

電気所の低圧制御回路におけるサージ抑制対策の評価方法

電力設備の故障・障害の低減に向けて

Evaluation Method for Surge Suppression Measures in low-voltage control circuits of Electric-supply Stations

Reducing the failures of electric power equipment

(電力技術研究所 電力設備G)

雷や電力機器の開閉動作時に発生する高周波電圧(サージ)から電気所の低圧制御回路を保護する対策は電気設備の健全な運用に必要不可欠である。

従来、低圧制御回路には雷サージ対策が施されているが、電力機器の開閉時に発生するサージ(以降、開閉サージ)に対する抑制効果は不明な点が多かった。そこで、既存のサージ抑制対策の開閉サージに対する有効性を、実験室にて簡易手法を用いて評価した後、実際の電気所での実証試験により検証した結果を紹介する。

(Electric Power Equipment Group, Electric Power Research and Development Center)

It is necessary to take measures to protect the low-voltage control circuits in electric-supply stations from lightning and switching surges for the sound operation of electric power equipment. Conventionally, there have been lightning surge countermeasures for low-voltage control circuits, but there are many unknowns about the effect of those countermeasures to suppress switching surges. Therefore, we evaluated the effectiveness of existing surge suppression countermeasures against switching surges in the laboratory using a simple evaluation method, and confirmed the effect by verification tests at actual electric-supply stations.

1 背景と目的

電気所(発電所や変電所等)には電力設備の保護や制御を行うために重要な保護制御装置(低圧制御回路)が設置されている。保護制御装置に、雷サージや開閉サージが侵入すると、故障や誤動作などを引き起こし、電力設備の運転に支障をきたす恐れがある。このため、低圧制御回路にはコンデンサなどのサージ抑制素子が取付けられている。しかし、このような対策は主に雷サージを対象として設計されることが多く、開閉サージに対する効果は不明な点が多い。そこで、実際に電気所で使用されているサージ抑制用コンデンサの開閉サージに対する効果を、簡易的な手法を用いて実験的に評価し、その結果有効と判断された対策を実電気所の低圧制御回路に反映し、その有効性を実機検証した。

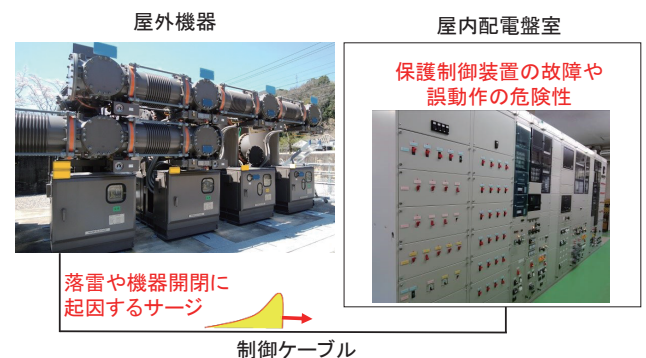
おり、開閉サージは雷サージに比べて高周波であることが知られている。従ってサージ抑制対策ではこうした周波数の違いを考慮する必要がある。

中継処理盤でのサージ電圧の大きさを基準として、配電盤Ⅰおよび配電盤Ⅱに伝搬するサージ電圧の大きさの割合(複数回測定した平均値)を評価した結果、第4図となった。当該回路ではサージ対策用コンデンサが配電盤Ⅰに接続されているため、配電盤Ⅰのサージ電圧が大きく低下することが予想されたが、中継処理盤の電圧とほとんど変化は見られなかった。一方、配電盤Ⅰから配電盤Ⅱまでの伝搬経路において電圧は4割程度低減していた。これは、配電盤Ⅰの内部配線や配電盤Ⅰ～Ⅱ間の制御ケーブルをサージが伝搬する過程において減衰したと考えられる。

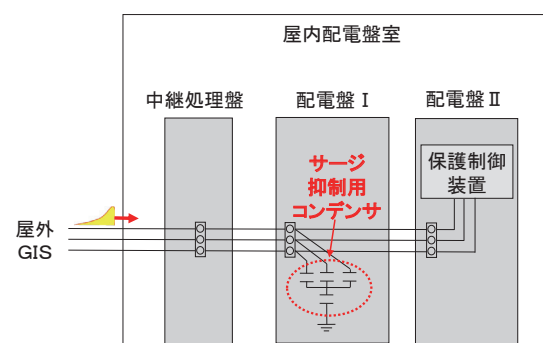
2 実電気所における開閉サージの測定

屋外にガス絶縁開閉装置(GIS)、屋内に保護制御装置を有する電気所において、GISの断路器を開閉し、低圧制御回路を伝搬する断路器開閉サージ電圧を測定した(第1図)。GISから伝搬する開閉サージは、第2図のように「中継処理盤～配電盤Ⅰ～配電盤Ⅱ」の経路で保護制御装置に伝搬する。なお、当該電気所では配電盤Ⅰにサージ抑制対策としてコンデンサが設置されている。それぞれの配電盤の端子台においてサージ電圧波形を測定したところ、中継処理盤(屋外制御ケーブルと屋内制御ケーブルを接続する盤)に到達したサージ電圧波形の主要な周波数は20MHz程度であった(第3図参照)。なお、サージ電圧の大きさは測定ごとに変化し、電圧の正負ピーク差は最大で2.5kVであった。

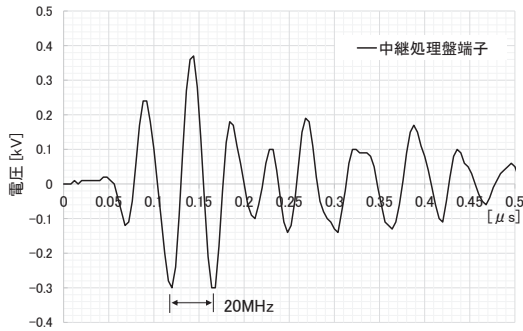
一般的に雷サージの周波数は数MHz以下と言われて



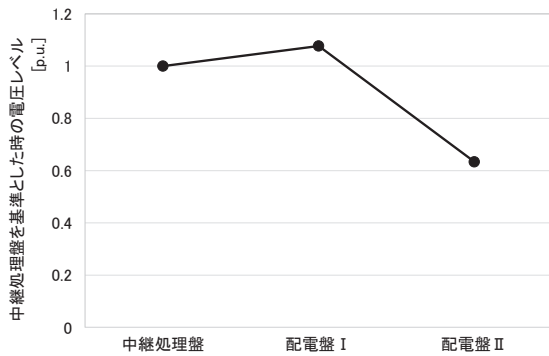
第1図 電気所に発生するサージのイメージ



第2図 測定箇所



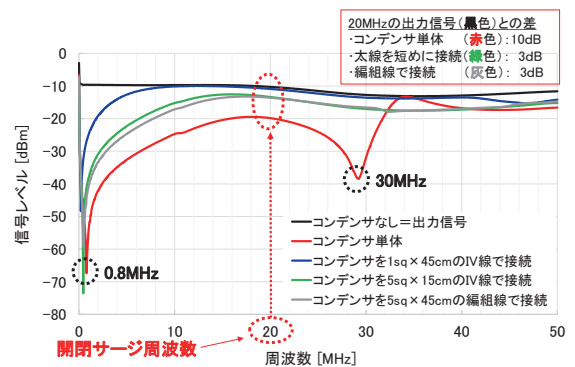
第3図 中継処理盤でのサージ電圧波形の例



第4図 各測定箇所のサージ電圧レベル

サージ抑制効果が得られることがわかった（第5図中の灰色線参照）。

こうした簡易評価の結果をもとに、開閉サージ抑制効果が期待されるコンデンサの接続方法を前出の電気所に適用し、検証を行った。この結果、配電盤 I に短いIV線（長さ20cm）を用いてコンデンサを追加接続した場合、制御盤 II 内部の保護制御装置に侵入する電圧は35%低減した（第7図中の赤色の線）。また、既存のコンデンサの配線に絶縁被覆付編組線（断面積5.5 mm²、長さ50cm）を並列接続した場合、保護制御装置に侵入するサージ電圧は20%の低減が確認された（第7図中の青色の線）。

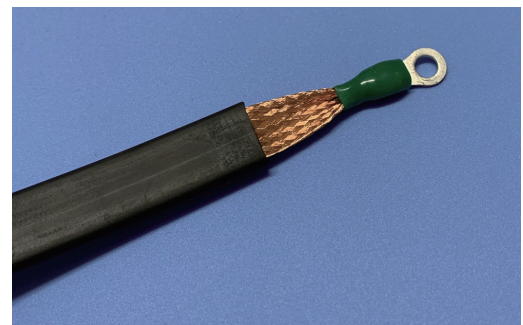


第5図 サージ抑制用コンデンサの伝搬特性

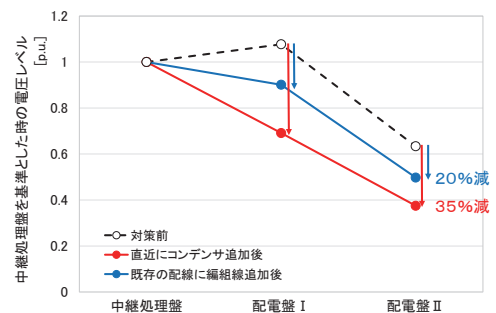
3 サージ抑制対策の簡易的評価と実変電所における検証試験

配電盤 I の内部に設置されているサージ抑制用コンデンサと同種の素子を試料として高周波信号の伝搬特性を評価した。評価にはスペクトラムアナライザのトラッキングジェネレータ機能を用いた。これによりコンデンサによる高周波信号の減衰特性をほんの数秒間で評価することができる。その結果、サージ抑制用コンデンサは単体で第5図中の赤色線が示すように、周波数が800kHzおよび30MHz付近で大きな信号減衰がみられ、断路器開閉サージの主要周波数である20MHzでは10dB（電圧の大きさが70%減）の減衰効果が得られている。一方、長い電線（長さ45cmのビニル絶縁電線（IV線））を用いてコンデンサを接続すると、第5図中の青色線に示すように、10MHz以上の周波数ではほとんど減衰効果が見られない。今回実測した電気所のサージ抑制コンデンサは、およそ50cmのIV線を用いて接続されたため、断路器開閉サージの20MHzの信号に対しては十分な電圧抑制効果が得られていないと考えられる。

コンデンサの配置を自由に変更できる場合、コンデンサを接続するIV線の長さを短くすることによって、第5図中の緑色線に示すように20MHzでは3dBの減衰（電圧の大きさが30%減）とすることができる。一方、コンデンサの配置を既存の位置から変更することが難しい場合は、第6図に示す絶縁被覆付編組線の様な、平らで表面積が広い電線を使用することによって、ある程度の



第6図 絶縁被覆付編組線の例



第7図 コンデンサの接続方法変更後のサージ伝搬特性

4 まとめ

低圧制御回路の故障・障害発生を抑制するため、本研究成果を踏まえたサージ抑制対策を中部電力パワーグリッドの電気所に適用予定である。



執筆／伊佐治宏子