

京都大学	博士（工学）	氏名	姜 晶 哲
論文題目	常時動力運動伝達可能な変速システムに関する研究		
（論文内容の要旨） 本論文は、自動車をはじめ産業界で使用される変速機の問題を解決するため、変速作業の前後の角速比とその間の角速比を実現する非円形歯車を用いた常時動力運動伝達可能な変速システムを提案し、非円形歯車の幾何特性、変速システムの設計における制約条件を緩和する方法、変速システムの多段化、ならびに、出力軸の制御法について論じた結果をまとめたものであって、7章からなっている。 第1章は緒言であり、変速機が果たす機能や必要性について述べ、従来の変速機である歯車式変速機や無段変速機の課題について説明している。また、これらを踏まえ、本研究の目的・概要について述べている。 第2章では、変速時にトルクや回転を伝達することができる特徴を有する常時動力運動伝達変速システムを提案している。また、提案した変速システムにおいて歯付きクラッチを使用するためのかみあい成立条件について明らかにしている。さらに、実験装置を製作し、実験を行い、提案した変速システムがトルク抜けを生じることなく変速できることを明らかにしている。さらに、この変速システムを用いることで、変速の際に回転角度を正確に伝達できることを確認している。その結果、従来の歯車式変速機や無段変速機では実現できなかった機能を実現することができることを明らかにしている。 第3章では、常時動力運動伝達変速システムに使用される非円形歯車の幾何学的特性や設計時の要点を把握するため、非円形歯車の解析を行っている。任意形状のピッチ曲線を有する非円形歯車を取り扱うことが可能な幾何解析プログラムを構築し、このプログラムを利用して、本非円形歯車の歯先・歯元のトロコイド干渉に関して調査している。その結果、駆動歯車では角速比が大きい値で一定となる区間の前後でトロコイド干渉が発生しやすいことを明らかにしている。また、角速比変化区間の長さが短いほど、非円形歯車のかみあいの一部にトロコイド干渉が発生しやすくなるとともに、歯車回転中のかみあい率の最小値も低下することを明らかにしている。これらのことから、角速比変化区間が短くなるほど非円形歯車の設計が難しくなることを示している。 第4章では、様々な角速比条件下でも本変速システムを成立させるための変速システム構造を提案している。様々な角速比の組み合わせに対応した非円形歯車の設計法を明らかにし、クラッチや歯車に関する制約条件を緩和するための変速方法を提案している。実験装置を製作して実験を行い、増減速機を用いることで変速システムに適した非円形歯車と要求される角速比を実現できることを確認している。また、提案した変速方法を用いると、クラッチに位相差がある場合でも締結動作が可能であり、変速できることを確認している。これらのことから、提案した方法により、様々な角速比の組合せやクラッチに対して常時動力運動伝達変速システムを実現できることを証明している。			

京都大学	博士（工学）	氏名	姜 晶 哲
第5章では、本変速システムを多段化する方法を提案している。多段変速システム用非円形歯車の幾何形状解析を行い、設計時の要点を明確にしている。その結果、複数個ある角速比変化区間の中でもそれに対応するピッチ曲線部分が最も歯車回転中心に近いものはトロコイド干渉が発生しやすいこと、また、その角速比変化区間の中でもピッチ曲線上の位置が歯車回転中心から遠い方の端部近傍でトロコイド干渉が発生しやすいことを明らかにしている。さらに、角速比変化区間の角度を大きくするとトロコイド干渉の緩和につながることを明らかにしている。実験装置を構築し、変速実験を行った結果、提案した多段変速システムが変速中にトルク抜けがなく、回転を正確に伝達しつつ、多段変速可能であることを確認している。 第6章では、角速比の変化を事前に把握できる非円形歯車の特性を用いて、変速時に出力軸の回転速度を狙い通りに制御する方法を提案している。出力軸を一定速度あるいは一定加速度で回転させつつ変速を実現するために必要となる入力軸回転速度について理論的に検討し、出力軸に所望の回転をさせるための入力軸回転速度を算出する方法を示している。また、常時動力運動伝達変速システムの入力軸、出力軸を2つに分離し、その間に減速機と増速機を配置することで、高速回転条件下でも変速を実現する方法を提案し、そのための減速機と増速機の減速比を選定する方法を理論的に示している。高速回転変速システムの実験装置を構築し、実験により、高速回転条件下において変速が実現できることを確認し、これにより提案した方法が有効であることを証明している。また、この実験装置を用いて、出力軸を一定回転速度に維持して変速する方法、ならびに、一定の加速度で変速する方法の検証実験を行い、これらを実現できることを確認している。これにより、提案した出力軸速度制御法が有効であることを証明している。 第7章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、自動車や産業用機械などに使用される歯車式変速機の問題である変速時のトルク抜けの問題を解決するため、非円形歯車を用いることによりトルクと回転を伝えながら角速比を変えることができる常時動力運動伝達可能な変速システムを提案している。また、変速システムの設計条件の解析と実験検証、変速用非円形歯車の幾何特性の解析、変速システムの設計における制約条件を緩和する方法、ならびに、多段化や出力軸の回転速度制御方法についてまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 非円形歯車を用いることにより、変速中でもトルクを伝え、かつ、回転を正確に伝達することができる変速システムを提案している。実験装置を製作し、実験による検証を行い、従来の変速機では実現できなかった変速過程における動力運動伝達を実現できることを示している。
2. 変速システムに使用する非円形歯車の幾何学的特性や設計上の要点を明らかにするため、歯形状を解析するプログラムを構築し、非円形歯車の幾何特性の解析を行っている。これにより、トロコイド干渉やかみあい率など、非円形歯車の設計を行う際の要点を明らかにしている。
3. 変速システムの設計において制約条件となる角速比とクラッチ歯数の組み合わせについて、その制約条件を緩和することができる変速システムの構造と設計方法を提案している。これに基づく実験装置の製作を行い、有効性を確認している。
4. 変速システムの角速比の段数を多段化する方法を提案している。多段変速用の非円形歯車の解析を行い、設計する際の要点を明確にしている。また、実験により多段変速が実現可能であることを確認している。
5. 変速時に出力軸の回転速度を制御する方法を提案している。実験によりその検証を行い、有効であることを示している。

本論文で得られた成果は、変速時でもトルクを伝えるとともに回転を正確に伝達する機能を実現するものであり、既存の変速機の問題点を解決できるものと考えられる。本論文は、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成25年2月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。