

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 安 光 亮 一 郎

修士(工学)安光亮一郎提出の論文は「一次元弾性連続体の動的解析に関する研究」と題し、7章と3項目の補遺とから成っている。

効率のよい宇宙構造物システムの構築には、ケーブルや膜面などの張力部材の利用が必須である。また太陽発電衛星などの超大型宇宙構造物システムでは、いかに剛な構造体を構築しようとしても、相対的に地上では考えられないほどの柔軟な構造体とならざるをえない。それらの柔軟構造物においては大変形が起きやすく、運動や構造応答には幾何学的な非線形性が強く影響する。有限要素法が非常に発達した今日においても、簡単に解決できないのが、それらの動的な非線形問題である。

本研究では、基本的な構造物システムの形態として一次元的な形態を取り上げ、それを一次元弾性連続体として扱って、その基本的な動的応答特性を明らかにするための解析方法を確立しようと試みている。柔軟な一次元連続弾性体においては、曲げ変形のみならず捩り変形の両者の考慮が大切で、本研究ではそれらを同時に扱っている。さらに梁理論とソリトン理論との統合的解析法を提示している。その手法により得られた方程式系は高速で扱いやすい計算スキームを提供する。それらにより、リボンの運動など今まで困難であった問題を容易にシミュレーションすることが可能になる。そのようなアプローチは固体力学の分野だけでなく、流体力学や高分子物理の分野などに応用が可能で、応用力学の分野にさまざまな貢献が期待できるものと思われる。

第1章は序論であり、本研究の背景となった弾性理論の研究を概観し、本研究の目的を述べている。

第2章では、中立軸の位置ベクトルとディレクターと呼ぶ断面を表す正規直交基底ベクトルによって一次元弾性連続体を表現するコッセラ梁理論を解説し、ディレクターの表示を用いて、一般的な梁理論と工学上有用なベルヌーイ・オイラー梁理論やティモシェンコ梁理論とを比較説明している。

第3章では、一次元弾性連続体理論と曲線論とをディレクターの微分項を介して結びつけ、またその曲線論と密接な関わりにあるソリトン理論の解法を利用して一次元弾性連続体の微分方程式系を導出する過程を解説している。この微分方程式系は一種のソリトン方程式系であり、L A X対を用いて時間発展微分方程式の解を厳密に得ている。またバネ-マスモデルにより空間的な離散化を行って、非線形性の強い柔軟梁についてソリトン理論と一次元弾性連続体理論とを統合した統合的解析法を導いている。

第4章では、統合的解析法の解析精度および解析速度を検討している。解析解が明確に示されている例題などとの比較を行って、十分な解析精度を有していることを明らかにしている。また、陽解法によって高速に解ける系に基づいていることから解析速度が格段に優れていることを示している。さらに、従来の解析手法では容易に解けなかったリボンの運動解析を行って、それらの動的挙動を明らかにしている。

第5章では、一端を固定した柔軟梁の大変形振動現象を統合的解析法による数値解析と実験によって検討している。初期状態の曲げや振りの曲率の違いにより様々な運動が励起され、幾何学的非線形性により複雑な振動現象を生じることを具体的に示している。統合的解析法が十分に実験結果を説明していることを明らかにしている。

第6章では、ワイヤーの巻き取りに従い振れ角が増加するいわゆるスパゲティ現象について、地上無重力実験センタの施設による微小重力実験と理論解析の結果とを述べている。統合的解析法が長さ変化する一次元弾性連続体の動的解析に十分有効であることを示している。

第7章は結論であり、本研究の成果を要約している。

以上要するに、本論文は、一次元弾性連続体としての梁の理論とソリトン理論との統合的解析法が幾何学的非線形性の強い動的問題に有効であることを明らかにしたものであり、航空宇宙工学、構造動力学および振動工学上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。