

## 【学位論文審査の要旨】

本学位申請論文に関して、公聴会および2回の審査会を開催し、論文の内容に関する慎重な審査を行った。審査結果について以下のように報告する。

現在用いられる材料および構造の多くは、微視的に観察すれば複合構造を有しており、それらの配置に周期性を有することも少なくない。均質化法 (Homogenization Method) は、微視的に周期的な構造で構成された材料および構造を、単位周期構造であるベースセル (Base Cell) の微視的問題と、全体構造の巨視的問題に分離して独立に解析し、両者の解を重ね合わせる解析方法である。全体構造がベースセルの寸法に比べ無限大の場合には厳密解を、また十分大きい場合には精度良い解を与えることが数学的に証明されている。

現在用いられる構造は、軽量化の観点から面内の寸法に比べ厚さ方向に薄いものが多く、航空宇宙分野においては特に多用され、また繊維をプラスチックで固めた繊維強化複合材は不可欠であり、層間の特性から繊維を三次元に織り込んだ織物複合材の利用が望まれている。これらの材料は微視的に周期構造を有するが、厚さ方向の寸法が薄く、周期性を有しないか繰り返し数が少ない。これらに従来の均質化法を適用すると、微視的構造であるベースセルが三次元であるため三次元の周期性が必要となり、薄板構造へ厳密な意味での均質化法の適用が困難である。

本論文の研究目的は、面内の二方向に周期的かつ微視的構造を有する材料あるいは構造の熱弾性三次元問題に対する新しい厳密な均質化法の定式化を提案し、その妥当性と精度を検証する事にある。

本論文によって得られた成果を以下にまとめる。

(1) 仮想仕事の原理の弱形式から漸近展開法を用い一次および二次の微視的支配方程式を導き、特性変位および均質化熱弾性定数の式等を介し巨視的支配方程式を導出した。定式化に際し上下の自由表面についての周期性に代わり力学的境界条件を用い微視的問題と巨視的問題を分離すること、ベースセルは三次元問題であるが、巨視的問題は二次元問題となること新しい点である。

(2) 上記の微視的および巨視的支配方程式に基づき、ベースセル内部でのひずみ・応力等の分布を求めるための局所化の定式化を示した。

(3) 本理論の有限要素法への適用の定式化を示した。

(4) 複合材積層板、二種類の材料からなる積木状複合材 (Brick Composite)、三次元直交織複合材、ハニカム構造等の熱弾性問題を有限要素法を用いて本理論で解析し、理論解、通常の有限要素法の解、三方向に周期性を有する従来の均質化法の解と比較検討を行い、厚さ方向の周期性が上下の表面近くの変形、ひずみ、応力にあたる影響について検討し、本手法の妥当性および解の精度を明らかにした。

以上のように、本論文は、面内二方向にのみ周期性を有する微視的構造に対する均質化法の厳密な定式化を示し、幾つかの代表的問題について解の妥当性と精度を検証した。従

って、織物複合材等の薄板実用材料および構造に有用であり、それらに大きく寄与することが期待され、その工学的価値は極めて大きい。よって本論文は、博士(工学)の学位を授与するに値するものと認められる。

(最終試験又は試験の結果)

本学の学位規則に従い、最終試験を行った。公開の席上で論文発表を行い、質疑応答を行った。また、論文審査委員により本論文及び関連分野に関する試問を行った。これらの結果を総合的に審査した結果、専門科目についても十分な学力があるものと認め、合格と判定した。