

Title	軸対称の平板およびかくの非線形曲げに関する研究
Author(s)	瀬口, 靖幸
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/28955
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	瀬 口 靖 幸 せ ぐち やす ゆき
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 9 3 0 号
学位授与の日付	昭 和 41 年 3 月 28 日
学位授与の要件	工学研究科機械工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	軸対称の平板およびかくの非線形曲げに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 浜田 実
	(副査) 教授 菊川 真 教授 村田 暹 教授 小笠原光信
	教授 石谷 清幹 教授 長谷川嘉雄 教授 新津 靖
	教授 粟谷 丈夫

論 文 内 容 の 要 旨

平板またはかくの弾性曲げの問題において、素材の応力とひずみの関係がフックの法則に従うことを前提とすると、物体の変形による回転角が微小の範囲をこえる場合は、大たわみ問題や座屈問題に関連してそれはきわめて重要な課題となる。ところがこの場合は基礎方程式が非線形となるため、線形問題を扱う際に有効な種々の数学的手法を直接適用することができないため、研究が少なく、線形問題にくらべて立ち遅れている現状である。

本論文は、最近発達普及してきた電子計算機の弾性問題への導入を念頭において、上記のような非線形性があらわれる平板およびかくの諸問題のうち、重要な構造要素である軸対称の場合を取り上げたものである。まず平板の問題を扱い、さらにその解法を発展させて最終的には任意の形状を有する一般軸対称かくに適用できる数値解法を提案し、二三の複雑な形状を有する軸対称かくについて、その解法が有効であることを確かめるとともに、従来用いられてきた線形理論の適用範囲を検討し、非線形性を考慮した新しい設計法の糸口をつけようと試みた。すなわちはじめにもっとも基本的な要素として重要な円板の大たわみ問題を取り上げ、これを従来行なわれてきたような解析的方法で解くことがいかに困難であるかを示す。この結果にもとづいて非線形問題を数値的に解く Keller-Reiss の反復計算法を採用し、軸力が作用する円輪板の解を得て、実験によりその妥当性を確かめるとともに、これまで用いられていた線形解と近似解の精度を検討した。次にかくの問題に移って、非線形性が顕著にあらわれる機械要素としてよく利用されるさらばねの解析を行ない、新しいさらばね設計式を示すと同時に、実験で観察された、ばね特性に無視できない影響をおよぼす摩擦の効果について理論的説明を試みた。

論文の後半は、前半の解法を大きく発展させ、任意の形状を有する一般軸対称かくくに適用できる反復数値計算法を提案し、実用上重要な波形ダイヤフラムとベローズについて、はじめて厳密な意味における非線形解を求め、大たわみの影響が無視できないことを示し、その影響を考慮した設計資料を提供した。最後には、さらばねに用いた反復数値計算法を適用して、周辺を固定された一様分布圧力をうける円板の場合について、平板の大たわみ問題で一般に用いられる von Kármán 式の精度を検討し、von Kármán 式の妥当性を立証するとともに、本論文における理論解析がこの結果から類推して妥当であることを再確認した。

論文の審査結果の要旨

本論文の内容は、軸対称の平板およびかくとして円輪板、さらばね、波形ダイヤフラムおよびU形ベローズをとりあげてそれらの非線形的な弾性特性を論じ、一般軸対称かくの非線形曲げ問題の解法について述べ、さらにここに用いられる解法の精度を検討したもので、緒言、本文（5章）および結言からなっている。

緒言は本論文の目的を概説している。すなわち円板の非線形曲げ問題に対する H. B. Keller と E. L. Reiss の解法が電子計算機にきわめて適していることに着目し、その解法を拡張して種々の軸対称の平板およびかくの問題を厳密に解いて、設計上有用な資料を提供することがこの研究の目的であると述べている。

第1章は序論的な内容を持っており、一様分布荷重を受ける円板の問題をとりあげて、級数解を用いる二つの解析的解法により一応の結果を得ているが、これらの解法は円板以外に広く用いられる可能性がないため、Keller-Reiss の解法すなわち差分法を反復して用いる解法がすぐれているとして第2章に引き継がれている。

第2章は円輪板の問題を取り扱っている。すなわち内周は剛体のボスに接着され、荷重はこのボスに加わり、外周は固定、回転支持、自由支持の三条件に対応する円輪板の問題に対して、Keller-Reiss の方法を改良して用い、代表的な形状に対してたわみと応力の一連の結果を得ている。

また実験を行なって計算結果の妥当性を示した。

第3章はさらばねの問題を取り扱っている。すなわち E. Reissner の一般軸対称かくの非線形曲げ理論をさらばねに適用し、Keller-Reiss の方法を拡張して用いて、代表的な形状に対したわみと応力の一連の結果を得ている。その結果から G. A. Wempner の近似解が実用上十分な精度を持つことがわかったので、この近似解を設計に便利な形に改良している。なお実験を行なって、これまでの理論値と実験値にいくちがいがあったことに対して考察を加えている。

第4章では前章までの解法をさらに改良して、Reissner の一般軸対称かくの非線形理論に用いることのできる一般的な計算方法を確立している。そしてこの方法によって、圧力計の要素として重要な波形ダイヤフラムと、同じく圧力計に用いられ、また配管系の伸縮継手としても重要なU形ベローズについてそれらの非線形弾性特性を論じている。前者については形状パラメータが多いため数個の

例に対して数値計算を行なって従来の近似解と比較したのみであるが、後者については線形解の適用範囲に関し一般的な考察を加えている。

第5章は、前章までの基礎になっている Reissner の一般軸対称かくの非線形理論そのものの精度を検討している。すなわち一様分布荷重を受ける周辺固定円板の問題に対して、せん断変形を考えない理論としては最も厳密な基礎微分方程式を確立したのち、Keller-Reiss の方法を一般化した解法によってこれを解き、従来の解としている。その結果から実用的には Reissner の理論で十分であることが示されている。

結言では上記の諸結果が総括されている。

本論文は、Reissner の一般軸対称かくの非線形理論を円輪板、さらばね、波形ダイヤフラムおよびU形ベローズの問題に適用し、その基礎微分方程式を解くため Keller-Reiss の解法に種々の改良を加えて、従来得られなかった多くの結果を得た。ここに用いられた解法は任意の軸対称かくに適用できるものである。また Reissner の非線形理論の精度の検討についてもふれている。

以上の研究成果は弾性かく理論の進歩に貢献するとともに、実用上の意義も大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。