

落雷の阻止について(防雷システム導入)

東北地方整備局 三春ダム管理所 電気通信係 西村 彰仁

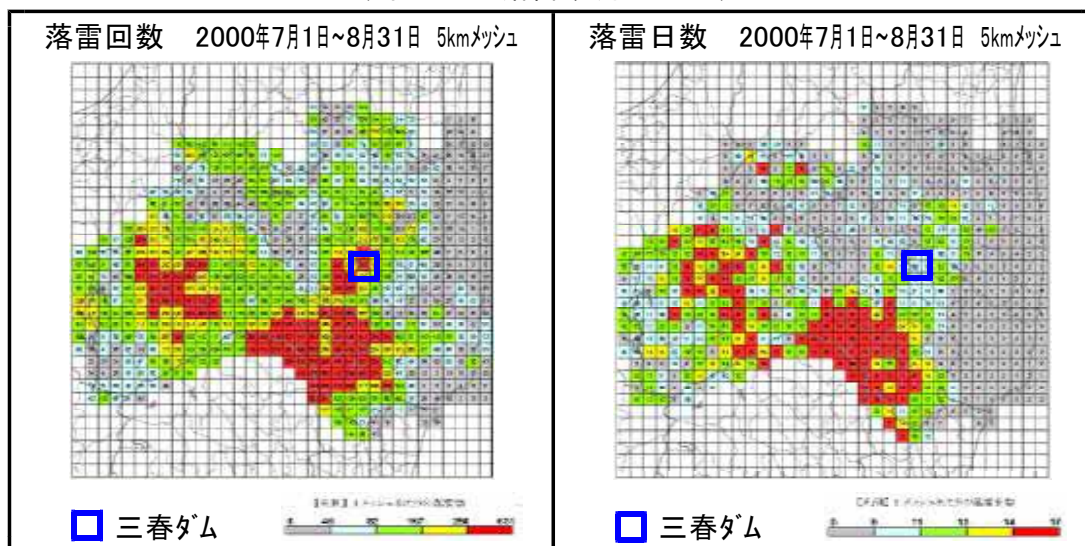
1、はじめに

三春ダムでは、夏季に雷が多く、通信鉄塔への落雷によりダム管理施設への影響が発生している。特に2000年8月には通信鉄塔へ連続して落雷があり、「電気設備」「情報通信設備」を問わず甚大な損害を受けたばかりでなく、最後にはダムコンも停止しダムの機能を使用出来なくなるという最悪の事態にまで発展した。幸い、その時は設備の機能を復旧するまでに出水がなく大事には至らなかったが、その後も落雷による被害を受けるため、落雷による危機的状況を繰り返さないためにはどのようにすれば良いかを検討してきた。

2、三春ダム周辺の落雷発生状況

検討に先立ち、三春ダム周辺での雷発生状況を把握するため、落雷観測データ(「図-1」、<表-1>)を使用した。三春ダムのある田村地方での観測は1998年10月1日からの開始であり、これらのデータより「近年の雷発生の傾向」「落雷多発地域の特定」についてを把握することが出来る。観測期間が短いため落雷発生日数の変動については判断出来兼ねるが1日当たりの発生回数は非常に多いことが分かる(2003年は防雷設備設置後のデータだが、異常気象により落雷が発生しなかったため、例年のデータとの比較は難しい)。

< 図-1 落雷観測データ >



< 表-1 雷被災状況 >

データ種別	発生年	1999年 (H11)	2000年 (H12)	2001年 (H13)	2002年 (H14)	2003年 (H15)	備 考
		7月8月	7月8月	7月8月	7月8月	7月8月	
落雷発生日数(発生率)		16	53	32	39	2	三春ダムを含む10km四方での 発生日数 (**/62*100)
		25.81%	85.48%	51.61%	62.90%	3.23%	
落雷発生回数(平均回数)		50	1194	576	573	2	三春ダムを含む10km四方での 発生回数(計算例50回/62日)
		0.8回/日	19.3回/日	9.3回/日	9.2回/日	0.03回/日	
落雷エネルギーの最大値(kA)		-	-169 被害有	-124 被害有	-150 被害有	-32 被害無	三春ダムが被害を被った時に発生 した落雷の最大エネルギー値

3、被災状況と被害傾向

2000年以降に発生した雷発生状況を「図-2」に、被災状況を表-2に示す。

これらのデータより、下記に示す「被災傾向」や「雷侵入経路」を読みとることができる。

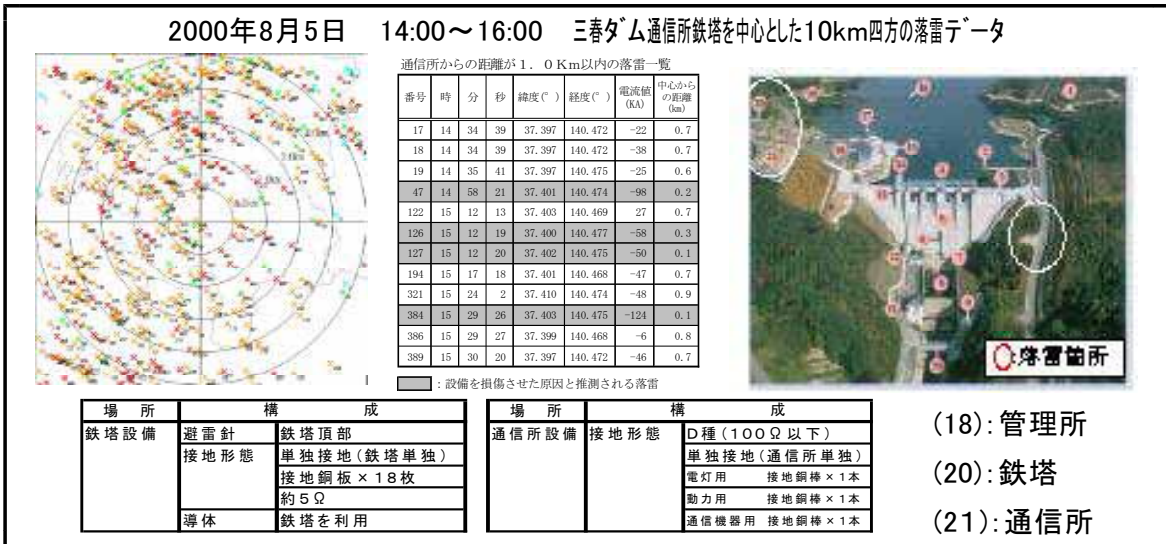
被災傾向

傾 向	内 容
落雷箇所	「通信所鉄塔」「左岸の樹木周辺」に集中
被災範囲	落雷箇所から離れていて、ケーブルで接続されていない設備も被害を受けている。
被害箇所	特定の設備が繰り返し損害を受けている

雷の侵入箇所及び侵入方法の推定

雷の侵入箇所	推 定 侵 入 経 路
鉄塔接続部	鉄塔の避雷針に落ちた雷が鉄塔本体を伝わって大地に放電されるが、途中で鉄塔に固定されている装置にも固定金物等を伝って侵入したと推定される。
鉄塔直下の地中	大地に放電された雷のエネルギーが、周辺にあった電線・ケーブルに侵入し、これら電線・ケーブルを伝って接続されている装置に侵入したと推定される。
接地系統	大地に放電された雷の迷走電流が、各装置等より「感電の防止」や「コンピュータの誤動作防止」のために大地に接続している接地線（アース線）から侵入したと推定される。

〈図-2 落雷箇所解析データ〉



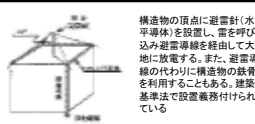

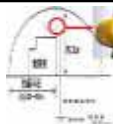

〈表-2 被災状況〉

被災箇所	被災設備	2000年 8月5日	2001年 7月12日	2001年 7月15日	2001年 8月10日	2002年 7月23日	推定侵入経路	現状の対応	
鉄塔	BSアンテナ	●	—	—	—	●	ケーブル、鉄塔接続部	防雷設備の保護エリア内	
	CSアンテナ	●	—	—	—	—	ケーブル、鉄塔接続部	アンテナ撤去済み	
	ひまわり受信アンテナ	●	—	—	—	●	ケーブル、鉄塔接続部	アンテナ撤去済み	
	監視カメラ	●	●	●	●	●	ケーブル、鉄塔接続部	防雷設備の保護エリア内	
	無線LAN装置	●	—	—	—	●	ケーブル、鉄塔接続部	防雷設備の保護エリア内	
通信所内	テレビ共聴装置	●	—	—	—	●	BSアンテナ	防雷設備の保護エリア内	
	CS受信装置(ウェサ-ニュース)	●	—	—	—	—	CSアンテナ	アンテナ撤去済み	
	ひまわり受信装置	●	—	—	—	●	ひまわり受信アンテナ	アンテナ撤去済み	
	デジタル端局装置	●	—	—	—	●	ひまわり受信装置より進入	ひまわり受信装置廃棄	
展望台	電源設備	●	—	—	—	—	鉄塔直下を通過している電線	防雷設備の保護エリア内	
	自動スライド門扉	●	●	●	●	●	通信所と接続しているケーブル	防雷設備のケミロットと接続	
監視カメラ	監視カメラ	●	●	●	●	●	通信所と接続しているケーブル	防雷設備のケミロットと接続	
	テレビ共聴装置	●	—	—	—	—	鉄塔BSアンテナ	防雷設備の保護エリア内	
電気室	受変電設備(6000V受電)	●	●	—	—	—	接地系統と思われるが特定できず	管理所、堤体の接地線接続	
	水力発電送受電盤	●	●	—	—	—	接地系統と思われるが特定できず	管理所、堤体の接地線接続	
	所内照明盤	●	—	—	—	—	鉄塔直下を通過している電線	防雷設備の保護エリア内	
管理所	放流設備制御装置	●	●	●	—	—	接地系統と思われるが特定できず	管理所、堤体の接地線接続	
	電話交換装置	●	—	—	—	—	接地系統と思われるが特定できず	管理所、堤体の接地線接続	
	デジタル端局装置	●	—	—	—	—	接地系統と思われるが特定できず	管理所、堤体の接地線接続	
	所内LAN(1.5M共通防災ルータ)	●	—	—	—	—	接地系統と思われるが特定できず	管理所、堤体の接地線接続	
	強震計装置	●	—	—	—	—	●	GPS受信アンテナ	ケーブルに同軸避雷器挿入
	火災受信盤	●	—	●	—	—	●	接地系統と思われるが特定できず	管理所、堤体の接地線接続
	放流警報制御装置	●	—	—	—	—	●	接地系統と思われるが特定できず	管理所、堤体の接地線接続
照明制御盤(堤体内等操作)	●	—	—	—	—	—	接地系統と思われるが特定できず	管理所、堤体の接地線接続	
堤体内	照明スイッチ	●	—	—	—	—	●	接地系統と思われるが特定できず	管理所、堤体の接地線接続
	コンジットゲート監視カメラ	●	●	—	—	—	●	接地系統と思われるが特定できず	管理所、堤体の接地線接続

4、対策案の検討

被災状況より鉄塔及び鉄塔周辺の直撃雷が原因で被害を受けている事は明らかである。通信鉄塔への直撃雷を防止すれば被害は避けられると考え、いかにして防ぐのかを検討することとした。現在、直撃雷を回避する手法は<表-3>の様なものが存在する。選定にあたっては防護したい対象物の重要度や被災状況にあわせ決定する必要があるが、三春ダムのケースとしては鉄塔周辺に対して「落雷そのものを防止する」「空中での放電を発生させない」という効果が期待できる「防雷方式」が最も有力だと判断し導入することとした。

<表-3 直撃雷対策手法>

項目	直撃雷を受けない対策			落雷を止める対策
	誘雷方式(防衛したいものに雷が落ちないように雷を避雷針に呼び込み逃がす方式)			
	避雷針+棟上げ導体	誘雷塔	改良型避雷針+専用避雷導線	防雷方式
概要	 構造物の頂上に避雷針(水平導体)を設置し、雷を呼び込み避雷導線を経由して大地に放電する。また、避雷導線の代わりに構造物の鉄骨を利用することもある。建築基準法で設置義務付けられている。	 防護したい領域の近くに高い鉄塔を建てて頂上に避雷針を建てる。	 構造物の頂上に改良型避雷針(早期ストリーマ発生型避雷針)を設置し、広範囲の雷を呼び込み絶縁の大きい専用の避雷導線を経由して大深部の地中に放電する。また、専用の避雷導線を水平方向に遠隔地まで配線し大地に放電させることも可能である。	 大地のイオンを上空に放電することにより、雷を中和し、更に防護エリアの電界を緩和して落雷を防止する。
保護範囲	避雷針を頂点とした60度内	避雷針を頂点とした60度内	改良型避雷針の頂点から半径50m~100m	取付高を頂点とした円内
主な用途	「一般建築物」「文化財」	「一般建築物」「文化財」「風力発電」	「高層建築物」「大規模建築物」「競技場等」	「インテリジェント施設」「病院」「重要設備」
構成	「避雷針」「避雷導線」「接地電極」	「避雷針」「避雷導線」「接地電極」「誘雷塔」	「改良型避雷針」「専用避雷導線」「接地電極」	「電荷放散器」「ケミロット」「地電流収集線」「接地導線」
特徴	建築物や人命保護用としての実績は低コストのため導入しやすい。	避雷針より防護効果が高くなる	避雷針より防護効果が高くなり、遠隔地へ放電させることで影響を抑えられる。	直撃雷を防止するとともに、サージ被害を防ぐ保護エリア内には避雷装置は不要
評価	既設がこの方式であり被害を防げない。(×)	鉄塔の建設は、景観、電波障害、建設用地の問題がある。(×)	鉄塔直下に電気室、水平方向にも設備があり雷を放電させる適当な場所がない。また、岩盤であるため放電させた雷が遠距離まで広がる恐れもある。(×)	直撃雷を防げる効果は大きい、鉄塔に取り付けが可能である。(●)

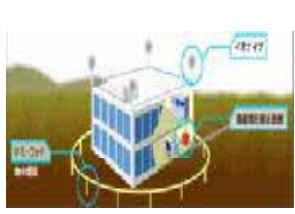
5、防雷設備工事概要

- ①落雷想定規模:170kAまで(マージン除く)
- ②設置機器:傘型イオナイザ1基 ホールイオナイザ32基 ケミロット8本 観測装置1式
- ③システム原理(雷雲のもっているエネルギーを中和し、地上に雷が落ちないようにする)

落雷発生原因

雷雲が近づくと雷雲が持っているエネルギーとは逆のエネルギーが地上に現れ、それぞれのエネルギーがお互いを迎えに行き二つのエネルギーが合体し、落雷が発生する

<図-3 防雷設備動作イメージ>



①地上のエネルギーを集める
エネルギーを地中のケミロットと地電流収集線で収集する。

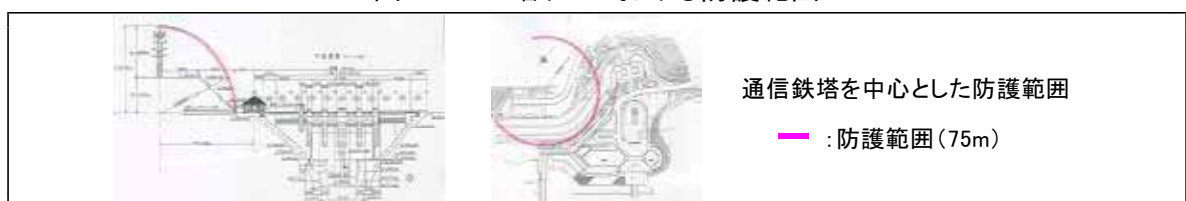
②エネルギーを空中に放出する
接地導線を通じて鉄塔上部のイオナイザ(電荷放散器)から空中に放出する。

③エネルギーを中和する
放出されたエネルギーは空中で雷雲のエネルギーと結びつき中和され落雷が防止される。放出されたエネルギーの一部は保護ネットを作り空中での放電を防止する。

<図-4 三春ダムにおける防雷設備構成>



<図-5 三春ダムにおける防護範囲>



6、導入効果

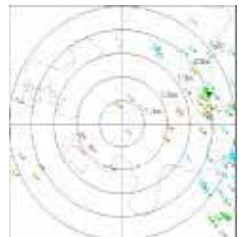
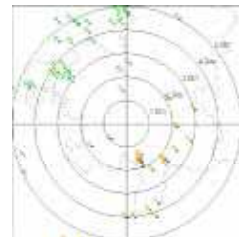
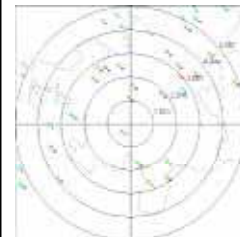

防雷設備導入後の効果の検証方法は次の項目で行い、結果を確認することとした。確認には8月4日及び8月13日～15日の4日間に起きた激しい雷雨のデータを使用した。

稼働開始日：平成14年7月26日（当初7月17日であったが台風6、7号の影響で遅れる）

- | | | |
|--------|---|---------------------------|
| 〈検証方法〉 | } | ①通信所、管理所でのダム管理施設への被害有無の確認 |
| | | ②目視（肉眼）及びCCTV録画映像を使用した確認 |
| | | ③落雷箇所解析データ（〈図－6〉）を使用した分析 |
| | | ④雷観測装置による測定（H14. 10から使用） |
| 〈確認結果〉 | } | ①通信所、管理所に限らず被害なし |
| | | ②通信所、管理所周辺で雷は確認されず |
| | | ③データでは通信鉄塔周辺への落雷は観測されていない |

〈図－6〉のデータよりこの4日間、三春ダム周辺に多数の落雷があった事は明らかである。しかし、確認結果からも分かる様に防雷設備が設置されている通信鉄塔を含む防護エリアに落雷はなかった。このことから、防雷設備が通信鉄塔や鉄塔周辺への落雷を防止し、効果を十分に発揮したといえる。

〈 図－6 落雷箇所解析データ 〉

観測日	H14.8.4 15:20~16:20	H14.8.13 20:00~24:00	H14.8.14 15:00~19:00	H14.8.15 14:30~20:30
落雷回数	80回	58回	37回	44回
鉄塔からの最短距離 と落雷エネルギー	0.4km (-36kA)	1.0km (-17kA)	0.5km (-16kA)	0.4km (-39kA)
最大値(kA)	-95kA	-84kA	-82kA	-150kA
最小値(kA)	-12kA	-12kA	-10kA	-13kA
三春ダム通信 鉄塔を中心と した10km四方 の落雷データ				

7、今後の課題と対応

防雷設備導入以降は、三春ダム周辺に落雷はなく、毎年悩まされていた落雷によるダム管理施設への影響は全くなかった。しかし、防雷設備導入のきっかけとなった2000年8月5日に起きた落雷に匹敵する規模には遭遇しなかったため、充分検証したとは言い難い状況であった。

平成15年度は雷観測体制を整え落雷の襲来を待ち受けていたが、異常気象のため夏季の間に落雷が発生せず、防雷設備の効果の検証を行える状態ではなかった。

そのため、来年度以降も引き続き防雷設備の効果の検証を十分に継続し、状況に応じた対応をしていくこととする。