

氏 名	沖 津 泰 おき つ ひろし
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 368 号
学位授与の日付	昭 和 45 年 9 月 24 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	直 流 機 の 動 特 性 と そ の 応 用
論文調査委員	(主 査) 教 授 林 千 博 教 授 大 谷 泰 之 教 授 桑 原 道 義

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は直流機の過渡状態に於ける特性、即ち動特性について詳細に研究し、また直流機を制御要素として用いた応用例について論じたものであって、3編、10章及び付録より成る。

第1編は4章より成り、各種直流電動機の動特性について論じている。先づ第1章では直流機の電機子回路抵抗について考察している。直流電動機の動特性を支配する時定数は電機子回路抵抗によって変化する。しかしその値を決定することはかなり面倒であり、直流による抵抗測定や、表皮効果を考慮した修正の程度では不十分である。著者は種々の動作条件（回転数、回転方向、電機子電流、負荷変動周波数など）のもとに電機子回路抵抗を実測し、直流電動機の時定数に及ぼす電機子回路抵抗の影響を詳しく検討している。

第2章は直流他励電動機について述べている。この電動機は直流サーボモータとして高出力、速応性を望む分野に使用され、その動特性は普通一次おくれ要素で表現されている。しかし実際には、前記の電機子回路抵抗、鉄心の飽和、ヒステリシスなどの非線形性の為に、電動機の動作条件によって、その動特性はかなり異なったものとなる。そこで著者は過渡応答法及び周波数応答法を基にした種々の実測法を用いて、各種の直流他励電動機の動特性を実測し、電動機の動作条件と動特性との関係を実験的に明らかにしている。

第3章は直流分巻電動機について論じている。分巻電動機は他励電動機に比べて、伝達関数がやや複雑となるが、界磁用としての別の電源は不要である。直流分巻電動機の電源電圧変動に対する動特性を明らかにする為、電源電圧の極性を一定にしてその大きさのみを変えた場合と、電源電圧の極性をも変化し、その回転方向を可逆ならしめた場合について、その動特性を実測し、各々の場合について電源電圧変動に対する回転数変動の近似伝達関数を求めている。

第4章では直流直巻電動機について考察している。直巻電動機は負荷変動の大きい場合に好ましい速度・トルク特性を持っている。しかしその動作を記述する微分方程式は非線形となるので、これより伝達

関数を導くことはできない。そこで著者は直巻電動機のある動作点に於ける変動パラメタ（電源電圧及び負荷トルク）の微小変化を考え、これに対する出力回転数変動の線形化近似伝達関数を求め、これを実測結果と比較検討して、両者がかなりよく一致することを確認している。

第2編は3章より成り、制御整流素子を用いた脈動電源により駆動される直流電動機について論じている。この種の電源を用いると、電動機の手速度制御が精密かつ容易になり、制御装置も小型化される。先づ第5章では直流他励電動機を対象とし、その静特性について考察している。この特性は一定値の直流電源で運転した場合と異なる。著者はサイリスタチョップおよび単相半波制御整流回路で駆動される直流他励電動機の手特性を、その速度・トルク特性を中心として解析し、実測結果と比較検討した。

第6章は同じく直流他励電動機を対象としているが、負荷トルクが変動した場合の手特性について考察している。即ち速度・トルク特性曲線上に若干の動作点を選び、その近傍の微小トルク変動に対する回転数変化の近似伝達関数を実測により求めた。一方、速度・トルク特性の一般式を基にして、サイリスタチョップ、単相半波および全波整流回路で運転される電動機の手速度・トルク特性の勾配を計算し、これを用いて導出した近似伝達関数とその実測値を比較検討した。

第7章は単一サイリスタによる直流電動機の手逆運転法とその特性について述べている。直流電動機の手回転方向を可逆にし、精密な速度制御を行なうには、普通複数個のサイリスタを必要とするが、1個のサイリスタとリアクトを用いて、サイリスタの手相制御により上記の目的を果すようにした速度制御方式を提案し、その特性を解析、実測している。その結果、運転効率は高くないが、その速応性は、普通の直流電源による駆動方式と比較してほとんど遜色がないことが判った。

第3編は3章より成り、直流機を用いた応用装置について述べている。先づ第8章では制御系の補償要素として直流電動機を用いる場合を考察している。従来から直流制御系では、抵抗とコンデンサを組み合わせたいわゆるCR位相調整回路が用いられているが、大きな位相差を得るためにはコンデンサの容量が非常に大きくなり、その実現が困難となる。著者はこの大容量のコンデンサと等価な作用をもつ直流他励電動機を用いた位相調整装置をつくり、その特性を実測して充分実用に供し得ることを確認している。

第9章は直流発電機を用いた補償装置について考察している。直流発電機の手伝達関数は一次おくれの形で示されるが、これを利用して進相補償装置をつくり、その特性を理論的並びに実験的に求めている。この装置は、界磁抵抗および回転数を変化することにより、その進相特性を広範囲に変化せしめることが出来る。

第10章は直流直巻発電機と直流直巻電動機を組み合わせた定速度制御系について述べている。この速度制御法の特徴は、フィードバックを用いないで優れた定速度特性が得られることである。先づ発電機についてある動作点に於ける微小負荷変動に対する出力電流変動の近似伝達関数を導出し、つぎに電動機の微小負荷トルク変動に対する速度変動の近似伝達関数を求め、これらを組み合わせて定速度制御系の動特性を計算し、実測結果と比較検討した処、かなりの一致が見られることを確認している。

付録には直流電動機の手無負荷トルク測定法、本研究に使用した直流機の手定格等について述べている。

論文審査の結果の要旨

一般に電気機械の定常状態に於ける特性、即ち電圧、電流、回転数などが一定である静特性については、従来からよく知られている。しかしこれらの諸量が時間的に変化する過渡状態に於ける動特性については、未だ充分明らかでない点が残されていた。しかしこの動特性は、電気機械の過渡時に於ける運転が問題となるような場合、例えば制御系の一要素として動作する場合などには極めて重要な問題となるのであって、動特性がよくないと制御を敏速に行なうことができない。

著者は制御系の要素として屢々用いられる直流機の動特性とその応用につき研究した。第1編で著者はまず直流電動機の動特性に与える電機子回路抵抗の影響について詳しく検討している。従来電機子回路抵抗は、これによって生じる温度上昇あるいは効率に関係するものとして考えられて来たが、直流電動機の動特性の立場からこれを見ると、電動機の時定数にその抵抗値が影響し、動作条件を考慮した電機子回路抵抗の決定が必要である。著者は数多くの実測例を基にして、従来不明確であった電機子回路抵抗と電動機の動作条件および時定数との関係を明らかにした。

続いて著者は各種の直流電動機、即ち他励式、分巻式および直巻式電動機の動特性を豊富な設計例、実測例を用いて分析し、動特性測定法と実測結果との関係、動作条件と動特性との関係、各種電動機の動特性などを詳細に述べている。この論文に掲げられた詳細な実測例は、従来得られていなかったもので、直流電動機を含む制御系の設計、解析に当って有力な助けとなると思われる。

上に述べたように直流電動機の動特性はその動作条件によって著しく変化するので、伝達関数を求める手法としては、電動機の定められた動作点のまわりの微小入力変動、微小外乱変動に対する出力回転数の関係を線形近似しているが、その結果は実測値のそれとかなりよく一致している。なお負荷トルク変動に対する出力回転数変動の動特性を実測する際、「正弦波トルク法」と名づけた方法を用いているが、この方法は、本研究独自のものであり、直流機のみならずあらゆる速度制御系に適用でき、速度制御系の動特性を究明するときの有力な手段と考えられる。

第2編はサイリスタを用いた脈動電源で駆動される直流他励電動機の静特性を速度・トルク特性を中心にして解析、実測したもので、サイリスタ脈動電源で駆動される直流他励電動機の等価回路および一般的な動作方程式を導出し、その特性が、電機子電流の連続、不連続性によって影響を受けることを指摘している。このことは本研究によりはじめて明らかにされたものと思われる。つぎに実例としてサイリスタチョッパ回路およびサイリスタ整流回路で運転される直流他励電動機の速度・トルク特性について詳しく検討している。また著者は1個のサイリスタのみを用いた直流電動機の可逆速度制御方式を考案し、その特性を解析、実測した結果、高い効率は望めないが、脈動のない普通の直流電源で駆動されるものと比較して遜色のない応答性を持つことを明らかにしている。

第3編は以上の研究結果を基にして、二、三の制御装置への応用について述べている。まず著者は直流電動機あるいは直流発電機を用いて、制御系を補償するための低周波位相調整装置を考案している。その特性を解析、実測してこれらの装置が制御系の特性改善に利用できることを述べている。これらの補償装置は回転機を用いた点で独創的なものといえる。最後に著者は直流直巻発電機を電源として、

直流直巻電動機を駆動するフィードバックを用いない定速度制御系の動特性について考察している。このような速度制御系についての動特性を近似伝達関数を用いて解析したのは、恐らく著者が初めてであると思われ、その結果は実験ともよく一致している。

以上を要するに本研究は直流機の動特性とその応用に関して従来の研究を発展させ、種々の新しい考案を加えたものであって、学術的にも実用的にも寄与するところが多い。

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。