

氏 名	日 高 照 晃 ひ たか てる あき
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 1007 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	遊星歯車装置の動特性に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 會田俊夫 教授 佐藤 進 教授 明石 一

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、太陽歯車、3 箇の遊星歯車、及び内歯車よりなる代表的な遊星歯車装置について、その負荷運転時における遊星歯車の荷重配分、各歯車の動的変位、振動特性、歯面動荷重、入出力軸のトルク変動などの動特性を実験的、理論的に解明して、遊星歯車装置設計の際の指針を与えることを目的として行なった研究結果をまとめたもので、12章からなっている。

第1章は緒言で、遊星歯車装置の問題点を示し、これらに関する従来の研究について述べたのち、本研究の意図するところを明らかにしている。

第2章は、本研究において使用した動力循環式遊星歯車運転試験装置と試験遊星歯車装置及び動特性の測定方法について述べたものである。

第3章では、負荷運転中の遊星歯車装置の太陽歯車の動的歯元ひずみの実測結果より、時間的に変動する各遊星歯車の歯面動荷重と荷重配分率を求め、それらを平均値とその変動係数とで表示して、遊星歯車装置の歯面荷重と荷重配分率の関係及びそれらの変動範囲を明らかにしている。

第4章では、太陽歯車と内歯車の動的変位の実測結果より、遊星歯車装置の主要な振動要因は工作誤差や内歯車の弾性変形に基づくものであることを明らかにし、内歯車の共振現象をも説明している。

第5章では、内歯車の弾性変形を有限要素法により求め、これを歯のたわみと円環としてのたわみに分けて検討し、内歯車の作用線方向のたわみを求める近似式、さらに内歯車の荷重分担率を求める式を導くとともに、内歯車のかみあい率の特徴を明らかにしている。

第6章では、伝達歯面荷重が太陽歯車の動荷重や変位、各遊星歯車の荷重配分、内歯車の変形、入出力軸のトルク変動などに及ぼす影響を解明し、各歯車の偏心誤差、歯形誤差、ピッチ誤差、各遊星歯車の取付誤差などによるかみあい誤差と歯面動荷重などとの関係について考察を行なっている。

第7章では、低速軸、高速軸の動的付加トルクの測定結果を解析し、これらのトルク変動は偏心誤差に起因する低周波成分と、かみあい周波数に関連した高周波成分に分けられること、低周波成分のトル

ク変動は低速軸と高速軸の回転数や太陽歯車の補正運動とも関連して多数の強制項を生ずることを示し、運転試験装置や遊星歯車装置の振動特性とトルク変動の周波数との関係、トルク変動と歯面動荷重の変動との関係などを解明している。

第8章では、太陽歯車、遊星歯車、内歯車の歯数比によって各遊星歯車のかみあい位相が異なることを考察して、各遊星歯車のかみあい位相が遊星歯車装置の荷重配分、歯面動荷重、太陽歯車や内歯車の変位、トルク変動等に及ぼす影響を明らかにしている。

第9章では、リム厚さの薄い内歯車の弾性が荷重配分に与える効果を明らかにするため、リム厚さの異なる内歯車を用いて運転試験を行なった結果について述べ、リム厚さの荷重配分率や各種動特性に及ぼす影響を明らかにしている。また、薄肉内歯車における発生歯元応力の特異性についても検討を加えている。

第10章では、各歯車の偏心誤差が遊星歯車装置の諸特性に及ぼす影響を明らかにするために、各偏心誤差をかみあい点におけるかみあい誤差で表わし、かつ遊星歯車装置の平面運動等価モデルを導き、静的な場合における各偏心誤差に基づく太陽歯車の変位を解析的に求め、この結果を実験結果と比較して、発生しうるトルク変動の周波数について解明している。

第11章では、前章で示された各種の実験結果を参照して、遊星歯車装置とその前後の装置からなるねじり振動系をモデル化し、振動方程式を導き、歯元応力、歯面動荷重、荷重配分などの理論解を求め、実験結果と比較検討して、遊星歯車装置の動特性を理論解析により求めうることを示している。

第12章は総括で、本研究の成果を要約したものである。

論文審査の結果の要旨

遊星歯車装置は、小容積で高い負荷能力を持ち、大きい変速比が得られる歯車装置として、近年盛んに使用されるようになってきているが、複数個の遊星歯車が太陽歯車や内歯車と同時に噛みあう複雑な機構であるため、製作誤差などにより各遊星歯車の荷重配分に不均一を生じ、各部に荷重増大、振動発生、性能低下をもたらし、損傷を起す例も少なくない現状である。

本論文は、これらの問題点を解明するため、太陽歯車、3個の遊星歯車、及び内歯車よりなる代表的な遊星歯車装置について、その負荷運転時における遊星歯車の荷重配分、各歯車の動的変位、振動特性、歯面動荷重、入出力軸のトルク変動などの動特性を実験的に究明するとともに、これらの結果に基づいて遊星歯車装置のねじり振動をモデル化して理論解析によりその動特性を求めうることを示したものであって、得られた主要な成果を要約すれば次のようである。

(1) 負荷運転中に変動する各遊星歯車の歯面動荷重と荷重配分率を求め、動的な荷重配分率を明確に示した。

(2) 太陽歯車、内歯車の動的変位の実測結果より、遊星歯車装置の主要な振動要因は工作誤差や内歯車の弾性変形に基づくものであることを明らかにしている。

(3) 内歯車の弾性変形を解析的に求め、負荷によるたわみや荷重分担率を求める式を導き、内歯車の負荷噛みあい時の特性を示した。また、リム厚さの薄い内歯車による運転試験結果より、リム厚さの荷

重分担率や各種動特性に及ぼす影響を明らかにした。

(4) 各歯車の動特性に及ぼす歯面伝達荷重，各種歯車誤差などの影響を実測結果より解明した。

(5) 低速軸，高速軸のトルク変動が偏心誤差に起因する低周波成分とかみあい周波数に関連した高周波成分に分けられることを示し，それら変動の特性を明らかにした。

(6) 太陽歯車，遊星歯車，内歯車の歯数比によって異なってくる各遊星歯車のかみあい位相が，遊星歯車装置の動特性に及ぼす影響を解明した。

(7) 各歯車の偏心誤差が太陽歯車の中心の変位に及ぼす影響を遊星歯車装置の平面運動等価モデルを導いて解析し，偏心誤差の振幅と太陽歯車中心の変位の振幅との関係を明らかにし，その結果より太陽歯車軸に発生しうるトルク変動の周波数を求めた。

(8) 遊星歯車装置とその前後の装置からなるねじり振動系を実験結果に基づいてモデル化し，振動方程式を導き，歯元応力，歯面動荷重，荷重配分などの理論解を求めた。遊星歯車装置の各種の動特性を理論解析によって求めうることを明らかにしたことは大きい成果であると認められる。

以上要するに本研究は，従来不明の点の多かった遊星歯車装置の負荷運転時の各種動特性について実験的，理論的に詳細，綿密な究明を行ない，遊星歯車装置設計に対する有用な指針を与えたものであって，学術上，工業上寄与するところが少なくない。

よって，本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。