

氏 名	尾 畑 寛 お ばた ゆたか
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 714 号
学位授与の日付	昭 和 49 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	有限変形下における加硫ゴムの力学的性質に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 河 合 弘 廸 教 授 小 野 木 重 治 教 授 西 島 安 則

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は加硫ゴムの力学的特性を、連続体の理論を応用した現象論の立場から、理論ならびに実験的に検討したもので、変形と応力との関係を記述する物質関数の1つの解析形を提示し、その妥当性と一般性について検討している。また工学的応用として、非圧縮性の仮定のもとに任意の大変形下での応力解析、加硫ゴムの力学特性の評価法への応用を試みたものである。内容は次の7章にまとめられている。

第1章では、研究の目的とその特徴を述べ、この種の研究における従来の研究の発展過程について考察し、それが本研究に与えた示唆についてふれ、物質関数の導入における基本的な考え方を示している。

第2章では、この研究の基礎となる等方性弾性体の弾性理論を総合的に検討している。特に変形の不変量と物質関数との関係について論及し、2組の代表的な不変量に基づいて応力とひずみとの関係を整理し、各々の特徴について考察している。

第3章では、前章で示された考え方に基いてひずみエネルギー関数を主ひずみの単純な関数として提示し、その結果物質関数が主ひずみを唯一の変数とした3個の物質定数を含む単純な関数形で記述されることを示している。さらに物質関数の定義域を応力—ひずみ曲線の変曲点によって定め、変形状態がひずみテンソルの形で与えられたときの応力テンソルの計算手法を提出している。

第4章では、理論の前提条件となった加硫ゴムの非圧縮性について実験的検証を試みた後、物質関数のもつ3個の定数の実際の測定データのばらつきを考慮した統計的推定法を考察し、特定変形下の応力—ひずみ関係のデータより推定した物質関数を用いて非圧縮性の条件下にとりうるすべての変形下の応力を計算し、実験結果との適合性を検討している。

第5章では、工学的応用の具体例として、伸長変形と剪断変形の複合した変形下の剪断力と法線応力について計算値と実験値との適合性を検証し、比較的大変形域で推定された物質関数が微小変形域の応力をどの程度記述しうるかを検討している。つぎに加硫ゴムの大変形域の応力緩和挙動が変形量に依存する現象すなわち非線形粘弾性挙動の記述について考察し、物質定数を観測時間の関数として定義することによ

って上述の粘弾性挙動の記述と各種加硫ゴムの粘弾性の特徴を抽出する試みがなされている。さらに加硫ゴムの力学的特性を支配する因子として、使用ポリマー種、配合処方、加硫成形条件をとりあげ、3個の物質定数の差異に着目することによって上記の効果を評価し、天然ゴム加硫物と合成イソプレン加硫物との力学特性に本質的な差異が存在するか否かといった問題を統計的手法によって検討している。また提示された物質関数が各種カーボンブラック、ガラスビーズなどの充填剤配合加硫ゴムにも適用しうるかを実験値と計算値との比較によって検討し、充填剤補強ゴムの物質関数が非補強ゴムのそれと本質的に異なるものでなく、特定の物質定数の優先的な変化によって特徴づけられるものであることを示し、各種充填剤の補強効果の解明を試みている。

第6章は付文であり、従来最も一般的として認められてきた物質関数によるデータの解析例を示し、従来の手法による力学特性の評価とその問題点について考察している。

第7章はまとめであり、連続体の理論を応用したこの研究の成果がゴム弾性の統計理論を応用した物性論的な研究とどのように関係するかを考察し、この研究が物性論の研究に与える示唆について論じている。

論文審査の結果の要旨

本論文は天然ゴムおよび種々の合成ゴム加硫物の直交二軸変形下の応力—ひずみ挙動を詳細に検討し、連続体の理論を応用した現象論の立場から、有限変形下の応力—ひずみ挙動を記述しうる物質関数を提示し、それによって応力解析と材料の力学特性の評価などの工学的問題の解明を試みたものである。提示された物質関数の記述精度とその工学的応用の容易さにおいて独創的な研究ということができよう。得られた主な成果は次のように要約される。

- 1) 広汎な種類の加硫ゴムについて直交二軸変形実験を行い、従来の物質関数のもつ問題点を明らかにし、新しい物質関数を導入する上での基本的な考え方を示した。
- 2) 物質関数を主ひずみを唯一の変数とする単純な関数形で表現し、それによって加硫ゴム一般に適用しうる応力—ひずみ関係式を確立し、その定義域を明確な形で与えている。
- 3) 加硫ゴムの力学特性を支配する因子として、使用ポリマー種、配合剤の種類と量、加硫条件をとりあげ、物質関数の3個のパラメータに着目することによって上記の諸因子の効果を適確に評価し、さらに加硫ゴムの非線形粘弾性の記述方法に関する展望を示し、その問題点を明らかにしている。
- 4) 従来、充填剤補強ゴムの物質関数については不明の部分が多かったが、本研究で提示された物質関数によって非補強性加硫ゴムのそれと合わせ統一的に解釈されることが示されている。

以上要するに本論文は加硫ゴム一般に適用しうる物質関数を見出し、それらを応力解析と材料の力学特性の評価に応用することを試みたもので、学術上ならびに工業上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。