

避雷針の役割

はじめに

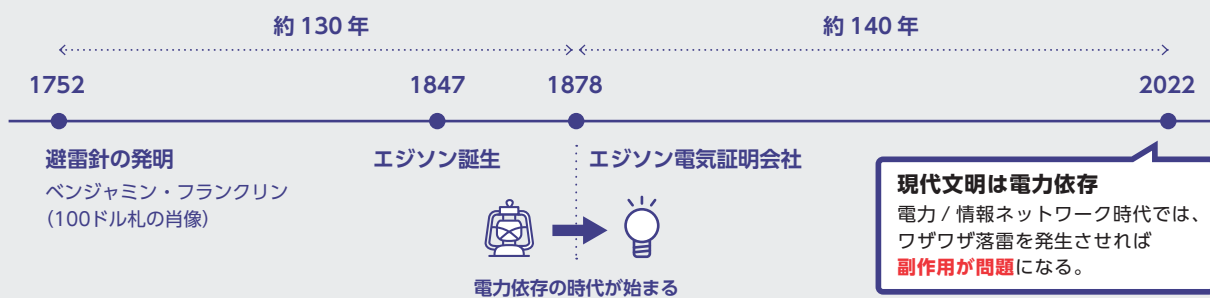
気温上昇が世界的な社会問題になる中で、気温が上がれば空気中の飽和水蒸気量も増え、これが雲を発生させ易くなり、空気中の水蒸気エネルギーが異常気象の原因となっている。かたや、IoT、ICT、DX など身の回りの電子機器は増加し、複雑化するサプライチェーンの中で、その大元である工場の安定した連続稼働が重要性は大きくなる一方で、近年、科学技術が進歩する中で、この270年に渡り、ほとんど進歩していないのが落雷対策である。ベンジャミン・フランクリンが「避雷針」を発明したのは約270年前であるが、その時以来、落雷を避雷針に招こうとする基本姿勢は変わらない。

エジソンが生まれたのはこの約100年後であるし、電気が実用化されたのは約140年も前の事である。避雷針

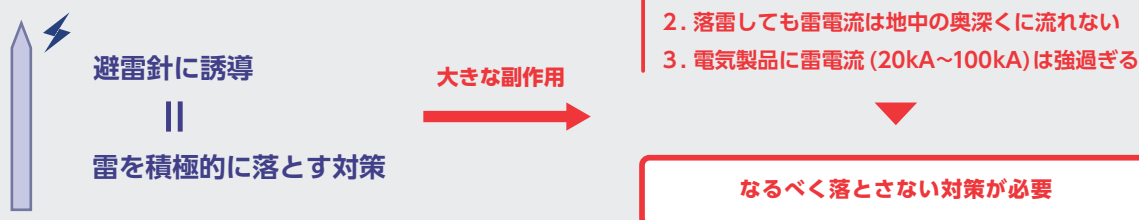
は電気設備よりも130年以上も前の物であるので、電気設備との相性を避雷設備に求めても無理な事である。

そもそも、「避雷針」という用語からして、世界と大きな隔たりがあるのは、英語の原文では「Air Termination System」あるいは、せいぜい[Lightning Rod]としか呼ばないものを「雷を」「避ける」「針」と原文にない「避雷」という機能や「針という形状」の概念まで取り入れた、この「避雷針」という言葉こそ、これさえあれば落雷対策が完璧であると錯覚させるような意味合いを持つ。さすがに、「避雷針」という言葉は法律的には「避雷設備」に代り、法律的には存在しないものの、世間一般の理解では「避雷針」こそが落雷対策の代名詞ともなっている。

避雷針の歴史



避雷針の問題点

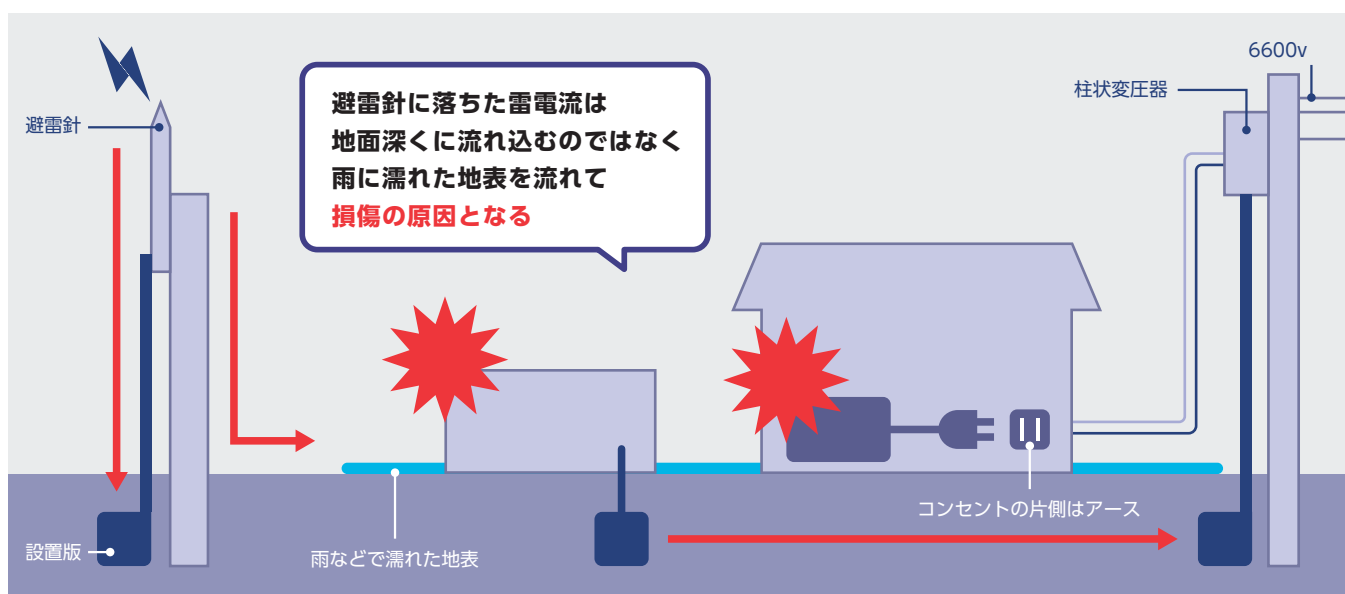


1. 落雷を招いて何が悪いのか？

雷サージが強力なのは、その通過時間の短さにある。電流ブレーカなどが機械的に反応する前に通過してしまい、SPD（サージ保護装置）が無ければ対処できない。では、SPDが万全かと言えば、どの程度の雷サージが発生するかについて、対策費用の上限は無限大ではなく、限りがあるので、現実的には大盤振る舞いはできない。SPDの容量、数量に限度を設けず取り付けことは現実には無理な事である。

避雷針には、接地を必ず必要とするが、雷雨の中の地面が濡れた状態であれば、雷電流は接地工事を行った地面の奥深くに流れ込む前に地面から広がる逆流雷となることが

多い。しっかりと雷電流を地中深くに流れ込むには、それなりの工事が必用で、この接地工事に億円規模の費用をかけている施設も珍しくない。「触らぬ神に祟りなし」というように雷電流など、呼び込もうとすること自体が危険であり、なるべくなら呼び込まないというのは最も自然な考え方である。接地工事をしてあるから雷電流が流れてきても大丈夫と考えるのは安心し過ぎで、工場施設には工場の周囲にさえ電気を用いる機器が多数配置されていること語多く、避雷針に雷を呼び込んだが故の事故も多い。



2. 今後の避雷設備の役割

避雷設備というのは建築物、工作物の付帯設備として、雷撃を受けた場合に雷電流を安全に地面に拡散するというのが目的であり、建物ばかりに目を向ける方が多いのであるが、電気を使用しない施設など無く、保護対象を建物でなく電気設備に設定すれば落雷からの保護が必要な施設は非常に多い。特に生産設備は連続プロセスでモノ作りをしているため生産工程の流れに乱れが生じれば大きな影響が生じ、また、サプライチェーンの頂点にある工場が生産を停止することにでもなれば、その影響は計り知れない。

建築基準法で定められている「雷電流を安全に地面に拡散する」という機能は当然のこととして確保しながら、「落

雷を積極的に招く」と「なるべく招かない」とどちらの方法が良いかと言えば、なるべく招かない方が安全であることは論をまたない。工場を始め多くの重要施設では、停電に備えて非常用発電を設置している場合も多いが、これとて、通常の停電であれば、切替回路も無事に機能するであろうが、直撃雷などを受ければ切替回路自体が破損し、非常用発電への切り替えがいつでも機能するとは限らない。

また、重要施設では自動消防設備も設置されているが、これが雷電流により作動してしまう事故などもある。工場設備においては、建物自体の避雷対策のみならず、設備自体への落雷対策も重要になる。

3. 雷は何故、避雷針に落ちやすいのか？

避雷針があっても、100%常に避雷針に落雷するとは限らない。避雷針には雷が落ちやすいが、その理由について考えてみると、放電の距離は色々な近似式があるが、雷電流の強さにより、その放電が到達する距離が決まり、電流値が200kAを超えるような場合、100mに達する。避雷針の先の面積を分かり易く1mm四方とするとの大きさとの距離は1mm対100mとなり、この比は1:10万となるが、人間界で遠くの的を射るとなると、それが得意なのはゴルゴ13のようなスナイパーであるが、職業的な狙撃手でも2km先の10cmの的に命中させるその精度は10cm:2000mで、その比は1対2万である。自然界の精度が人間よりも5倍も良いことなどありえず、避雷針に落雷しやすいとなれば何がしかの力が働いていると考えるのが自然で、これは避雷針の先から「お迎え放電」なる放電が上空に向かい、一方、上空の雷雲の底からは地面

目がけて降りてくる「先行放電」を導いている為である。

この「お迎え放電」と「先行放電」は互いに逆の極性を持ち、引き付け合うので大気中で、重力など関係なしにこの二種の電荷が引き合い合体して放電路が作られると、次にその放電路を通して、上空のマイナス電荷が地面に降りてくる。これが落雷の正体であり、一方的に上空から地面に落下するのではない。色々な場所で、上空から降りてくる「先行放電」と地上からの「お迎え放電」が上昇し、結合してまばゆい光を発する様子は動画に納められている。落雷をなるべく招かないようにするには、お迎え放電を出さないようにすることが肝要であり、ワザワザ、お迎え放電を発して、そこに落雷を招くようなことは危険なことなのであるが、めったやたらなところに落雷するよりは、避雷針に招いた方が良いという発想で、落雷を招いているのが今までの避雷針による落雷対策であった。

4. 直撃雷による事故を減らすには

雷雲の底から地面に向かう先行放電は、自然現象であり、地表にいる人間には何もできない。しかし、この先行放電と結びつくことで放電路を形成する「お迎え放電」を低減することは可能である。

その方法としては、

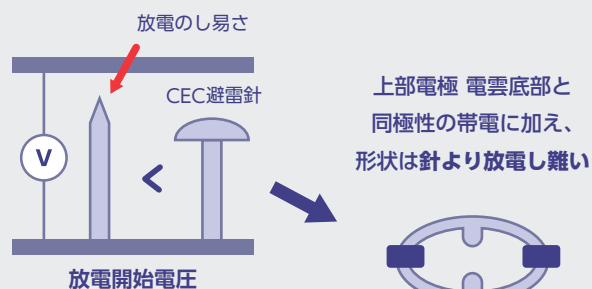
1) 形状：避雷突針のような先端が鋭利な尖ったものでなく、半局面の滑らかな電極の方が放電する電圧は高い（放電し難い）。

2) 地面との導通：地面からの電流を流れ難くする。例えば、キャパシタを接地回路に直列に挿入する。これでは直流抵抗が無限大で設置にならないと思われる方も多いかと思われるが、このキャパシタの容量を超える電界が加われば、キャパシタ内部で放電が発生し、電流が流れる。すなわち、接地の導通がとれることになる。電流を流れ難くすることで、放電開始電圧が高くなる。すなわち放電し難くなる。

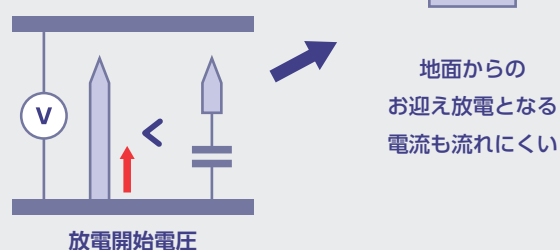
上記、1、2共にフランスの試験設備に於いて、フランスの工業規格に基づく試験を行い、1)、2)の事実を確認している。

落雷抑制の複合的な理由

①電極の形状



②地面との導通



5. 落雷事故の種類

一口に雷害と言っても3種類がある。

1) 直撃雷

文字通りに雷撃が直撃する事故で、雷撃を受けた装置、ケーブルは炭化し火災の原因にすらなる。修理するにもケーブルの根元から変えねばならず、費用も時間もかかる。

2) 誘導雷

雷雲が真上に来ただけでもケーブルも帯電する。雲中での放電は約8割を占め、雲中で放電すると電線上の電荷とバランスしていた電荷が無くなり、電線に帯電していた電荷が電位の低い部分に流れ込む。あるいは付近での放電により発生した逆向きの電流が発生し、流れ込んでくる。これ

らによる被害は、直撃雷によるものよりは軽微であることが多い。

3) 逆流雷

地面への雷撃し、地中の接地回路へ伝搬することなく、濡れた地面を通じて地表を伝搬してくるしてくる。これも雷撃地点から50m離れていても人に重軽傷を与えるくらい強力である。

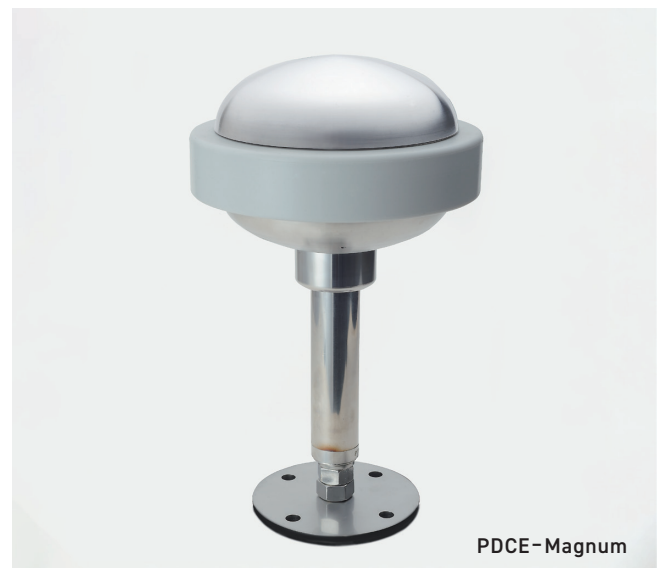
直撃雷については、本稿で説明するPDCEで対策できるが、誘導雷についてはSPDで対処することになる。PDCEを設置しても、誘導雷まで防げるわけではないので、SPDや耐雷トランスによる別の対策が必要である。

6. 本当に効果はあるのか？

自然相手であるから、常に100%、落雷を防止できるかと言えば、落雷を受ける場合も極わずかではあるが、過去に受けた例はある。というより、避雷設備は雷撃を受けることを前提としているのであり落雷を100%防止できるものなどないが、あったとしても落雷を全く受けないのであれば避雷設備としては用いることは許されない。また、PDCEは、直撃雷にのみ有効で、落雷事故で一番多い、誘導雷を防ぐことはできないという事であっても、2020年4月末までの設置台数は3300台を超えている。

その中で一番多いお客様は、鉄道会社様で、鉄道は屋外に設置された長大な電気回路であり、どこに落雷を受けても公共サービスの停止という損失を免れない。鉄道設備だけで1000台以上が使用されている。また日本海側のTV放送の設備では、富山、新潟の民放（新潟ではNHKも含む）の山頂にある中継局にはほぼ全て設置され、お客様からは修理に行く手間がなくなったとの高評価を得ている。その他、化学工場、ダムの監視カメラ、無線中継施設

など、日本国内にインフラを雷撃から護る重要な所で使用されている。限られた誌面で語り尽くせないが、詳細な説明等はいつでもお受けしている。本稿を通じて雷害対策の重要性に気づいていただければ幸甚である。



PDCE-Magnum