



## 直撃雷被害を軽減する dinnteco 避雷針の効果と特徴

米田 稔

近年、日本や世界各地で自然災害の被害が増加する中、落雷被害も深刻化している。従来型避雷針は、大地からのプラス電荷を避雷針の先端に集め、雲からのマイナス電荷を避雷針と結びつかせることで避雷針に大電流を流し落雷を回避する仕組みである。しかしこの方式では放出される雷サージにより被害が発生する。また、近年の建物の高層化やIT機器の普及に伴い、雷サージがIT機器にもたらす被害は大きくなっており、従来型避雷針には限界があると指摘されている。そこで「dinnteco 避雷針（以下、本避雷針）」が注目を集めている。本避雷針は従来型避雷針と異なり、中和という仕組みを利用して直撃雷の発生頻度を軽減することが可能である。本記事ではその原理や実証実験の結果を詳しく解説する。

キーワード：落雷被害、避雷針、IT化、自然災害、国土強靱化、誘導雷、直撃雷、雷サージ対策

### 1. はじめに

従来型避雷針には落雷を誘発する問題点がある。従来型避雷針は避雷針の先端に集めたプラス電荷からリーダーを発生させることで、雷雲からのマイナス電荷を帯びたステップリーダーを引き寄せ、大地に放電することで落雷を誘発する。しかし、この誘発作用が周囲の建物や機器に電氣的ダメージを与える原因となることがある。また、雷サージによる機器の破損問題もある。従来型避雷針による雷保護では、建物内部の機器を雷サージから守ることができない。雷サージとは落雷時に発生する異常な過電圧・過電流のことであり、建物内部の電子機器に大きなダメージを与えることがある。

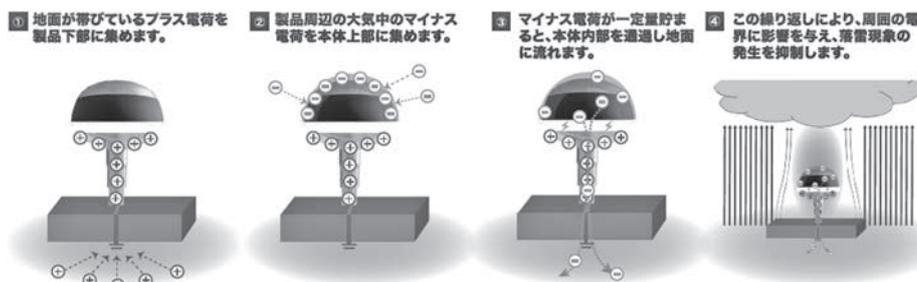
### 2. 本避雷針の原理

本避雷針はコンデンサのような形状をしており、中

央部分は空気で絶縁されている。そのため本体下部にはプラス電荷が、上部にはマイナス電荷が溜まる。電荷が一定以上溜まると本体内部で放電が始まり、この時に微弱な $\mu A$ の電流が流れる。この漏れ電流が発生する現象を中和と呼ぶ。中和を繰り返すことで本避雷針周囲の電界に影響を与え、雲からのマイナス電荷と大地からのプラス電荷が結びつきにくくなり、直撃雷の発生頻度を軽減させることができる（図—1）。

中和する際に本避雷針内部の電界が強くなるため、周囲の電界が変化する。また、マイナス電荷とプラス電荷のベクトルは、電界の強さにより互いに避ける方向に働くため、結果として本避雷針周辺ではマイナス電荷とプラス電荷が結びつきにくくなる。

素材はアルミまたはステンレスで、中央の黒い外装はPOMである。形状はハンバーガー状で、中央部分に空間があり空気で絶縁されている（図—2）。本避雷針は、従来型避雷針とは異なる仕組みで直撃雷の発生頻度を軽減させることが可能である。



図—1 本避雷針の仕組み



図一 本避雷針

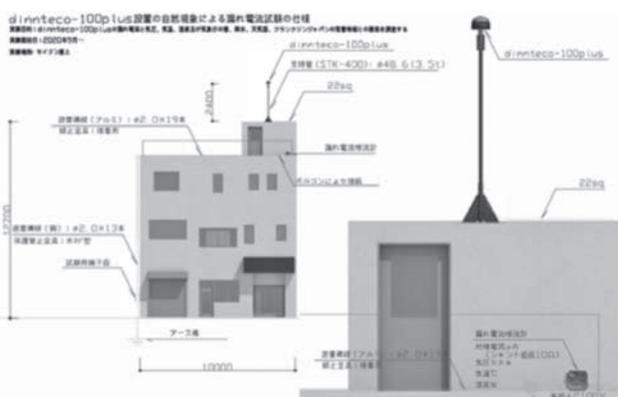
### 3. 実証実験（直撃雷対策としての本避雷針）

#### (1) 愛知県名古屋市某所における従来型避雷針と本避雷針の比較実験

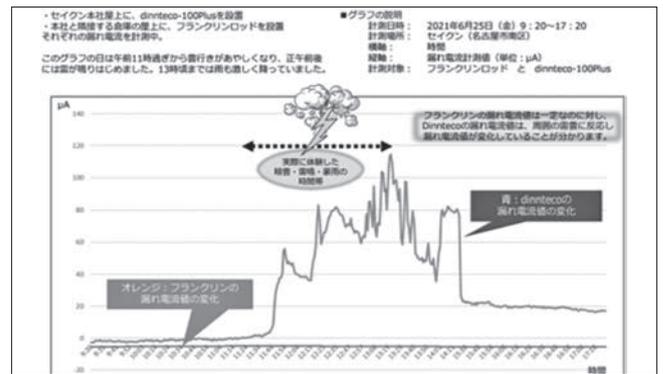
名古屋市某所の建物屋上に、従来型避雷針と本避雷針を設置した。設置するにあたり互いの距離は30mほど離し、従来型避雷針と本避雷針ともに専用の $\mu A$ 電流測定装置を取り付けた。データは専用装置によりロギングを行った（図一3）。

気象衛星データと落雷カウンターも活用し計測を行った結果、雷雲発生時には従来型避雷針に漏れ電流は計測されなかったが、本避雷針では雷雲発生時に漏れ電流が測定された。本避雷針の漏れ電流値は雷雲が接近するにつれて上昇し、ピーク時には $120\mu A$ を測定した。そして雷雲が過ぎていくとともに漏れ電流値も下がる事が確認できた（図一4）。漏れ電流の動きが測定できたことにより、本避雷針が中和を行っていることが確認できた。一方で、従来型避雷針は漏れ電流は測定できなかったことから、同じ設置環境において本避雷針のみが働いていることも確認できた。

また、某所屋上は高さが15m程度であり、雷雲との距離が遠いにも関わらず一定の漏れ電流が測定できたことから、山の山頂や高所に設置した場合にはさらに漏れ電流が測定できると考えられる。



図一3 本避雷針漏れ電流計測仕様



図一4 従来型避雷針と本避雷針の漏れ電流比較

#### (2) 石川県白山市後高山における効果測定

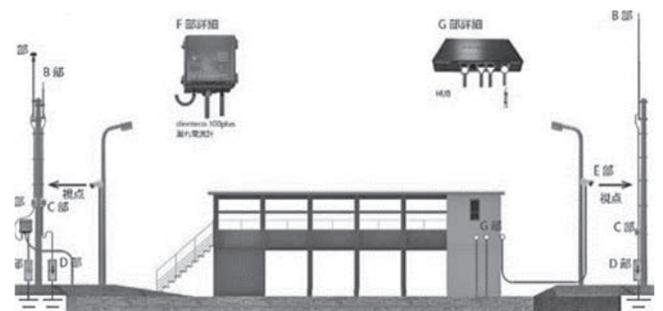
冬季雷多発地帯である後高山の山頂に本避雷針を設置した（図一5）。本避雷針に専用の $\mu A$ 電流測定装置を取り付け、中和の際に発生する漏れ電流の計測を行うとともに、カメラの設置も行うことで実際に落雷が発生するかどうか監視した（図一6）。気象衛星データと落雷カウンターのデータも活用し、詳細に分析を行ったところ、雷雲発生時には漏れ電流が記録されており、実際に中和が行われていることが証明された（図一7）。また、本避雷針設置後の2年間に直撃雷被害は発生していない。

#### (3) 山梨県某大型スポーツ公園における効果測定

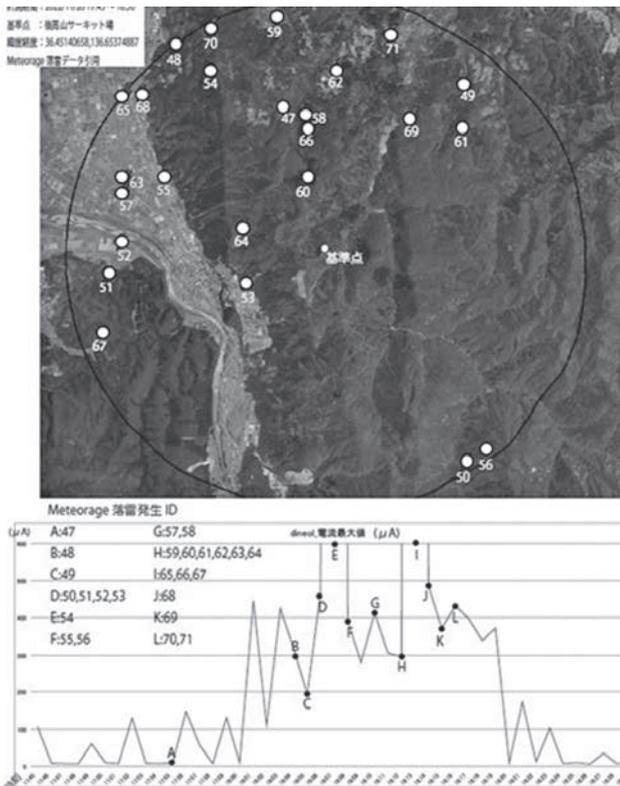
広大な敷地内に多数のスポーツ施設が建ち並び、過去に直撃雷被害が発生している公園に本避雷針30基



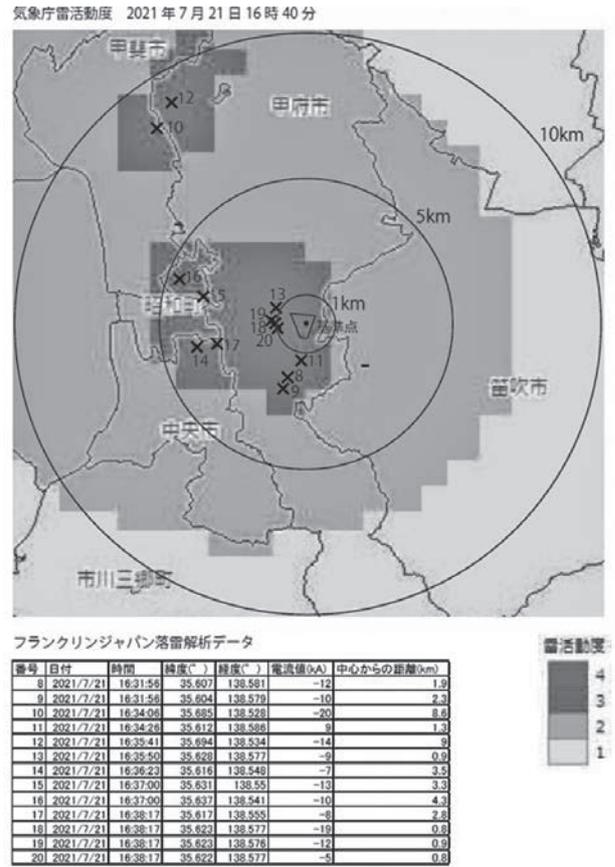
図一5 白山市後高山に設置した本避雷針



図一6 漏れ電流計測の仕様図



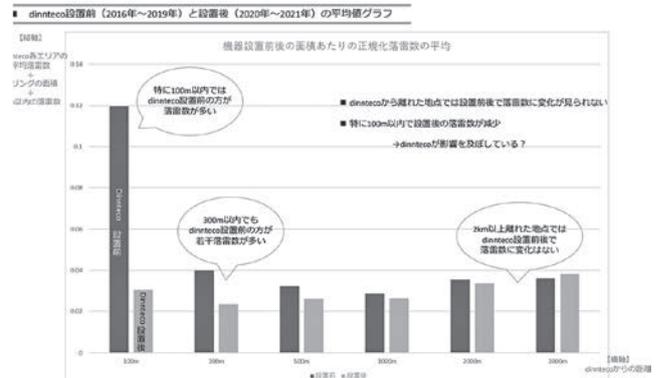
図一七 落雷情報を漏れ電流の関係



図一九 雷活動度と落雷データ

を設置した(図一8)。気象衛星データや落雷カウンターにより公園内の落雷発生頻度を測定し、避雷針設置前後での比較を行った(図一9)。

- ①本避雷針30基分の設置座標を抽出
  - ②設置前後6年間分の気象衛星データを入手
  - ③本避雷針を中心とした半径3km以内での落雷をマーキング(これを30基分行う)
  - ④本避雷針からの距離に応じた落雷数を年ごとに比較
- このデータ分析の結果、本避雷針から100m以内において顕著な違いが見られ、面積当たりの正規化落雷数の平均値は、設置後の方が少ないことがわかった(図一10)。また、本避雷針設置後の3年半の間に直撃雷被害は発生していない。



図一十 本避雷針設置前後の平均値グラフ

#### 4. 実証実験(電磁波対策としての本避雷針)

建築現場において、大型のクレーンのような重機を使用する際、周囲に放送電波のような強力な電波をだす電波塔があると、その電波がクレーンと共振して大きな電圧が帯電し、作業中に感電するという問題がある。この問題を防ぐために一般的に行われている対策は主に2つである。

- ①クレーンの向きを変える
  - ②アームを縮小させることで電波の波長が共振しないようにする
- しかし、クレーンを動かせない等の場合、今まで根



図一八 照明塔に取り付けた本避雷針

本的な解決方法がなかった。

愛知県某所の湾港においても同様に長年解決できない問題があった。この湾港で使用するガントリークレーンが周辺のラジオ電波に共振することで、コンテナ作業員が感電するという問題が発生していたのである（図-11）。そこでこのガントリークレーンに本避雷針を設置し、本避雷針は電磁波対策としても有効かどうかの実証実験を行った。



図-11 ガントリークレーン

・設置完了までの流れ

①本避雷針を設置する前の状態を調査した。ガントリークレーンの帯電状況をメモリハイコーダにて計測したところ、ピーク時で900Vを超える状況であった（図-12）。クレーン自体は車輪が接地されている状況であった。

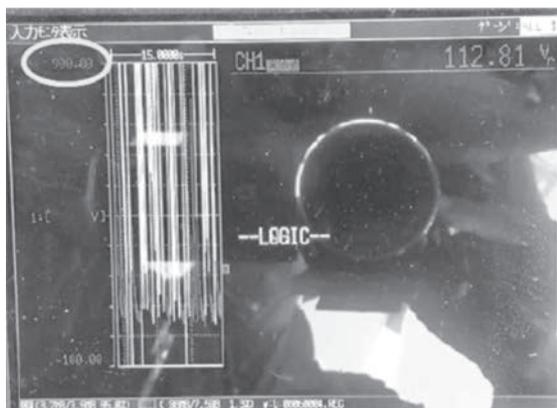


図-12 メモリハイコーダで900V以上を計測

②本避雷針をガントリークレーンの上部、先端、後端、途中の4か所に仮設置として設置し、本避雷針からの接地線を接地する前後で測定を行った。接地前は900Vを超える数値を計測していたが、1つの本避雷針の接地線を接地したところ、数値が急激に下がった事が確認できた。本避雷針を外すと再度数値は上振れした（図-13）。

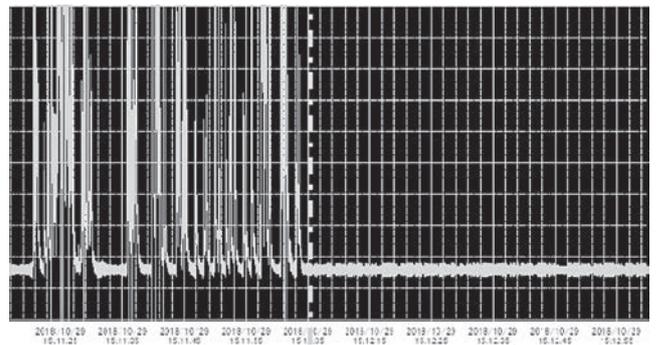


図-13 設置前後の波形の変化（左側が設置前、右側が設置後）

③仮設置により電磁波対策に一定の効果があることが確認できたため、後日、2か所に本避雷針を設置した（図-14）。



図-14 写真のクレーン上部と右側に本避雷針を設置

・設置完了後の経過報告

2019年2月に取り付け完了後、現在まで作業員が触れて感電被害になったことは報告されていない。

また、現在の電圧値は0Vに近い値となっている（図-15）。



図-15 0Vに近い測定値を示す

ガントリークレーンの2か所に本避雷針を設置することで、直撃雷対策と電磁波対策の両方を試み、電磁波対策にも効果があることが確認できた。また、レー

ルの接地状態をより改善させるため、レール本体をブラシで磨きクレーン本体の接地環境も改善させた（図-16）。これらの対策後、4年間にわたりこのガントリークレーンでの感電被害はなくなった。本避雷針の設置だけでなく、接地極や配線を改善することにより、総合的に感電被害を減らすことができたと考えられる。



図-16 アースブラシ

## 5. おわりに

冬季雷多発地域や実際に直撃雷被害が発生した地域で実証実験を行った結果、本避雷針が直撃雷の発生頻度を減少させ、被害を軽減することが確認された。ま

た、ガントリークレーンへの実証実験により、本避雷針は直撃雷対策だけでなく、電磁波対策にも一定の効果があることが確認された。

しかし、落雷被害の中には、直撃雷ではなく誘導雷が原因であるものも多数ある。誘導雷とは、付近への落雷が原因で通信線や電線などに発生する過電流・過電圧のことであり、電線につながれている電子機器を故障させる恐れがある。誘導雷は避雷針で防ぐことができず、SPDが必要だ。そのため本避雷針とSPDを併用することで、より効果的な落雷対策が可能となる。このような対策は建物内部の電子機器やシステムを保護するために非常に重要であり、落雷による被害を最小限に抑えることができる。

本研究では本避雷針による直撃雷被害の低減効果について詳細に検証を行った。今後も本避雷針による直撃雷対策研究を進め、国土強靱化に向けた取り組みを継続的に推進していく。

JCMA

### 【筆者紹介】

米田 稔（よねだ みのる）  
 (株)セイケン  
 工事部

