

論文内容要旨（和文）

平成 11 年入学 工学専攻

平成 11 年度入学 大学院博士後期課程理工学研究科

システム情報 工学専攻 知能機械システム講座

学生番号 99522309

氏 名 吉 澤 保 夫



（英文の場合は、その和訳を（ ）を付して併記すること。）

論文題目 スライダー-クランク機構を応用したペダリングの力学解析

通常の自転車において、ペダルは、後輪をチェーンで駆動するスプロケットの回転軸に固定されたクランクに取り付けられている。ペダルが取り付けられているスプロケットは一般には円であるが、車輪の回転力を増加させるために、ペダルを後輪駆動用のスプロケットともう一つのスプロケットに掛け渡されたチェーンに固定したペダル機構が提案された。人力飛行のペダリングにおける出力動力について解析され、サイクリングスポーツ選手のペダリングに関しは生体工学的観点から実験解析が進んでいる。また、骨格筋の作動パターンと腰関節、膝関節、踝関節モーメントとクランクモーメントの関係が解析され、ペダルの運動軌跡と骨格筋力の関係が検討された。

このように、古くから機械や移動装置の動力として応用されてきた、人間の左右の大腿部、下腿部（脛）および足部の揺動運動で回転運動を得るペダリングは、近年、その効率向上に関する関心が高まって、骨格筋力、関節モーメント、出力動力などに関して研究されている。しかし、ペダリングの最も基本となる、互いに連結されて相対運動を行っている大腿部、下腿部、足部、クランク間の運動と力・モーメントの伝達特性は未だ系統的に論じられていないように思う。

本研究では、大腿部、下腿部および足部の運動領域を小さくし、ペダリング効率を高めるために、ペダルをスライダー-クランク機構の中間節に取り付け、この回転軸が描くカップラーカーブに沿ってペダルに往復運動を与えてクランクを回転させるペダル機構を提案した。次に、人間の大腿部、下腿部および足部を運動 3 連節と見なし、足部をスライダー-クランク機構を用いたペダル機構に連結して 7 節の平面リンク機構を構成する。そして、この自由度 2 の平面 7 節リンク機構を用いて、人間が左右の足で自転車のペダルを漕ぐときの運動と力・モーメントの伝達特性をシミュレーションする運動学、力学解析手順を構築した。また、自転車の通常のペダリングの特性は自由度 2 の平面 5 節リンク機構を用いてシミュレートできるので、ペダリング特性の評価指数を定めて、通常のペダリングと新しく提案されたスライダー-クランク機構を用いたペダリングとを比較検討する。さらに、スライダー-クランクペダル機構、統合型計測ペダル、電磁ブレーキ式負荷装置などから成る実験装置を設計、製作し解析結果を検証した。

(10pt 2,000 字程度 2 頁以内)

学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

平成 20 年 2 月 8 日

理 工 学 研究科長 殿

課程博士論文審査委員会

主査 山形大学教授 渡辺 克巳 

副査 山形大学教授 新関 久一 

副査 山形大学教授 鈴木 勝義 

副査 山形大学教授 高橋 一郎 

学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

専攻名 システム情報工学専攻
氏 名 吉澤 保夫 (学生番号 99522309 番)

2. 論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

スライダークランク機構を応用したペダリング力学解析

3. 学位論文公聴会

開催日 平成 20 年 1 月 28 日
場 所 山形大学工学部 7 号館 7-307 ゼミ室

4. 審査年月日

論文審査 平成 20 年 1 月 23 日 ～ 平成 20 年 2 月 4 日
最終試験 平成 20 年 2 月 5 日

5. 学位論文の審査及び最終試験の結果 (「合格」・「不合格」で記入すること。)

(1) 学位論文の審査 合格
(2) 最終試験 合格

6. 学位論文の審査結果の要旨 (1200 字程度)

別紙のとおり。

7. 最終試験の結果の要旨

別紙のとおり。

別 紙

専 攻 名	システム情報工学専攻	氏 名	吉澤 保夫
学位論文の審査結果の要旨			
通常の自転車において、ペダルは、チェーンで後輪を駆動するスプロケットと回軸のクランクに取り付けられて円運動する。ペダル踏み力をクランクモーメントに変換するためには円運動の半径が大きいほうが有利であるが、人間の下肢部の運動領域には制限がある。他方、ペダリングの最も基本となる、互いに連結されて相対運動を行っている大腿部、下腿部、足部、クランク間の運動と力・モーメントの伝達特性は未だ系統的に論じられていない。 本研究では、大腿部、下腿部および足部の運動領域を小さくし、ペダリング効率を高めるために、ペダルをスライダ-クランク機構の中間節に取り付け、この回転軸が描くカップラーカーブに沿ってペダルに楕円的運動を与えてクランクを回転させるペダル機構を提案した。次に、運動3連節である人間の大腿部、下腿部および足部をスライダ-クランク機構を用いたペダル機構に連結した系は自由度2の平面7節リンク機構を構成することを示した。そして、経験的に知られている足部の傾き角を既知量とすることによって、人間が左右の足で自転車のペダルを踏むときの運動と力の伝達特性をシミュレーションする運動学、力学解析システムを構築した。さらに、新しく提案したスライダ-クランク機構によるペダリングと通常の単純クランクによるペダリの力学特性を比較検討すると共に、統合型計測ペダル、電磁ブレーキ式負荷装置などから成る実験装置を設計、製作し解析結果を検証した。以上の内容は論文執筆に十分であり合格と判断した。 他方、自転車エルゴメータ、質量分析器方式呼吸代謝システム、心電図モニターなどで構成される運動負荷計測システムを使用して、酸素摂取量、二酸化炭素の排出量、筋肉の疲労などの生理学的検討を行い、スライダク-クランク機構を用いたペダル機構の有用性を検証した。 学位論文の構成は以下のように予定されている。 第1章 緒 論 第2章 ペダリングの運動学解析 第3章 ペダリングの力学解析 第4章 出力モーメントの実験解析 第5章 ペダリングの運動負荷試験 第6章 平面下肢筋肉骨格モデル 第7章 結 論 なお、本論文の主要な部分は Journal of Biomechanical Science and Engineering, 2-3(2007), 138-148. 日本機械学会論文集(C編), 73-736(2007-12) に発表している。 以上のことから、本論文は学術的にも工学的にも価値あるものと認め、学位論文として合格と判定した。			
最終試験の結果の要旨			
学位論文およびこれに関連のある事項を中心に口頭で最終試験を行った結果、自転車のペダル機構およびペダリングに関して高度な専門知識と実験技術を修得していることが認められ、合格と判定した。			