

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13637 号
------	---------------

氏 名 寺田 将直

### 論文題目

Design study on motion characteristics and interrupter unit to improve interrupting performance for high-voltage SF<sub>6</sub> circuit breaker

(高電圧SF<sub>6</sub>遮断器における遮断性能向上のための動作特性および消弧室の設計研究)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	横水 康伸
委員	名古屋大学	教授	大野 哲靖
委員	名古屋大学	准教授	小島 寛樹
委員	静岡大学	教授	関川 純哉

## 論文審査の結果の要旨

寺田将直君提出の論文「Design study on motion characteristics and interrupter unit to improve interrupting performance for high-voltage SF<sub>6</sub> circuit breaker (高電圧SF<sub>6</sub>遮断器における遮断性能向上のための動作特性および消弧室の設計研究)」は、実規模の高電圧SF<sub>6</sub>遮断器に関して、電気接触子の駆動操作エネルギーの低減を目指して、双方向駆動機構に新しい方法を適用・提案するとともに、熱的・誘電的電流遮断の達成に向けて、自力消弧式消弧室とクローズド排気筒構造の設計開発法を述べている。

第1章は緒論であり、高電圧SF<sub>6</sub>ガス遮断器による大電流遮断プロセスとして熱的電流遮断と誘電的電流遮断が述べられ、次いで、SF<sub>6</sub>ガス遮断器の構造と開発課題が記載され、本研究の目的が述べられている。

第2章では、二つの電気接触子を互いに逆方向に駆動する双方向駆動機構の適用をベースとして、2重溝付きカムで構成される駆動機構を考案している。さらに、カムとピンとの間の局所的接触力を最小化する形状最適化を達成し、低操作エネルギー・低応力な駆動変位を実現している。実規模試作機にて、一万回の動作試験に成功するとともに、操作エネルギーを約1/3倍に低減できることを論述している。

第3章では、熱的電流遮断性能と消弧室内の流体物理量との相関関係の評価に取り組んでいる。1次元アーク解析で求めたガス圧力を2次元流体力学解析への境界条件として設定することによって、電流遮断過程における高温アーク放電の過渡推移を短い解析時間にて導出でき、設計開発に寄与している。得られた数値計算結果を分析し、消弧室内における平均流体運動エネルギーが熱的電流遮断性能に十分な相関性があり、同エネルギーが熱的遮断性能の有効な評価指標になることを見出している。この知見は実規模自力消弧式SF<sub>6</sub>ガス遮断器におけるノズル形状の設計開発に貢献し、ついに、近距離線路故障条件下での大電流遮断成功に導いている。

第4章では、ノズル形状と淀み点圧力を考慮した超音速流の理論式を用いて、電流遮断過程においてノズル内に発生する衝撃波と流速を簡易的に評価する手法を開発している。衝撃波の発生位置と流速が自力消弧式SF<sub>6</sub>ガス遮断器の誘電的電流遮断性能に影響を与えることが提示され、新規開発される遮断器消弧室を概略設計するために有用な手法を作り上げている。

第5章では、衝突電離係数と電子付着係数から得た高温SF<sub>6</sub>ガスの臨界電界の温度・圧力依存性を、SF<sub>6</sub>ガス遮断器の消弧室空間における各地点印加電界と融合することによって、誘電的遮断期間における火花放電進展の抑制などを数式で表現し、誘電的電流遮断性能の評価指標を提案している。実規模SF<sub>6</sub>遮断器に対する端子短絡故障遮断試験で測定された遮断成否結果を通じて、提案された評価指標の有用性が検証されている。

第6章では、消弧室に隣接されたクローズド排気筒構造の適正化に取り組んでいる。構造の初期値を、消弧室内でのアーク解析と排気筒での高温ガス流解析とを通じて排気筒構造を修正し、ガス排気孔付近での高温ガス温度が耐電圧に基づいた閾値温度を超えないように、構造の適正化を達成している。求められた排気筒構造を具備した実規模遮断器は端子短絡故障遮断試験において大電流遮断に成功し、提案された適正化手法の有効性が立証されている。

第7章では、総括として、まとめと今後の展望を述べている。

以上のように本論文は、高電圧SF<sub>6</sub>遮断器の重要な責務である電流遮断に関して、電気接触子の駆動機構、消弧室内ノズル形状およびクローズド排気筒構造の設計開発法を総合的に確立している。これらの方法は遮断器の設計指針を明示するとともに設計期間を短縮でき、遮断器内アーク放電・高温ガスの過渡状態の提示にもつながり、工学上・術上寄与するところが大きい。よって、本論文の提出者である寺田将直君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。