

## 【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。

構造／流体連成問題は、船舶海洋、航空宇宙、土木建築など様々な分野で非常に重要な位置を占めている。その中でも、極めて軽量の片持ちの太陽電池パネルは周りの空気と連成し、その特性が空気の付加質量効果で説明されることはよく知られている。近年、人工衛星の大型化に伴い、取り付けられる太陽電池パネルやアンテナなどは折り畳まれた状態で収納され、パネルの大きさに比べて極めて薄い空気層がパネル間に存在する。これらの構造体は打ち上げ時に音響振動を受けることや、軌道上で展開後に姿勢制御系などと連成することがないよう、固有振動数の正確な把握が必要となる。しかし、このような問題は、付加質量効果のような簡単な理論では挙動を予測できず、特性を正確に推定できるモデルを開発する必要がある。

本論文の研究目的は、粘性の影響を考慮した薄い空気層と太陽電池パネルを模擬した平板の連成問題の振動特性を解析的および実験的に把握することにある。実験は、極めて軽いアルミハニカムサンドイッチ板の周囲を剛体壁で囲み、周囲の空気層の流れが二次元的になるよう設置し、上下の空気層厚さと左右の壁との距離を変えて、連成系の共振振動数を測定する。解析は、板は二次元問題となるため、アルミハニカムコアの剪断変形を考慮するサンドイッチ梁理論を用い、空気層は粘性を考慮するため Navier-Stokes の式に連続の式をペナルティ法により組み込み、Hamilton の原理に基づく弱形式から固有値問題としての連成系の支配方程式を導く。有限要素法を用いて離散化し、固有振動数および固有モードである、梁の変形、圧力分布と流れ場を得る。この際、空気層に対して無視できないサンドイッチ板の厚さを考慮して流れ場を求めると。実験と解析の結果の比較を行う事で、総合的に検討し解明している。

本論文によって得られた成果を以下にまとめる。

(1) 周囲空気層がサンドイッチ板の固有振動数を大きく低下させることが実験的に確かめられた。その効果は上下の空気層が薄い時ほど大きく、最も薄い場合は空気が無い時より 35%低下することを明らかにした。

(2) 有限要素法による固有振動数の結果は、全ての場合で実験結果と良く一致し、解析モデルの妥当性を確認した。解析結果により、流れ場、圧力分布が把握でき、空気層が薄い場合には、付加質量効果の他に粘性が大きな影響を与えることを明らかにした。また、差分法による流体解析との流れ場、圧力分布の比較より、本解析法の妥当性を示した。

(3) 解析において、空気層については、上下の厚さ、左右の距離、密度、粘性の

大きさを換え、サンドイッチ板については、曲げ剛性、コアの剪断剛性、板厚、重量を変化させるパラメトリックスタディを、梁の高次モードまで行った。固有振動数、流れ場、圧力分布を含めた連成問題を総合的に把握することにより、周囲空気層の効果の予測が可能となることを明らかにした。

以上のように、本論文は、極めて軽いサンドイッチ板が周囲空気と連成する場合の振動特性を解析的に精度良く予測することに大きく寄与することが期待される。また、サンドイッチ板以外の軽量構造物へも本成果は応用可能であり、その工学的価値は極めて高い。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。