

IV. 雷害対策の実際

1. 雷害対策とは

1) 雷被害の実態

雷被害の実態については、Ⅲ章でも述べましたが、ここではより詳細に雷による被害とその要因について解説します。

①避雷針や建物・配電線などへの直撃雷による被害

→避雷針や建物に直接的な被害を及ぼすなど雷サージのエネルギーが大きく、装置等の被害においても外観的に見てわかるような損傷が発生するケースが多くなっています。ただし、施設への直撃雷や近傍への落雷による被害は雷害全体としてはあまり多くありません。

②電柱に張り巡らされている通信ケーブルや電源ケーブルなどの近くに落雷し、そのケーブルに雷サージが誘導される（誘導雷）ことで、ケーブルを伝わって雷サージが装置等に侵入して故障する被害

→直撃雷等と比べ雷サージのエネルギーはそれほど大きくないため、被害としても外観的に見てわかるような被害は少なくなっています。被害箇所としては装置内部に搭載されている部品や基板の損傷が発生するケースが多く、結果として装置機能を損なう故障となっています。

③大地への直接的な落雷や建物等に落雷したときに大地へ雷サージが流れることで、落雷地点付近の地電位が上昇する。そのため落雷地点に近い接地線から雷サージが侵入（逆流雷）し通信ケーブルや電源ケーブルに流れ込み、各ケーブルを伝わって装置等に侵入して故障する被害

→②と同様に直撃雷等と比べ雷サージのエネルギーはそれほど大きくないため、被害としても外観的に見てわかるような被害は少なくなっています。被害箇所としては、装置内部に搭載されている部品や基板の損傷が発生するケースが多く、結果として装置機能を損なう故障となっています。

②誘導雷や③逆流雷のような対象設備や配線近傍への落雷により生じる雷サージの影響は、①直撃雷による被害に比べ損害自体は小さいものの、発生頻度ははるかに高く、一般に落雷点から 2km 以内において電気設備に何らかの影響を生じる可能性があると言われています。

影響の度合いは、雷サージ電流の大きさや落雷点からの距離により異なりますが、仮に周囲 2km に落雷が発生し機器が被害を受けると想定すると、②誘導雷、③逆流雷の雷サージによる被害の発生頻度は、①直撃雷に対して約 2,000 倍になります。

そこで、機器の保護を考えた場合、誘導雷、逆流雷（非直撃雷）への対策としてSPDを設置することが重要な作業になります。

直撃雷対策については、設備や建物の重要度に応じて、対策の有無や対策方法を検討する必要があります。

2) 雷害対策のポイント

①雷サージはどこから侵入するのか

雷サージは装置に接続されているメタルケーブル（電源線、通信線、アース線等）から侵入します。

また装置が金属管体である場合は、装置の固定部が何らかの形（金属製の金具やネジで建物の鉄筋部分に固定されている等）で接地されている場合は、その接地部分からも雷サージが侵入することがあります。

効果的な雷害対策を行うには、装置にどのような配線が接続されているのか、装置がどのように固定されているのか等を確認し、雷サージが侵入する可能性があるすべての部分に SPD を設置することが重要なポイントとなります。

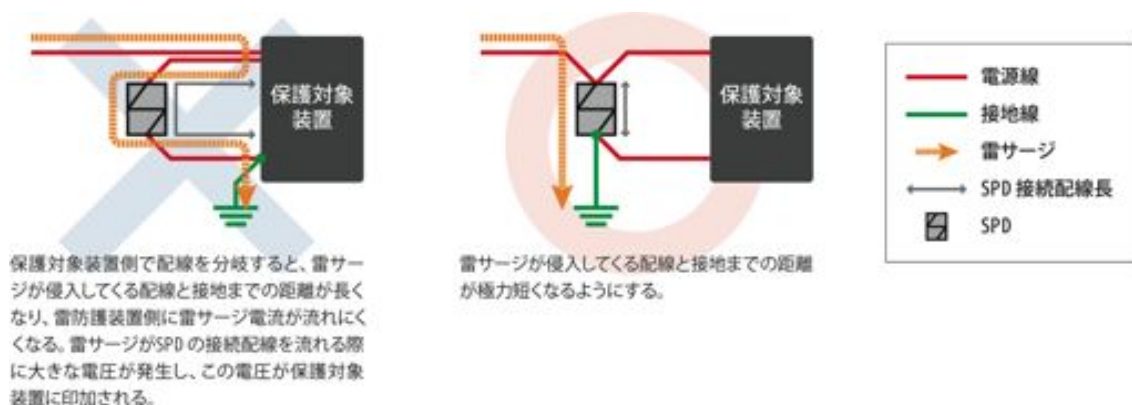
②SPD の配線方法について

SPD は保護対象装置に対して雷サージをバイパスさせるルートを作成します。設置するにあたり効果的に保護性能を活かすため以下の点に注意する必要があります。

ポイント 1

屋外から引き込まれる配線と接地線が最短になるように SPD を接続することで配線の抵抗成分による影響を減少させることができ、SPD 側に雷サージが流れやすくなる。

■4-1-1 SPD の配線方法の比較（その 1）



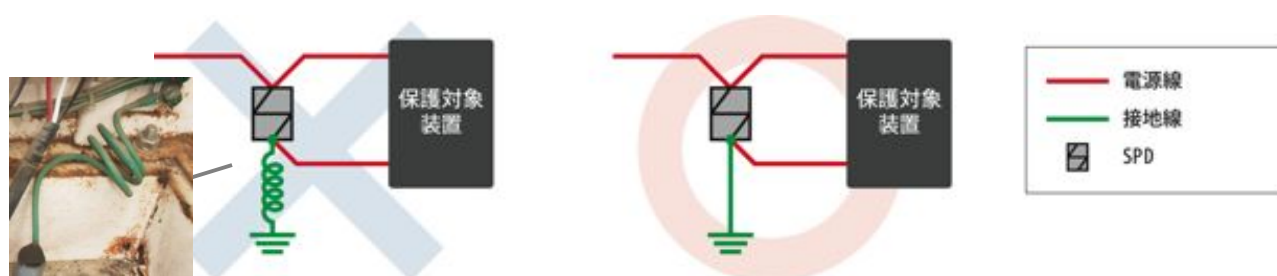
悪い配線例

良い配線例

ポイント 2

SPD から接地までの配線は極力短くする。アース線はコイルのように巻かないこと。コイルのようにアース線を巻いてしまうと、雷サージに対して配線の抵抗成分が大きくなり雷サージ電流が接地側に流れにくくなってしまう。

■4-1-2 SPD の配線方法の比較（その 2）



悪い配線例

良い配線例

2. 雷害実例と対策

1) 学校施設の雷害対策

学校施設における雷害対策は、以下の二つに分けることができます。対策の選択にあたっては、当該地域の雷害リスクを考慮して十分に検討することが重要になります。

①直撃雷対策(外部雷保護システム)

通常は建築基準法に定められた避雷設備を設置しますが、法令では避雷設備の設置が求められない場合でも必要に応じて外部雷保護システムの設置を検討することが望まれます。

②雷害対策（雷サージ保護システム）

a. SPDによる対策

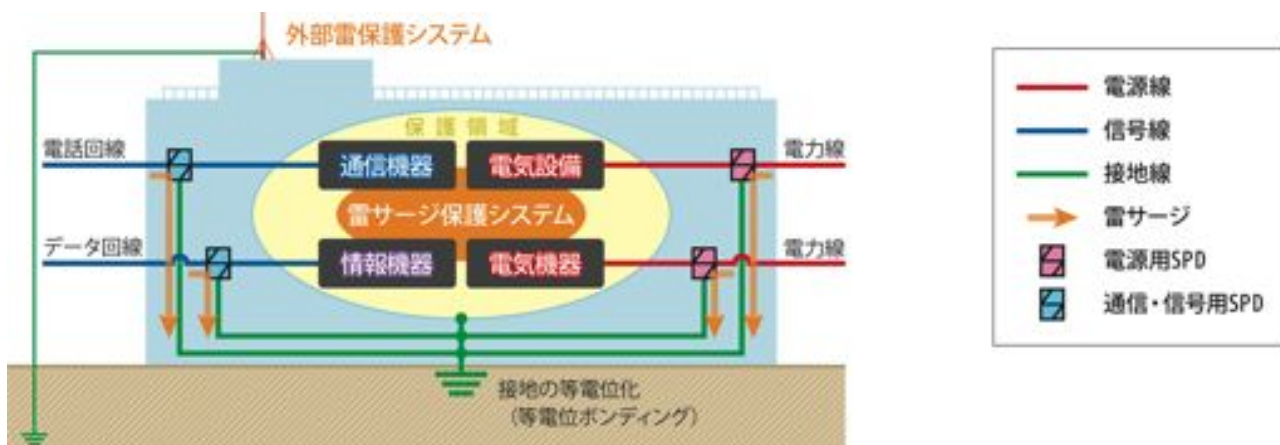
誘導雷等による雷サージから、電気設備・電気機器・電子機器等を保護するためには、サージ防護デバイスを使用することが効果的です。

学校施設は様々な装置が使用されていることから、どのようなサージ防護デバイスをどこに設置するかについては保護すべき機器の重要度・資産価値・緊急性、および当該地域の落雷頻度（雷撃密度）などを考慮した雷害リスク評価を行った上で判断することが望まれます。

b. 接地の等電位化（等電位ボンディング）

サージ防護デバイスに十分な効果を発揮させるためには、建物の接地が等電位化されていることが望まれます。直撃雷対策を行わない場合でも、等電位ボンディングだけを行うことは雷サージ対策の観点から大きな意味があります。

■4-2 雷害対策モデル概念図



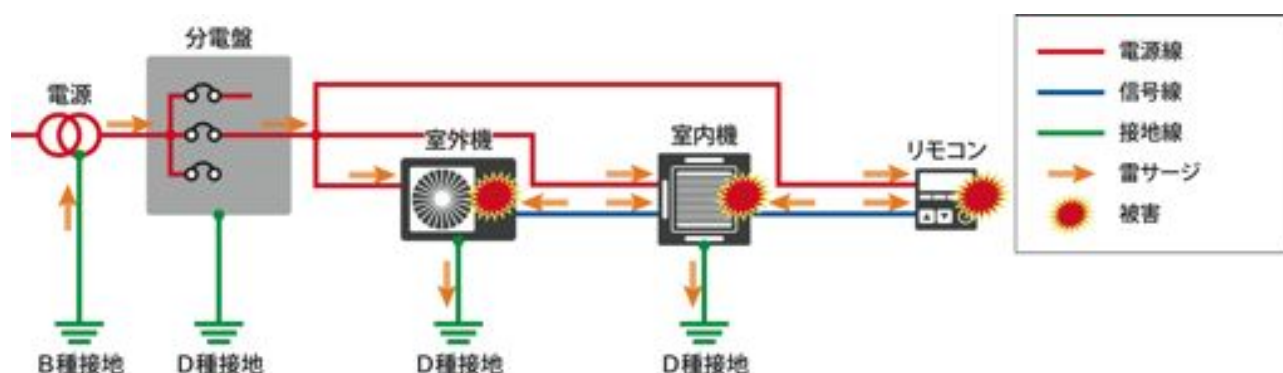
③学校施設での雷害対策例

a. 空調設備

●被害要因

- ・ 空調設備は、室外機や室内機が広範囲に設置されているため、落雷による誘導や大地電位差の影響を受けやすいシステム構成となっています。
- ・ 電源線の系統接地（B種）と保安用接地（D種）が別々に接地されているケースがあり、このケースでは電源線と接地間で電位差が生じやすくなります。
- ・ 電源線・信号線・接地線のいずれから雷サージが侵入する可能性がありますが、被害事例ではノイズフィルターやインバータ基板の被災が多くみられることから電源系から雷サージが侵入するケースが多いと推定されます。

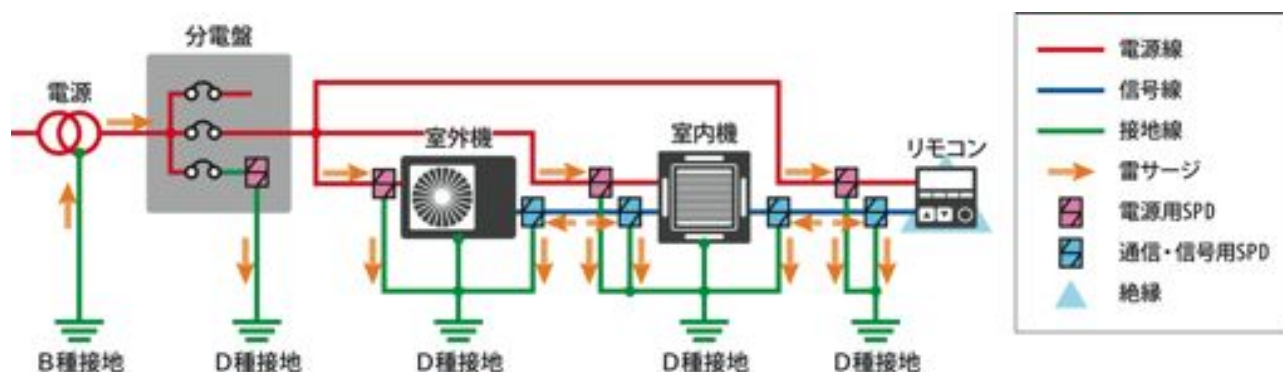
■4-3-1 被害要因の推定



●雷害対策例

- ・ 被害要因より、対策としては電源線と信号線にそれぞれ SPD を設置し、各配線から侵入する雷サージを防止することが必要です。

■4-3-2 空調設備の対策例

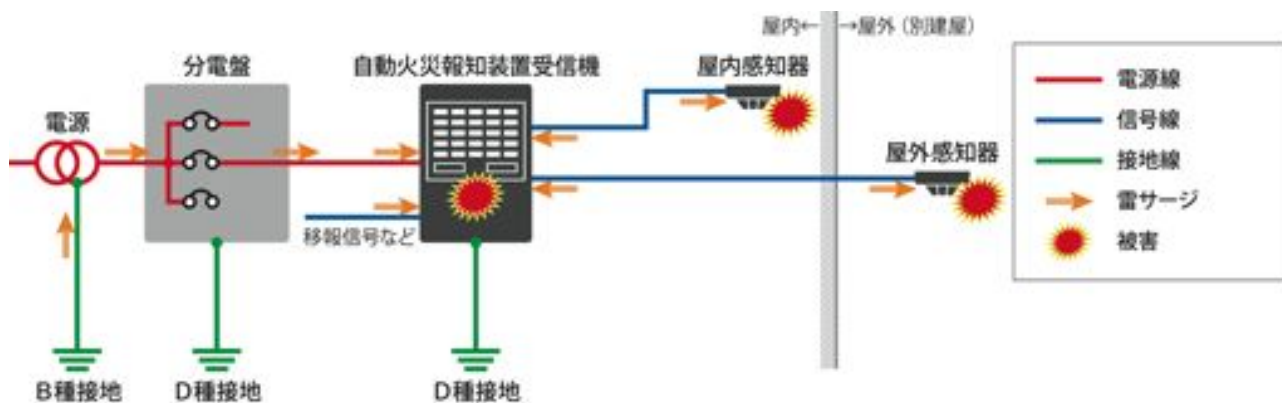


b. 自動火災報知機設備

●被害要因

- ・ 自火報設備は、主装置である受信機から敷地内の広範囲にわたって感知器等が設置されているため、受信機から信号線や電源線など色々な配線が多数接続されていることから、落雷による誘導や大地電位差の影響を受けやすいシステム構成となっています。
- ・ 電源線の系統接地（B種）と保安用接地（D種）が別々に接地されているケースがあり、このケースでは電源線と接地間で電位差が生じやすくなります。
- ・ 被災部位の事例としては、受信機の基板内部まで及んでいるケースが多いこと、また多数の配線が接続されていることから、雷サージの侵入経路を特定することは困難です。

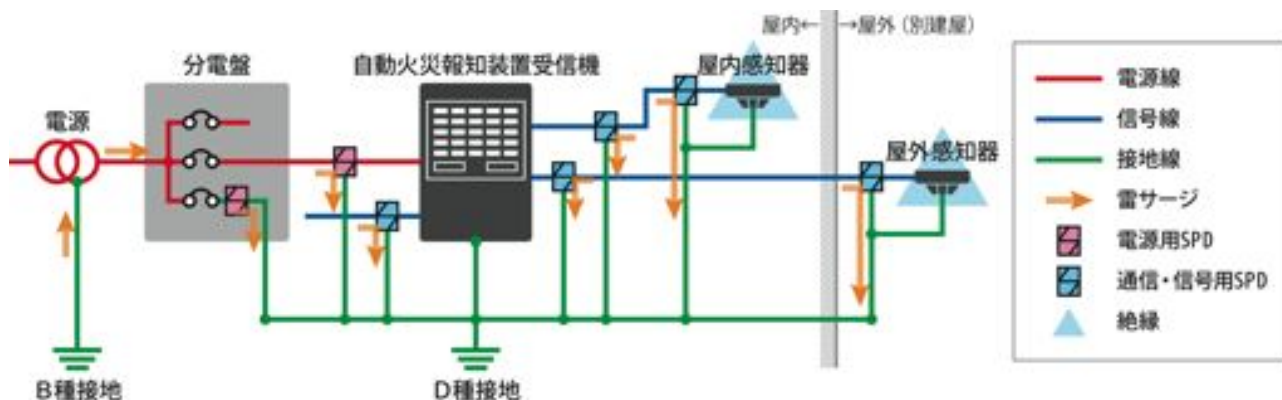
■4-4-1 被害要因の推定



●雷害対策例

- ・ 被害要因より、対策としては電源線と信号線にそれぞれ SPD を設置し、各配線から侵入する雷サージを防止することが必要となります。

■4-4-2 自動火災報知機設備の対策例

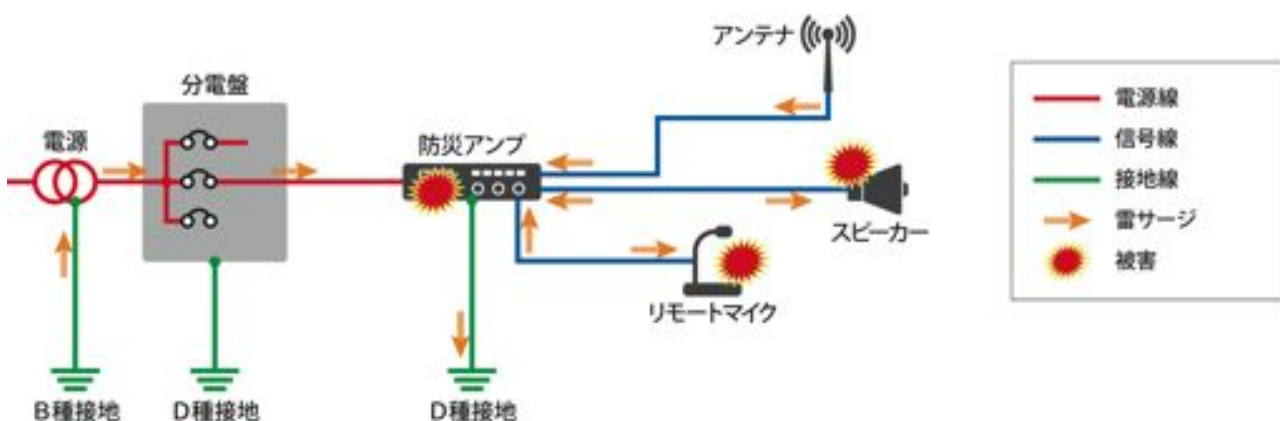


c. 非常放送設備

●被害要因

- ・ 非常放送設備は、主装置である防災アンプから敷地内の広範囲にわたりスピーカ、アンテナ、リモートマイク等の通信・信号線が配線されていることから、落雷による電磁誘導や大地電位差の影響を受けやすいシステム構成となっています。
- ・ 電源線の系統接地（B種）と保安用接地（D種）が別々に接地されているケースがあり、このケースでは電源線と接地間で電位差が生じやすくなります。
- ・ 電源線・信号線・接地線のいずれからも雷サージが侵入する可能性がありますが、被害事例では信号系の被災が多くみられることから信号系から雷サージが侵入するケースが多いと推定されます。

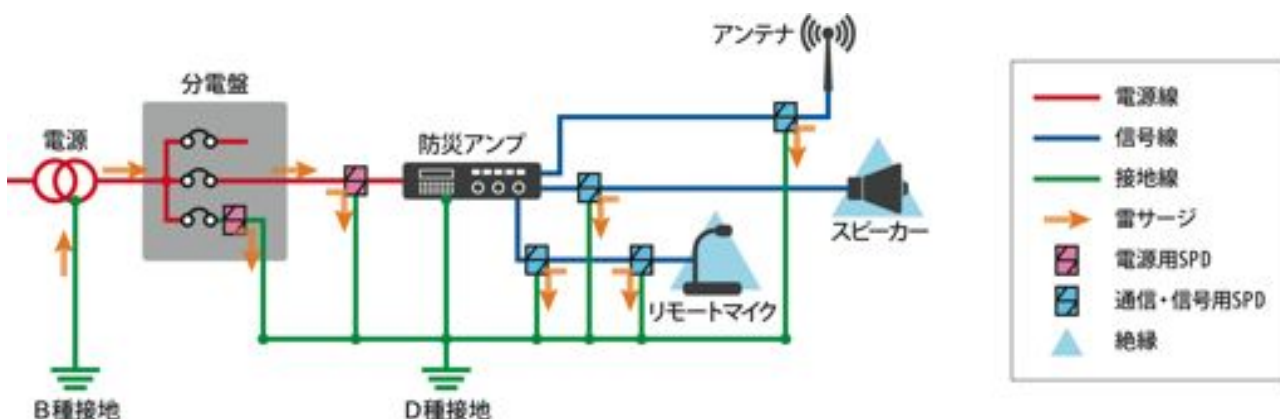
■4-5-1 被害要因の推定



●雷害対策例

- ・ 被害要因より、対策としては電源線と信号線にそれぞれ SPD を設置し、各配線から侵入する雷サージを防止する必要があります。

■4-5-2 非常放送設備の対策例



2) 防災無線子局の雷害実例と対策

①被害状況

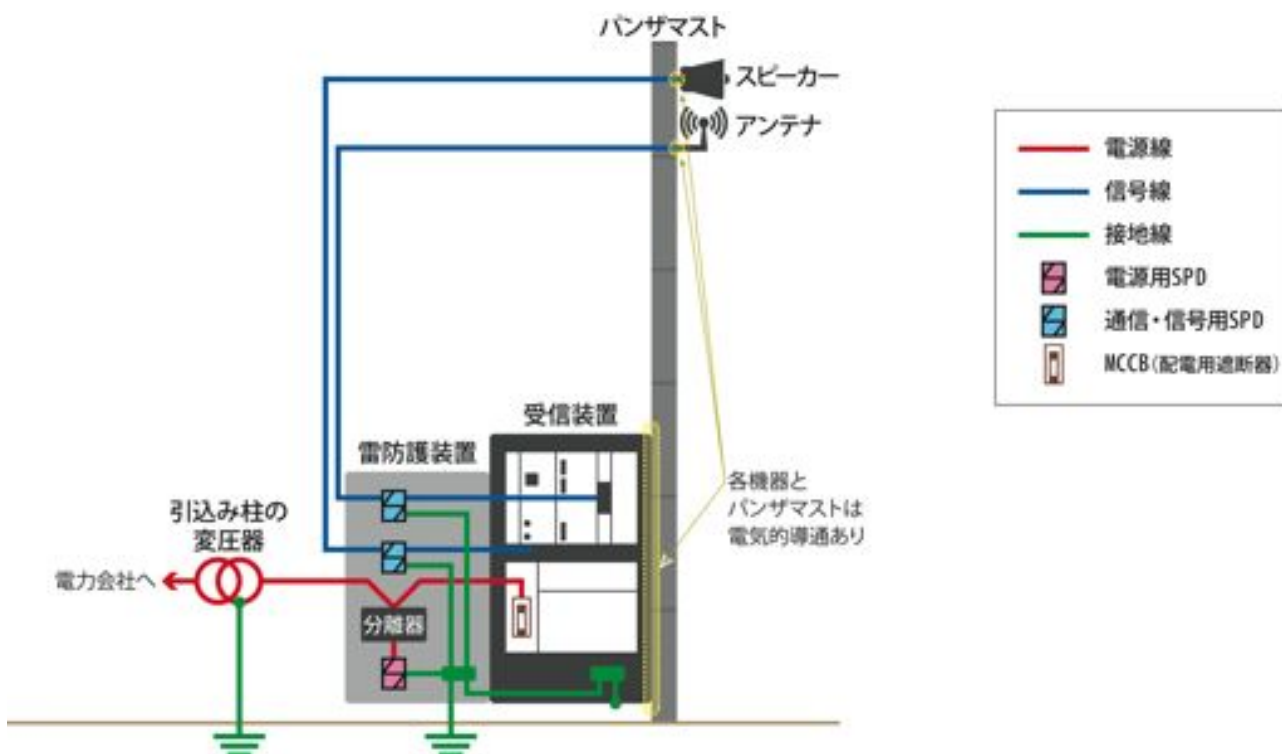
近隣で落雷が発生した際に、装置に接続されているメタル配線（電源線、アンテナ線、スピーカ配線、接地線）や筐体の固定部分から雷サージが侵入したため、防災無線子局に搭載されている基板やブレーカが破損し、無線放送ができなくなった例が見られます。

②雷害対策事例

対策としては、雷サージ侵入が想定される各メタル配線部分に適切なSPDを設置します。

また、筐体の固定部分からの雷サージ侵入に対しては、SPDの接地部分と筐体を接続することでサージ防護デバイスによる保護が可能な状態になります。以下に対策方法の概要を示します。

■4-6 防災無線子局 雷対策例

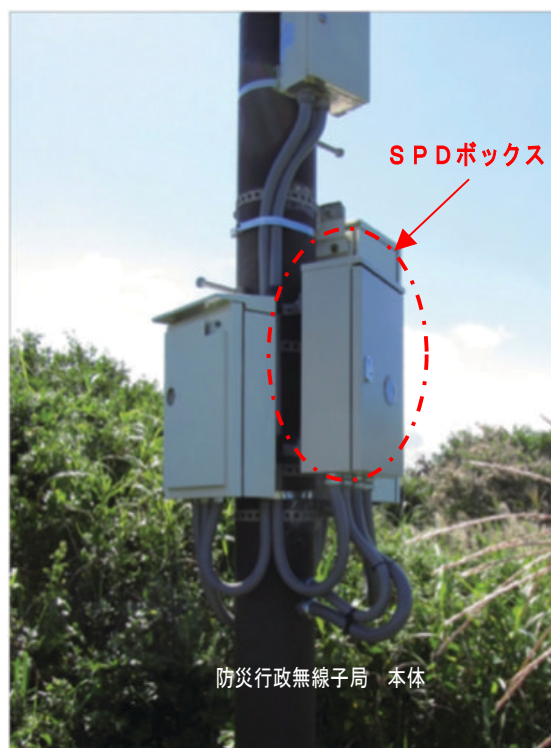


③サージ防護デバイスの設置状態

防災無線子局に対するサージ防護デバイスの設置例を示します。



防災行政無線子局用 SPD ボックス外観



防災行政無線子局への設置状態



防災行政無線子局への設置例（設備全体）

④防災行政無線子局の雷保護への取組

防災行政無線子局に対する雷被害の実態及び効果的な対策については、全国市有物件災害共済会から雷害対策ガイドブックが発行されており、実地検証により雷保護効果が確認された対策方法及び SPD の仕様等について記載されています。



雷害対策ガイドブック

防災無線子局の雷害対策		
表 5. 雷害防護装置の推奨値		
項 目	仕 様	
電源用 SPD	クラス	II
	最大連続使用電圧 (Uc)	1 φ 2W 275V AC
	電圧防護レベル (UP)	L-N 1.5kV 以下
		N-PE 1.2 kV 以下
	公称放電電流 (In)	20kA (8/20 μs) × 15 回以上
	最大放電電流 (Imax)	40kA (8/20 μs)
	接続電線サイズ	5.5 mm 2 ~ 35 mm 2
電源用 SPD 分離器	備 考	故障表示機能：有り
	定格電流	30A 以下
	サージ電流耐量	20kA (8/20 μs) × 15 回以上
	遮断容量	10kA 以上
無線アンテナ用 SPD	カテゴリ	C2 及び D1
	電圧防護レベル (UP)	1.2kV 以下
	インパルス電流 (Iimp)	2.5kA (10/350 μs) × 2 回以上
	公称放電電流 (In)	20kA (8/20 μs) × 10 回以上
	使用周波数帯域	DC ~ 3GHz
	V.S.W.R	1.5 以下
	挿入損失	0.5dB 以下
	最大許容電力	100W
	備 考	コネクタ：N 型 (カップリングナットのスパナがけ構造)
	消費電力	0W
スピーカ用 SPD	カテゴリ	C2 及び D1
	電圧防護レベル (UP)	1.0kV 以下
	インパルス電流 (Iimp)	1kA (10/350 μs) × 2 回以上
	公称放電電流 (In)	10kA (8/20 μs) × 10 回以上
	最大連続使用電圧 (Uc)	110V AC
	備 考	配線方式：ラインに対し並列接続 劣化表示機能：有り

SPDの仕様

3) 浄水施設の雷害事例と対策

①被害状況

浄水場において、数回にわたり浄水場の機能停止につながるような雷害を受けています。

雷被害状況は以下のとおりです。

- ・ 電源引込部分の開閉器・接続器等の破損→電源供給が遮断された。
- ・ 制御電源システムの故障→発電機の自動始動機能が作動せず瞬時に発電機が動作しなかった。

そのため手動による起動で発電機を始動させることとなった。

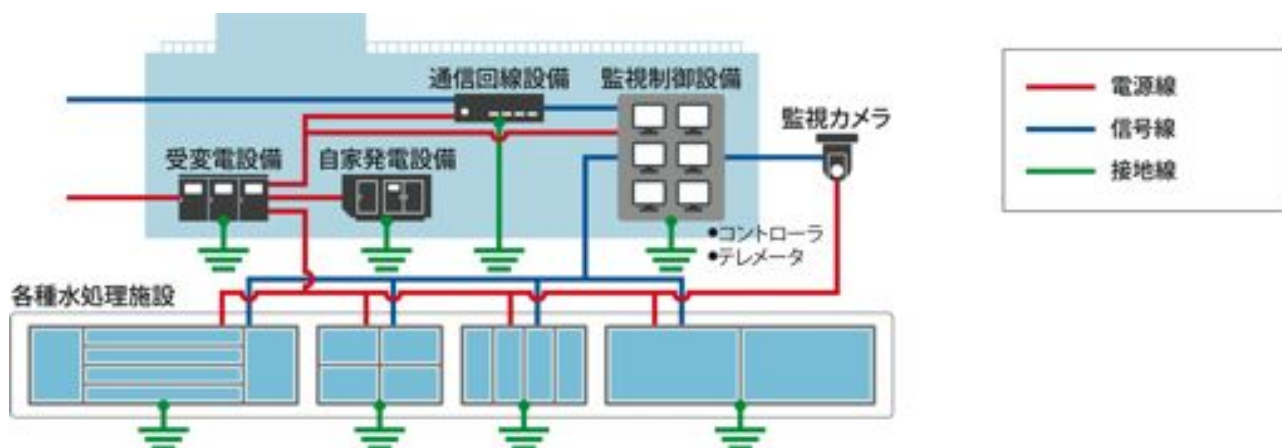
- ・ 施設内の各装置のコントローラ等の故障→故障により装置が使用不能状態となった。

上記の雷被害は近隣で落雷が確認されており、落雷直後に施設内でも被害が発生したものです。近隣での落雷により施設内へ雷サージが侵入したことが原因で被害が発生したものと推測されます。また被害状況より電源引込部分の被害が大きいことから電源線を通じて雷サージが侵入しているものと推定されます。

浄水場施設においては■4-7に示す通り、各種水処理設備（ろ過装置、ポンプ、その他設備）の状況を監視・コントロールしていることから、施設内には電源線や通信線が各設備に張り巡らされることになります。

そのため雷サージが電源線や通信回線の引込側または接地側から施設内に侵入した場合、施設内の設備を壊しながら様々な配線に雷サージが侵入してしまい落雷による被害が拡大するケースが多くなっています。

■4-7 浄水場に設置される装置等の概略配線図



②雷害対策方法

対策としては、雷サージ侵入が想定される各メタル配線部分に適切なSPDを設置します。

特に本施設では電源引込部分において、被災当時もSPDが設置されていましたが、雷サージにより破損していたことから、設置されていたものより雷サージ耐量が大さいSPDを設置することが必要となります。

このようにSPDが設置されていたとしても、性能を大きく超える雷サージの侵入があるとサージ防護デバイスも破損します。雷対策を実施する上では該当施設の地域性（多雷地域であるか等）を考慮してSPDを選定する必要があります。

また、本施設においては施設内の各装置も被災していることから、装置に接続されている通信・信号線等についてもSPDを設置する必要があります。以下は本施設での雷害対策として推奨される例を示します。

■4-8 当該施設に対する雷害対策例

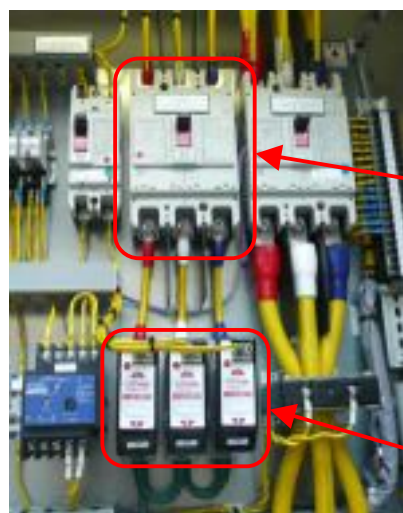
設備名	被災当時	推奨される雷害対策例
電源引込部	・サージ耐量が低い SPD が設置されており破損した	・既存設置の SPD より高耐量の SPD を設置する
受電設備	・受電設備に SPD の設置なし	・受電設備にキュービクル用 SPD を設置する
MDF (主配電盤)	・SPD 等の設置なし ・MDF 内の接地と接地端子盤が等電位化されていない。	・MDF に通信・信号用 SPD を設置 ・MDF 内の接地と接地端子盤を直接接続して等電位化する。
接地システム	・接地端子盤内で各種接地が等電位化されていない。	・接地端子盤内で各種接地間を接地間用 SPD にて接続し等電位化する。
各装置	・各装置に対して配線されているメタル線に対する SPD の設置なし	・各装置の配線に適切な SPD を設置する

3. SPD の設置例

1) 電源設備への設置例

分電盤内に SPD を設置する場合は、一般的には盤内にある主ブレーカの後段に SPD 及び SPD 回路を保護するための分離器（ブレーカまたはヒューズ等）を設置します。

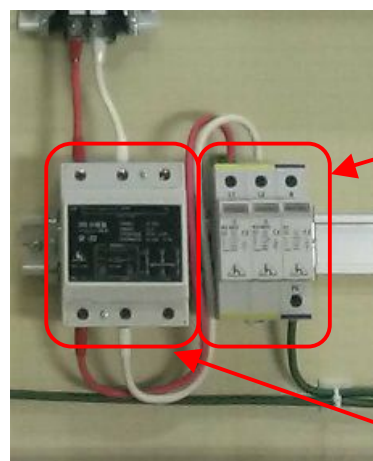
■4-9 分電盤内への電源用 SPD 設置例



設置例 1

市販のブレーカ
※SPD 回路の
保護用に設置
している

電源用 SPD



設置例 2

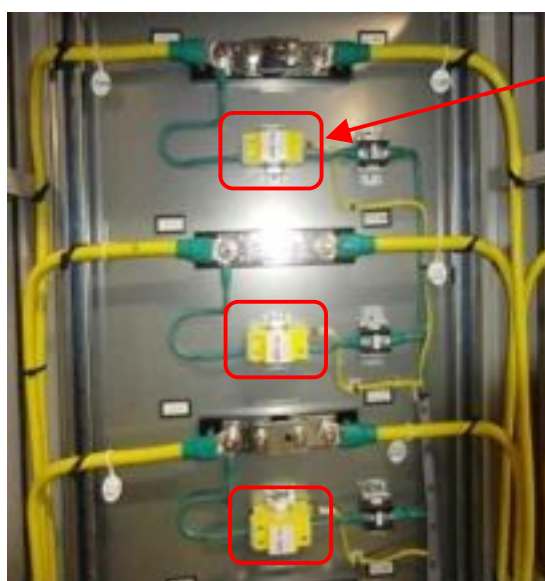
電源用 SPD

SPD 用分離器
※SPD 回路の
保護専用製品
SPD のサージ耐量
を考慮したヒューズ
が内蔵されている

2) 異種接地間への設置例

異種接地間を等電位化する場合は、接地盤内にある各種接地を接地間用 SPD で連結します。

■4-10 異種接地間への接地間用 SPD 設置例



接地間用 SPD

3) 通信設備への設置例

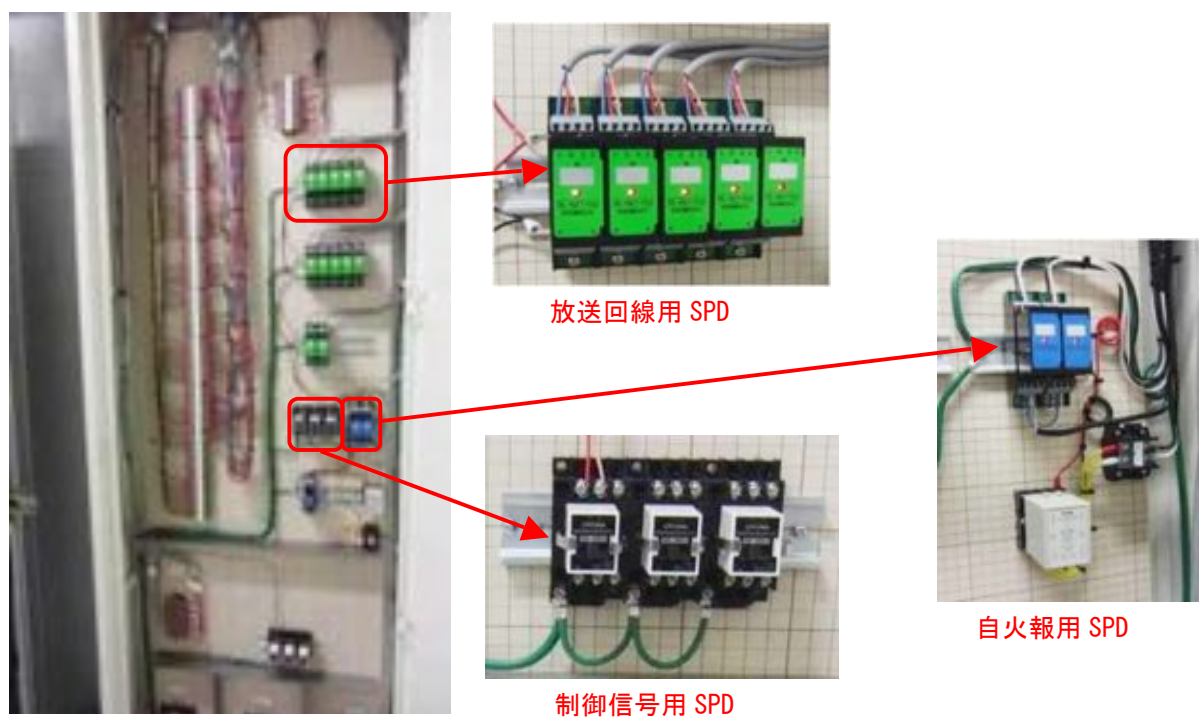
MDF（主配電盤）内に SPD を設置することで、通信線の外線/内線からの雷サージ侵入を抑制する効果があります。

■4-11 MDF 盤への通信・信号用 SPD 設置例



EPS 盤（弱電用端子盤）内にある各種通信／信号線（放送回線、制御信号、自火報装置等）に対して SPD を設置することで、各装置への雷サージ侵入を抑制する効果があります。

■4-12 EPS 盤への通信・信号用 SPD 設置例



公共施設のための雷害対策ガイドブック

発 行 公益社団法人 全国市有物件災害共済会
発行年月 平成 27 年 1 月
技術協力 雷害リスク低減コンソーシアム