



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

分系の構造変更による全系の振動低減

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-01-24 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 森, 厚夫 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/82775

氏名（本籍）	森 厚 夫（宮城県）
学位の種類	博 士（工学）
学位授与番号	甲第606号
学位授与日付	令和3年9月30日
専攻	生産開発システム工学専攻
学位論文題目	分系の構造変更による全系の振動低減 (Vibration reduction of a whole structure by structural modification of a subsystem)
学位論文審査委員	(主査) 教授 山下 実 (副査) 教授 屋代 如月 教授 松村 雄一

論文内容の要旨

一般的に、自動車や工作機械などの大型で複雑な機械では、骨格となる主構造（以下、主系）に、複数の部品（以下、副系）を付加することで多様な機能を提供している。このとき、主系に比して微小な副系の装着であっても、主系と副系の連成によって、予測不可能な周波数に全系の共振が発生して問題となる場合がある。本研究は、副系の付加に伴う全系の共振を、副系単体の設計で制御する方法を検討している。

提案されている共振制御の方法は二つに分類される。一つは、副系に **Neutralizer** を付加し、主系との結合部への波動伝播を受動的に制御して伝達力を低減することで、全系の共振応答を低減する方法である。もう一つは、副系の質量や慣性モーメントによって定まる剛体モードが、主系の弾性モードと連成して発生する全系の共振周波数を、加振力の大きな周波数帯から離隔する方法である。以下、得られた知見をまとめる。

- (1) **Neutralizer** を利用した振動低減法では、主系と副系の結合部において支配的な伝達力を低減することを目的に、副系側の加振自由度と結合自由度の間の振動伝達を **Neutralizer** により 0 にする方法を提案した。振動伝達は、波動の伝播に起因することから、副系内の加振自由度と結合自由度の間の伝達経路上に **Neutralizer** を設け、波動を完全反射するための仮想的な固定端とする。これにより、副系から主系への振動伝達において、1 自由度の伝達力が支配的であり、副系がほぼ減衰を持たず、主系は比較的大きな減衰を有する条件では、基本的にすべての条件下で主系の任意の自由度での応答を 0 にできることを示した。
- (2) 副系の質量や慣性モーメントを調整し、全系の共振周波数を、加振力の大きな周波数帯から離隔する方法では、主系に比して副系が小さくて剛と見なせる場合、連成共振が生ずる低周波域では、微小な部品単体のコンプライアンスが剛体モードに支配されることを利用した。このとき、結合自由度における副系単体のコンプライアンスは、副系を剛体と見た際の 6 自由度の慣性からなる質量行列だけで表現できる。さらに、慣性主軸の方向で質量行列を表せば、主系との結合領域における副系単体の自己コンプライアンス行列は対角行列となる。これらにより、共振点の移動に必要な質量行列の変更量を簡便に予測するための基礎を確立できた。これに加え、*kernel* コンプライアンス行列の零固有値を、所望の周波数で発生させて、共振点を自在に操作するため、**Gershgorin** の定理を導入した。これにより、所望の周波数に共振点を移動させるのに必要な分系の質量行列の変化量を、設計者が手計算レベルで簡単に予測できる方法を導いた。

論文審査結果の要旨

学位論文で実施された研究は、主系全体の詳細な情報が得られずとも、全系の振動騒音を低減可能な方法である点で、先行研究にない利点がある。前者の方法は、主系の情報が得られない中でも設計可能である。後者の方法は、主系と副系の結合領域における、主系側の自己コンプライアンス行列だけを用いて設計可能である。主系全体の運動方程式などの詳細情報が得られずとも、全系の振動低減を図れるということは、振動工学の技術体系の中で、従来法にない利点を有していると考え得る。その成果は学術的、工学的に有用であることから、学位論文に値するものと認められる。

最終試験結果の要旨

これまでの研究業績，単位習得状況，学位論文やその基礎となる査読付き論文（和文 2 編），国際会議講演論文（1 編）の内容，また令和 3 年 8 月 3 日に開催された公聴会での口頭試験の結果等を，学位審査委員会で慎重に検討した結果，提出された学位論文は完成された内容であり，最終試験に合格と判定した。

発表論文（論文名、著者、掲載誌名、巻号、ページ）

1. Neutralizer による波動伝播のパッシブ制御を利用した振動低減，森厚夫，松村雄一，和泉谷日冴，日本機械学会論文集，85 巻 873 号 (2019)，pp. 18-00437.
2. 主系に比して剛な微小分系の質量特性を概念設計段階で最適化する方法，松村雄一，森厚夫，渡邊祐人，日本機械学会論文集，86 巻 892 号 (2020)，pp. 20-00272.
3. Performance improvement of the vibration reduction method by frequency-based sub-structuring and a neutralizer at vibration source device, Atsuo Mori, Yuichi Matsumura, Hisa Izumiya, Proceedings of Internoise 2019, ID 1523.