

平成 9年 2月 17日

総合エネルギー工学専攻	学籍番号	903106
申請者氏名	稲村 栄次郎	

指導教官氏名	竹園 茂男 教授 埜 克己 助教授 感本 広文 助手
--------	----------------------------------

論文要旨(博士)

論文題目	流体加熱を受ける回転対称殻の熱応力と変形に関する研究
------	----------------------------

高温・高応力下の殻構造物の設計において、高い信頼性・安全性ならびに高性能・高経済性を追求する際に、大きな熱応力によって生じる構造材料の粘塑性の影響を無視することはできない。しかしながら、均質材料はもちろん多層複合材料から成る平板、円筒、円筒殻などを対象とした熱応力問題の解法は多数報告されているが、これらの研究のほとんどは弾性理論に基づくものであり、非定常熱伝導を考慮して熱弾／粘塑性応答問題を取り扱った研究は少ない。また、熱応力緩和材料として傾斜機能材料が近年注目されているが、傾斜機能材料からなる殻を取り扱った研究も少ない。

熱伝導を考慮した殻構造物の熱応力問題に関しては、円筒や球殻などの単純な形状のものに限らず、複雑な一般の軸対称殻の問題についても、解析がなされてきた。一般に殻の熱伝導問題を解析するには、力学的基礎方程式と同様に、幾何学的特徴を生かして三次元熱伝導方程式を二次元化近似することが数学的取り扱いの上で好ましい。そのために、いくつかの解析手法が提案され、それらの二次元化された熱伝導方程式を解いて、殻の熱弾性変形問題が解析されている。なかでも、殻厚方向に線形温度分布を仮定した解析手法は簡便であり、十分薄い殻が緩やかな温度変化を伴うような問題に対しては有効である。ところが、殻が周囲から厳しい温度負荷を受ける場合やセラミックスのような熱伝導率が非常に小さい材料からなる場合には、殻厚方向の温度分布を線形では十分近似できず、非定常解析における応答初期の解の精度に問題が生じる。

そこで本研究では、均質材料からなる薄い回転対称殻および中程度の厚さの回転対称殻に対して、殻厚方向に二次曲線の温度分布を仮定して熱伝導方程式を定式化し、熱弾／粘塑性変形問題における応答初期の解の精度の向上を図った。また、多層回転対称殻に対して、各層の厚さ方向の温度分布を薄肉殻では線形で、厚肉殻では二次曲線で近似し、熱弾／粘塑性変形問題の解法を示した。さらに、傾斜機能材料からなる回転対称殻においては、熱伝導率の非常に小さい材料を用いた場合にも適用できるように、温度の殻厚方向分布を任意の高次曲線で近似し、熱弾性変形問題を解析した。回転対称殻の内力の平衡方程式ならびにひずみと中央面の変位・回転との関係は、薄肉殻には Sanders, Jr. の理論式を、厚肉殻には Reissner-Naghdi の理論式を用いた。粘塑性構成式には、温度の影響を考慮した Perzyna の式を採用した。また、導かれた基礎式の数値解法には、差分法を適用した。

数値解析例として、流体加熱を受ける両端単純支持の円筒殻の問題を取り上げた。その結果、殻の温度分布に関して、本解法による解と他の解法による解を比較することによって本解法の有効性が確認された。また、非定常状態における殻の変位、応力、内力などの分布および時間的变化や、多層殻および傾斜機能殻における材料組成の影響を把握することができた。