

学位論文審査の要旨

| | |
|-------|-------------------|
| 学位申請者 | 山下 貢貴 |
| 論文題目 | モーダルエネルギー伝搬解析法の研究 |

審査（試験・試問）委員会

| | | | |
|----|-----------|----|------------------|
| 主査 | 教授 本田 巖 | 委員 | 教授 黒田 勝彦 |
| 委員 | 准教授 岡田 公一 | 委員 | 教授 雉本 信哉 |
| 委員 | 教授 | | (九州大学 大学院 工学研究院) |

〈論文審査の結果の要旨〉

学位請求論文の内容, ならびに関連する分野に関する学識について諮問を行った結果, 本申請者は博士(工学) の学位を受けるに十分な学識を有していることを, 審査(諮問) 委員全員一致により認めた.

〈試験(試問) の結果の要旨〉

これまでに自動車他の輸送機械では, コストや実用性, 燃費, 安全性能とならび, 振動騒音(静粛性)は商品価値の一つとして高い性能を要求されてきており, 設計法として FEM, モード解析法や統計的エネルギー解析法(以下 SEA 法)といった種々の解析的アプローチが行われてきていたが, 低周波数域に適用される FEM, モード解析と高周波数域に適用される SEA 法それぞれの前提条件が成立しない中周波数帯の解析手法は様々なアプローチにより研究が行われ発展途上であり, 確立された手法は存在しない状態である. 本論文では, 中周波数帯の新たな振動解析手法として, 分系の固有モードと要素間の振動パワーフローの関係性を直接的に評価するモーダルエネルギー伝搬解析法を提案し, 模型試験並びに実車に適用しその妥当性を確認すると共に実用性の目途付けを行った.

第 1 章“緒言”では本研究の背景・目的と内容, ならびに本論文の概要について述べている.

第 2 章“モーダルエネルギー伝搬解析法の基礎理論”では, 半拘束モード合成法に基づいた主・従構造連成系の運動方程式をエネルギーの次元に拡張・定式化し, 各構造の固有振動モード間の振動パワーフローを評価する手法と合せて各構造の個々の振動モードを非連成化して振動パワーフローを算出する 2 自由度近似法を提案している. 又, 本手法を簡易構造である箱型モデルに適用し, 解析理論の妥当性を検証すると共に, 2 自由度近似手法により各モード組合せにおける伝達パワーを評価することで, 目標周波数帯に対し寄与の高いモード組合せを抽出し, 主構造から従構造への伝達パワー(従構造の消散パワー)を低減できることを確認している.

第 3 章“フレーム・パネルモデルへの適用”では, より構造が複雑な系において, 主・従構造間の伝達パワーを評価する縮小モデル構築のため特異値分解の導入について検討している. 主構造から従構造への伝達パワーを, 結合点における振動速度と主構造から従構造への作用力の積とみなされる事を示し, 合せてこれらへの各構造の固有振動モードの寄与度を特異値分解で求められる事を示している. フレーム・パネル構造を用いて同定された伝達パワーへの寄与度の高い固有振動モードのみの縮小モデルで伝達パワーを近似計算できることを確認し, 寄与度の高いモードの特徴を抽出・抑制することで伝達パワー(従構造の消散パワー)を低減できることを示している.

第 4 章“実車構造における車内騒音の低減への適用”では, 車両構造を用いて車内におけるロードノイズに寄与が高い内装材の一つである天井内装材(トップシーリング)からの放射音低減を例に本解析法の実効性検証を行っている. 車体を主構造, トップシーリングを従構造とした系では, トップシーリングへの伝達パワーに対し寄与の高いモードを同定し, トップシーリングのモード変位と結合点を介して車体から受ける強制的な変形が類似する事で車体からの伝達パワーが増大することを明らかにすると共に, モード変位抑制のための質量付加, 車体構造の強制変位成分抑制のための剛性変更について, 台上試験ならびに走行試験にてトップシーリングの振動レベル及び放射音(耳位置音圧)低減を確認し, 本解析法の実効性を検証している.

第 5 章“結論”では, 本研究で得られた知見をまとめ, 本研究で提案したモーダルエネルギー伝搬解析法が中周波数帯での振動・騒音低減設計に対して有効であり実用的であることを示している.

以上のように, これまで未確立だった中周波数帯域における振動・騒音解析法の一つとして, 半拘束モード合成法に基づいた各構造の固有振動モードの間の振動パワーフローを評価する手法であるモーダルエネルギー伝搬解析法を提案し, 模型ならびに実車を用いてその妥当性・実用性を示した本研究の成果は高く評価される. 本研究成果は我が国の自動車産業の発展のみならず, 輸送機械を含む機械構造物における低騒音設計に寄与するものあり, 博士(工学)の学位を授与するに十分値するものと認める.