

博士学位論文審査要旨

2016年 1月12日

論文題目： Research of Noise and Vibration Analysis for Structures Involving Transfer Path and Sound Source

(伝達経路および音源を有する構造物に対する振動・騒音解析に関する研究)

学位申請者： ヒルミ ビン ヘラ ラディン

審査委員：

主査： 同志社大学大学院理工学研究科 教授 辻内 伸好

副査： 同志社大学大学院理工学研究科 教授 青山 栄一

副査： 同志社大学 名誉教授 小泉 孝之

要 旨：

内燃機関等の機械が発生する振動・騒音の問題に対して様々な手法が提案されている。実際の構造物に対して振動・騒音低減対策を実現するためには、音源の状態を適切に把握するだけでなく、音源からの振動伝達特性を正確に把握する必要がある。本論文は、従来よりも信頼性や効率性が良く実用的に構造物の振動・騒音を低減することを目指して、実験および解析技術に対する新たなアプローチを確立することを目的としている。

本論文は、全6章で構成され、第1章は本研究の背景および目的について述べている。第2章では、新たな音圧測定点の配置技術と逆音響解析法を用いた空気伝搬音による振動・騒音の解析手法の高精度化について述べている。第3章では、統計的エネルギー解析法を用いた固体伝搬音の解析に必要な構造体の損失係数の同定法と、構造物が変更された際の損失係数の推定法について述べている。第4章では、伝達経路解析法によって予測された入力を統計的エネルギー解析法の入力として利用するために、両者の理論を比較し、伝達経路解析法と統計的エネルギー解析法を統合するための手法を提案し、基礎理論を導出するとともに有限要素解析を用いて提案した手法の有効性を検証している。第5章では、第4章で提案した伝達経路解析法と統計的エネルギー解析法を統合するための手法を実際の構造物に適用し、有限要素解析と実験によって提案手法の有効性を検証している。第6章では、本研究で得られた知見を総括し、今後の展望について述べている。統計的エネルギー解析法と伝達経路解析法を統合することで、両者の入力を相互利用可能な手法を提案し、構造物の振動・騒音の低減を支援するための、実験および解析手法を構築しており、本論文は工学的に極めて価値のあるものと評価できる。よって、本論文は、博士(工学)(同志社大学)の学位論文として十分な価値を有するものと認められる。

総合試験結果の要旨

2016年 1月12日

論文題目: Research of Noise and Vibration Analysis for Structures Involving Transfer Path and Sound Source

(伝達経路および音源を有する構造物に対する振動・騒音解析に関する研究)

学位申請者: ヒルミ ビン ヘラ ラディン

審査委員:

主査: 同志社大学大学院理工学研究科 教授 辻内 伸好

副査: 同志社大学大学院理工学研究科 教授 青山 栄一

副査: 同志社大学 名誉教授 小泉 孝之

要 旨:

本論文提出者は、2012年3月、東海大学大学院工学研究科機械工学専攻（修士課程）を修了した。2012年4月に同志社大学大学院理工学研究科機械工学専攻博士課程（後期課程）に入学し現在在籍中である。

本論文の主たる内容は、SAE Technical Paper 2015-32-0747, SAE Technical Paper 2015-32-0774, および同志社大学理工学研究報告第55巻3号に掲載され十分な評価を受けている。

2015年12月12日午前10時より約2時間にわたり、提出論文に関する博士論文公聴会が開かれ、種々の質疑応答が行われたが、提出者の説明により十分な理解が得られた。さらに公聴会終了後、審査委員により、論文に関する諸問題につき口頭試験を実施した結果、本人の十分な学力を確認することができた。なお、提出者は、英語による論文発表や語学試験にも合格しており、十分な語学能力を有すると認められる。以上より、本論文提出者の専門分野に関する学力並びに語学力は十分であることが確認できた。よって総合試験の結果は合格であると認める。

博士學位論文要旨

論文題目： Research of Noise and Vibration Analysis for Structures Involving Transfer Path and Sound Source

(伝達経路および音源を有する構造物に対する振動・騒音解析に関する研究)

氏名： ヒルミ ビン ヘラ ラディン

要旨：

内燃機関等の機械が発生する振動・騒音の問題に対して様々な手法が提案されている。実際の構造物に対して振動・騒音低減対策を実現するためには、音源の状態を適切に把握するだけでなく、音源からの振動伝達特性を正確に把握する必要がある。本論文は、従来よりも信頼性や効率性が良く実用的に構造物の振動・騒音を低減することを目指して、実験および解析技術に対する新たなアプローチを確立することを目的としている。

本論文は、全6章で構成され、第1章は前述の通り、研究の背景について述べ、振動・騒音の実験および解析技術に関する現状と課題、本研究の目的と本論文の構成を述べた。

第2章では、新たな音圧測定点の配置技術と逆音響解析法を用いて空気伝搬音による振動・騒音の解析手法の高精度化について述べた。計測点配置を実験計画法の空間充填計画で決定する方法を提案し、実験状況に応じた任意個数の計測点での逆音響解析が可能になるだけでなく、長方形に代表されるアスペクト比が異なる構造物に対しても計測点位置を決定できる手法を確立した。まず、音源が正方形板の場合に5種類の空間充填計画を比較した。その結果、空間充填計画作成基準による比較では基準に順じて良い計画が異なり、特異値の比で安定性を比較すると、Maximin 計画、ラテン超方格、最大エントロピー計画が優れていることがわかった。以上のように、提案手法による行列計算の安定性、得られる逆音響解析結果の精度について検討し、長方形薄板に適用して有効性を確認した。

第3章では、統計的エネルギー解析法を用いた固体伝搬音の解析に必要となる構造物の損失係数の同定法と、構造物が変更された際の損失係数の推定法について述べた。まず、計測点数が解析結果へ与える影響の検証を行った。パワー注入法実施時における計測点数により、平均値にばらつきが生じ、損失係数同定結果と解析結果に影響を与えることを明らかにした。次に、パワー注入法を実施する前に解析結果のばらつきを推定することで、計測点数を決定する手法を提案した。また、構造変更の一例として、構造物全体系における制振材貼付時の内部損失係数を、貼り付け要素単体の実験結果から求めた。要素単体に制振材を貼り付けた際の試験結果より、要素組み込み時における制振材貼付時の内部損失係数を同定する手法を提案し、有効性を示した。以上のように、計測点数の決定方法に関する指針を示すと共に、内部損失係数を再同定する行程を省略可能とした。

第4章では、伝達経路解析法によって予測された入力を統計的エネルギー解析法の入力として利用するために、両者の理論を比較し、伝達経路解析法と統計的エネルギー解析法を統合するための手法を提案した。基礎理論を導出するとともに、一般的な構造である薄板とフレーム構造を組み合わせた構造物を対象に、有限要素解析を用いて提案した手法の有効性を検証した。加振源の入力について、フレームに入力がある場合にも要素平均の結果である統計的エネルギー解析法の入力パワーと、伝達経路解析法の逆行列法から得られた入力点の力の応答結果を用いた入力パワーの値は、定量的に一致しており、提案式の有効性が示された。また、加振源からの伝達寄与について、新たにエネルギーモデルに関する寄与率の評価式を提案し、両手法の比較が可能となることを示した。

第5章では、第4章で提案した伝達経路解析法と統計的エネルギー解析法を統合するための手法を実際の構造物に適用し、有限要素解析と実験によって提案手法の有効性を検証することを目的とした。提案手法の実用性を拡大するために、実際の発電機のエンクロージャーモデルを対象とし、基礎検討として単純化したエンクロージャーの一部に対する有限要素解析および実験によって提案手法の有効性を確認した。結果として、加振源の入力パワーについて、統計的エネルギー解析法の入力パワーと、伝達経路解析法の逆行列法から得られた入力点の力の応答結果を用いた入力パワーの値は同様な傾向を示し、提案式が実構造物に対しても有効であり実用性を有することを確認した。また、加振源からの伝達寄与について、第4章と同様に、新たにエネルギーモデルに関する寄与率の評価式を提案し、両手法から得られた寄与率は定性的に一致しており、比較が可能であることを確認した。

第6章では、本研究で得られた知見を総括し、今後の展望について述べた。

以上のように、本論文は、空気伝搬音と固体伝搬音による伝達経路および音源を有する構造物に対する振動・騒音解析技術に関する研究であり、従来の実験手法および解析技術に新たな理論的アプローチや総合的な実験および解析手法を取り入れ、さらにそれらを発展・融合することで構造物の振動・騒音を低減することを目指したものである。