

500kV変圧器三次回路の合理化

500kV変圧器のコストダウンを目指して

Rationalized Tertiary-circuit Design for 500 kV Autotransformers

Reducing costs of 500 kV autotransformers

(中央送変電建設所 設計技術G)

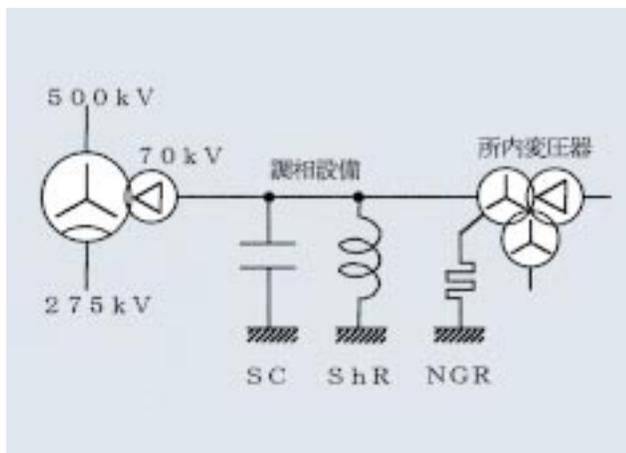
500 / 275kV変電所に設置される主要変圧器としては、調相、所内設備を接続するための70kV三次巻線を設けた単巻変圧器が用いられている。この三次回路の構成は、第 期500kV昇圧から標準としてきたが、今回、変圧器三次巻線の容量や三次回路の接地方式を見直すことで、信頼度を低下させずに、大幅なコストダウンを達成できる見通しを得ることができた。

1 背景

現在、500 / 275kV変電所の主要変圧器の三次巻線は、所内変圧器と調相設備からなる三次回路を構成している。これまで、この三次巻線の容量は、主巻線容量の30%としてきた。現在建設を予定している静岡変電所の変圧器の主巻線容量は1500MVAであり、従来どおりの考え方を適用すると三次巻線容量は、450MVAとなる。しかし、実際に必要な容量は、調相設備と所内変圧器を合わせ250MVA程度であるため、過大である。

また、三次回路の接地方式は現在、第1図に示すように、抵抗接地方式としているため、NGR（中性点接地抵抗器）が必要であり、保護方式も非常に複雑な構成となっている。

そこで、今回、変圧器三次巻線容量低減と三次回路の簡素化の可能性について検討した。



第1図 現状の500 / 275kV変圧器三次回路

(Technical Section, Transmission and Substation Construction Office)

Among the main transformers installed at 500/275 kV-class substations, autotransformers with a 70 kV tertiary winding are used for phase regulation and station power supply. This tertiary circuit has been adopted as a standard setup since the phase-1 voltage increase to 500 kV (*). In the present study, we reviewed the aforementioned tertiary winding in terms of its capacity and the system ground used for the tertiary circuit. As a result, it is expected that drastic cost reductions without lowering the present reliability can be achieved.

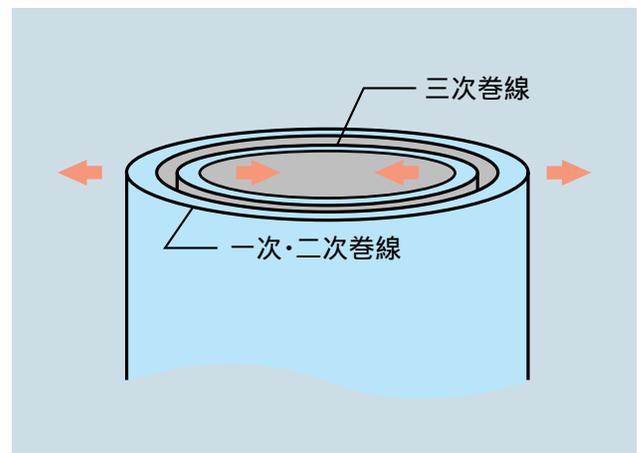
2 三次巻線容量

500 / 275 / 70kVの変圧器は一次、二次とも、非常に大きな短絡容量をもつ系統に接続されているため、三次回路に短絡故障が起きると非常に大きな電流が三次巻線に流れる。変圧器コイルに電流が流れると、第2図のように巻線相互に電磁力が発生し、最悪の場合、内側に巻かれた三次巻線はその力により座屈する恐れがある。従来から、変圧器の三次巻線容量を主巻線容量の30%としてきたのは、三次巻線の電線の太さのある程度確保し、この力に耐えるようにするためであった。そのため、三次巻線容量を低減させるには、この電磁機械力に対する耐力について十分検討する必要がある。

そこで、三次巻線の機械強度を十分に確保しながら容量低減するため、以下の対策を行った。

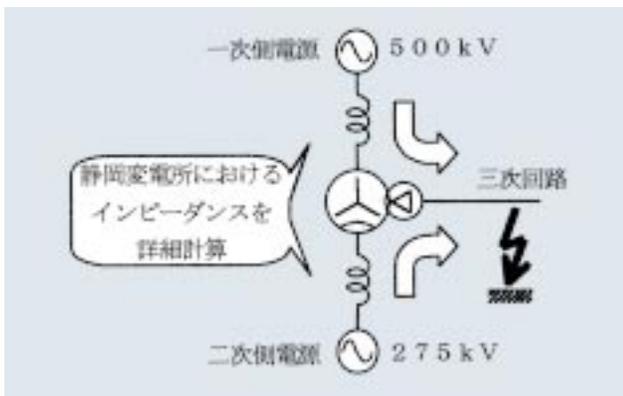
(1) 系統のインピーダンスの詳細模擬

三次巻線側で故障が発生した場合の三次故障電流は500kV側および275kV側の電源から供給される（第



第2図 変圧器巻線と電磁機械力

3図)。電源が大きい(電源のインピーダンスが小さい)ほど、三次巻線に大きな電流が流れることになる。この電源側のインピーダンスを一般的な値ではなく、正確に模擬することで、三次巻線に流れる故障電流をある程度低減することができる可能性がある。500kV変電所に設置される変圧器は、将来、他の変電所への流用などの可能性もないため、一次側と二次側のインピーダンスを静岡変電所設置地点での固有の値で計算した。この結果、三次側に流れる故障電流を25kA程度に抑制でき、巻線に働く力を低減することが可能になった。



第3図 三次故障電流

(2) 巻線材料の変更

変圧器の巻線材料についても改良を行った。変圧器の巻線は、通常、軟銅線が用いられている。この軟銅線より硬度が高い半硬銅線を用いることもあるが、作業性が悪い。そこで、今回、熱により樹脂が軟化し、冷えると周囲の樹脂と接着し硬化する特性のある樹脂を軟銅線に塗布した自己融着性電線を使用することとした。これにより、電線を必要以上に太くすることなく、機械力に対する強度を増すことが可能となった。

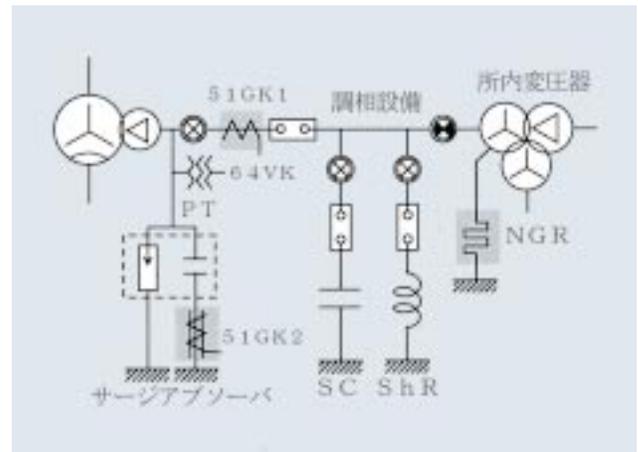
3 三次回路構成

従来より500kV変圧器の三次回路の中性点は抵抗により接地することで、地絡故障の早期検出と中性点不安定現象の防止を図ってきた。しかし、中性点を抵抗接地にするには、NGRが必要となる。さらに、三次遮断器を開放した場合はサージアブソーバ(コンデンサ)を介した接地となってしまうため、別の保護方式が必要となるなど、保護方式も複雑となっていた。そこで、簡素化の一策として、三次回路を非接地にすることを検討した。

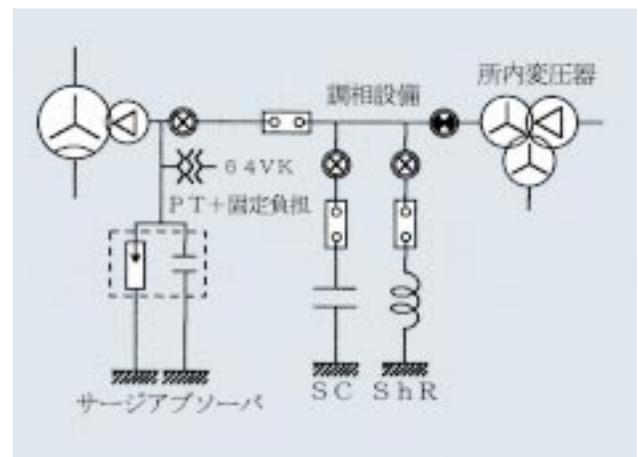
非接地とした場合、地絡電流は対地充電電流のみ

となるため、数A程度しか流れなくなる。そのため、故障除去をそれほど急ぐ必要がない。したがって、地絡保護を地絡過電圧リレーに統一することで、保護方式の簡素化が可能となる。

また、中性点不安定現象への対策としては、三次回路のPTに100程度の固定負担を取りつけることで、中性点電位の振動が継続しないことを確認した。



第4図 現在の変圧器三次回路



第5図 変圧器三次回路合理化案

4 今後の展開

変電所設置地点における固有の電源側インピーダンスの模擬や電線材料の変更により、三次巻線容量を実際に必要な容量に低減が可能となった。また、三次回路構成も非接地系とすることで、NGRの省略と保護方式の簡素化を図ることができ、大幅なコストダウンを達成できる見通しを得た。

今後の500kV変電所の三次回路の標準形態として採用していく計画である。

執筆者 / 山田高裕
Yamada.Takahiro@chuden.co.jp