

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)	論文要旨
Type(English)	Summary

(論文博士)
(Dissertation Doctorate)

論 文 要 旨

(和文2000字程度)

Dissertation Summary (approx. 2000 characters in Japanese)

報告番号 For administrative use only	乙 第 号	氏 名 Name	中村 勝敏
(要 旨) (Summary) 近年、CO₂排出量の増大に起因すると考えられる地球規模の温暖化とそれにともなう気候変動に対する懸念が高まっている。CO₂総排出量に占める自動車の割合は16%と大きく、自動車用エンジンにおけるCO₂排出量のより一層の低減が求められている。今回、エンジンにおけるCO₂排出量低減の取り組みの中でも、低燃費、高動力性能の両立が可能であり、有力なCO₂排出量削減の手段となる可変圧縮比エンジンについて着目した。 本論文は、可変圧縮比エンジンの構成要素の中でも重要なシステムである6節可調整ピストン・クランク機構、およびその構成部品の従来のピストン・クランク機構とは異なる力学的特性について、動解析、実測により確認、検証を行うことでそのメリット、デメリットの双方を含む特質を抽出し、この特質を踏まえた設計手法について示したものである。 第1章「序論」では、エンジンを取り巻く環境を踏まえ、可変圧縮比エンジンの研究、開発に至った背景について述べている。可変圧縮比エンジンは、運転シーンに応じ圧縮比を使い分けることで、低燃費、高動力性能の二律背反する要素の両立を高次元で実現できる可変圧縮比機構を有している。 本章では、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、本研究で取り上げる可変圧縮比エンジンに採用された6節可調整方式に着目し、主機能である圧縮比の変更機能に加え、6節可調整ピストン・クランク機構を採用することで獲得できる静粛性やフリクション抑制といったユニークな付加価値について述べた。その一方で、本機構が有する、これまでの研究で着目されていなかった量産化の阻害要因となる力学的特性に関する課題について述べた上で、この課題についてメカニズムを把握した上で解決し、機構を成立させることが本論文の目的であると述べた。 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、本機構を構成する要の部品の一つであるクランクシャフトについて着目した。本機構では、この構成によりクランクシャフトへの入力荷重が増大する一方で、ピストンストロークが増幅し、クランク半径が短縮されることでクランクシャフトの剛性が増大する関係にある。この結果、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却って抑制される。このように本機構が有するこの構成により、本機構用クランクシャフトは従来機構用クランクシャフトとは特徴の異なる力学的特性を有することとなり、この力学的特性が本機構を成立させる上で重要な役割を果たすきっかけとなった。

また、本機構の主運動系は6節リンク機構で構成されるが、そのリンク長さや重量特性は、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ため、設定の際に留意が必要となる。

本章では、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し、その結果を実機測定結果と照らし合わせることで、本機構のクランクシャフトの特有の力学的特性によって得られる軸受負荷容量の増大の効果について検証を行った。また、リンク長さなどのリンク機構の諸元の設定にあたり、複数の設計パラメータを満たすための多目的最適化を考慮した設計手法による検討を行い、その有用性を確認した。

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軸受要素について着目した。

それぞれの軸受における独特の荷重、摺動特性、およびエンジンオイルの供給を考慮し、本機構が有する付加価値を損ねることなく機能信頼性を確保を図ったことについて述べた。またこの効果について、弾性変形を考慮した流体潤滑解析であるEHL解析の結果と実機測定結果を照らし合わせることで検証を行った。

第4章「6節可調整ピストン・クランク機構のリンク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た。

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重量特性は、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る。また、この幾何学的な影響に加え、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関係にある。本章では、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、実機測定結果と照らし合わせることで検証を行った。またこの結果を踏まえ、本機構のリンク機構、および構成部品の諸元の設計についての指針を示した。

第5章「結論」では、本論文で得られた結果を総括した。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note: Dissertation summaries must be written in either of the following formats: (A) both in Japanese (approx. 2000 characters) and in English (approx. 300 words), or (B) in English (approx. 800 words).

注意：論文要旨は、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。

Important: Dissertation summaries will be published online on the Tokyo Tech Research Repository (T2R2). Do not include information treated as confidential under certain circumstances.

(論文博士)
(Dissertation Doctorate)

論 文 要 旨 (英 文)

(300語程度)

Dissertation Summary (approx. 300 words in English)

報告番号 For administrative use only	乙 第 号	氏 名 Name	中村 勝敏
(要 旨) (Summary) In recent years, the concern about global warming and the climate change is growing. Therefore, the CO2 reduction is required about automobile engine which make up an important share of the CO2 emission. For automobile engine, becoming possible to change compression ratio is the effective measures for CO2 reduction. In this paper, adjustable six-bar linkage piston crank mechanism which is adopted to achieve the variable compression ratio was focused. The dynamic characteristics of adjustable six-bar linkage piston crank mechanism and the components is complicating compared to the conventional four-bar linkage piston crank mechanism because of the increment of link number. So, in this paper, the characteristics is extracted by the dynamics and the measurement to understand and elucidate the unique characteristics of linkage which including merits and demerits. As a result, the design technique is indicated. In the first chapter, the summary and the issues of dynamic characteristics of adjustable six-bar linkage piston crank mechanism is described. In the second chapter, crankshaft is focused. The dynamic characteristics of crankshaft for adjustable six-bar linkage is different from that of conventional system, and the difference created an opportunity of achieving the durability and compactness of adjustable six-bar linkage. To elucidate the unique characteristics of crankshaft, the behavior of linkage mechanism was analyzed by multibody dynamics analysis and the load capability of main bearing is validated by actual measurement. In the third chapter, the bearing elements is focused. The design technique which considering the each characteristic of bearing and the way of lubricant supply is proposed. In the fourth chapter, the effect of the coupled dynamic behavior which the elastic			

behavior of a component part affect the others of mechanical system is focused.
The dynamic characteristics which contains the coupled dynamic behavior of linkage mechanism is analyzed and elucidated. As a result, the design criteria is indicated.

In the fifth chapter, the conclusion is indicated.

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note: Dissertation summaries must be written in either of the following formats: (A) both in Japanese (approx. 2000 characters) and in English (approx. 300 words), or (B) in English (approx. 800 words).

注意：論文要旨は、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。

Important: Dissertation summaries will be published online on the Tokyo Tech Research Repository (T2R2). Do not include information treated as confidential under certain circumstances.