

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	可変圧縮比エンジン用6節可調整ピストン・クランク機構の機構要素の動特性の解明と設計への適用
Title(English)	
著者(和文)	中村勝敏
Author(English)	Katsutoshi Nakamura
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:乙第4188号, 授与年月日:2022年3月31日, 学位の種別:論文博士, 審査員:山浦 弘,岩附 信行,小酒 英範,武田 行生,田中 真二,田中 智久
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第4188号, Conferred date:2022/3/31, Degree Type:Thesis doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

(2000字程度)

報告番号	乙 第 号	学位申請者	中 村 勝 敏	
論文審査員	氏 名	職 名	氏 名	職 名
	主査 山 浦 弘	教 授	田 中 真 二	特任准教授
	岩 附 信 行	教 授	田 中 智 久	准教授
	小 酒 英 範	教 授		
	武 田 行 生	教 授		

本論文は、「可変圧縮比エンジン用6節可調整ピストン・クランク機構の機構要素の動特性の解明と設計への適用」と題し、全5章からなっている。

第1章「序論」では、まず、CO₂排出量の削減が強く求められている現在の自動車用エンジンを取り巻く環境を踏まえ、新たなエンジンにおいて低燃費と高動力性能の相反する評価の両立を高いレベルで実現する必要があること、そのためにはエンジン負荷が異なる運転シーンに応じ圧縮比を使い分けることのできる可変圧縮比機構を有するエンジンの実用化・量産化が望まれていること、を述べている。次に、研究レベルにおいて様々な方式の提案がなされている可変圧縮比機構の中でも、6節可調整ピストン・クランク機構方式は、主機能である圧縮比の変更機能に加え、低振動による静粛性やピストンとシリンダ間の摩擦力低減といった副次的利点を持ち得ることを述べている。さらに、本機構を有するエンジンの実用化にあたっては、本機構の副次的利点を損ねることなく、車両搭載を前提とした寸法制約を満たすこと、本機構特有の大きな荷重に対する機構部品の変形を適切に管理すること、複数の揺動軸に対して適切な軸受を設計すること、および、多くの部品間の連成挙動を把握し適切に設計する必要があること、を指摘している。そして本論文の目的は、本機構特有の力学的特性・機構要素の動特性を明らかにするとともに、機構要素の設計パラメータとの関係を明らかにし、実用化・量産化を実現する設計手法を確立することであると述べている。

第2章「動的挙動解析を活用した可変圧縮比エンジン用6節可調整ピストン・クランク機構の開発」では、まず、本機構を構成する主要部品の一つであるクランクシャフトについて着目している。本機構では、てこの構成によりクランクシャフトへの入力荷重が約2倍に増大する一方で、ピストンストロークの増幅作用によりクランク半径が約1/2に短縮されることでクランクシャフトのオーバーラップ量が増加し、クランクシャフトの剛性が増大するため、入力荷重により引き起こされるクランクシャフトの口開き変形量は従来機構のクランクシャフトよりも抑制されることを示している。また、本機構の主運動系は6節リンク機構で構成されており、そのリンク長さや質量特性は、機構全体のみならず、クランクシャフトを含む構成部品の力学的特性、およびエンジンのレイアウト等の複数の設計パラメータに影響を与えることから、クランクシャフト単体での力学的特性と、マルチボディダイナミクス解析を用いたクランクシャフトを含む本機構の系全体の動特性とを解析により明らかにしている。クランクシャフトの剛性が増大した効果によりクランクシャフトの変形が抑えられ軸受負荷容量が増大することを示し、実機測定結果により解析結果を検証している。さらに、リンク長さなどのリンク機構の諸元の決定にあたり有効となる、複数の設計条件を満たすための多目的最適化を考慮した設計手法についても検討を行い、設計条件を満たす6節可調整ピストン・クランク機構の諸元を定める手法を開発している。

第3章「可変圧縮比エンジン用6節可調整ピストン・クランク機構の軸受要素の開発」では、本機構を成立させる上で重要な機能部品である、リンク間を連結する役目を担う複数の軸受要素について着目している。そして、複数の回転軸および揺動軸の軸受の機能と信頼性を確保するため、それぞれの軸受における荷重の大きさ、摺動特性、選択可能なエンジンオイルの供給方式を考慮し、全周溝や強制給油路の採用および適切な軸受幅と摺動面形状の選択が必要であると述べている。また、選択した軸受寸法・構造並びにエンジンオイルの供給方式に対してEHL解析を行うとともに、実機測定結果により、提案する各軸受が十分な性能を有することを示し、設計手法の有効性を示している。

第4章「6節可調整ピストン・クランク機構のリンク間の連成挙動の解析と設計への応用」では、機構を構成する部品の弾性挙動が、接続する他の構成部品の弾性挙動に与える影響について着目している。すなわち、まず、本機構の各リンク部品の軸受間の寸法によって決定されるリンク長さ、および構成部品毎の質量特性は、第2章で着目したクランクシャフトのみならず、本機構を構成する個々のリンク部品自身の力学的特性にも影響を与え、クランクシャフト等の構成部品の弾性挙動が、接続するリンク機構の構成部品の挙動に影響を与えることを示している。そのため、本機構の系全体を対象としたマルチボディダイナミクス解析を実施してその連成挙動の特性を把握し、実機測定結果により解析結果の検証を行っている。また、この結果を踏まえ、本機構の実用化・量産化を可能とするようなリンク機構および構成部品の諸元の設計についての指針を示している。

第5章「結論」では、本論文で得られた結果を総括している。

以上を要するに、本論文は、6節可調整ピストン・クランク機構を有する可変圧縮比エンジンの機構要素の動特性を明らかにできる手法を開発し、実用化・量産化に至る設計手法を確立したもので、工学上・工業上に貢献するところが大きい。よって、博士（工学）の学位論文として十分な価値があると認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。