

77kV系統電圧特異現象の解明

変電所におけるPT(計器用変圧器)飽和現象の解明

Investigation of Unusual Events Happening in the 77kV Systems

Investigation of the PT (Potential Transformer) Saturation Phenomenon occurring in Substations

(系統運用部 系統技術G)

中部電力管内の数ヶ所の変電所において、77kV系母線電圧が30%近くまで低下したものの(10サイクル程度継続)、バンク二次電流の変化が無いといった、これまで報告実績のない極めて特異な事象が発生した。このため、発生状況を詳細に分析するとともに、その原因や発生メカニズムを推定し、当社の系統解析(PSA)センターで保有しているアナログ型電力シミュレータおよびEMTPを用いて、その妥当性を検証した。

(Power Ssystem Engineering Group, Power System Operations Department)

Extremely unusual events, which were previously unheard of, occurred in several substations within the jurisdiction of Chubu Electric Power, where the bus voltage dropped to almost 30% in the 77 kV systems (for approx. 10 cycles); and yet, no changes happened to the bank secondary current. We therefore made a detailed analysis on the situation, understood the cause and its generating mechanism, and investigated validity using the analog power simulator and EMTP at our company's Power System Analysis (PSA) Center.

1 現象の概要

発生年月

平成8年7月、平成16年2月(M変電所)

平成17年8月(S変電所)

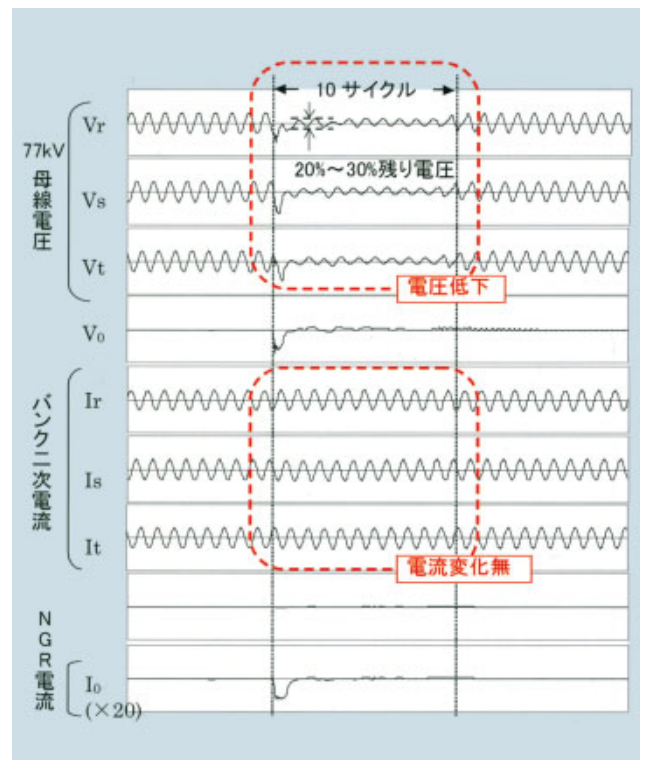
オシロ装置の記録

第2図にM変電所のオシロ装置の記録を示す。S変電所では、電圧低下が20サイクル程度継続した。

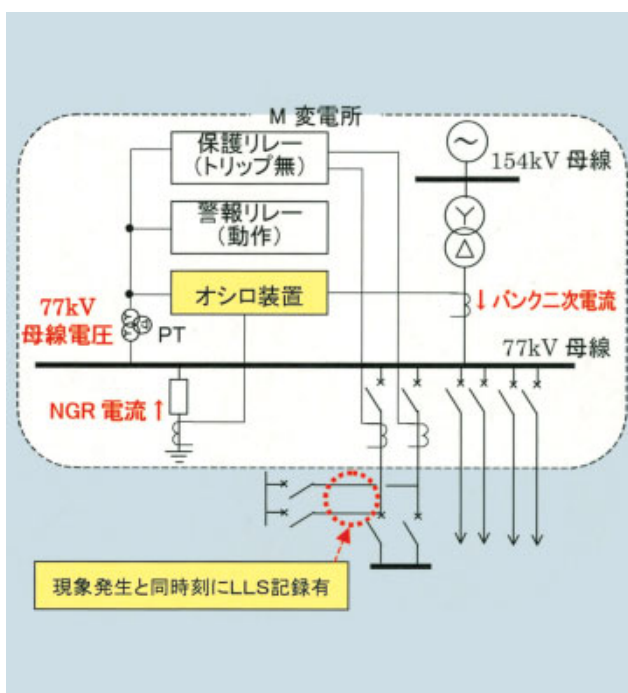
状況

現象発生と同時に、当該系統の送電線付近に、落雷位置標定装置(LLS)の記録が多数あった。

警報リレー(UV)は動作したが、保護リレーによるトリップは無かった。



第2図 M変電所 オシロ装置の記録
(M Substation Record of an automatic fault-recorder)



第1図 M変電所 系統図
(M Substation System Diagram)

2 アナログ型電力シミュレータによる解析

当社の系統解析(PSA)センターで保有するアナログ型電力シミュレータにおいて、対象系統を模擬して、各種事象を想定したシミュレーションを行ったが、いずれのケースにおいても、電流が変化せずに電圧だけが低下する現象は再現できなかった。

従って、本現象は、系統側の事象でなく、変電所内の計測回路の事象である可能性が高いと判断した。

3 特異現象の発生メカニズムの推定

今回の現象は、オシロ装置への母線電圧入力装置であるPTが、何らかの原因で飽和し、電圧だけ低下したのではないかと推定した。しかし、PT飽和現象は、これまで関連する文献や報告事例がなく、発生状況を調査し今回独自に発生メカニズムを推定した。

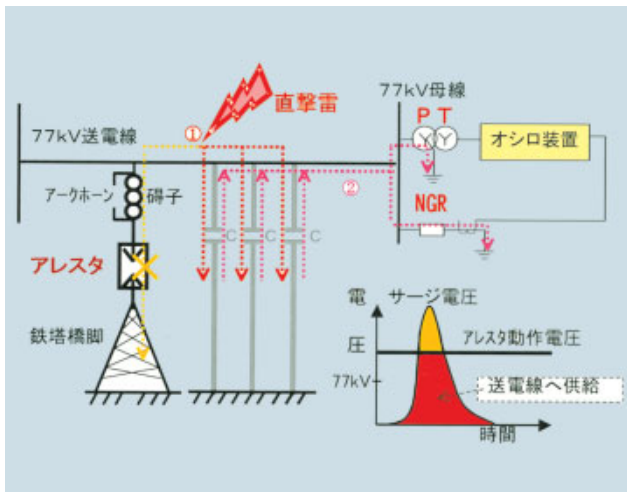
〔発生メカニズムの推定〕

当該系統に落雷(直撃雷)が発生

LLSに、現象発生と全く同時刻に多数の落雷が記録されていたため、発生原因は雷であると考えられる。送電線への落雷のほとんどは、誘導雷であるが、誘導雷ではPTを飽和させるだけの十分なエネルギーは供給できないと考えられ、今回は送電線への直撃雷ではないかと推定した。

送電線避雷器(アレスタ)の動作により雷撃エネルギーが直流分としてPTに供給

LLSに落雷記録のあった送電線には、アレスタが設置されていた。送電線アレスタが動作すると、保護リレーによる送電線トリップが回避され、アレスタ動作電圧以下の落雷エネルギーが、直流分として送電線へ供給される()。系統に供給された直流分は、送電線の容量分(C)に一旦蓄えられNGRやPT中性点を通して徐々に放電していくものと考えられる()。



第3図 アレスタ設置送電線への落雷
(Lightning stroke to the line with arrester)

直流分によってPTが飽和し、PT二次電圧低下

系統からの直流分によって、PTは十分飽和すると考えられる。PTが飽和すると、PTの一次漏れインピーダンスは変わらないが、励磁インピーダンスが大幅に低下するため、PT二次側電圧が低下する。

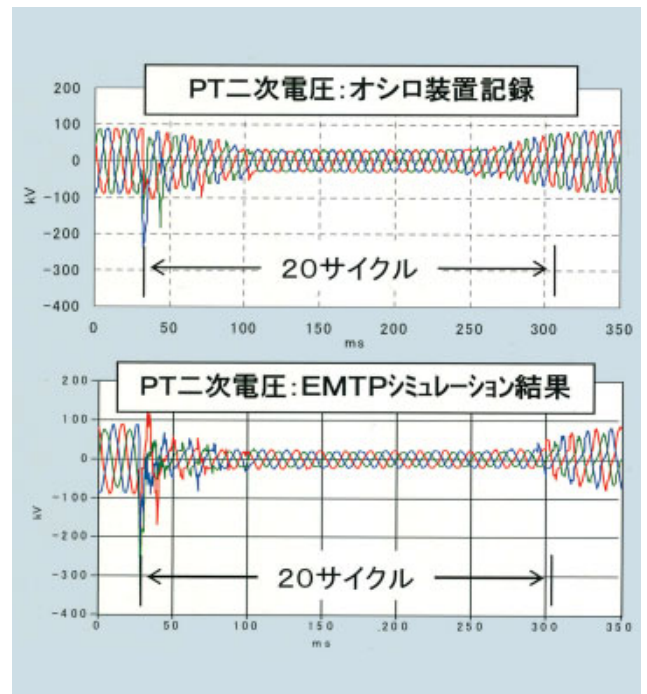
連続放電によりPT飽和が継続し電圧低下も継続

オシロ装置の記録(NGR電流)に「連続放電現象」と考えられる様相が見られるため、PT飽和による電圧低下が数10サイクル程度継続したと推定した。

連続放電現象：多重雷の雷撃の間に、100A程度の電流が数百ms継続して放電される事象

4 EMTPによる解析

EMTPを用いて、簡易モデルおよび実系統モデルにてシミュレーションを行った結果、ほぼ実測値に近い現象を再現することができた。以下にS変電所の電圧波形を示す(なお、バンク二次電流には変化がなかった)。



第4図 S変電所 オシロ装置記録とEMTPシミュレーション結果
(S Substation Record of an automatic fault-recorder and Result of EMTP simulation)

5 今後の展開

直撃雷による送電線素線への影響、PT飽和に伴う保護リレーへの影響等を検討していくこととしたい。



執筆者 / 高藤耕哉
Takafuji.Kouya@chuden.co.jp