

氏名	吉田昌春 よしだまさはる
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1339号
学位授与の日付	昭和56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	STUDIES ON PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF OPEN-CYCLE DIAGONAL TYPE MHD POWER GENERATOR (オープンサイクルダイアゴナル形MHD発電機の動作特性 に関する研究)
論文調査委員	(主査) 教授 卯本重郎 教授 岐美格 教授 木嶋昭

### 論文内容の要旨

本論文は、重油燃焼ガスを作動流体として用いる場合を例にとり、オープンサイクルダイアゴナル形MHD発電機の動作特性の理論的解明を試みた結果をまとめたものであり、6章から成っている。

第1章は序論で、MHD発電の重要性、従来の研究の概要と問題点、本研究の目的と意義、以下の各章の概要を述べている。

第2章では、ダイアゴナル形発電機の電極の有限分割、作動流体の温度および速度境界層などを考慮した電気的特性の検討に有効に適用できる、一般化されたオームの法則、マクスウエルの電磁方程式などから導いた新等価回路を用いる二次元解析法(等価回路法)を提案している。

第3章では、上記等価回路法を用いて発電機中央部の電気的特性を詳細に解析するとともに、一電極ピッチ当りのホール電圧対負荷電流特性が、差分法などを用いた厳密な計算結果と非常によく一致し、しかも後者の場合に比べて、計算時間を大幅に短縮できることを確かめている。また、出力密度や電気的効率に対する電極の有限分割、境界層などの影響は、ホールパラメータやダイアゴナル角が大きい場合ほど著しいことを明らかにし、かつ、中央部の特性は、適切なダイアゴナル角、負荷率などを選定すると、フレア形のものに匹敵したものになることを示している。

第4章では、等価回路法によって求めた発電機端末部における電位、電流分布などが、差分法を用いた厳密な計算結果ときわめてよく一致し、また計算時間を大幅に短縮できることを確かめている。次に、ノズル部とデフューザ部は、発電ダクトの長さ方向にそれぞれダクトの入口と出口の高さ程度の範囲まで、端末部の特性に影響を及ぼすことを明らかにしている。

第5章では、境界層を無視した場合について、前記等価回路法、ダクトの高さ方向に関して平均化された作動流体の運動方程式などにに基づき、発電機全体の電気的、流体力学的、熱力学的特性の準二次元解析法を導いている。次に、本法によって定断面形発電機の諸特性を検討し、出力、電気的効率などに及ぼす印加磁界分布、電極の有限分割などの影響の程度を明らかにするとともに、出力電極数が少な過ぎるかま

たは多過ぎる場合には、出力などがかなり低下するのみならず、電極端における電流集中が増加するので、最適な出力電極数が選定されるべきことを指摘している。また、従来の準一次元解析法による計算結果は、ダクトの高さ方向における電氣的諸量の不均一性を考慮していないため、準二次元解析法によるものとはかなり違う場合があることを示している。

第6章では、境界層を考慮した場合について、等価回路法、ガス主流中において前章と同様に平均化された作動流体の運動方程式、境界層中における運動量積分方程式、温度および速度分布に関する1/7乗法則などを用いて、発電機全体の諸特性の準二次元解析法を導出している。次に、本法を適用して、直線拡大形発電機の諸特性を検討し、ダクトを十分長くし、その広がり角をチョーキング現象が発生しない範囲においてなるべく小さくし、単一よりも複負荷以上にし、さらに、ダクト入口側の負荷電流を出口側のそれよりも大きくすることによって、出力や等エントロピー効率を相当高くすることができるなど、良好な発電特性が得られることを示している。

### 論文審査の結果の要旨

化石燃料燃焼ガスを作動流体として用いるオープンサイクルMHD発電は、高効率、低公害の大電力直接発生方式として、その実用化が待たれている。従来、多負荷使用のファラデー形発電機については多くの研究がなされてきた。一方、ダイアゴナル形は単一または少数負荷で使用でき、直流-交流変換システムを簡便化できることなどにより、実用機として有望視され、最近各国において鋭意研究されているが、その解析がかなり困難であるため、動作特性はあまり解明されていない。本論文は、重油燃焼ガスを用いる場合を例にとり、オープンサイクルダイアゴナル形MHD発電機の動作特性の理論的解明を試みたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

(1) ダイアゴナル形発電機について、電極の有限分割、作動流体の温度および速度境界層などを考慮した電氣的特性の検討に有効に適用できる、一般化されたオームの法則、マクスウエルの電磁方程式などから導いた新等価回路を用いる二次元解析法（等価回路法）を提案した。また、本法を用いて計算した発電機中央部と端末部の特性の幾つかについて、それらが差分法などを用いた厳密な計算結果と非常によく一致し、しかも後者の場合に比べて、計算時間を大幅に短縮できることを確かめ、本法の優秀性を立証した。

(2) 発電機中央部の出力密度や電氣的効率に対する電極の有限分割、境界層などの影響は、ホールパラメータやダイアゴナル角が大きい場合ほど著しいことを明らかにするとともに、中央部の特性は、適切なダイアゴナル角、負荷率などを選定すると、ファラデー形のそれに匹敵した良特性になることを示した。また、ノズル部とディフューザ部は、発電ダクトの長さ方向にそれぞれダクトの入口と出口の高さ程度の範囲まで、端末部における電位、電流分布などに影響を及ぼすことを明らかにした。

(3) (1)の等価回路法、作動流体の運動方程式などに基づき、発電機全体の電氣的、流体力学的、熱力学的特性の準二次元解析法を導出した。これによって、従来の準一次元解析法においては考慮されていなかった、ダクトの高さ方向における電氣的諸量の不均一性を考慮した特性解析が可能になった。

(4) 上記準二次元解析法を適用して、定断面形発電機について、印加磁界分布、電極の有限分割などが発電特性に及ぼす影響の程度を明らかにするとともに、出力電極数が少な過ぎるかまたは多過ぎる場合に

は、出力などがかなり低下するのみならず、電極端における電流集中が増加するので、最適な出力電極数が選定されるべきことを指摘した。次に、直線拡大形発電機について、ダクトを十分長くし、その広がり角をチョーキング現象が発生しない範囲においてなるべく小さくし、単一よりも複負荷以上にし、さらに、ダクト入口側の負荷電流を出口側のそれよりも大きくすることによって、出力や等エントロピー効率を相当高くすることができるなど、良好な発電特性が得られることを示した。

以上要するに、本論文はオープンサイクルダイアゴナル形 MHD 発電機の諸動作特性を、著者提案の解析法を駆使して解明し、特性の優れた発電機の実現のため多くの有用な新知見も加えたものであり、学術上、実際上貢献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。