藤原ダムの落雷による被害と復旧について

野口　靖雄

関東地方整備局　利根川ダム統合管理事務所　防災情報課（〒371-0846 群馬県前橋市元総社町 593-1）

ダムの管理に使用されるシステムは、ダム管理用制御処理設備（以下「ダムコン」という）を中心として、様々なシステム・観測設備と通信を行い、データのやりとりがなされている。各所から張り巡らされた伝送ケーブルによりこれらの通信を実現しているが、落雷による伝送ケーブルへの異常電圧が発生した場合に、各システムのメインユニットを保護する避雷基盤が損傷を受けてしまう。この場合、障害原因の究明とメーカーへの基盤交換手配に時間要してしまい、障害時における迅速な対応の障壁となっている。

平成 29 年 7 月に発生した落雷被害の状況と障害復旧対応について紹介すると伴に、今後の落雷被害の削減化に向けた対策と障害発生時における保守管理体制の拡充について今後の対応方針を考察する。

キーワード　　落雷、コモンアース、避雷対策

１．はじめに

藤原ダム管理支所は、群馬県北部に位置し、矢木沢ダム、奈良俣ダムからの首都圏への水供給、及び利根川本川上流域の洪水調節を担う重要な多目的ダムである。このため、上流域のダム諸量データ、東京電力の発電所からのデータを受信してダムへ流入する水量、ダムから放流する水量を適切に計算・記録する必要がある。支所には、これらのデータを収集・処理するダムコンが設置され、必要な諸量の受信・演算およびダム遠隔操作を行っているため、すべての通信ケーブルが本システムへ収容されることになる。

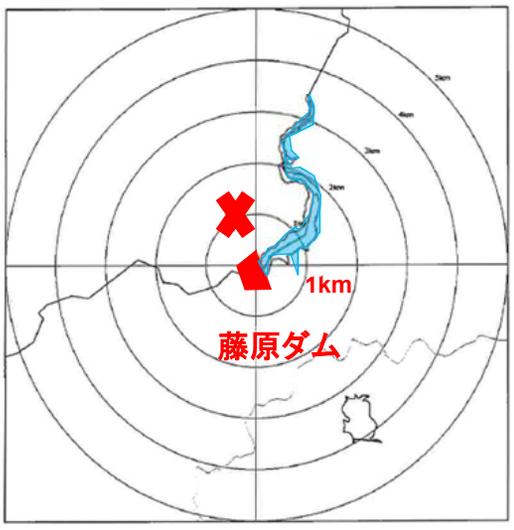
２．落雷の状況

平成２９年７月１３日に発生した群馬県北部の落雷状況を落雷解析を行っている(株)フランクリン・ジャパンに協力していただき、落雷データを提供していただいたので、当日の落雷状況を図１に記す。

深夜 1:30 頃から近隣への落雷は確認されているが、設備障害が確認された時刻と表１に示す落雷データの時刻が一致しており、この誘導雷が伝送ケーブルを伝って、異常電流を発生させ設備を故障させたと考えられる。

このとき観測された落雷サージ電流は、103kA とされており、100kA を超える雷撃電流の頻度は落雷全体の５％程度であることから、非常にまれな大きさの雷であったことがわかる。

落雷地点は、ダム周辺　約１ｋｍの山中付近であるが、この付近一帯が岩盤地帯であることから雷撃電流を地中に逃がすことができず、雷の電流は岩盤地表を伝い周辺へ拡散したと推測される。



中心位置：群馬県利根郡みなかみ町夜後２６
表示範囲：上記地点を中心とした 10km×10km
表示期間：2017 年 7 月 13 日 1:30～2:13

図１：落雷状況図

年	月	日	時	分	秒	緯度(°)	経度(°)	電流値(KA)	中心からの距離(km)
2017	7	13	1	54	17	36.814	139.032	103	1.0

表１：落雷データ

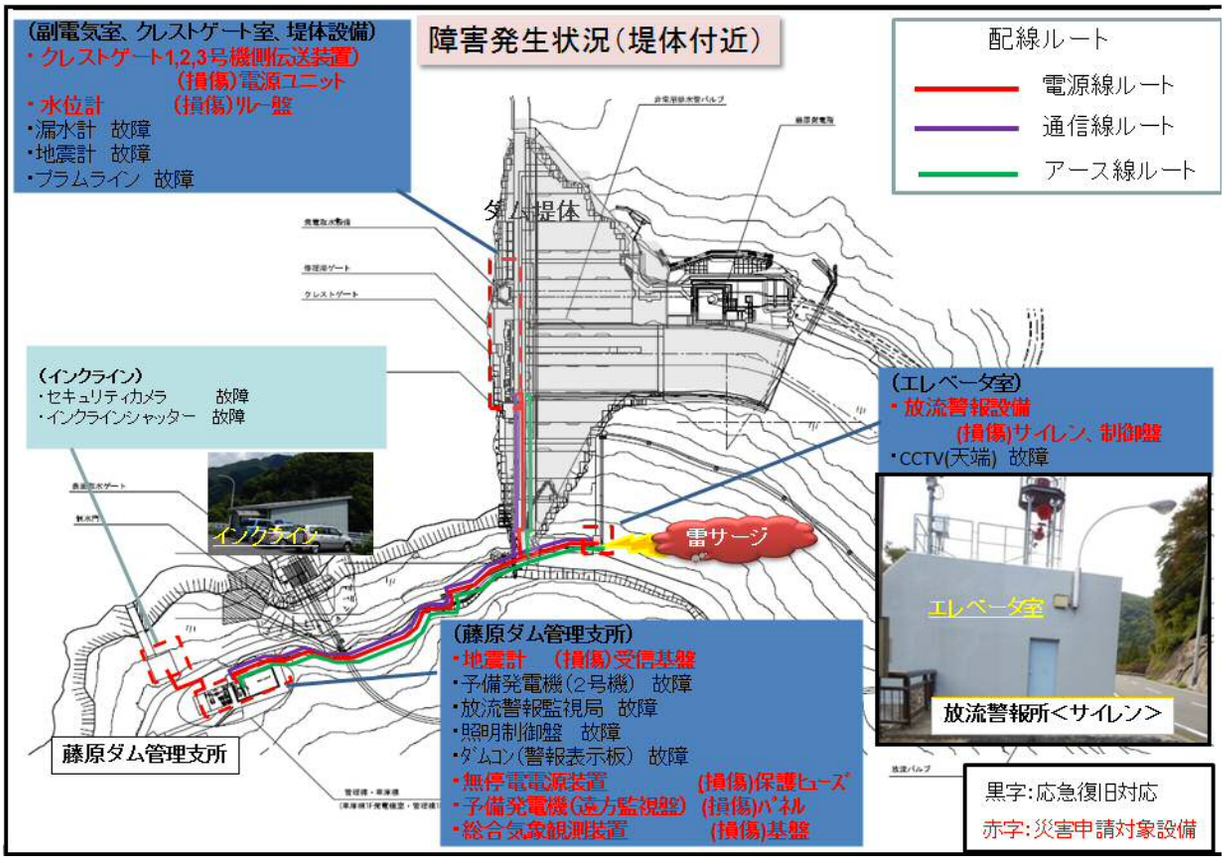


図２：被災箇所図

３．落雷の進入経路の考察及び被害状況

落雷による被災箇所を図２に記す。ダム堤体の放流設備、エレベータ設備は、動力電源ケーブルを始め、ダムのあらゆる制御監視機能を担う通信ケーブルによって、ダム管理支所と電気的につながっている。今回、最も被害を受けたのは、エレベータ室の屋上に設置してある放流警報用の大型サイレンであり、モーター動力によりサイレン鳴動させる装置である。

サイレン制御盤の焼損具合から判断し、岩盤地表を伝い周辺へ拡散した雷の電流は、これらの制御通信ケーブルに対し、高い電圧を誘導させたと考えられる。制御通信ケーブルを伝い、許容電圧を越えた端子部で火花を発生させ、微弱な信号をやりとりする制御基盤内では避雷素子をも通過し、装置の内部破壊（写真１参照）をおこしていた。さらに、電気的に接続されたダム堤体やダム管理支所へ誘導電流が進入し、ダムコンの制御機器や水位観測設備、停電時に電源供給する設備の故障が発生している。これにより、支所からのゲート操作が出来ないだけでなく水位が計測出来ないことから、放流量の演算に支障を来す事態を発生させた。

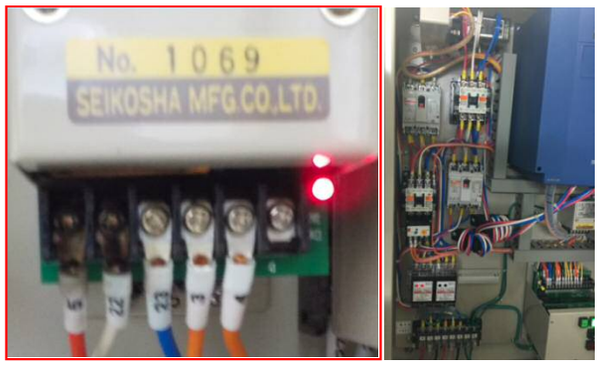


写真１：焼損したサイレン制御盤　端子部

４．落雷後の障害復旧対応

発災後、障害箇所の特定のための調査を点検作業員を始め、メーカー技術者による正常動作確認の点検を実施した。ここで最も問題となったのは、正常に動作している機器と故障している機器の切り分けである。ダム水位のように、データ欠測が発生した場合は、メール通報システムにより異常を早期に検知し、障害箇所の切り分け後速やかに交換部品の手配に移行できるが、地震計やゲート設備の動作など機能が正常であるかを確認するためには、実動作確認試験が必要であり、すべての

設備を動作確認するのに 1 週間程度の時間を要した。特に重要な放流操作に関わる設備については、3 日以内に応急復旧させるため優先して作業を進めていたが、装置の内部基盤が損傷している場合、交換部品の製作期間が長期にわたる機器も存在したため、全設備が正常状態に復旧するためには数ヶ月の期間を費やしている。

5．現状のシステムの問題点

問題点としては 3 点あげられる。

1 点目は、装置の雷対策のために設けられた基盤の存在である。ダム放流操作演算また観測データを送受信処理するために、外部との通信用の装置には、避雷素子が内蔵されている。（写真２参照）しかし、微弱な通信信号をやりとり機器の特性上、雷激の被害を最小限に食い止めるためには、小さな電流であっても進入を抑制する仕様にしなければならない。

これにより、演算にとって重要な制御サーバ、通信処理機能は守られるが、この避雷素子の損傷により、外部との通信が出来なくなり、結果的に観測データの欠測やダム放流遠隔制御などの操作に支障を来してしまう。

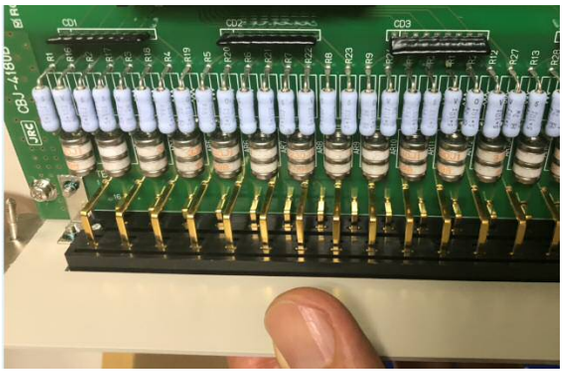


写真２　損傷した機器内部の避雷素子

２点目は、故障状況を的確に把握することの難しさである。ダム放流操作に関わる設備（図３参照）は、目的ごとに整備された機器それぞれが連携し機能を果たしているため、処理異常、通信異常が発生した際にどの装置に障害を期しているのかの原因特定が難しい。またデータ欠測など帳票印字結果などを元に「目に見える障害」として異常が検知できるものについては原因特定が容易に行えるが、「ゲート開閉操作」や「カメラの旋回操作」、といった「試験運転」を行って初めて障害が「地震計の疑似振動試験」といった「試験運転」発生しているかどうかを認識できるものについては、障害の発見が遅れてしまう。

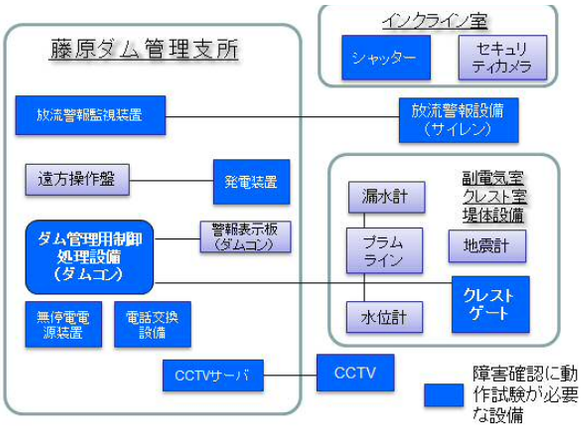


図３　設備別の障害確認方法

３点目は、障害発生時期のタイムラグである。

雷による被害の場合、瞬間的とはいえ避雷対策設計の許容値を越える場合がある。しかし、一定時間内であれば設計値の数倍程度は耐える仕様となっているため、数日後に故障を発生する場合がある

今回の雷被害の確認対応において、試験段階では問題がないと判断された「カメラ装置の操作」や「発電機の始動動作」において、数日後の点検では異常となってしまったため、障害の存在に気がつかない状況が発生した。

4．雷害対策に向けた検討方針

前項で掲げた問題点を解決策としては、「職員による障害対応が可能な設備環境の整備」「迅速な障害切り分け手法の確立」、そして「定期的な設備動作確認・監視の徹底」が挙げられる。

「職員による障害対応が可能な設備環境の整備」とは、 設備の外部に避雷器の集合端子盤を設けた上で、さらに予備品を確保することで、障害発見者が容易に交換対応を行い復旧対応が行える体制を確保するものである。

次に「迅速な障害切り分け手法の確立」とは、多様に連携して構築される複雑化したシステムにおいて、それぞれの設備の単独による障害監視ではなく、統合的に監視情報をとりまとめることにより、障害原因の特定を行うことを目的とした対応である。

最後に「定期的な設備動作確認・監視の徹底」により、障害発見をトリガーにした確認を行うだけでなく、定期的な実操作による確認及び疑似動作試験を行い、定常的な監視体制を構築することで、スムーズな状況把握と迅速な原因究明を図っていくこととする。

５．災害復旧対策と今後の課題の整理

平成２９年度は、落雷被害による災害申請を行い、被災した設備の復旧対応が完了し、ダム運用操作は平常管理が可能な状態となっている。

地震観測設備などの一部の設備は、観測機能の故障により、修理対応が困難であったため、影響を受けやすい設備であると認識し、装置の更新により復旧すると伴に避雷対策の強化を行った。しかし、これらの復旧対応だけでは、根本再発防止と障害復旧対応の迅速化が図れていないため、具体的な対応策について、今後の課題を整理したい。

平成３０年度に再発防止対策を講じるにあたり、今回の雷被害においての課題は以下の５項目である。

（１）落雷による被害が広範囲の電子機器にわたっていたが、目視による確認が出来ないものも多く、被害の全容解明に時間を要した。
（全容解明までおよそ５日間）

（２）損傷した基盤等の手配のために、復旧に時間を要した。

（３）出水に備えた連絡体制の確保とダム遠隔操作が出来ない期間中は、手動操作による対応が必要であった。

（４）雷による障害発生に遅延が生じる場合がある。

（５）障害の復旧に多大なコストが発生した。

上記の課題対して再発防止のための対策を行う必要がある。

６．今後の再発防止対策

前項であげた課題への対策として、平成 30 年度の災害復旧対策として以下の整備を行っていく。

（１）総合的な接地抵抗の低減

被害を受けた設備は接地極（アース）から距離があり、接地用電線も電力供給時の感電防止のみを目的太さであったため、総合的な接地抵抗が大きくなってしまっており、雷による誘導電流を逃がしにくかった。

太い接地線を配線して総合的な接地抵抗を小さくし、雷を確実に大地に逃がし、雷被害の低減を図る。

（２）接地線を共有して接続

ダム管理用設備は、支所から電気供給と通信のために電気的に接続されている。これらすべてを同じ接地線に接続し共有することで、誘導電流を抑制して被害拡大を防ぐ構成とする。

（３）避雷器（ＳＰＤ）集合端子盤の整備

電力線及び通信線に避雷器（ＳＰＤ）を集中して追加設置し、装置内の避雷器と併せて二重保護とするとともに、落雷で破損する避雷器の交換を容易とし、復旧に要する時間の短縮を図る。

７．まとめ

平成 30 年度に対策を予定している構成図を図４に示す。

雷による被害は甚大であり、直撃による焼損に関しては対応が難しいものであるが、今回のような電力・通信線からの流入による被害拡大を防ぐことは急務である。

また、障害発生時に職員の手により応急復旧できる体制と、日頃からの設備の動作状況の監視体制を強化していくことにより、コストの低減とダム管理の体制強化につなげていきたい。

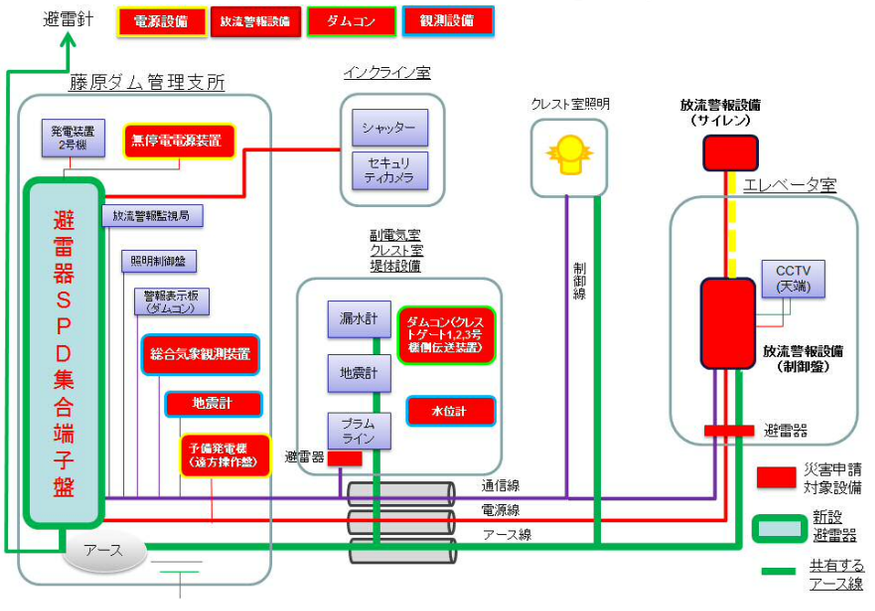


図４：雷害対策　構成図