

Ⅲ. 雷害対策の基本

1. 雷害対策の必要性

公共施設は建物の高さが 20m に満たないものが多く、その場合は建築基準法上では避雷設備の設置義務がありません。しかし、このことは雷害リスクがないということを意味しているわけではありません。雷害は直撃雷によってのみ発生するわけではなく、誘導雷や逆流雷による雷サージによっても発生します。一般的には、建物や設備の 2km 以内に落雷があると雷サージによって、何らかの影響を受ける可能性があると言われています。

パソコンなどの情報機器や構内交換機（PBX）はもちろんのこと、近年は自動火災報知器や非常放送設備などの防災機器もデジタル化が進むことによって、機器の耐圧が低くなり、雷サージの被害を受けやすくなってきています。このような状況にあって、公共施設における雷サージ対策の必要性は年々高まってきています。

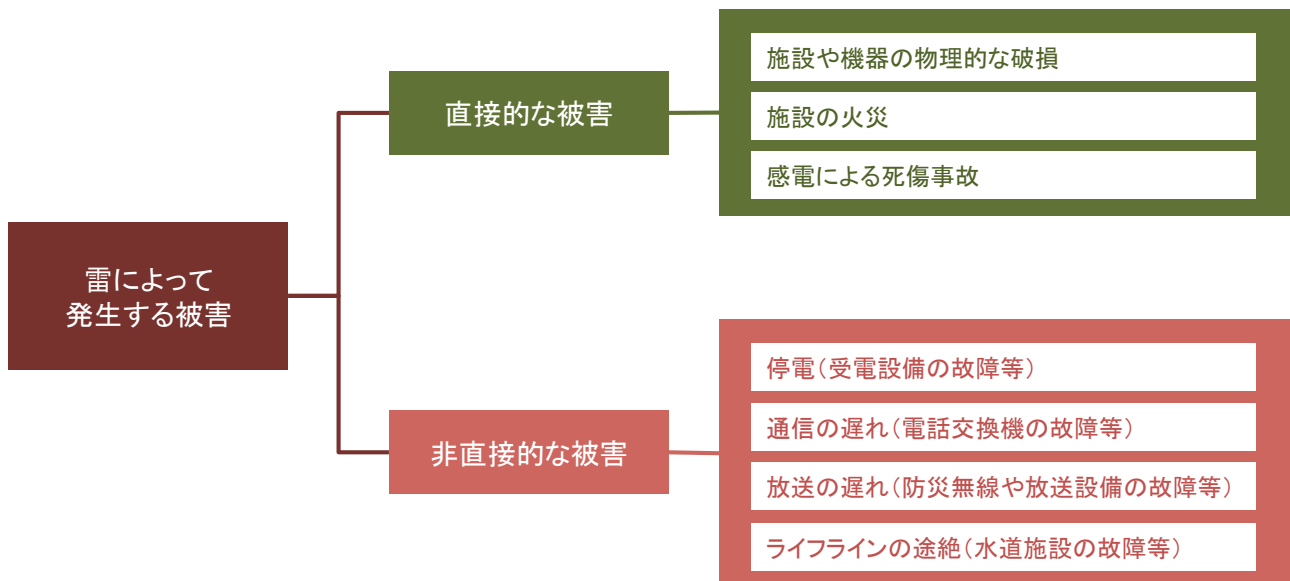
しかしながら、単価が安い電気・電子機器の破損・損傷については、「壊れたら交換すればよい」という安易な考え方に陥りやすく、雷害対策が講じられていないケースが少なくありません。たとえ利用頻度が少ない機器であっても、その機器を「使用しなければならない時に使用できない」という機会損失は、物理的な破損による経済損失よりも重大なリスクです。台風や地震発生などの非常事態において、雷害により防災行政無線設備、情報通信機器、給水設備などが使用できなくなれば、住民の安全・安心に対する深刻な脅威になり得ます。特に、指定避難所になっている学校やコミュニティセンターなどの公共施設においては、このようなリスク（専門的には可用性の低下・喪失リスクという）を十分に考慮して、事前に雷害対策を講じることが求められます。

本章ではまず、雷害対策の基本的な考え方と手法について説明します。

2. 雷によって発生する被害

雷によって発生する被害には、主に施設や人に直接落雷することによる施設の物理的破損、火災、感電による死傷事故などの直接的な被害と、施設や施設近傍への落雷によって発生した雷サージによる電気設備の絶縁破壊や故障の非直接的な被害があります。

■3-1 雷害の種類



1) 直接的な被害

直接的な被害は、施設のコンクリート外壁の破損や、危険物や可燃性ガスへの引火、雷の大電流によって発生する火災事故（森林火災）などがあります。また、感電による死傷事故などもあるため、被害が非常に甚大なケースが多いといえます。



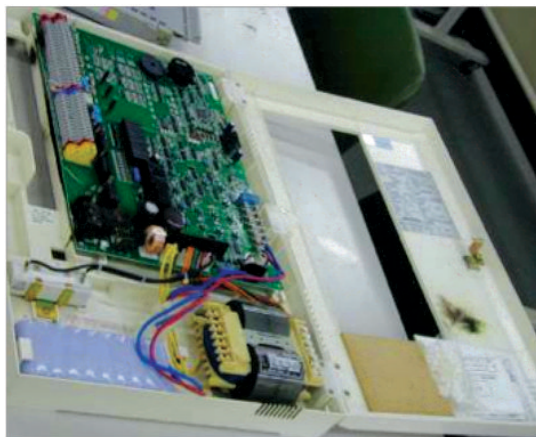
コンクリート外壁破損



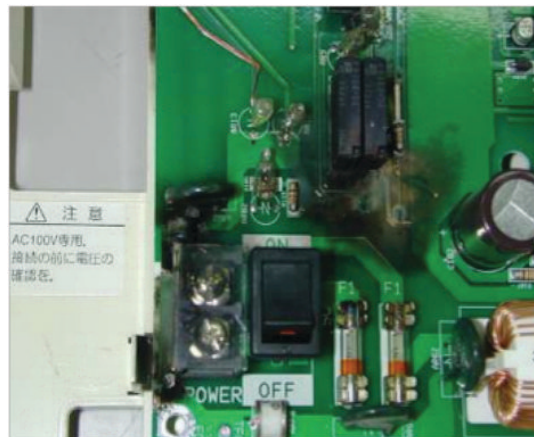
樹木への落雷

2) 非直接的な被害

非直接的な被害は、施設や施設近傍に落雷することで、周囲の磁界が変動し、その周囲に配線されている電源線及び通信／信号線に雷サージ（雷によって生じた過電圧）が侵入する誘導雷と建物や大地などへの直击雷により付近の地電位上昇が起これ、雷サージが接地（アース）から逆流して電源線及び通信／信号線に侵入する逆流雷が要因となります。この雷サージによって、施設内の電気・電子通信機器の絶縁破壊や故障が発生します。



自火報設備の破損



基板の破損

3. 雷害対策の基本的な考え方

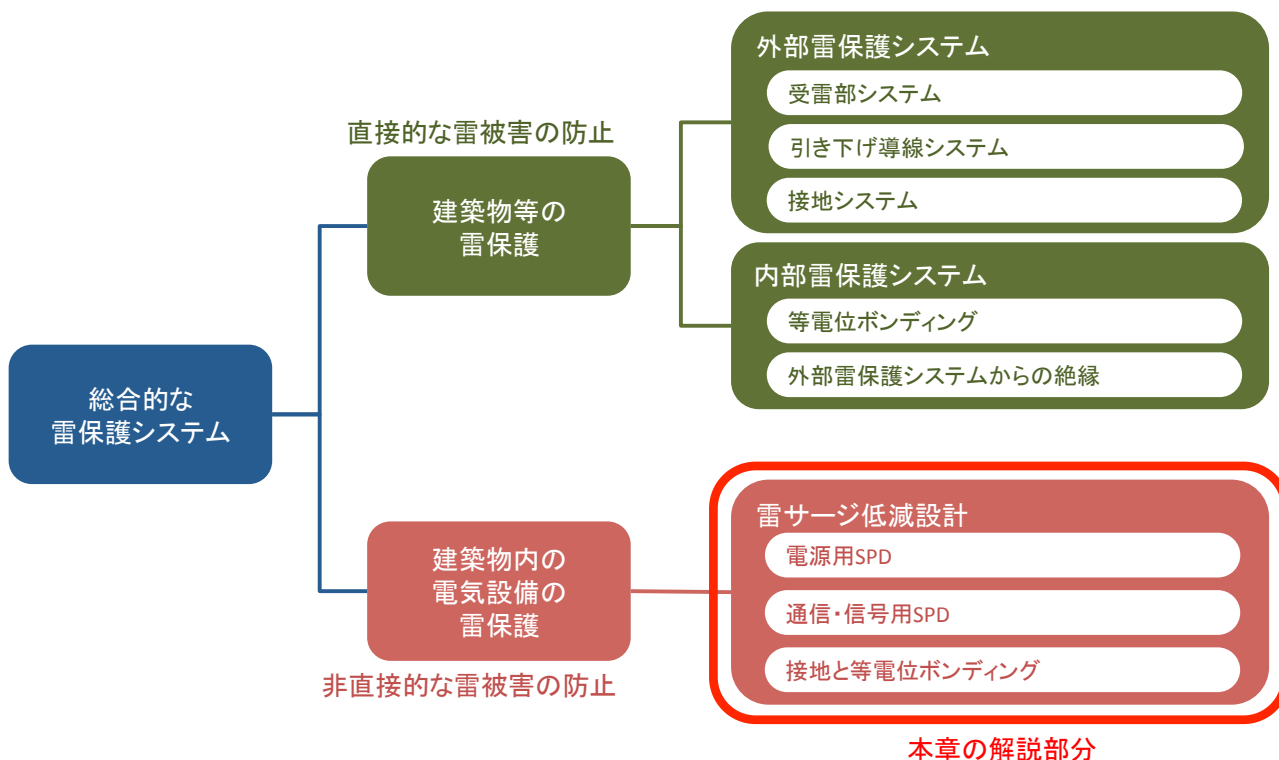
直接的／非直接的な雷による被害に対して、「雷保護システム」という基本的な考え方に基づいて対策を検討・実施することが、国際的な主流になっています。公共施設の雷害対策を検討するためには、まず雷保護システムの基本を理解することが大切です。

1) 総合的な雷保護システム

効果的な雷害対策のためには、「総合的な雷保護システム」を構築する必要があります。総合的な雷保護システムとは、雷の直撃雷から建築物等への直接的な被害から保護する「建築物等の雷保護」と、非直接的な被害から保護する「建築物内の電気設備の雷保護」で構成されます。

施設に合った「建築物等の雷保護」と「建築物内の電気設備の雷保護」を構築することで、雷により発生する被害は低減されます。本章では、「Ⅱ. 雷害リスクの実態」で述べたように『雷被害のほとんど（全体の99%）は、直接的な落雷によるものではなく、誘導雷や逆流雷といった非直撃雷によるものである』との実態を踏まえ、建築物内の電気設備の雷保護にスポットを当てて解説します。

■3-2 総合的な雷保護システムの体系



4. 雷保護システムの概要

公共施設の雷害対策を行う上で、「総合的な雷保護システム」に則って対策を実施することが望ましいのは言うまでもありません。しかしながら、対策が講じられていない既存の施設や、対策費用が限られている場合には、そのすべてを実施することが困難であることも多いと思います。

前述の通り、雷による被害は非直接的な被害（例：自火報、放送設備、電話交換機など）が主に報告されています。ここでは、その非直接的な雷被害の発生メカニズムとその対策について、概要を説明します。

1) 非直接的な雷被害の発生メカニズム

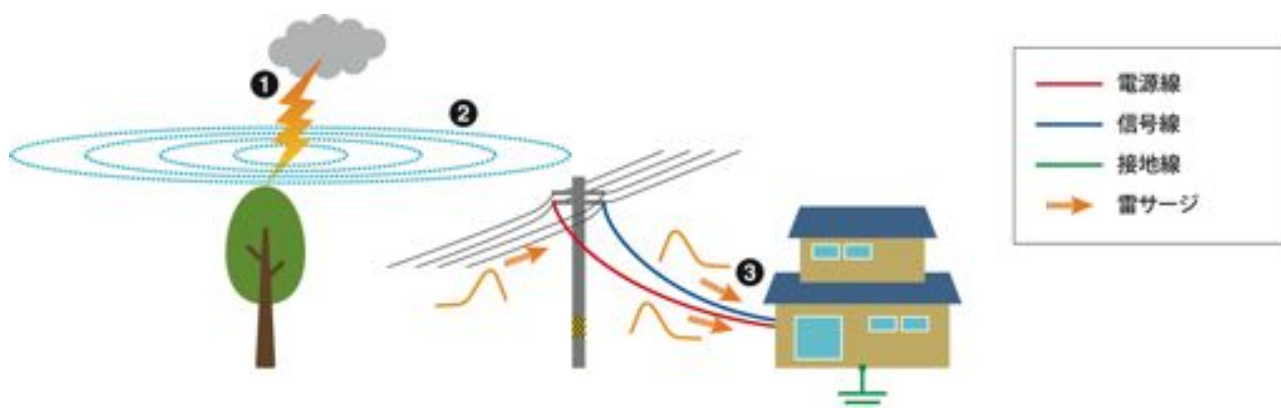
雷による非直接的な被害によって、自火報設備、放送設備、インターホン設備、TV等の多種多様な電気／電子機器が被害を受けています。非直接的な雷被害の発生メカニズムには、a)誘導雷による発生メカニズム と b)逆流雷による発生メカニズムの2通りがあり、各々にて対策を講じる必要があります。

まず、a)誘導雷による雷被害の発生メカニズムについて記述します。

被害発生の主な原因として、施設や施設近傍に落雷することで、周囲の磁界が変動し、変動した磁界の周囲に、電源線及び通信/信号線などがあると、その配線に雷サージが侵入します。

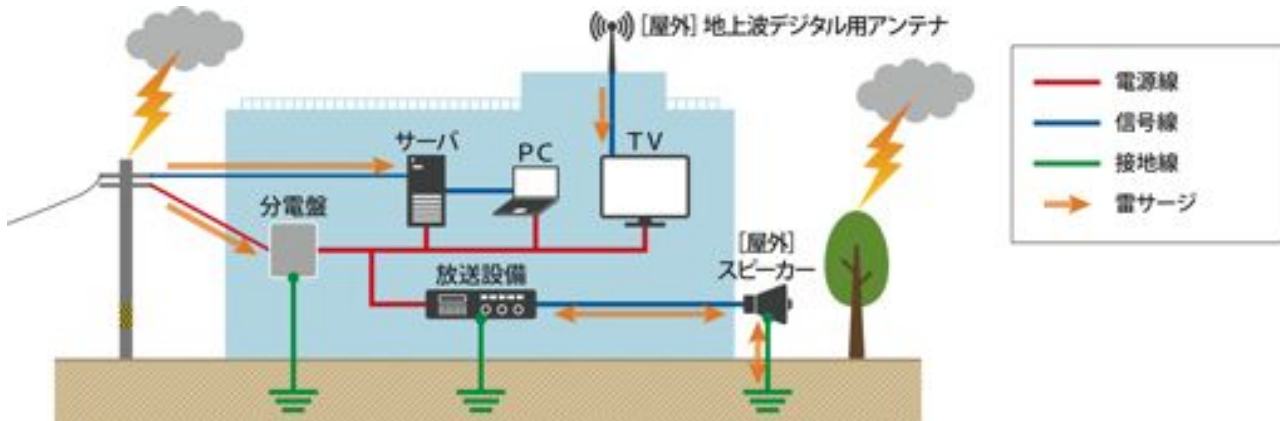
- ①建築物の近傍（樹木）に落雷する
- ②落雷することで周辺の磁界が変動する
- ③変動した磁界の周囲にある電源線及び通信信号線に雷サージが侵入する

■3-3 雷被害の発生メカニズム（1）



建築物内へ配線されている電源線や通信/信号線配線を通じて、雷サージは建物内へ侵入します。侵入した雷サージによって、電気・電子通信機器（自火報設備、電話交換機、放送設備）は、絶縁破壊や故障を引き起こします。これらの電気・電子通信機器の故障は、深刻な問題であり、対策を講じる必要があります。

■3-4 雷被害の発生メカニズム（2）

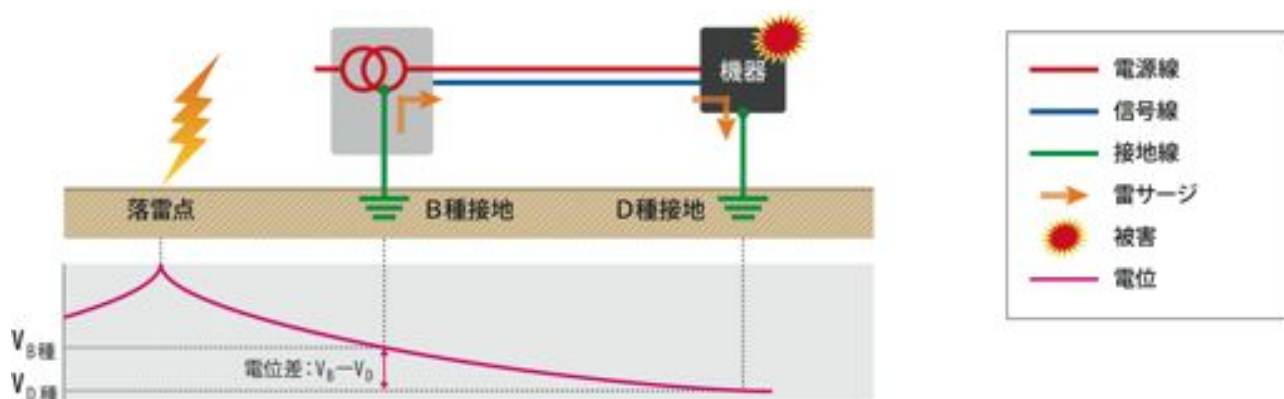


次に、b) 逆流雷による発生メカニズムについて記述します。

建築物には、各種様々な接地極が存在しており、これらは単独で異なった接地極を有する物件が多いのですが、雷保護の観点からは、一点接地が望まれます。■3-5 の様に、B 種接地極と D 種接地極が個別で設置されている場合があると、接地線から雷サージが侵入します。

- ① 周辺（樹木）に落雷し、雷のエネルギーは大地に放流されます。
- ② 大地に放流された雷のエネルギーは、落雷地点を中心に大地電位に傾きが生じます。
- ③ B 種接地極と D 種接地極が別々に設置されている場合、各接地間に生じた電位差によって生じた電流が接地（アース）から逆流して、電源線、通信/信号線に侵入し、機器が破損します。

■3-5 接地極の接続による等電位化がされていない場合の機器の被害



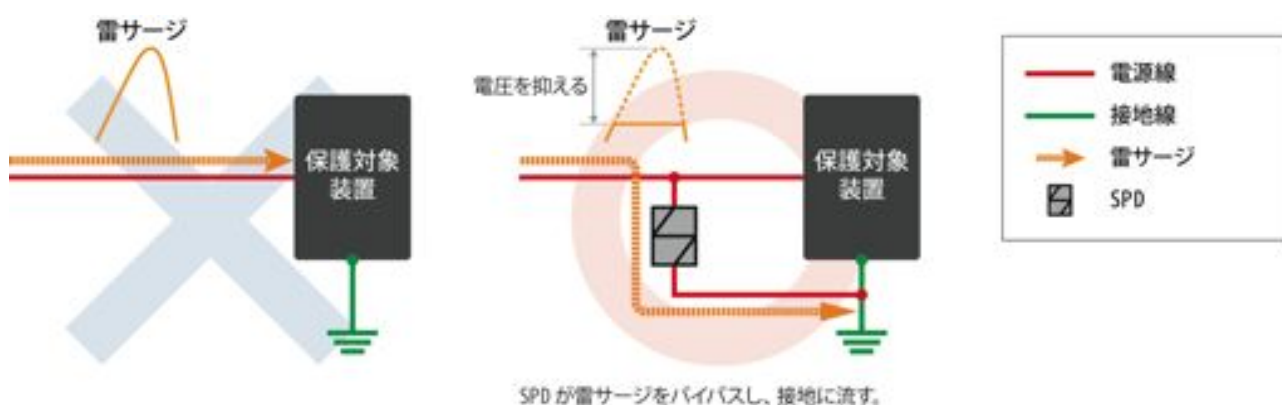
2) 非直接的な雷被害の保護対策手法

a) 誘導雷による雷被害の発生メカニズムの事象に対しては、一般的に雷サージから電気/電子機器などを保護するためには、SPD*を使用することが効果的です。SPD を雷サージの侵入経路として想定される電源線や通信/信号線に設置することで、電気/電子機器を保護できます。

■3-6 の左図の場合、電源線から侵入した雷のエネルギーによって、機器が破損/故障します。

一方、右図の様に機器に対して SPD を分岐する様に設置します。SPD を設置することで、電源線に侵入した雷のエネルギーは SPD を介して接地に流れ、機器を保護することができます。

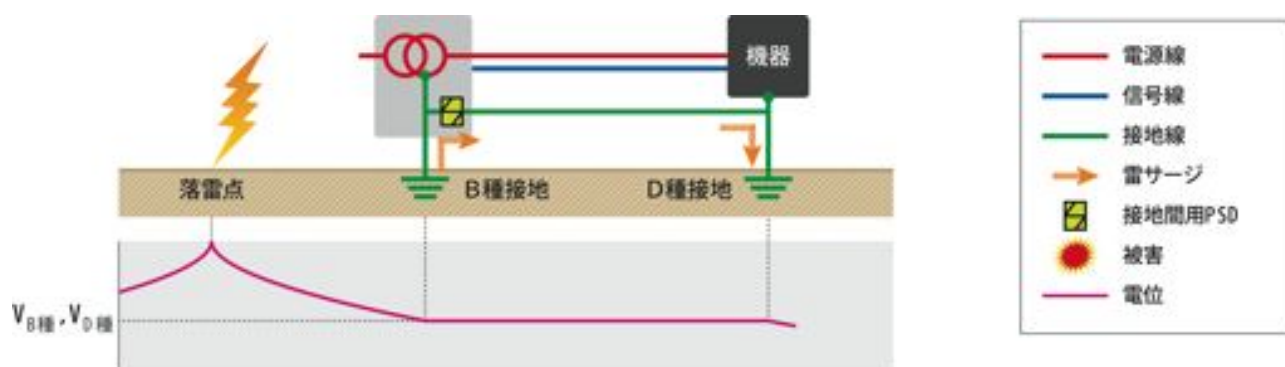
■3-6 SPD を設置していない場合と設置している場合の比較イメージ



b) 逆流雷による雷被害の発生メカニズムの事象に対しては、前述で述べた SPD 設置の対策と接地極を接続して、電位差を等電位にする等電位ボンディングが有効であります。しかし、接地極間を直接ボンディングができない場合が多くあります。その場合は、接地極間に対して SPD を介して接続することで、等電位ボンディングが可能です。

SPD を介して接続することで、平常時は接地極間は切り離された状態になるため、個別接地極の機能を害することがなく、接地極間で電位差が生じた際にのみ SPD が動作し、接地極間が接続状態となります。

■3-7 接地極の接続による等電位化の対策例



* SPD : サージ防護デバイス、別名 保安器、避雷器、サージプロテクター等とも言う