

氏 名	吉 永 淳 よし なが きよし
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1440 号
学位授与の日付	昭 和 57 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	パッファー形 SF ₆ ガスしゃ断器のしゃ断現象とその評価法に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 上之園親佐 教授 林 宗明 教授 板谷良平

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、大電流しゃ断試験とこれに基づいた解析を主体に、パッファー形 SF₆ ガスしゃ断器のしゃ断現象を、大電流アークの静的特性と電流零点近傍の過渡特性の両面から検討し、ガス流および圧力特性の評価方法、しゃ断限界の評価方法を明らかにし、又これらの研究が、しゃ断電流 63 kA 用しゃ断器、300 kV 1 点切しゃ断器の開発に大きく貢献したことを述べたものであって、8 章から構成されている。

第 1 章、序論では、パッファー形ガスしゃ断器の特質、しゃ断容量の増量に関する課題について述べている。

第 2 章では、容量の小さい消弧室で発生する大電流アークのしゃ断現象を明らかにするため、電流しゃ断時の消弧室等の内部圧力を測定して、各測定点の圧力上昇から、大電流が流れている期間では、ノズル部におけるガス流の閉塞又は逆流が生じ得ること、電流零点近傍では、ガス流が正常に復帰していることを確認した。さらに、この内圧上昇は金属蒸気の分圧効果よりはむしろ SF₆ ガスの加熱によるものであることを、実験的に明らかにしている。

第 3 章では、パッファー形ガスしゃ断器の電流しゃ断時のガス流を模擬するのに、従来使われているエンタルピーフローモデルを一步進め、電気的特性を決定するアーク導電部と、ガス流に大きく影響する高温ガス部から成る二層エンタルピーフローモデルを考察した。さらに、アーク観測用モデルしゃ断器で電流 10~20 kA をしゃ断し、消弧室内のアーク温度とその直径を算定し、又アークの径方向への損失を推定した。上記の実験結果と前述のフローモデルによる理論解析結果によって、パッファー形ガスしゃ断器の大電流しゃ断時の、精度の高いガスフローシミュレーションを可能にした。消弧室の圧力、アーク、ガス流に関する研究は、操作力、消弧室寸法、形状、しゃ断電流が極めて相関の強いパッファー形ガスしゃ断器の最適設計化をはかる上において、有用なれ手段を提供している。

第 4 章においては、しゃ断実験を実施し、しゃ断中、特に電流零点近傍の電圧、電流測定から、パッファー形ガスしゃ断器のアーク抵抗、アーク損失、アーク時定数を算定している。算定したこれらのデータ

から、パuffer形ガスしゃ断器のしゃ断評価に有用なアーク動特性を検討し、各アークパラメータの数値、その相関関係から、しゃ断成否の判定に、Mayrの動特性式が適用し得ることを述べている。さらに、電流零点近傍の測定から、アークの導誘率、アーク直径を推定する方法についても述べている。

第5章では、パuffer形ガスしゃ断器のアーク時定数は約 1μ 秒と小さいので、ガスしゃ断器等に対し最も苛酷なしゃ断条件となる近距離線路故障しゃ断をはじめ、しゃ断時に発生する母線共振による高周波再起電圧に対するしゃ断について、回路方程式とアーク動特性式から検討を加えて、しゃ断限界式、しゃ断限界曲線を導出し、それらの妥当性をしゃ断試験により実証している。

第6章では、しゃ断電流と限界上昇率、およびアークによる消弧室等における圧力上昇がしゃ断限界に与える影響を明らかにした。又これらの研究が、大容量しゃ断器の開発に寄与したことを述べている。

第7章では、再起電圧に対する試験において、規格に則した再起電圧がえられる試験回路定数とその設定方法を提案している。又、試験方法の一つとして、非線形素子を使った新しい試験回路を提案し、その有用性を述べている。

第8章では、本研究の成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

電力システムの規模の拡大から近年、しゃ断器のしゃ断電流を50kAから63kAへの格上げと1点しゃ断当りの電圧を168kVから300kVへ高める要求があり、これらの要求に応えるしゃ断器の開発が行われている。本論文は、上述の要求に応じてパuffer形SE₆ガスしゃ断器の大電流しゃ断現象を大電流アークの静的特性と電流零点近傍の過渡特性についても、実験と理論の両面から検討を加え、ガス流及び消弧室等の圧力特性の評価方法、しゃ断限界の評価方法を明らかにし、上述の要求に応えるしゃ断器の開発に貢献してきたもので、主な研究成果を列挙すると次の通りである。

(1) パuffer形ガスしゃ断器の大電流しゃ断時における消弧室等内部の圧力上昇はしゃ断電流の大きさに関係する。特に大電流が流れている期間には、ノズル部においてガス流の閉塞又は逆流が生ずるが、電流が零点に向かって減少するとガス流は元に復帰し、しゃ断が容易になる。また、消弧室内でSF₆ガス中に発生したアークによる圧力上昇は、大部分ガスの加熱によることと、加熱された高温ガスの平均は2,000~3,000Kであることを見出した。

(2) 大電流しゃ断時のガス流は、平均温度20,000Kのアーク導電部と平均温度2,000~3,000Kの導電性をもたない高温ガス層とからなる二層エンタルピーフローで近似されうること、このフローにおいてアーク導電部から高温ガス層へ流出する損失は、アーク入力10~20%であることを見出した。

(3) ガスしゃ断器のしゃ断試験において電流零点前5 μ sより零点までの測定からしゃ断性能の評価に関係する次の事項を明らかにした。

(i) アーク抵抗の変化速度は電流に依存するようになり、しゃ断電流が大きくなるにつれてその変化は小さくなる。

(ii) アーク時定数は、電流零点までの時間に依存し、その後はアーク抵抗値に依存するようになり、零点でのそれは約 1μ sとなる。

(iii) アーク損失は、はじめアーク入力大きさに依存しているが、その後アーク抵抗値に依存するようになり、次第に一定値に近づく傾向にある。

(vi) 電流零点における無次元化されたアーク損失、アーク抵抗は Mayr の動特性式から理論的に導かれる値に近い値であり、供試ガスしゃ断器では零点近傍のアーク特性を Mayr の式で近似しうることを確認した。

(4) このしゃ断器は電流零点近傍のアーク時定数が約 $1\mu\text{s}$ と小さいので、近距離線路故障しゃ断終了時の再起電圧がしゃ断器にとって最も苛酷となるため、近距離線路故障しゃ断時の回路方程式とアーク動特性式からしゃ断限界式及びしゃ断限界曲線を導出し、ガスしゃ断器の性能向上に寄与した。

以上、要するに本論文はしゃ断電流の増大と一点しゃ断当りの電圧格上を目的として実験と理論の両面から大電流しゃ断時の消弧室内のアーク温度が上昇し、それによってガスが加熱され、しかる後に圧力が上昇すること、及び電流零点近傍のアークの諸特性と再起電圧上昇からくるしゃ断限界等を明らかにし、ガスしゃ断器の性能向上に多くの知見を与えたもので、学術上、ならびに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。