

雷を誘導する避雷針から

雷が落ちない避雷針へ



常識を覆す技術の進化を証明する

避雷針というと、高い建物や塔の先端に設置された金属製の棒をイメージする人が多いでしょう。しかし、近年、この従来型の避雷針に代わって、新しいタイプの避雷針が開発されています。それは、雷が落ちない避雷針です。

「落雷を抑制する極性反転型(PDCE)避雷針！」とは

京都大学名誉教授が語る



芦田 讓氏 略歴

所属： 京都大学 大学院工学研究科 社会基盤工学専攻 教授

学位： 工学博士(東京大学)

研究分野：エネルギー / 地球資源工学、エネルギー学 /

学歴： 1967年京都大学, 理学部, 地球物理

1967年京都大学

委員歴： 2003年日本学術会議, 会員

1996年石油技術協会, 理事

1996年物理探査学会, 会長

資源・素材学会, 理事

受賞： 1998年物理探査学会 特別功労賞表彰

1997年日本材料学会論文賞

1990年物理探査学会賞

1980年物理探査学会賞

1. 避雷針の発想

1752年に政治家で科学者でもあったベンジャミン・フランクリンによる雷雨での凧揚げの実験により始まります。その原理に基づいた避雷針が開発・実用化がなされました。

2. 雷発生の仕組み

熱せられた上昇した空気は上空で氷粒になります。氷粒が成長し重力が上昇気流より大きくなり下向する際に、氷粒同士がぶつかり結晶が破壊されることにより静電気が発生し雷雲になります。一般的な夏季雷の場合は、雷雲のなかで正電荷の氷粒が雷雲の上部、負電荷が下部に集まります。一方、地表には静電誘導作用により正電荷が溜まります。雷雲の収容能力を超えると、正電荷から負電荷への放電で稲妻が見られ雷鳴が聞こえます。雷雲中の負電荷と、地表の正電荷が繋がったとき落雷が発生します。このように落雷は雷雲から一方的に起きるのではなく、地表からの「お迎え放電」によりおきます。

落雷時は雷雲と地表間の電圧は数億ボルトに達することがあり、電界強度は地表付近で 1 m 当たり 300kV~600kV 以上（雷のない平穏時でも先端放電が始まるのが 0.4kV とされています）、落雷電流は 10kA~200kA 以上、電荷量は通常 600 クーロンまでが想定されますが 900 クーロンに達した観測結果もあります。1 回の落雷電流の持続時間も数 100ms に達します。

なお、夏季雷の雲は高く 10km 以上に達する場合がありますのに対し、冬季雷では通常、雲高が高々 3000~6000m 以下と低いことにより、温度や氷粒密度の違いで雲底が正電荷、地表が負電荷に帯電します。また落雷のエネルギーも夏季雷の場合の 100 倍以上になるとされています。

このような自然現象である雷は強力かつ予測不能なリスクとなります。雷保護は出費ではなく、貴重な施設、設備を守る戦略的投資と言えます。

3. 従来の避雷針とは

従来の避雷針では、地表に設置した先端を尖らせた避雷針を雷雲に向けて「お迎え放電」を発生し、それと雷雲が繋がった時に落雷が起こります。しかし、この「直撃雷」は避雷針を設置した場所に落ちるとは限りません。そのために、地表に設置したアースから設置場所の周辺や避雷針の有効範囲の外部に電線を伝播する「誘導電流」が建物に侵入し、通信装置、電気機器等が破壊される災害が生じます。また、雷雨の際には地表は濡れているので、雷電流は地中ではなく地表を流れる「逆流雷」が発生します。これは強力に避雷針の土台が破壊される可能性があります。

4. 極性反転型(PDCE)避雷針とは

極性反転型(PDCE)避雷針は「お迎え放電」の発生を防ぎ落雷を抑制する避雷針です。これは地表の支持管の先端に設置した球体内に絶縁体を介して、上部に負電荷、下部に正電荷を帯電させたシイタケ状のステンレス製の避雷針です。

「直撃雷」については、雷雲下部と避雷針上部は負電荷であるため、「お迎え放電」は発生しないため落雷は抑制されます。もし、避雷針に落雷があった場合は、避雷針の構造は、放電しにくい円筒形の半球体の上部電極が、絶縁体の空気で下部の電極と隔離されキャパシタを形成しています。円筒形の半球体の内部の上部電極と下部電極には突起した部品が対向して設置されています。したがって、上部電極に落雷しても下部電極との間で放電し、雷電流は支持管を通じて地面に導通されず。

「誘導雷」については遠く 2km 以上離れていても、電線や大地を伝わって数 kV ときには数 10kV を超える高電圧のサージが外から地表、地下を問わず侵入し設備を破壊します。

「避雷器」(SPD=Surge Protection Device=「サージ保護装置」)を設置します。これを保護す

る機器と並列に取り付け、「誘電流」が流れてくるとインピーダンスが低くなり「避雷器」を通じて「誘電流」を通じてアースに流して機器を保護します。

「逆流雷」については、避雷針への落雷を抑制することで対応できます。

5. まとめ

避雷針はフランクリンが実験した1752年から270年経過した現在、我々の周囲には莫大な通信装置、電気機器、高層建築等があります。また、地球温暖化の影響で、数多くの台風や、線状降水帯も発生し、それによる落雷で保険金支払いが年間約1,000~2,000億円にもなっているとされています。従来の避雷針は落雷を防ぐのではなく、落とす避雷針であると考えられます。しかし、落雷は必ずしも避雷針設置場所のみではなく、その周辺に落ち「誘導雷」で通信装置、電気機器等の被害が発生します。そうすると日本全国に通信障害が生じることとなります。こういう危機を避けるために落雷を抑制する極性反転型 (PDCE) 避雷針が開発されました。

落雷による被害は、「直撃雷」、「誘導雷」、「逆流雷」により発生します。

極性反転型(PDCE)避雷針では、「直撃雷」は「お迎え放電」を発生させないことにより落雷を抑制します。また、周辺での落雷による「誘導雷」は「サージ保護装置 SPD」の設置で被害を防止します。「逆流雷」に対しては、避雷針への落雷が抑制されるために被害は軽減されます。

既に、空港施設、港湾施設、鉄道、船舶、エネルギー・化学工場、病院、木造建築、データセンター、無線アンテナ、屋外監視カメラ、校庭・グラウンド、遊園地・野球場、ゴルフ場等に設置されていますが、神社仏閣等の文化財、国民の生活および財産を守るためにさらなる普及が望まれます。

6. 弾薬庫の避雷対策

現在陸上自衛隊様で採用していただいている PDCE 避雷針で建屋・通信鉄塔などを落雷から守っておりますが、今後新設される個所も含め 1600 力所の弾薬庫の避雷対策は、より盤石にする必要があることから、この 1 年間京都大学の先生を交えて協議してまいりました。

先生方のご意見も PDCE 避雷針とサージ保護装置 SPD の組み合わせが、1+1 が 2 になるのではなく最強の落雷対策になると自負しております。

安全安心の観点からは是非この組み合わせをお勧め致します。

京都大学名誉教授

芦田 譲

(株)日本減災研究所

大下 武士