

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	市川 和男
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論文題目 粉体ダンパの振動特性とトポロジー最適化によるピストンへの応用に関する研究 (Research on vibration characteristics of powder dampers and application to pistons by topology optimization)			
論文審査担当者			
主 査	教授	北村 充	印
審査委員	教授	濱田 邦裕	印
審査委員	准教授	竹澤 晃弘 (早稲田大学)	印
審査委員	准教授	新宅 英司	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>2050年に向けた社会全体での脱炭素化を推し進める上で、内燃機関をはじめとする動力源の振動騒音対策もまた更なる改善が必要である。上記実現に必要不可欠となるのは、内燃機関の熱効率向上に直結する圧縮比の向上をはじめとした燃焼技術の進化である。これを実現可能とするには、燃焼性能と相反する振動課題について、ライフサイクルでの環境負荷物質低減を考慮した簡素な構成で実現できる革新的な構造での制振対策が最も重要となる。本研究では振動低減手段のひとつとして、熱効率に寄与する燃焼起振力を損なうことなく振動伝搬のみを抑制する手法についての実現手段を検討している。検討に際しては、高温かつ高荷重が作用する燃焼室近傍での振動低減を想定した物体間の摩擦散逸現象を利用する振動減衰構造を導出し、妥当性と有効性を示している。さらには離散化要素法によるシミュレーションを活用して振動減衰原理を解明するとともに、ガソリンエンジンピストンへの適用効果の検証を行うことでその有用性について述べている。</p> <p>本論文は、以下のように6章で構成されている。</p> <p>第1章の「緒論」では、自動車動力源の進化の歴史と現在のエネルギーセキュリティの観点から振動低減技術の必要性について述べている。</p> <p>第2章の「摩擦を利用した、振動減衰のモデル化」では、構造体の制振原理のひとつであるクーロン摩擦を基礎理論とした減衰現象を考察し、振動試験によってその効果を検証している。金属3Dプリンタにて減衰理論の裏付けとなる試験体を用いることでモデル精度の検証を行い、更なる減衰効果を得るための構造として、粉体ダンパによる可能性を示している。</p> <p>第3章の「粉体ダンパによる減衰最大化」では、減衰設計に必要な、封入粉体の機械特性ならびに充填仕様に関する検証を、粉体の粒度分布測定および中央加振試験を用いて検証している。検証に際しては粉体ダンパ固有の制振原理であるひずみ量への依存性について着目し、試験体の実働時変位計測と固有値解析を行うことでその有用性を示して</p>			

いる。

第4章の「粉体ダンパのシミュレーションモデル」では、実験結果の妥当性検討について、粉体挙動と衝撃荷重を解析可能にする離散化要素法シミュレーションを構築している。モデル化に重要なパラメータとなる、粉体間の摩擦係数に関し、粉体自由落下時の安息角から検証を行うことで精度向上手法を提案してその効果妥当性に関して知見を見出している。

第5章の「ガソリンエンジンピストンへの減衰設計」では、導出した摩擦減衰構造をピストンへと適用するための設計要件に関して検討している。検討においてはピストンへと作用する最大応力について挙動解析を実施してその作用力について考察している。具体化設計では、トポロジー最適化を用いて、作用力を境界条件として最小体積で応力緩和が可能な構造を導出し、摩擦減衰を利用したラティスピストン構造と粉体摩擦による減衰ピストンについて設計を行っている。

第6章の「結論」では、本論文で獲得した知見を総括している。

以上のように、本論文はピストンの振動低減において有用であり、自動車及び関連業界への寄与が期待できる。よって、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。