

博士論文（要約）

『電磁操作機構適用による
真空遮断器の小型化・高機能化研究』

月間 満

電磁操作機構は、従来の真空遮断器の操作機構（ばね操作機構）と比較して部品点数を大幅に削減できるため、操作機構の簡素化およびこれに伴う信頼性向上が期待される。本論文は、この電磁操作機構を搭載した真空遮断器の小型化および、高機能化に関する研究成果をまとめたものである。

真空遮断器の技術トレンドとして高電圧化の流れと小型化の流れの2つがある。短ギャップで高い耐電圧性能を特徴とする真空遮断器の絶縁特性を考慮し、本論文では真空遮断器の小型化に焦点を絞った研究をまとめた。電磁操作式真空遮断器を小型化するには、以下の2つの研究開発が必要である。

①電磁アクチュエータの小型化・高効率化研究

②真空バルブの性能向上による小型化・低操作エネルギー低減研究

また、電磁操作式真空遮断器の高機能化研究として、真空遮断器に特有とされる

③開閉サージを抑制するための研究

に取り組んだ。

まず、電磁アクチュエータの小型・高効率化研究について、従来の電磁アクチュエータの動作を詳細に調べたところ、過渡電磁気現象に伴う動作遅延と磁気回路の設計最適化が動作効率向上のポイントであることを明らかにした。これを基に磁路分離型電磁アクチュエータを提案し、試作器による評価結果から動作遅れの解消による動作効率の改善結果を示した。また、テーブル法を利用した電磁操作式真空遮断器の開閉動作シミュレーション技術を構築し、このシミュレーション技術を活用して、真空遮断器の開極速度の高速度化設計や、変流器出力を代替電源として利用した開放動作について研究を行い、その可能性を示した。

一方、真空バルブの高性能化研究として、真空バルブを操作するのに必要なエネルギーに影響する「短絡通電性能」と「短絡遮断性能」に着目し、基礎実験による特性把握と、電磁界と熱を連成したモデルに基づくシミュレーション技術を構築した。この数値シミュレーション技術を活用することで、電磁操作機構に必要な操作エネルギーを定量的に予測できると共に、短絡通電時の溶着引剥し力を低減できる接点材料の選定や、短絡遮断性能を向上できる縦磁界電極構造を効率的に開発することが可能である。

次に、電磁操作式真空遮断器による開閉サージとして、投入サージと開極（裁断）サージを取り上げ、その影響と抑制方法について研究した。投入サージについては、位相制御技術の適用により投入サージを大幅に低減できることを回路計算にて示すと共に、投入位相制御アルゴリズムを載せたコントローラを用いた投入位相制御動作を検証した。また、

裁断サージについては、近年増加傾向にあるインバータ駆動回路を真空遮断器にて遮断した時の裁断サージを研究し、インバータのスイッチングと同期した2重裁断現象を明らかにすると共に、フェライトコアを用いた高周波成分抑制によるサージ抑制効果を検証した。

最後に、以上の研究成果を適用した電磁操作式真空遮断器を搭載した24kV密閉形複合絶縁ガス絶縁開閉装置を紹介した。簡素な構造を特徴とする電磁操作機構の利点を活かし、リンクレスの直線上配置構成とすることで、真空遮断器の高信頼性かつ省メンテナンス性の利点を追求した。また、受配電設備に用いられる7.2kVクラスから72/84kVクラスまでの全定格にこの電磁操作式真空遮断器を適用完了した。これらの密閉形複合絶縁ガス絶縁開閉装置は、H17年の発売開始以降、順調に生産台数を伸ばしている。

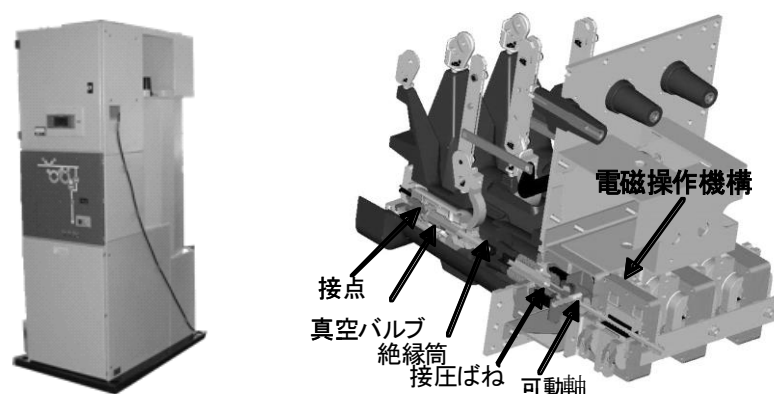


図. 24kV ガス絶縁開閉装置と電磁操作式真空遮断器