

審査の結果の要旨

氏名 滝 敏美

工学修士 滝敏美提出の論文は、「伸張せん断エラスティカの研究」と題し、8章および付録からなっている。

直線梁の両端に圧縮荷重を加えていくと、ある荷重までは軸方向に縮むだけだが、限界の荷重に達すると座屈と呼ばれる梁の横方向の変形が生じる。梁においてこの座屈が生じた後の変形を扱うのがエラスティカの理論である。本来のエラスティカの理論は、梁の軸方向の伸び（縮み）変形とせん断変形が無いと仮定して、曲げ変形だけが生じるとして作られたものである。しかし実際には一般に梁には伸び変形やせん断変形が生じている。

本論文は、伸び変形とせん断変形を考慮した直線梁の圧縮座屈後の変形を解析する理論を構築することを目的としている。梁の伸び縮みを考慮した伸張エラスティカの理論は既に考案されているが、本論文ではこれをさらに進めて、伸張エラスティカにおいてさらにせん断変形も考慮している。

第1章は序論であり、せん断変形を生ずる梁の圧縮座屈荷重の理論と、エラスティカの理論の現状について説明し、研究課題を明らかにしている。

第2章の「伸張せん断エラスティカの変分原理」では、既に提案されている伸張エラスティカの変分原理を拡張して、伸張せん断エラスティカの厳密な変分原理を導いている。せん断変形を考慮する際の断面力の取り方は、Engesser の理論、Timoshenko の理論、Haringx の理論の3種類の理論を使っている。それぞれに基いて導出した変分原理に従い、これら3種類の理論による厳密な座屈荷重計算式を導き、これらと他の研究者が導いた座屈荷重計算式を比較している。

第3章の「伸張せん断エラスティカの有限要素法」では、伸張せん断エラスティカの変形を解析する方法のひとつである、有限要素法による変形解析のための定式化を行っている。これらの定式化では、第2章で扱った Engesser, Timoshenko, Haringx の3つの理論に基いている。

第4章は「エネルギー法による伸張せん断エラスティカの直接解法」である。ここでは伸張せん断エラスティカの変形を解析するもうひとつの方法であるエネルギー法による直接解法について説明している。ここでの解法は、汎用の表計算ソフトを使って解くことができるのが特長である。

第5章の「端末圧縮荷重を受ける一定断面の片持ち梁の数値解析」では、有限要素法とエネルギー法による直接解法を使って、端末で圧縮荷重を受ける一定断面の片持ち梁の変形解析を行い、座屈荷重と座屈後変形に対するせん断剛性と軸剛性の影響を明らかにしている。Engesser, Timoshenko, Haringx の理論に加え、キルヒホッフの応力とグリーンの歪の組み合わせを用いる場合の4つの場合について解析を行って、それらの間の違いを詳細に検討している。特に、梁の軸剛性が低い場合に飛び移り現象があることを示している。Haringx の理論では引張荷重で座屈が発生し、安定な座屈後の変形状態が存在することも示している。

第6章は「三次元弾性論による梁の座屈解析」である。圧縮荷重を受ける円形断面の片持ちはりの座屈荷重を三次元弾性論で厳密に解析している。これは既に提案されている近似解を拡張した厳密解である。既存の二次元弾性論による圧縮座屈荷重の厳密解と比較して、本論文の厳密解が妥当であることを確認している。この厳密解を既存の近似解、および第2章で導いた伸張せん断エラスティカ理論による座屈荷重

計算式と比較して、Engesser, Timoshenko, Haringx の理論のうち、前の2つの理論の妥当性を主張している。

第7章の「Laced Column の座屈解析」では、せん断剛性が低い梁の代表として Laced Column を検討対象として選び、せん断剛性と軸剛性を変数にして幾何学的非線形解析を行い、座屈荷重を求めている。これを伸張せん断エラスティカ理論による座屈荷重計算式と比較して、Engesser, Timoshenko, Haringx の理論のそれぞれの妥当性を検討し、Engesser の理論が妥当であるとの結果を得て、その物理的意味を述べている。

第8章は結論であり、座屈現象を扱う場合において、種々の理論を用いた際の比較の結果を総括している。

以上要するに、本論文は伸張せん断エラスティカの理論の構築とそれを使った座屈荷重の理論式の導出、座屈後挙動の数値解析までを行い、航空宇宙分野を中心とした柔軟構造物の挙動予測のための有力な理論の構築を行い、その利用可能性を示したもので、航空宇宙構造力学上の貢献が大きいと判断される。

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。