モデルは eight chain モデルであることがわかった。

最後に、微小変形および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。また、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は、スイッチング関数により制御するものとした。提案モデルの有効性を検証するためにカーボンブラック充てん SBR の材料試験を行った。提案モデルは、微小変形時のゴムのマスター曲線を再現可能であり、また、大変形時の粘弾性特性についても概ね再現することができた。したがって、提案モデルを使用することによって、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。

氏 名 前田 成人