

レーダ雨雪量観測所の雷害対策について

函館開発建設部 美利河ダム管理支所 ○植村 亮介
施設整備課 山田 誠
佐藤 裕介

乙部岳レーダ雨雪量観測所では、落雷による配電線路及び受変電設備の障害が複数年に渡り発生し、都度対策を行ってきた。令和4年度には、約9ヶ月の長期に渡る重要情報システムである雨雪量レーダの観測停止が発生した。本事案を受け令和6年度から設備全体にわたる雷害対策を施しているところである。その対策手法と今後期待できる効果等について報告する。

キーワード：安心・安全、設計・施工、雷害対策、レーダ、維持・管理

1. はじめに

レーダ雨雪量計観測所は電波を使用した降雨量、降雪量の観測をリアルタイムかつ広域的に行っており、河川及び道路等の管理を的確に行うための重要な施設である。

国土交通省では昭和51年に、世界に先駆けてレーダ雨雪量計が設置されて以来、観測精度の向上を図っており、平成21年度からマルチパラメータ(MP)化による高い観測精度が確保されているところである。

しかしながら、昨今の高度な電子機器を使用する現代社会において、雷は非常に大きな脅威であり、ひとたび落雷が発生すると、雷サージという高電圧や大電流が生じ、これが電線などを伝って電子機器に流れ込み、一瞬にしてこれを故障させる。



写真-1 乙部岳レーダ雨雪量観測所全景

函館開発建設部が所有する乙部岳レーダ雨雪量観測所(写真-1)も例外なく落雷の危険にさらされている施設であり、令和4年度にはレーダ観測機能をはじめとする全ての通信機能が約9ヶ月の長期に渡り停止した。

本稿ではこれらの事案を受け、設備全体にわたって施した雷害対策について、その対策手法と今後期待できる効果等について報告する。

2. 乙部岳レーダ雨雪量計について

乙部岳レーダ雨雪量観測設備はCバンドMPレーダに分類され、5GHz帯のマイクロ波を使用し、水平・垂直偏波を発射することで精度の高い観測を行っている。

観測したデータは国土交通省本省へ送信され、気象庁への提供のほか、「国土交通省 川の防災情報」でインターネットにより一般公開されており(写真-2)、河川やダム、道路の維持管理に欠かせない重要な情報源となっている。

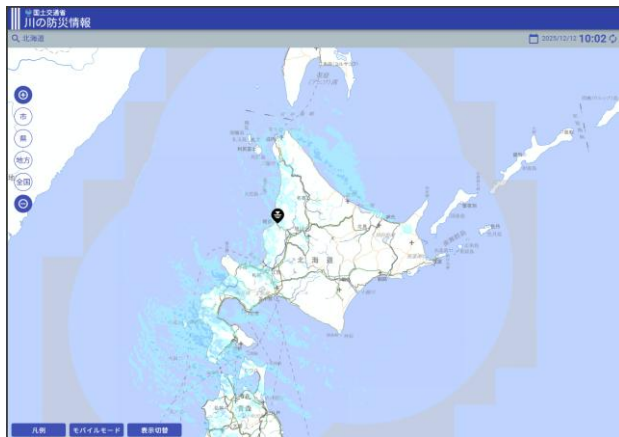


写真-2 『川の防災情報』 <https://www.river.go.jp/index> より

3. 乙部岳レーダ雨雪量観測所の設置環境

乙部岳レーダ雨雪量観測所は、標高 1016.9m の乙部岳頂上に位置し、平成 2 年 11 月から主に道南付近における降雨状況のデータ収集を行っている。観測所までの道のりは、道道、町道、管理用道路（山頂から約 6km 区間）を合わせ約 16 km であり、電源ルートは麓の電柱にて電力会社からの受電を行い、以降は当局の自営による電柱で 10km の架空区間、さらに 6km の埋設区間による配電線路で構成されている(図-1)。

管理用道路以外は舗装されていないほか、道幅も狭く、崖になっている箇所も多数あり、落石や倒木(写真-3)の影響を受けやすい。

また、台風などの大雨で流れた水の力による路肩の崩壊等により通行には危険を伴う環境である。

冬期間においては、設備に至る道路の除雪は行われていないため、車両による通行は不能となる。

4. 落雷による被災状況

令和 4 年 12 月 13 日 15 時ころ、乙部岳レーダ雨雪量



図-1 乙部岳配電線路



写真-3 管理用道路に倒れてきた樹木

観測所の停電発生が検知され、観測所の停電により完全にレーダ設備としての機能を停止したほか、遠方監視機能も失われ、現地の状況把握が不能となった。

(株)フランクリン・ジャパンによる解析データによれば、停電と同時刻に発生した雷の規模は 11kA で雲放電と記録されており、停電の原因はこの雷の誘導雷によるものと推定された。

また、同社による落雷頻度の解析データによると乙部岳周辺は北海道内でも落雷が多い地域であり、さらに平成 26 年から令和 5 年の間で観測した夏季及び冬季におけるそれぞれの落雷日数の統計データ(図-2)(図-3)によると、乙部岳周辺では夏季よりも冬季における落雷の発生が多くなっている。

そして、これらの統計データが示すとおり、先に述べた落雷による被災が冬季に発生し、長期に渡る障害へ発展するに至ったものである。

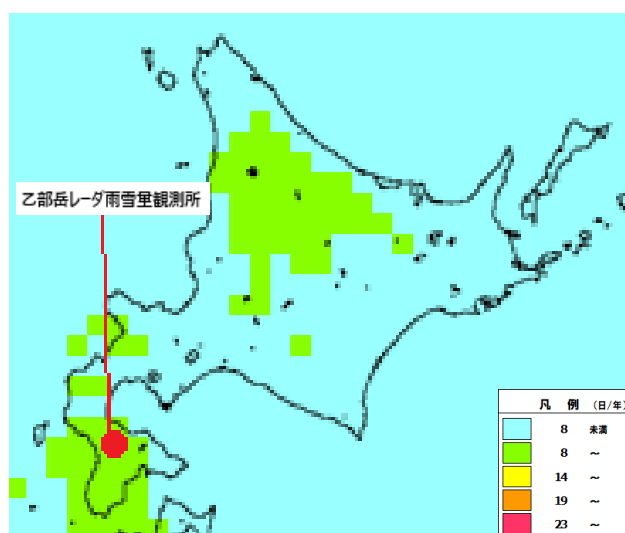


図-2 夏季における落雷日数 2014~2023 年 (10 年平均)

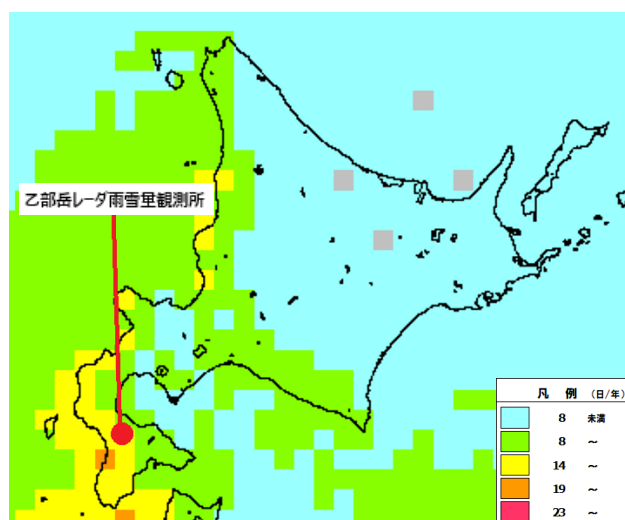


図-3 冬季における落雷日数 2014~2023 年 (10 年平均)

5. 雷害対策の実施

乙部岳レーダ雨雪量観測所には避雷針の設置等、雷害対策を実施済みであるが、前項の被災状況を踏まえ避雷設備をさらに強化すべく検討を行い、以下の対応を行っているところである。

(1) 配電線路避雷器の増強

令和4年度の被災時は、放電電流 2.5kA の配電線路用避雷器が設置されていたが、1 相当あたり 5 台の避雷器が損傷した。しかし、同施設内にある受電設備の 10kA 避雷器は損傷しなかったことから、避雷器の放電電流を 10kA まで増強させることが効果的と判断し、2.5kA 避雷器を 10kA 避雷器へ更新及び追加を行っている。

また、既設区分開閉器には、避雷器が片側のみ設置されているので、開放されると先端となるため、地絡継電器付きの場合、雷サージにより絶縁破壊する可能性があることから、地絡継電器付き開閉器の場合には電源側にも避雷器を設置する必要があると生じた。

しかし、この場合も開閉器が開放されると電源側の末端となり、雷サージにより避雷器が損傷する確率が高くなるため、避雷器が損傷した場合に短時間で復旧できるように電源側に高圧カットアウトを取り付けて避雷器の切り離しを可能とした(図-4)。

(2) 高圧受変電設備改修

令和4年度の被災時における調査結果では、雷サージの侵入経路は明らかとなっていないが、配電線路の周辺状況から樹木への落雷による誘導雷の可能性が高いと考えられる。

乙部岳レーダ雨雪量観測所の構内には 50 本を超えるボーリング接地とそれらを繋ぐ接地導線がメッシュ状に敷設されており、配電線路からの高圧ケーブルも同レベ

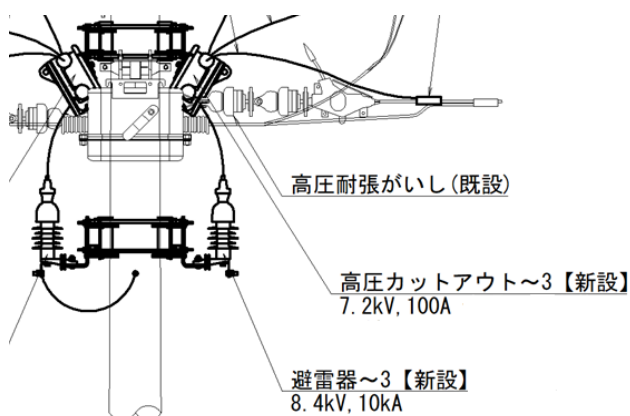


図-4 配電線路改修装柱図

ルの深度に敷設されていることから、高圧ケーブルに発生した誘導雷であれば、配電線路末端柱の方向へも流れていると考えられるが、10kA 避雷器は損傷していなかった。

以上から、図-5 に示すとおり既設では 5kA の避雷器が設置されているが、図-6 に示すとおり 10kA の避雷器を並列に 2 台繋ぎ、分流により最大で 20kA の放電電流とする配置へ更新を行うこととした。

また、高圧受電盤内の機器が損傷したことからこれを保護するため、一次側に高圧避雷器盤を新たに設けることとした。

高圧避雷器盤には電動操作式の断路器(DS)を整備し、冬期間等で早急な現地交換作業が困難な状況で避雷器が損傷した場合に、遠隔で復旧作業を行うために遠方制御にて切り離すことが可能な構造とした。

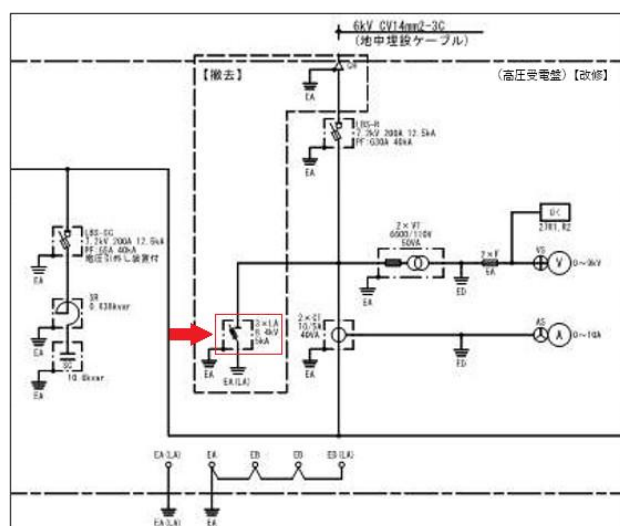


図-5 高圧受変電設備単線結線図(改修前)

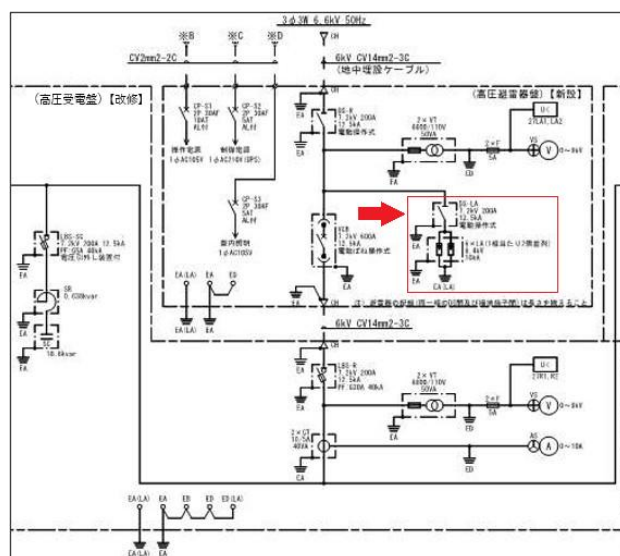


図-6 高圧受変電設備単線結線図(改修後)

(3) 局舎・構内の直撃雷対策

レーダレドームには落雷の痕跡(写真-6)があり、避雷針が雷から建物や人を守る範囲を示す目安の角度である保護角を、一般的建造物の 60 度より厳格な 45 度で設置していたが保護しきれていなかったことが判明した(図-7)。

このことから、レーダレドームへの落雷防止のために回転球体法に基づく配置として局舎の中心(既設避雷針)からの距離約 12m の位置へ新たに避雷針を設置することとした(図-8)。

これにより、レドームのみならず多重無線設備で使用するパラボラ空中線及び局舎並びにレーダ雨雪量観測所構内全体について、落雷からの保護が大いに期待できる。

6. 今後計画している雷害対策

先に紹介したのは現在実施中の雷害対策であるが、今後も有効な対策を次のとおり計画している。

(1) 配電線路末端柱の等電位化

配電線路末端柱はレーダ雨雪量観測所入口門扉の前に

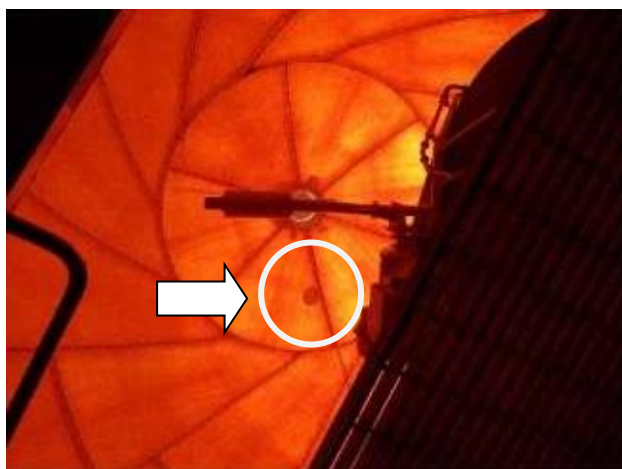


写真-6 レーダレドームの落雷痕跡

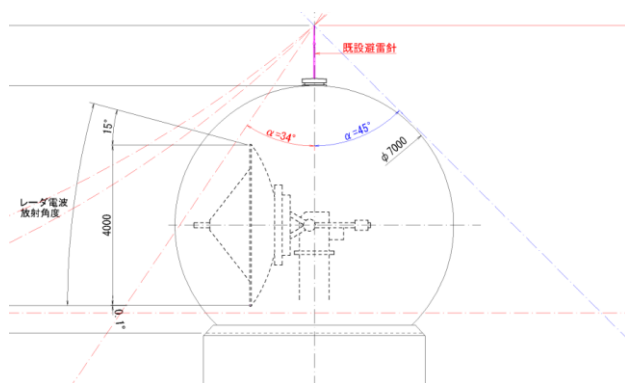


図-7 レーダレドームにおける既設避雷針設置図

あり、構内の接地極と近接した位置に建柱されていることから、逆流雷により配電線路設備の損傷が発生する恐れがある。

これを抑制するため、レーダ雨雪量観測所構内の接地極と配電線路末端柱の接地極を連接接地する。

(2) 地中配電線路の雷害対策

地中配電線路近傍へ落雷があった場合、大地電位の上昇によりケーブルの遮蔽テープと大地の間に電位差が生じ、雷電流がケーブルのビニルシース絶縁を破壊して遮蔽テープに分流し、シースヘピンホールが生じることがある。

対策としては、遮蔽線として埋設地線を敷設し、架空地線や避雷器との連接接地を施すことにより、埋設地線、ケーブルの遮蔽テープ、架空地線、避雷器の接地は全て同電位となり、低抵抗に抑えることが可能となる。施工の際には、埋設地線は雷電流が埋設地線へ侵入する際のアーキによりケーブルが損傷しないよう、ケーブルより 0.1~0.3m 程度の距離を離して敷設する必要がある(図-9)。

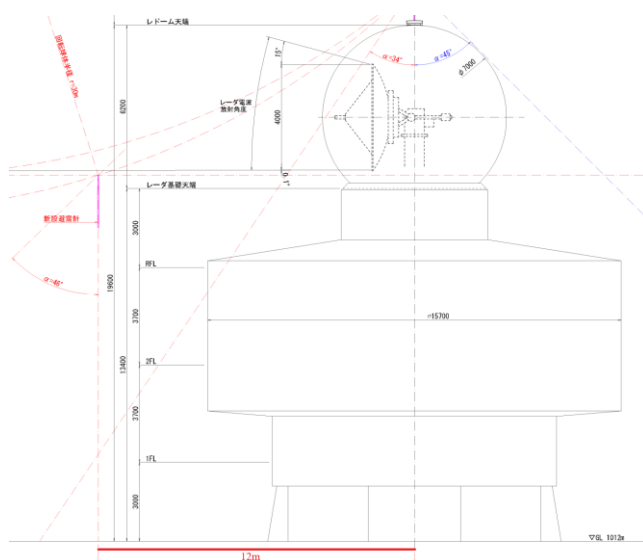


図-8 回転球体法に基づく避雷針配置図

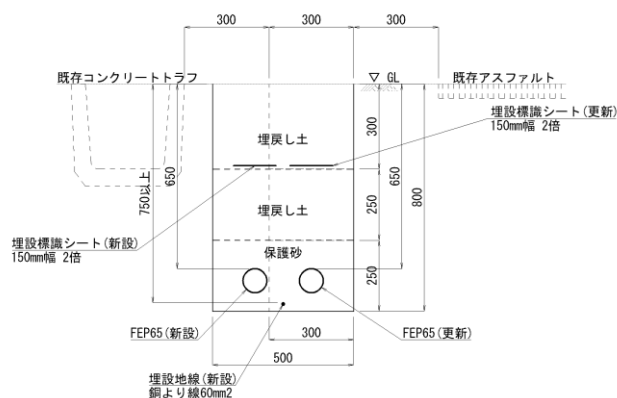


図-9 埋設地線敷設断面図

(3) 既設接地極の抵抗値改善

レーダ雨雪量観測所構内の接地抵抗値を計測したところ、規定値である 10Ω を超える箇所があったことから、恒常的に規定値を確保するため管理用道路沿いに帯状接地極の敷設を計画している。

帯状接地とは接地工事のうち水平工法に分類されるもので、接地抵抗低減材を帯状に埋設して雷電流を分散させる効果が得られるものである。

なお、これは先に述べた地中配電線路の埋設地線を兼ねている。

(4) 架空地線の複数条化

架空地線の条数を1条から2条に増やすと、避雷器の損傷率は約 $1/3$ に減少し、先に改修内容として挙げた避雷器の放電電流を2倍にすることと合わせることでより相乗効果でより大きい効果が期待される。

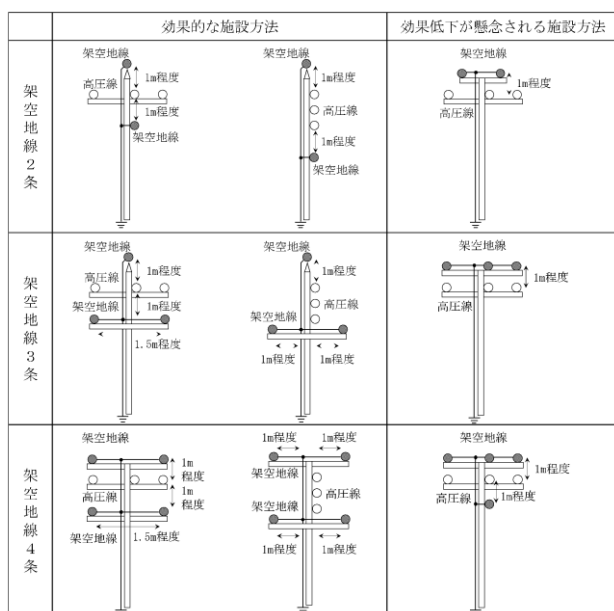


図-10 架空地線の複数条化敷設図

さらに、より効果的な敷設方法として、架空地線の多条化を行う場合、架空地線相互を離して、できるだけ総導体の外側に配置する方法を計画している(図-10)。

7. まとめ

落雷による被害は、軽微なものを含めると函館開発建設部では毎年発生している状況にある。

また、被害箇所は山頂付近や山間部を中心として広範囲に分布しており、被災時期も冬季に集中している傾向がみられる。

雷害対策とその効果の実証は時間を要する上、自然現象である雷害を完全に抑制するのは非常に困難なことから、ある程度の故障リスクを前提として、設備監視及び復旧の手段を含めた対策を講じることもまた重要である。

雷害対策を実施した令和6年度以降は、雷害による大規模な被害へ発展する事象は発生していないことから、雷害対策の効果は少なからず得ていると考える。

今後計画している雷害対策においても効果の検証を継続し、落雷による被害を最小限に抑えることで雷害対策の有効性を証明したい。

参考文献

- 1) 前川 悟, 奈良 綾人, 笹浪 貴弘: 冬季における山頂設備の障害と復旧作業の限界-乙部岳レーダ雨雪量観測所での事例から-, 第67回(令和5年度)北海道開発技術研究発表会; 2024.
- 2) 川の防災情報. “概況”. 国土交通省. 2025. <https://www.river.go.jp/index>
- 3) 雷統計データ. “落雷日数”. (株) フランクリン・ジャパン. <https://www.franklinjapan.jp/raiburari/data/>