

落雷位置標定システムの検出性能向上

より高精能なシステム構築に向けて

Improvement of the detection performance of the Lightning Location System

Aiming to configure a system with higher performance

(電力技術研究所 流通G 送変電T)

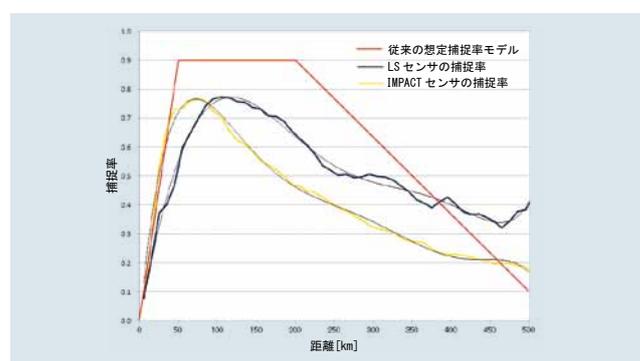
(Transmission and Substation Team, Power System Group, Electric Power Research and Development Center)

雷により発生する電力設備故障の速やかな発見や、故障解析等に用いるため、落雷位置標定システム (Lightning Location System: LLS) が活用されている。平成23年に実施した最新システムへの更新に伴い、最適なシステム構成を検討し反映するとともに、更新後の性能評価を実施した。

The Lightning Location System (LLS) has been used to quickly locate power equipment failures caused by lightning, and also for the analysis of such failures and other related matters. In 2011 the LLS was updated to the latest system, after studying the optimum system configuration, and its performance was evaluated.

1 研究の背景と目的

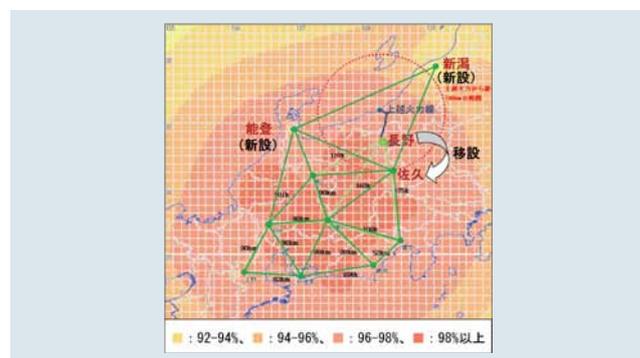
落雷位置標定システム (LLS) は襲雷状況の把握や送電線故障発生時の巡視箇所絞り込み、故障解析などに広く活用されており、保守箇所からは故障鉄塔を迅速に発見できるように、更なる捕捉率や標定精度の向上が求められている。当社では上越火力発電所の建設に伴い275kV上越火力線が建設されたことにより、LLSの観測エリアの拡大が必要となったため、平成23年にLLSの更新を実施した。上越火力線は冬季雷地区を通過することから、更新にあたっては、事前に最適な観測局 (Direction Finder: DF局) の配置や性能向上方法について検討するとともに、特に上越地区の冬季雷の落雷位置標定精度向上を目指した取り組みを実施し、システムに反映させた。



第1図 最新型センサ (LSセンサ) の落雷検出性能

2 システム更新の概要

上越火力線は、これまでのLLSが観測していたエリアから離れた位置にあるため、現行のDF局の配置では落雷位置標定精度が低下する可能性がある。また上越火力線の経過する日本海沿岸地域で発生する冬季雷は、従来のDF局センサでは捕捉率が低い (6割程度) ことが知られている。



第2図 再配置後のシミュレーション結果

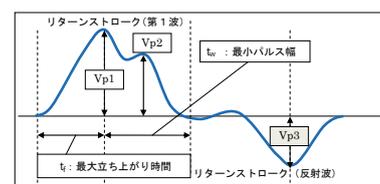
そこで、エリア拡大に対応した最適なDF局の再配置および冬季雷の捕捉率向上方法について検討し、システムの更新に反映した。

(1) 最適なDF局の再配置

システム更新には最新型DF局センサ (LSセンサ) を導入することとなり、まずは従来型 (IMPACTセンサ) と比較することでセンサ自体の落雷検出性能を定量化した (第1図)。その結果をもとにシミュレーションを実施し、最適なセンサ局配置場所、台数を決定した。第2図に示すように、移設 (長野→佐久)、増設 (新潟、能登) により、これまでの8局から10局による観測体制を構築した。これにより、シミュレーションでは捕捉率95%以上となる見込みを得た。

(2) 冬季雷の捕捉率向上方法の検討

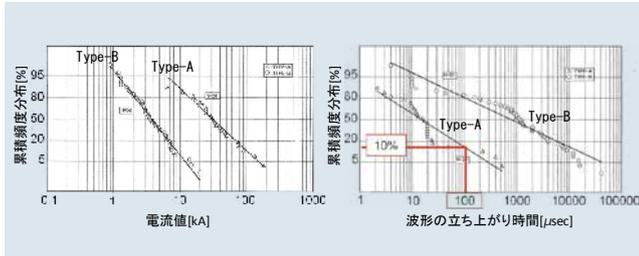
雷現象には落雷 (対地雷撃) の他にも雲間内で発生する雲放電がある。LLSの特徴の一つとして、第3図に示すような雷波形識別パラメータを適正に設定することで、落雷を雲放電と区別し標定している。



第3図 LLSの波形識別パラメータ

これまでのLLSの設定値は夏季雷を想定していたが、冬季雷は一般的な夏季雷と大きく異なり、その放電形態も異なることが示唆されており、これらが捕捉率の低い原因と考えられる。そこで、これまでの冬季雷の電流観測データから適正な設定値を検討した。

第4図に電力中央研究所が冬季雷の電流波形を観測した結果を示す。このデータは発光の大きさや電流値により電流波形を大きく2つに分類しており、Type-A (図中△) が強い発光と大電流を伴うことから落雷によるものと想定される。



第4図 冬季雷電流波形の分類

出典：(財)電力中央研究所総合報告 T58, 1999
「独立高構造物に対する冬季雷撃特性～福井地点における1989年度から1998年度までの10年間の観測結果～」

全てのType-Aを検出するためには、立ち上がり時間を大きく設定すればよいが、落雷に分類されないType-Bの混入する割合も大きくなるため、ほとんど(90%)のType-Aを検出し、かつType-Bの混入割合の比較的少ない(20%)検出条件として、波形の立ち上がり時間 t_f を従来の $30\mu\text{s}$ 以下から $100\mu\text{s}$ 以下に変更することとした(第1表)。

第1表 冬季雷を捕捉するパラメータ

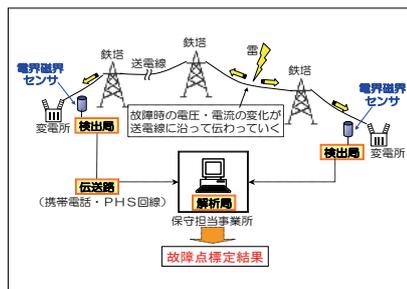
	従来	更新
立ち上がり時間 t_f [μs]	30以下	100以下

以上の結果を反映し、平成23年11月までにLLSの更新が完了した。

3 LLSの検出性能評価

更新後のLLSの検出性能を評価するため、平成24年4月～10月に発生した雷による送電線故障のうち、アークホーン動作により故障点を特定できた送電線故障データと照合した。

一方、LLS更新後に冬季雷による送電線故障が発生していないため、上越火力線に設置したサージ計測システム(FAST)のデータと照合した。FASTは送電線の両端で検出したサージの到達時間差からサージ発生鉄塔を標定するシステムである(第5図)。



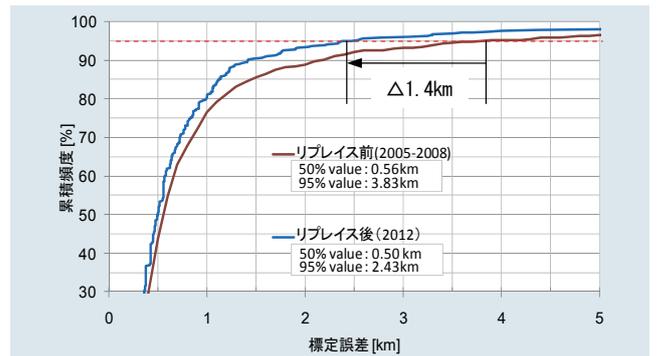
第5図 FASTの装置構成

第2表に示すように、捕捉率は99.8%と高い検出性能を有していることを確認した。

第2表 支店別のLLS捕捉率

支店	A	B	C	D	E	F	合計
故障点を特定した事例数(A)	75	63	79	76	151	102	546
LLSと照合できた事例数(B)	75	63	78	76	151	102	545
捕捉率[%](B/A)	100	100	98.7	100	100	100	99.8

また標定精度は、従来から誤差の大きい累積頻度95%値が、更新前の3.83kmから2.43kmと1.4km減少しており(第6図)、システムの更新により精度の向上が図られていることを確認した。



第6図 標定誤差の累積頻度分布

第3表に示すように、上越火力線のFASTが動作した6件全てをLLSが標定しており、冬季雷でも高い捕捉率を有していることが分かった。一方、標定誤差が最大6.8kmと大きく、冬季雷の特徴である放電路の広がりなど複雑な放電形態が影響していると推定される。

第3表 FASTとの照合結果

FASTによる標定		LLSによる標定	
サージ発生時刻	サージ発生鉄塔	電流値[kA]	標定誤差[km]
2011/12/16 14:43:34.792	No.6	221.8	3.7
2011/12/22 18:41:53.248	No.11	351.7	6.8
2011/12/30 15:06:44.564	No.33	240.1	1.9
2012/03/25 14:18:37.285	No.9	-67.4	1.3
2012/03/28 12:31:33.285	No.49	-60.9	1.1
2012/03/28 12:37:04.130	No.69	421.1	3.2

4 今後の展開

平成23年11月の更新以降、順調に運用されており、送電線故障箇所の早期発見などに活用されている。

冬季雷に対する低い標定精度については、運用開始以降のデータが少ないため、今後も長期的に冬季雷の観測を継続してデータを蓄積し、送電線の故障点特定業務に役立てたい。



執筆者/林 雅明