

# 雷とその防護対策

## 移動通信基地局の雷サージ対策

移動通信の基地局は周辺地形地物より位置的に高さの高いところに位置することが多い。そのため基地局に落雷することも多く、装置故障・通信線故障を誘発させることもしばしば起こっている。これら雷による故障を低減させるため、各種の雷サージ対策を講じているが、ここでは主に移動通信基地局の雷サージ対策を概説する。

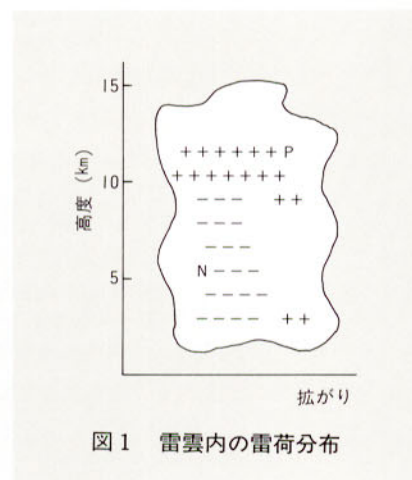
### まえがき

落雷とは雲の中の静電荷と大地の電荷との放電現象であるから、電荷の蓄積された雲、すなわち雷雲に近い地物には放電しやすい。無線通信の基地局は、通信できる範囲を広くさせるため、周辺地形地物より標高の高いところに位置させることが多いことから、落雷に遭遇する確率が高い。そのため、従来の無線基地局では落雷時の被害を最小限に止めるため、地中接地線の接続、機械室内環状接地母線の設置、アレスタの多段化などの対策を講じ、相当の効果は得ることができた。

ところが、移動通信方式のアンテナは鉄塔などの最高部に取り付けられることが多く、雷によるサージ電流（以下、雷サージ）が給電線系を通り無線機内に流入しやすい。また、通信のための信号線が電話交換局などから引き込まれているが、この通信線を介して雷サージが流入しやすい。加えて、無線装置、制御装置はLSIが多用されており、雷サージの影響を受けやすい。そのため、雷害による影響を抑制するべく各種対策を講じてきたので、その概要を説明する。

### 雷の発生<sup>1)</sup>

#### ■雷雲



雷はよく知られているように、雲の中の静電荷の放電現象である。静電荷が蓄積された雲が雷雲であり、この静電荷は雲の中の高度数kmにおよぶ強い上昇気流により誘起される。雷雲は直径数kmの雲塊を単位として、数個の雲塊が複合して形成されており、複雑な構造になっている。雷雲の電荷分布は図1に示すように、正電荷は雲の上部に広く分布し、負電荷は垂直の柱状になっている。

#### ■夏の雷と冬の雷

太平洋側地域では雷は夏に発生し、日本海側では冬に雷が発生することが多い。すなわち、夏と冬の雷雲には形状に差があり、このモデルを図2に示す。夏の雷は下方の負電荷が大地に放電するのに対して、冬の雷雲は、北西の強い季節風により吹き流されて水平方向に傾くため、

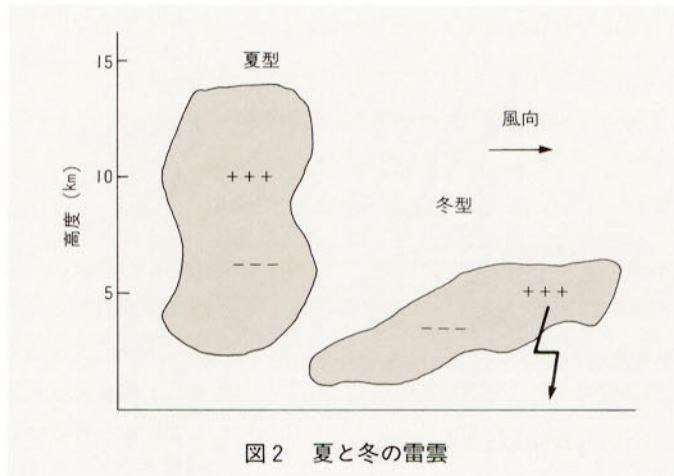


図2 夏と冬の雷雲

斜め上方の正電荷が直接大地に放電することが多い。北陸地方では1/2 がこの正電荷放電である。

■雷放電<sup>2),3)</sup>

雷雲の中の静電荷による雲間の電位差が空気の絶縁耐力を越えると放電を起こす。これが雷で、雲塊間での放電が雲間放電であり、雷雲下部の電荷と大地に誘起された電荷との間の放電が大地放電＝落雷である。

落雷は人間の目には1回の閃光としか見えないが、短時間に複数回の放電が起こっている。この落雷の進行過程を示し

たものが図3である。階段状に先駆放電が進展し、これが大地に到達すると空中中に放電路が形成され、この放電路を経由して大地の電荷が帰還電撃となって雲中に流出している。図3では40ms間隔で3回の帰還電撃が発生している。

落雷による電流の大きさとしては、1～100kA(波高値電流)の範囲にあり、10から30kAが多い。また、雷電流の継続時間(波尾長)では、冬期雷で多く発生する正極雷の波尾長はmsecオーダーであり、雷サージの周波数成分としても低周波で直流成分に近い特性である。夏期雷はほとんどが負極雷で、波尾長は10～数十 $\mu$ sのオーダーである。

雷害対策<sup>4),5)</sup>

雷による影響としては、落雷による電撃電流が直接機器に影響を与える直撃雷、落雷時の地表面の電界分布による電荷の移動が、地表上にある電線類に流入出す誘導雷がある。

直撃雷による雷電流(以下、雷サージ)の無線局への流入経路を模式的に記述したものを図4に示す(雷が落ち、その

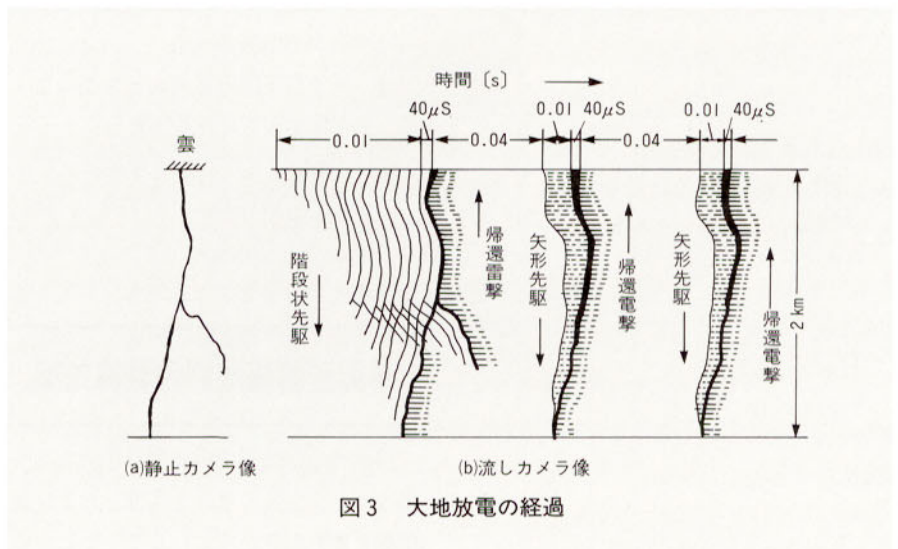


図3 大地放電の経過



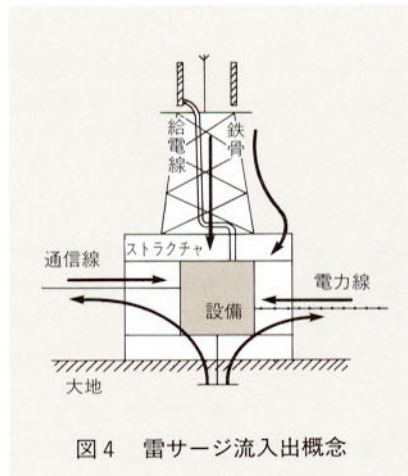


図4 雷サージ流入出概念

影響が波及することを示す単なる概念図で、電荷の移動は逆の方向)。

避雷針などに落雷があると、雷サージの主電流は鉄塔、局舎鉄骨を経由して地中に流出する。雷サージの一部は給電線を介して無線機械室内に流入し、機械室内接地線を通して地中に流出する。

落雷により無線局の地電位が上昇するが、遠方から接続されている通信線、電力線の電位は低いので、通信線、電力線を経由して雷サージが流出する。

したがって雷害対策の基本は、

- ① 雷サージの流入出経路を遮断する
- ② 雷サージ流出経路の低インピーダンス化を図り、設備内に流入する雷サージを低減させる
- ③ 関連装置間の接地端子を接続し、装置間の同電位化を図る
- ④ アレスタ等の保護素子を挿入し、電位差を機器の耐力電圧以下に抑圧する

である。

## 移動通信基地局の雷害対策

移動通信基地局では、アンテナを高所に設置していること、受電線、および通信線を多数引き込んでいることなど、前

3節の雷害対策の基本はすべて考慮する必要がある。雷害対策の概念図を図5に示す。

### ■給電線対策

アンテナは鉄塔などの最先端部に取り付けることが多いが、近傍には避雷針があり、避雷針への落雷では給電線にも雷サージが誘起する。給電線に雷サージが流入するのを抑制するため、避雷針の付いている鉄柱にアンテナ、ハイブリットなどを取り付ける場合は、鉄柱との間は絶縁させる。無線機械室直前で外部導体を接地系に接続して、雷サージを接地系に流出させるようにする。また、機械室内では、給電線フランジ部コネクタ部を同様に接地系に接続する。

### ■装置対策

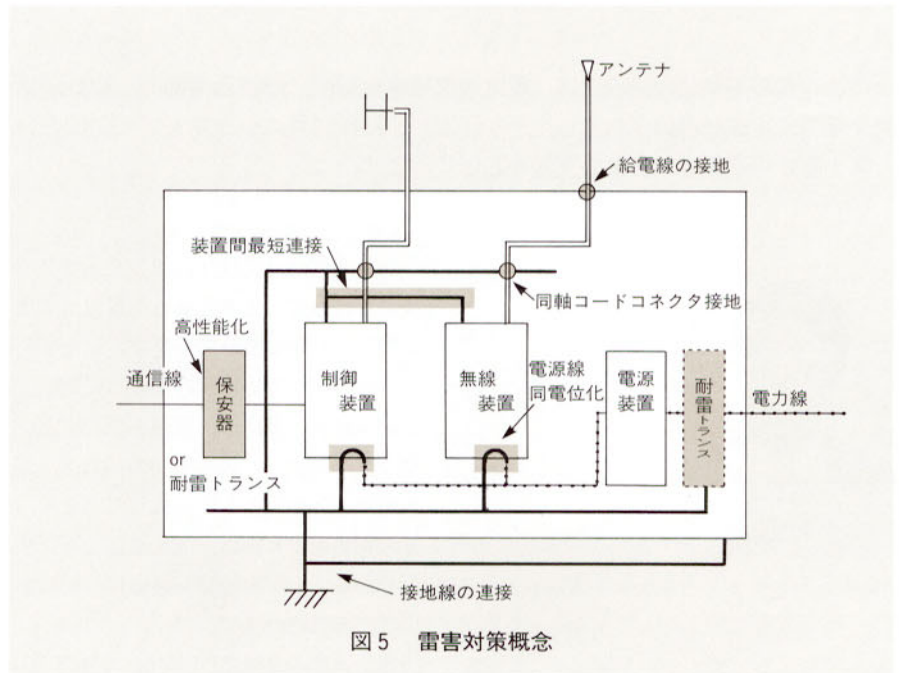
装置間の電位差を最小限にさせるため、関連装置間の接地端子を接地線で最短接続し、装置間全体の同電位化を図る。また、電源線の電位と装置の電位の同電位化のために、電源線+端子と装置接地端子を接続する。

### ■通信線対策

通信線の線間、通信線と接地系間の電位差を装置耐力以下の電圧に抑圧させるため、通信線にアレスタを挿入する。直撃雷の影響を受ける可能性のある基地局、およびその対向電話交換局等には高性能アレスタを使用する。なお、この高性能アレスタには混触保護回路は付加していないため、混触の危険性がある場合には使用しない。また、山上中継所等での落雷では、通信線に流入する雷サージが大きく、プリント基盤型ジャック盤(DF-30)では焼損することもあるので、付線型ジャック盤(現状ではDF-20)を使用する。

### ■電力線対策

電力線は雷サージに対してインピーダ



ンスが低い場合、雷サージが流れやすい。雷サージの影響を防止するために、アレスタを各所に挿入するか、耐雷トランスを設置して、雷サージを絶縁する。

山上中継所で近隣に類似の設備がある場合、集落が近くにある場合や、ビル屋上に無線設備を設置する場合で、雷サージの近隣への波及が懸念される場合も耐雷トランスを設置する。

#### ■接地線の接続

同一局内でも接地系が独立であれば、落雷時には接地系間で大きな電位差が発生する。接地系電位の同電位化のため、接地系は接続する。

落雷による放電電流が地表面電荷と中和させやすくするためには、接地極は地中深層接地より地表面広範囲浅層接地が有効と考えられる。従来、山上局で行っている敷地周囲に対する環状接地極は有効であり、避雷導線のこの環状接地極への直接接続は雷サージの機械室内通過を低減させるのに効果がある。

## あ と が き

雷の特性、移動通信における雷害対策について、その概要を述べた。雷サージは耐力の弱いところを通過し、機器に被害を与えている。部分的な対策だけでは改善効果は得にくく、雷害を撲滅するためには、系全体の対策を考慮する必要がある。

#### 文 献

- 1) サンコーシャ編：通信保安体系
- 2) 電気工学ハンドブック
- 3) 黒沢、ほか：“雷防護技術”，施設35-11
- 4) 木村：“電子通信機器の雷サージ防護技術”，電気設備学会誌 89-9
- 5) 木島：“通信装置の最近の雷害対策”，NTT R&D 92-3