

氏名	村井裕 むらい ゆたか
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1150号
学位授与の日付	昭和54年3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	真空スイッチの開閉サージとその抑制に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 上之園親佐 教授 林 宗明 教授 木嶋 昭

論文内容の要旨

本論文は、近年高電圧電動機回路の開閉に多く用いられている真空スイッチの開路時に発生する多重再発弧現象、再発弧による3相同時しや断現象およびこれらの現象に伴うサージ電圧の発生とその抑制方法などについての研究成果をまとめたもので、6章から構成されている。

第1章では、本研究の動機、実系統回路および等価回路における実験的検討とその結果、および研究課題について述べている。

第2章では、開路時における真空スイッチの多重再発弧について、しや断時の第1相分回路の等価回路を対象に詳細な実験研究を行い、その結果を解析し、多重再発弧現象とそれに伴うサージ電圧の発生機構を明らかにしている。また、開路時の第1相が多重再発弧を伴ってしや断するとき、他の2相が同時にしや断される所謂3相同時しや断現象について詳細な実験的研究を行い、これを解析し、3相同時しや断とそれに伴うサージ電圧の発生機構を述べている。

第3章では、真空スイッチの多重再発弧現象と3相同時しや断現象に関与する因子として真空スイッチの耐圧特性、高周波しや断特性、電流さい断特性などの統計的性質、および回路条件に係る再起電圧と高周波電流などを実験と解析とから明らかにし、これら因子をもとに多重再発弧と3相同時しや断についてシミュレーションを行い、サージ電圧の大きさとその発生条件について述べている。

第4章では、上述のサージ電圧に対する高電圧電動機巻線の電位分布とその絶縁強度について実験と解析を行い、その結果を詳細に述べている。

第5章では、真空スイッチの多重再発弧、3相同時しや断に伴って発生するサージ電圧から高電圧電動機の絶縁を保護する具体的方法について解析し、その結果を述べるとともに、著者が考案したフェライトコア、および極薄けい素鋼板の積層コアにコイルを巻いたサージ抑制用リアクトルが有効であることを実験と理論的解析から明らかにし、かつ実証し、これらの結果を詳細に述べている。

第6章では、第5章までの各章で明らかにした研究成果をまとめている。

論文審査の結果の要旨

真空スイッチは小形軽量で、火災の心配がなく、保守に人手を要しないなどの長所をもっているが、開路時に高いサージ電圧を発生することが短所とされていた。

本論文は、このサージ電圧は、開路時真空スイッチの第1相に発生する多重再発弧時とそれに伴う回路しや断時、および再発弧に誘発されて引き起こされる3相の同時しや断時に発生することを実系統および等価回路における実験的研究とシミュレーション解析とから明らかにした。これらの現象とサージ電圧の発生機構については著者がはじめて明らかにしたものである。また、このサージ電圧から電動機を保護するには、著者が考案したサージ抑制用リアクトルが有効であることを明らかにした。本論文の研究成果の主なものを列挙すると、つぎの通りである。

(1) 電流零点の真前で真空スイッチの第1相が開極すると、その極間耐圧が再起電圧に耐えられず発弧し、それに続いて流れる高周波電流と負荷電流の合成電流が電流零点を形成した瞬時に負荷電流は電流さい断現象のように強制的にしゃ断され、高いサージ電圧が発生することを明らかにした。この強制しゃ断後、極間にかかる再起電圧に極間耐圧が耐えられないときには再び発弧を生ずる。この現象を著者は多重再発弧現象と名づけている。

(2) 発弧を繰り返す度に再起電圧とサージ電圧が増大するのは、しゃ断時に電動機巻線中の残留電流に起因することを明らかにした。すなわち、再起電圧の上昇は、従来電動機回路の静電的エネルギーの増加に起因するものとされていたが、そのエネルギーは小さいので再起電圧上昇には寄与しないこと、発弧からしゃ断までの数十 μ sの間負荷電流が増大するため、しゃ断時の電動機巻線中の残留電流は増大し、その結果再起電圧が増大すること、この残留電流による電動機巻線中の電磁エネルギーが増大して高いサージ電圧を発生することなどの機構を明らかにした。

(3) 第1相の発弧に伴って流れる高周波電流が相間の相互結合により他の2相に誘導し、各相に流れる高周波電流がそれぞれの相の負荷電流に重畳して電流零点を形成したときに3相の電流が同時に強制さい断される機構と条件を明らかにした。著者はこのしゃ断現象を3相同時しや断現象と名づけている。また、このしゃ断時に発生するサージ電圧と再起電圧は、(2)と同様の理由で高くなること、および再起電圧の上昇で他相が単独に発弧する場合があることを明らかにした。

(4) 上述のサージ電圧から電動機絶縁を保護するために考案したサージ抑制用リアクトルは、サージの波頭緩和に寄与すること、発弧時の高周波電流の発生をその1Hz程度に抑制するため強制さい断現象が抑圧されるので、サージ電圧波高値は勿論発弧回数が減少すること、および3相同時しや断現象の発生確率が大幅に減少することなどを解析的に明らかにし、その有効性を実証した。

以上要するに、本論文は真空スイッチの開路時に発生する多重再発弧現象、3相同時しや断現象およびこれらの現象に伴うサージ電圧の発生機構について、新しい知見を加えるとともにこのサージ電圧から電動機絶縁を保護する極めて独創的な装置を考案し、実用化し、その有効性を実証したもので、学術上、実際上寄与するところが少くない。

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。