

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13302 号
------	---------------

氏 名 佐藤 基宗

論文題目

SF₆ガス遮断器におけるノズルアブレーション現象とその促進による熱的遮断性能向上に関する研究
(Study on Nozzle Ablation Phenomena in SF₆ Gas Circuit Breaker and Thermal-Interruption Performance Improvement by Its Promotion)

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	早川 直樹
委員	名古屋大学	准教授	梶田 信
委員	名古屋工業大学	教授	安井 晋示

論文審査の結果の要旨

佐藤基宗君提出の論文「SF₆ガス遮断器におけるノズルアブレーション現象とその促進による熱的遮断性能向上に関する研究」はSF₆遮断器（GCB: Gas Circuit Breaker）の大電流遮断過程に発生するノズルアブレーションのメカニズムを解明し、次いで、パuffa室内ガス圧力の過渡的上昇プロセスを計算する手法を提案するとともに、パuffa室内ガス圧力上昇をアブレーション蒸気による加圧効果から明らかにし、遮断器の熱的電流遮断性能の向上を推進させるものである。

第1章は結論であり、パuffa式SF₆ガス遮断器による大電流遮断プロセスが述べられ、次いで、SF₆ガス遮断器の開発における技術課題が記載され、本研究の目的が説明されている。

第2章では、小型消弧装置でのアーク遮断基礎実験を通じて、ノズル材PTFE (Polytetrafluoroethylene) 製円筒ピースのアブレーション質量を実測している。次に、SF₆アークからの輻射流束パワーの波長分析とLambert-Berr法則の適用などを実施し、アブレーション質量実測値は、大電流アークからの熱伝導パワーではなく、円筒ピース表面でのアーク輻射流束パワーの吸収量で説明できることを明らかにしている。続いて、アーク周辺に高密度で存在するSF₆分子の輻射吸収に着眼した上で、円筒ピース表面への到達輻射パワーに関する輻射方程式を明示し、次いで、方程式の解析解を解き明かし、1次の第2種Bessel関数などを用いた関数式で表している。この結果、輻射吸収によるPTFEアブレーション質量の予測式を、アーク電流実効値およびPTFE円筒半径によって定式化することに成功している。

第3章では、パuffa室を具備したモデルSF₆ガス遮断器の大電流遮断過程に取り組み、第2章で導いた予測式をアーク電流瞬時値およびPTFE製ノズル半径による定式化に拡張している。次に、遮断器の消弧室およびパuffa室を複数の空間に分けるとともに、アブレーション質量予測式に、ガス質量保存式、ガス流速式およびエネルギー保存式を連立させることによって、パuffa室内ガス圧力の過渡的上昇変化を計算する方法を提案している。提案方法によって導き出されたパuffa室内ガス圧力の過渡的上昇は、20 kAの電流遮断過程で測定されたパuffa室内ガス圧力を十分に再現できている。さらには、圧力上昇値の約40%がノズルアブレーション効果によるものであることも明らかにしている。提案計算方法は高度な数値計算プログラムをもちや不要とし、関数計算ソフトウェアで容易に実施され、計算リソースの削減に貢献している。

第4章では、ノズルアブレーション促進によるパuffa室内ガス圧力上昇の向上、ひいては熱的電流遮断性能の向上を目指し、新しいノズル材料を探索し、GPE (GCB-PolyEther) と名付けられたポリエーテルを見出している。この探索には大電流遮断過程での分解生成物も熟考し、フッ化水素の生成防止を達成している。次いで、GPEを適用した新しい消弧室ノズル構造を提案している。第3章で提案した方法を適用することによって、パuffa室内ガス圧力上昇は1.3倍に高まることを立証し、熱的電流遮断性能の向上を裏付けている。

第5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、SF₆ガス遮断器の大電流遮断過程によるノズルアブレーションのメカニズムを解き明かし、パuffa室内ガス圧力の過渡的上昇変化を計算する手法を提案し、今後にはSF₆ガス遮断器の消弧室設計を大きく支援するものである。本研究成果はSF₆ガス遮断器の開発効率の向上のみならず、消弧室ノズルの余寿命予測にも適用でき、学術上・工学上寄与するところが大きい。よって、本論文の提出者、佐藤基宗君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。