

# 審査結果の要旨

論文題目 「音響連成を利用した圧電振動発電によるエネルギー回収システムの構築」

学位申請者 土屋 寛太郎

本論文は、圧力容器や建築物、さらにはロケット、飛行機、鉄道車両、自動車といった輸送機械などにおいても円筒構造の容器は多数使用されており、軽量化を図る上で円筒構造物の薄肉化が要求されている。薄肉の構造物では音による振動、すなわち音響連成が生じる。音響連成が大きくなると、構造物は共振状態となり構造物が破壊されることがあり、また、共鳴状態を起こすことで航空機では客室内の騒音につながる。こうした問題に対してこれまでは主に、構造物の強度の向上や騒音を抑制する技術の向上による対策がなされてきた。

また最近では、構造物で発生する音や振動をエネルギーとして捉え、音や振動により発生するエネルギーを回収する熱音響機関や圧電振動発電の研究が行われている。とくに、圧電振動発電では構造物であるはりに圧電素子を設置し、はりが振動することにより生じる振動エネルギーの一部を電気エネルギーに変換し、回収する試みがなされている。しかし、音響連成現象を利用したエネルギーの回収システムの設計という点では検討例がほとんどないのが現状である。

研究の目的： 円板振動時における圧電振動発電特性の理論及び実験による検証を行うと共に、音響連成現象を応用した振動発電特性の改善を目的とする。さらに音響連成現象を利用したエネルギー回収システムを工業的に応用する上で発電効率の向上は必須であり、発電効率向上のための振動モードについても実験的に検証し、最適な振動モードを明らかにすることを目的としている。

本論文は6章で構成されている。

第1章は序論であり、本研究に関連する先行技術及びその問題点について概説され、申請者は本研究分野に精通し、本研究の目的を十分に理解していると判断される。

第2章では、円板振動時における圧電振動発電について実験的な検証を行っている。加振機の加振棒が振動特性に及ぼす影響について検討した結果、加振棒を介して点加振力が付加されている場合は固有周波数の低周波数化など、円板の振動特性を明確にする必要がある。また、円板振動のみの発電特性を詳細に調べた結果、円板振動のみの発電特性は、円板の振動特性と圧電素子に生じる圧電効果に強く依存することを明らかにした。これらの結果は振動工学の分野で有益な知見をもたらし、学術的にも評価できる。

第3章では円板の一方を加振した際の端板振動において内部音場との連成現象を利用した圧電振動発電を検討している。端板の振動特性を考慮することで一定条件下にお

いて発電効率の予測を可能にしたことは将来、産業へ応用する際に有益な情報を与えるものと判断される。

第4章では連結空洞を用いて、その一方を加振した際の端板振動と内部音場との連成現象を利用した圧電振動発電について検討を行っている。円板の板厚が増加すると固有振動数が上昇（高周波数化）し、発電効率を増大させ、発電特性の改善効果が得られることを明らかにしたことは工業化の観点でも有益な結果であると判断できる。

第5章では実際に工業的に応用する上で円板の振動モードは重要であり、円板の高次モードについて検討を行っている。得られた結果はエネルギー工学の観点からも評価できる。

第6章は本論文の結論であり、得られた本研究の成果を総括し、音響連成現象を応用した振動発電を産業へ応用するにあたり、さらなる検討の必要性和今後の課題について述べている。

以上、申請者は空洞構造を有する円筒の両端に円板を設置した構造物を用いて、円板振動時における圧電振動発電特性を理論及び実験の両面から検証をおこない、研究手法及び得られた研究成果は振動工学、エネルギー工学の分野で学術的に高い研究であると判断される。また、音響連成現象を利用した振動発電を産業へ応用する際の問題点なども指摘しており、本研究は産業面でも評価できる。

以上の結果、本論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。

したがって申請者 土屋 寛太郎は東海大学 博士（工学）の学位を授与されるに値すると判断した。

#### 論文審査委員

主査	Ph.D.	山本 佳男	工学部教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	工学博士	小金澤 鋼一	工学部教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	森山 裕幸	工学部教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	岩森 暁	工学部教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	長谷川 真也	工学部准教授	（総合理工学研究科総合理工学専攻）