

氏 名	中 川 孝 之 なか がわ たか ゆき
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1244 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 1 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	時 変 非 線 形 特 性 を 有 す る 機 構 に 生 ず る 振 動 の 基 礎 的 研 究

論文調査委員 (主 査) 教授 榎木義一 教授 得丸英勝 教授 明石 一

論 文 内 容 の 要 旨

非線形摩擦を有する駆動機構において、運動が不安定となり振動を起すことがあることはよく知られているところであるが、摩擦特性は非線形であるばかりでなく時変的であると考えられる場合が多い。然し従来みられる研究では、種々の仮定をもうけているものや、部分的な取扱いを行なっているものが多く、一つの機構全体にわたって、時変非線形性を考慮した詳細な解析はまだみられない。

本論文は時変非線形特性を有する摩擦を伴う駆動機構をもとにして、この機構の運動について各種パラメーターの影響などの多くの綿密な実験を行なう一方、詳細な解析を行なった結果をまとめたもので、序論、結論をふくめて10章からなっている。

第1章は序論で、この種の運動に関する従来の研究を概観し、之等と本論文の関係を明らかにしたものである。

第2章は本研究でとりあげた油圧駆動装置について述べたもので、特に計測方法について正確を期するための種々の工夫について記述している。例えば比較的周波数の高い運動については、あらかじめデータレコーダーに記録し、之を低速でXYレコーダーに再現するなどの考慮を行なっている。

第3章においてはこのシステムの動作方程式をみちびいている。特に摩擦特性については、その非線形特性と時変特性とを共に計測して求め、動作方程式の中に考慮しうるようにしている。流量特性は、荷重をパラメーターとする一連の摩擦特性曲線から求めており、之を近似線形化している。またこの非線形方程式の安定判別を行なって、振動発生領域をパラメーター平面上に求めている。

第4章においては動作方程式の図式解法をこゝろみている。方程式の形が、従来からある図式解法をそのまま適用できないものであるため、この方程式に適用しうる解法を考案している。図式解では時変性を考慮しうるよう、位相面と時間領域とからなる平面を考え、之により解を求めて計測結果と過渡応答をふくめて比較している。

第5章では各種パラメーターの変化を概観するためのアナログシミュレーションを行なっている。計測によって得られた非線形摩擦特性を関数発生回路により発生し、之を用いて供給圧、流量、負荷などのパ

ラメーターの運動におよぼす影響をしらべている。之等は実験結果と比較して、この種機構の動作の特徴としてまとめている。

第6章は以上の内容を総括したものである。

第7章は論文の後半についての序論で、後半で行なっている研究の方針をのべている。

第8章では、前半での研究の唯一の仮定と考えられる作動油の圧縮率の値について、その動作に及ぼす影響を明らかにするため、油の圧縮率を変化させるような実験装置を考え、之による実験について述べている。すなわち空気槽をつけ加えることによって圧縮率を変え、之をパラメーターとする一連の実験を行なって解析と比較している。またもう一つのパラメーターとして導管の長さを取り、之を変化させてその運動に及ぼす影響を実験的及び解析的に明らかにした。

第9章では作動油の圧縮率が厳密には圧力の関数であることを考慮し、この関数関係を動作方程式に導入して、二種の非線形特性を有する連立微分方程式をデジタル計算機によって解いた結果について述べている。方程式が複雑であるため数値解を求め、その結果機構の運動にする油の圧力変化が断熱的か等温的かで運動に差が生ずることを指摘している。

第10章は第7章以降を総括したものである。

論文審査の結果の要旨

非線形特性のみならず時変特性をもあわせもつ要素をふくむシステムの運動に関する解析的研究は従来あまり行なわれていないが、油圧駆動機構における摩擦などは厳密にはこのような特性をもつものと考えられる。本論文は油圧駆動システムについてその摩擦特性が時変非線形であることを実験的にたしかめ、このシステムの種々の条件のもとでの不安定振動を綿密に計測し、動作方程式をみちびいて詳細な解析を行ない、この種の振動のメカニズムを明らかにしたもので、得られた主な成果は次のとおりである。

(1) 代表的な油圧駆動機構について、摩擦の非線形特性を実験的に求め、この摩擦特性が、きわめて低い速度の範囲で正勾配の曲線部分を有することを明らかにした。またこの機構の振動的な動作の測定結果をもとに、摩擦の時变的特性を定量的に求めることに成功した。

(2) このような実験結果に対応して、機構の動作を表現する厳密な時変非線形方程式をみちびいた。この解を求めるにあたっては、従来の解法が用いられないので、このような問題に適用可能な図式解法を考案し、之を用いて運動の厳密な解を求めた。また解の表現は、位相面と時間領域を接続した平面を用いることによって総合的に行ない、この解と実験の計測結果とを量的に比較し、過渡運動をふくめて測定と解析結果のきわめて良好な一致を確認している。また非線形システムの安定判別法を用いて、振動を生ずる条件を種々のパラメーター平面上で求め、実験結果と一致することをたしかめている。

(3) この機構のパラメーターとして、作動油にふくまれる空気量や導管の長さなどを変化させ、これらが運動におよぼす影響を計測し、解析との比較を行なって、作動油の圧縮率のみを仮定することで実験と解析を一致させうることをたしかめた。

(4) 作動油の圧縮率については、一定と仮定した場合と、之を圧力の関数として扱う場合とでの相違をしらべるため、圧力の関数と考えて得られる二種の非線形特性をふくむ方程式をみちびき、その数値解を

デジタル計算機によって求め、圧力変化が等温的か断熱的かによって運動に微小な差が生ずることを見出し、この種の振動の特性を基本的に明らかにした。

以上要するに本論文は、時変非線形特性にもとづく振動現象に関し、代表的な機構について綿密な計測と詳細な解析とを行ない、従来明らかにされていなかった興味ある多くの点を明確にするとともに、この種の運動の解析法の基礎を確立し、同様な機構の設計に資する多くの資料を与えたもので、学術上、実際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。