

通信施設における雷害対策及び雷観測装置について

—ピンネシリレーダ雨雪量観測所の事例紹介—

石狩川開発建設部 施設整備課 ○永沼 義教
上村 信之
野中 貴宏

樺戸郡新十津川町のピンネシリレーダ雨雪量観測所は標高1,100mの山頂に設置されており、観測データは防災、河川、道路、砂防、ダム等の管理に活用され、また自治体、関係機関への提供も行っている。平成17年11月の襲雷により雨雪量データが約4ヶ月間欠測する機器障害が発生したため、雷害対策設備及び雷観測装置を設置し総合的な雷害対策システムを構築したことから、その導入設備等について発表する。

キーワード：雷害対策、雷観測装置、レーダ雨雪量観測所、避雷、自然災害

1. はじめに



樺戸郡新十津川町のピンネシリレーダ雨雪量観測所は昭和62年北海道内初めてのレーダ雨雪量観測所として標高1,100mのピンネシリ山頂に設置された。

その観測範囲は、道央圏全域となっており、道南の乙部岳・道東の霧裏山・道北の函岳の各レーダ雨雪量観測所と共に全道一円をカバーしている。

また、本施設で測定されている雨雪量の観測データは、危険予警報を担当する本省、本局を始めとする各開発建設部や事務所等に配信され、河川・道路・砂防・ダム等の管理に活用されているほか自治体など関係機関への情報提供も行われ、防災上重要なものである。

しかしながら、平成17年11月29日の襲雷により、商用電源からの受電が不能となり、非常用予備発電装置にて可能な限り長期の観測が可能となるよう、運転時間の制約を用いるなどにより運用していたが、積雪等のため発電機の燃料補給も不能であったことから、平成18年1月11日に非常用予備発電装置の停止に伴い、以降約4ヶ月間

Yoshinori Naganuma, Nobuyuki Kamimura, Takahiro Nonaka

設備全体が停止することとなった。

このような状況を踏まえ、雷雲の接近を検知し受電用しゃ断器の自動開放を行うなど受電設備の対策も含めたレーダサイト全体に対する避雷対策を実施したものである。

2. 被害の概要

当日の襲雷により、以下に示すとおり自営配電線路設備及びレーダサイト側の受電設備に損壊が生じた。

特に山頂側での受電設備等の損傷が大きく復旧に時間が掛かることとなった。

(1) 自営配電線路設備

山麓の受電点から山頂のレーダサイトまでは、自営の配電線路で電源を供給している。山麓から中腹までの約10kmは地中埋設配電線路であるが、残りの山頂側5.9kmは



避雷器の破損状況

(S相の避雷器の底が抜けている)

架空配電線となっている。

地中埋設配電線路の第2区分閉器(受電点から4.5km～9.5km区間)のS相の避雷器が損傷し、構成要素が外部

に飛散していた。

ただし、これ以外では受電盤や配電線路の故障箇所は無かった。

(2) レーダサイト側受電設備

レーダサイト側の受電設備では以下のような損傷があった。

a) 引込盤

引込盤内の機器類では、LBSの電力ヒューズが三相とも断となり開放状態になっていた。R相・T相では電力ヒューズの外管が破裂していた。

また、避雷器（10kA）が破壊し、R相とT相が導通している状態であった。これらの機器を収納している引込盤の裏扉が開放されていたことが、破損時における衝撃の大きさを物語っていた。



破損した LBS の状況

b) 50kVA変圧器盤

50kVA変圧器盤に設置されていた変圧器一次用のLBSの電力ヒューズも、S相及びT相が断となっておりLBSが開放状態であった。ただし、外管の破裂などは無かった。

(3) サイト内設備

レーダサイト内においても、以下のとおり無停電電源装置及び直流電源装置などに損傷が生じたが、レドームやレーダ設備・多重無線設備には異常が無かった。

a) 交流無停電電源装置（UPS）

UPSでは、内部のコンバータ2台・インバータ2台が損傷した他、線間・接地間に設けられていた避雷器10個が損傷し、制御用基板なども損傷した。

これらの損傷によりバイパス運転も行えず、UPSからの電源供給は全くできない状態となっていた。

b) 直流電源装置

直流電源装置では、スイッチングユニット4台が損傷し

た他、避雷器6個・ノイズフィルターなど入力側構成機器が損傷した。

これらの損傷により直流電源装置は全く使用不可能となっていた。

3. 雷害対策の実施概要

これらの設備の損傷は翌年の平成18年春に完全復旧した。その後、抜本的な雷害対策として、以下のような雷害対策設備の設置を行った。

(1) 受電設備及び自営配電線路の雷害対策

受電設備及びレーダサイトまでの自営配電線路に対する雷害対策としては「雷センサー情報による電源線路自動しゃ断システムの導入」「インパルス70kVの高圧耐雷トランスの設置」の2点を実施した。

a) 雷センサー情報による電源線路自動しゃ断システム

本システムは、高圧の自営配電線路を雷から防護するためレーダサイトに雷雲の接近を検知する「雷センサー」を設置し、このセンサーからの雷警報情報により、山麓の受電設備及びレーダサイト側の真空しゃ断器（以下「VCB」と記載する。）を開放し、配電線路を無電圧とすることで、山頂付近等での内部雷から装置を防護するものである。

商用電源がしゃ断されている間は、レーダサイト側の発電機を自動起動してレーダサイト内設備の運用を行う。

また、雷雲がレーダサイト周辺から去ると自動的に両しゃ断器を投入し復電することとしている。

b) インパルス70kVの高圧耐雷トランスの設置

本設備の受電点は北海道電力の配電線路の末端となる。この比較的長い配電線路から侵入する誘導雷・開閉サージの対策として山麓の受電設備にインパルス70kVの高圧耐雷トランスを設置した。

これにより、誘導雷などの異常電圧が自営配電線路側に侵入することを防止するものとした。

(2) レーダサイト側の雷害対策

レーダサイト側での雷害対策として前述の雷センサーによる電源線路自動しゃ断システムの導入の他、「落雷抑制型避雷針の設置」「インパルス70kVの高圧耐雷トランスの設置」「設備の等電位化」を行った。

a) 落雷抑制型避雷針の設置

落雷防止装置（以下「CTS」と記載する。）は、夏季の雷雲で発生するストリーマの上昇を防止して落雷を避け、冬季の雷雲では上向きのリーダを少なくすることで落雷を防止するものである。

レドーム保護のためには、その頂上に避雷設備を設置

しなければならないが、引下げ導体が太くなると、レーダ波に影響がでる可能性があるため、従来の引下げ導体の太さを維持しながらレドームの頂部に避雷設備を設置できる本方式（CTS）をとった。



CTSの外観

b) インパルス70kV高圧耐雷トランスの設置

山麓側と同様に、自営配電線路途中に落雷した場合における逆閃絡雷及び誘導雷が、レーダサイト内へ進入するのを防止するために高圧耐雷トランスをレーダサイト側受電盤にも設置した。



インパルス 70kV 高圧耐雷トランス設置状況

c) 設備の等電位化

落雷により大電流が接地線や建物に流れた場合に、各機器間などで大きな電位差が発生することによる機器の損傷を防止するため、各機器間での等電位化を行った。

実際の等電位化の手法としては「SPDの設置」及び「アースのボンディングバーへの接続」を実施した。

SPDは、レーダサイトの1・2階と3階に配線されている電源線・通信線・制御線に対して、その両端に新設することにより電位差を低減し機器の損傷を防止するものとした。各配線の状況を勘案しながら専用の盤を新設し適宜SPDを設置した。

アースは、各階毎に装置のアースを集約するボンディングバーを設置し接続を行うこととした。前述のSPDのア

ース側端子もこのボンディングバーに接続している。なお、各階のボンディングバーは相互に60mm²のIV線で接続し接地極へ接続している。

これらの実施により、配線両端及び各階内の機器間における等電位化を図った。



SPD盤・ボンディングバー盤の設置状況

(左：ボンディングバー盤。中：電力SPD盤。右：通信SPD盤)

4. 雷検出装置の選定

自営配電線路の雷害対策として「雷センサー情報での電源しゃ断システム」を構築するにあたって、最も重要な要素となる「雷検出装置」の選定を行った。

雷検出装置は、雷雲の接近（距離）を正確に検出できると及び雷によるノイズに影響されないことが要求される。

このような条件から、次の2点について検討を行った。

表1に示したとおり、レーダサイトでは器具類の設置場所が限られるため、設置場所に柔軟性があること、セン

表1 雷検出装置の比較

方式	磁界アンテナ・光センサー方式	地上電界検出方式
セグ方式	磁界アンテナ・光センサー	半球状電極・コロナ針電極
動作原理	磁界と光で雷検知し雷までの距離を判断する。 (磁界はノイズに強い)	静電界で雷雲の接近を検知し放射電界で雷の危険性を判断する。 (静電界はノイズに弱い)
セグの取付け場所	地上・建物上に支柱等で設置する。周囲が見渡せることが必要。	感度の低下を防止するため屋上から2.5m以上の高さが必要。
セグ電源	内蔵電池（寿命4年間）	無電源
接続ケーブル	光ケーブル 標準で100m以内	同軸ケーブル（メタル） できるだけ短距離にする。
評価	動作原理及びセンサの接続ケーブルが雷のノイズに対して強い ◎	レーダドームの頂上に設置するのが困難であり、センサの接続ケーブルにノイズ対策が必要 △

※比較表の「地上電界検出方式」の製品は現在製造されていない。

表2 受電点VCBの開放条件

雷発生距離	雷検知回数
0～8km以内	1回
8～16km以内	
16～32km以内	2回

頻繁なVCBの開放・投入の動作を防止すること、並びに、雷雲が確実に去ったことを検出して電源の復旧を行うため、VCBの開放後は90分間開放状態を維持させ、この間に再度雷を検知し、表2のしゃ断条件が成立した場合は、その時点から更に90分間の時限を持たせた後、VCBの投入を行い商用電源を自動復旧させる運用としている。



データ表示装置の監視画面

(4) 受電点VCB開放・投入指令伝送

受電点VCBの開放及び投入の指令は石狩川開発建設部から山麓にある受電点までを伝送する必要がある。

そのため、石狩川開発建設部から滝川河川事務所までは多重無線回線を使用し、滝川河川事務所で中継後、現地の受電点まではNTT専用回線を使用して、後述するデータ通信装置(受電点側)に対して伝送を行うものとしている。

(5) データ伝送装置 (受電点側)

受電点の既設高圧キュービクルについては、前述の高圧絶縁変圧器の設置などの改造に加え、VCBの開放・投入の指令を受信するためにデータ伝送装置を設置した。

本装置から受電点の高圧キュービクル内にあるVCBの開放・投入指令を発信し、石狩川開発建設部からの遠隔操作を行っている。

また、本装置に対しては蓄電池を装備し、北海道電力(株)の配電線路が停電した場合でも確実なVCBの遠隔操作ができるように配慮した。



データ伝送装置 (受電点側設備)

(6) レーダサイト側受電設備

レーダサイト側の受電設備については、受電点と同様に高圧絶縁変圧器等の設置などの改造を行ったほか、レーダサイト側のVCBを新設した。

このレーダサイト側VCBは、受電点側のVCBが開放され自営配電線路が無電圧になったことを不足電圧継電器で検出し開放する。また、受電点側のVCBが再投入され加電された場合は不足電圧継電器が復帰することで自動投入ができるものとした。

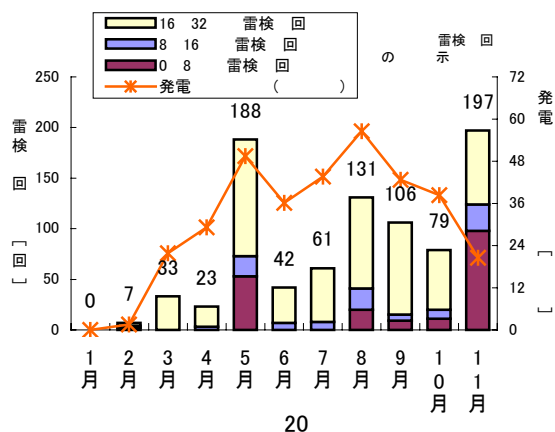
なお、商用電源が停電している間は、全ての電源はレーダサイトの発電機から給電されることになる。

6. 運用状況の概要

平成18年度に、前述のとおり受電点及びレーダサイトの受電設備の改造、並びに、雷センサー情報での電源しゃ断のシステムを導入した後は、直撃雷によるレドームの損傷や誘導雷などでの機器の損傷・停止の被害は発生していない。

また、電源しゃ断システムの運用ではVCBの開放条件などの調整を行い安定した動作を行っている。

平成20年の雷の検知回数と自営配電線路の停電時間の状況をグラフに示す。



当該レーダサイトでの雷の検知を開始してから、2年程度の運用期間であるが、雷の検知回数としては5月と夏から秋の夏季雷が主であることが分かり、発電機の運転時間としては雪解け後から毎月30時間程度の運転を行っている。

特に本年の11月は比較的発電機の運転時間が短いものの雷検知回数は最も多くなっており、1回の停電時間内に雷が集中的に発生したことを示している。

7. 今後の雷対策

平成18年度に前述の改修を実施し効果を上げているものと考えられるが、更なる被害の防止対策として以下のような手法が考えられるため、今後採用等の検討を行いたいと考えている。

(1) レーダサイトの接地抵抗を低減する

現状レーダサイトの接地抵抗は、 6.4Ω であり避雷設備やA種接地の値としては規定値を十分に満足しているが、直撃雷を受けた場合の大電流が接地極に流れ込んだ場合、設備全体の対地電圧が瞬間的に大きく上昇することとなるため、接地抵抗はできるだけ低減することが望まれる。

これらのことから、接地抵抗を $0.1\sim 1.0\Omega$ 程度まで低減できるよう、工法等の検討を行いたいと考えている。

(2) 高絶縁システムの導入

CISで直撃雷を受けることになった場合や、冬季雷の発生時等、大電流を引き下げ導体に流す際、他の設備に影響を与えないよう、引き下げ導体を高絶縁のものとするものが考えられる。

ただし、外径が一般的な引き下げ導体に比較して太くなるため、レドームに配線した場合におけるレーダ波への影響の検討が必要である。

(3) レーダサイト内部の監視装置の導入

遠隔地の山頂にあるレーダサイト設備内の監視を行うためのカメラ設備等の導入を行い、通常時の監視も含め襲雷による被害の有無や設備の運転状態を詳細に確認できる設備の導入を検討していきたいと考えている。

8. むすび

平成18年の襲雷による被害から、ピンネシリレーダ雨雪量観測所には、ここで紹介した各種の耐雷設備を設置した。

特に雷監視装置の設置により、遠隔地である札幌市の石狩川開発建設部から、レーダサイト周辺の雷発生の状況を連続して監視することが可能になり、被害の発生が懸念される場合等における素早い対応が可能となった。

また、これらの対策の効果は、単にこのレーダサイトに対しての雷被害が防止できるだけでなく、同様の被害を受けてきた北海道内のレーダサイトに対する避雷対策の先駆けとなることができ、本設備の内容は他の設備においても採用されてきているところである。

今後は、他のレーダサイトの運用状況等も含めて全体的な効果の確認を進めていきたいと思っている。

謝辞：ピンネシリレーダ雨雪量観測所の未曾有の被災にに対し、設備の復旧にご尽力いただいた方々に心から謝意を表します。