

情報通信ビルにおける雷害対策技術

高度情報通信ネットワーク社会の実現に向かってアクセス系のブロードバンド化が進展しており、情報通信ビルには高度な信頼性とアベイラビリティ (availability: 可用性) が一層必要になってきています。情報通信サービスの安定性確保のための雷害対策技術に関し、情報通信ビルの現状と技術動向、対策事例について紹介します。

きしもと やすお
岸本 保夫

NTTファシリティーズ

情報通信ビルの雷害対策の重要性

xDSLや光通信、無線システムによるアクセス系のブロードバンド化の進展などで高速・超高速のインターネット接続が利用できる高度情報通信ネットワーク社会の実現への動きが急速に進んでいます。このような進展は、素子の高密度化を支える半導体技術やスイッチング電源技術の進歩を背景としており、イミュニティ (耐力) の低い電子機器の普及により、さまざまな電磁環境問題とともに、雷サージ等の過電圧による被害が顕在化してきました。

ドイツの保険会社のデータによると、電子機器の年間の被害額に占める雷放電などのサージによる被害額の割合は、1980年代後半からの10年で約4倍となる30～35%に増加しており⁽¹⁾、同様の状況が、日本でも確認されています。2000年8月には、一晩の落雷でISDN回線の端末機器の故障申告が首都圏で約9000件発生し、ネットワーク機器の雷害対策の重要性が再認識されました。これらの例から明らかなように、通信センタやデータセンタなどの情報通信システムには、種々の電磁妨害に対する高い耐性と、これまで以上に高い信頼性とアベイラビリティが求められているといえます。

通信センタでは、通信装置のEMC

(Electromagnetic Compatibility: 電磁両立性) 規格の制定や新接地方式の導入により、この問題に対処しています。NTTファシリティーズでは通信センタの接地系・給電系の設備状況調査と改修を1997年より実施しています。また、昨年2月より通信センタなどで研究開発した技術を背景に雷害対策サービスを開始しています。

以下では、情報通信ビルで重要な雷保護技術と接地技術、および診断・対策ツールについて紹介します。

雷保護

落雷による電流は数～数十 μ sでピーク値に達し、平均約35kA、最大で200kA程度の大きな電流が流れます。従来より高さ20m以上の建物に対しては、受雷部 (避雷針など)、引き下げ導線、接地電極で建物への直撃を回避しています。建物や人、家畜等の安全を確保するためJIS規格による外部雷保護が実施されていますが、国際規格との不整合などにより見直しが必要になっています。また、近年は電気・電子機器に半導体部品が一般的に使用されるようになったため、建物内の機器が故障するケースが増えています。落雷は、建物外部から引き込む各種の配線や配管、建物自体 (鉄骨、鉄筋) などから伝導また

は絶縁破壊で建物内に侵入する雷電流や、雷撃時に発生する強い電界や磁界によって建物内の機器に影響を及ぼします。これを防止する内部雷保護が、ITの普及とともに一層重要になってきています。

そこで現在、JIS規格の見直しが見直しがIECの規格を取り入れるかたちで進められています。IECやITU-T、諸外国の規格では、JIS規格にはないリスクの評価方法も示されています。また、雷害対策としては、停電対策も重要であり、二系統受電や重要機器へのUPS (Uninterruptible Power Supplies) の適用などにより電源供給の高信頼化を図ることが必要です。

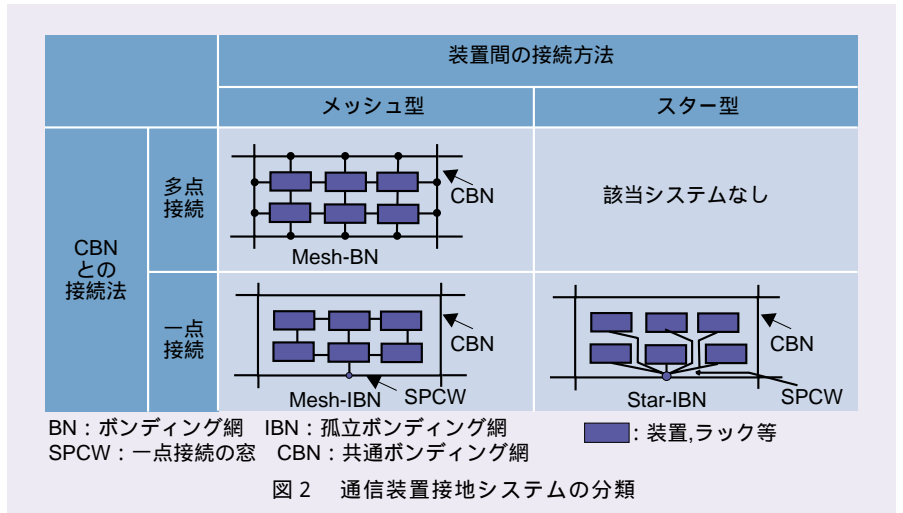
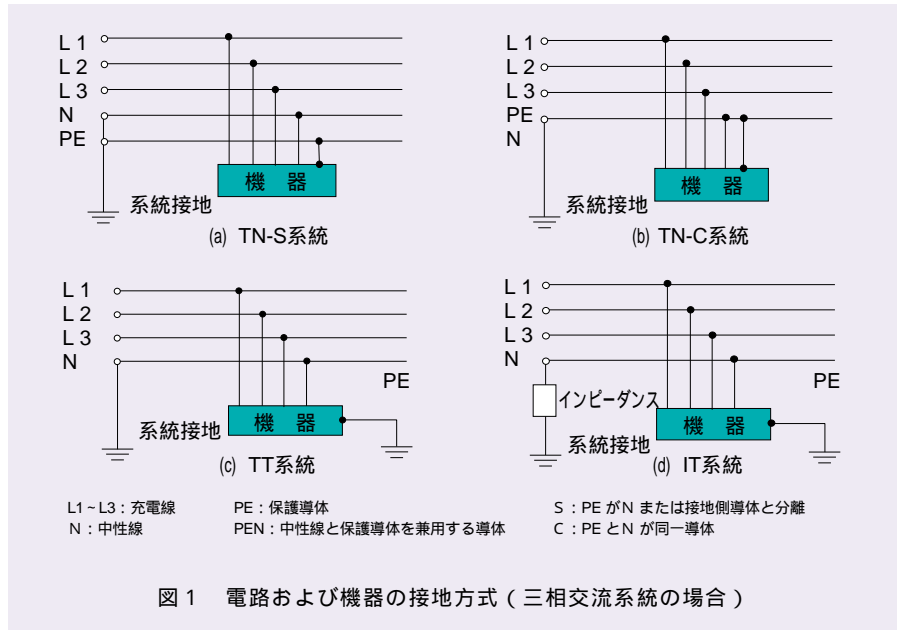
接地技術

交流1kV以下、直流1500V以下の配電システムは、系統と機器筐体の大地との関係を各々、接地 (T)、絶縁 (I)、中性点接地 (N) に応じて第1文字、第2文字で表記すると、TN、TT、IT系統に区別されます (図1)⁽²⁾。欧米では通常、一点接地系のTN系統ですが、日本では病院設備やプールなどの場合 (IT系統) を除くと、標準的には中性線を用いない分離接地系のTT系統です。このため、雷サージで生じる接地極間の電位差や建物内のノイズで接地線に生じる電圧で電気・電子機器が故障する場合が

あります。建物内にはこのほかにも用途別に各種の接地極があり、落雷時の電位差が建物内設備に影響を及ぼす問題があります。

フロアレベルにおいて機器間を等電位化するためのボンディングネットワークの構成法として、スター型とメッシュ型の配線方式があります(図2)⁽³⁾。スター型の配線方式ではボンディングネットワークを建物の金属構造体から絶縁することを基本とし、フロアの一点でこれに接続します。メッシュ型の配線方式では、絶縁するかしないかの2通りがあります。建物の金属構造体から絶縁して一点でこれに接続する場合には、そのシステムの外部からの影響を受けにくい点では有利ですが、絶縁性の確保が難しく設計・施工・保守において十分な配慮が必要になります。

通信センタには現在、接地構成を明確にして雷害対策やノイズ耐力、保守の容易性で改善した新接地方式が導入されています⁽⁴⁾。本方式は、鉛直方向の接地母線と避雷針用接地極以外の各接地極(新設ビルでは、統合接地極と高圧避雷器用接地極)の一点接続、各階における各装置・システムの接地母線への一点接続、異なった階の装置間や異種システム間の通信線に対する絶縁トランスの挿入により、階レベル、建物レベルで一点接地化するものです。各装置・システムと建築構造体との等電位化のため、やの



各接続点では建物の鉄骨・鉄筋への接続が行われます。電源設備は各階に整流装置やUPSを置く分散給電方式としており、この接地方式に適しています。

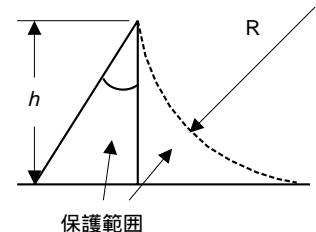
なお、高周波ではケーブルのインピー

ダンスが大きくなるため、同一の情報通信システム内ではメッシュ方式にするのが機器間の等電位化に有効であり、雷サージの誘導対策としても有効です。

表1 保護レベルに応じた受雷部の配置

保護レベル	h(m)		20 (°)	30 (°)	45 (°)	60 (°)	メッシュ幅 (m)	保護効率E (= 1 - Nc/Nd)	
	R(m)	R(m)							
	20	25	*	*	*	*	5	0.95 < E	0.98
	30	35	25	*	*	*	10	0.90 < E	0.95
	45	45	35	25	*	*	15	0.80 < E	0.90
	60	55	45	35	25	20	20	0 < E	0.80

* 回転球体法およびメッシュ法だけを適用する Nc: 許容雷撃頻度 Nd: 雷撃頻度
E > 0.98の場合には保護手段の追加が必要。E < 0の場合には保護は必要ない



外部雷保護

外部雷保護システムでは、適正配置した受雷部による雷撃の高い捕捉率、低インピーダンスの経路の形成による受雷部・大地間での電荷の移行、接地極の低接地抵抗性/等電位性などの性能が重要です。

受雷部に関して、JIS規格では避雷針の保護角は高さによらず60°以下（危険物等では45°以下）ですが、高い建物では、側面から雷撃を受ける頻度が高まることを考慮する必要があります。建物への雷撃はステップ的に形成される雷放電の経路の最終段が建物の雷撃点から形成されて生じますが、新規格ではこれに基づいた考えが取り入れられており、建物の高さと所要の保護レベルに応じて保護角法、回転球体法、メッシュ法の適用方法を規定しています（表1）。保護レベルは、想定される雷撃頻度 N_d と許容雷撃頻度 N_c に基づく保護効率 $1 - N_c/N_d$ のレベルであり、保護効率の最大値がそれぞれ、98%、95%、90%、80%であるように保護レベルⅠ～Ⅳが設定されています⁽⁵⁾。

内部雷保護

電気・電子機器の故障は、電力線や通信・信号線、接地線、フレームなど、外部とメタリックな結合を有する部分間に雷サージ電圧が加わって発生します。したがって、これらに対する対策は、絶縁（耐雷）トランスの使用、床の金属構造体からの機器の絶縁、サージ防護デバイスによるサージ電圧レベルの抑制、電線以外の金属導体間のボンディングによる等電位化、配線のシールドの両端接地などです。建物内の機器を耐量別に区域（ゾーン）に分けて設置し各区域の境界で必要な保護措置を加えて過大なサージ電圧・電流の内部区域への移行を抑制

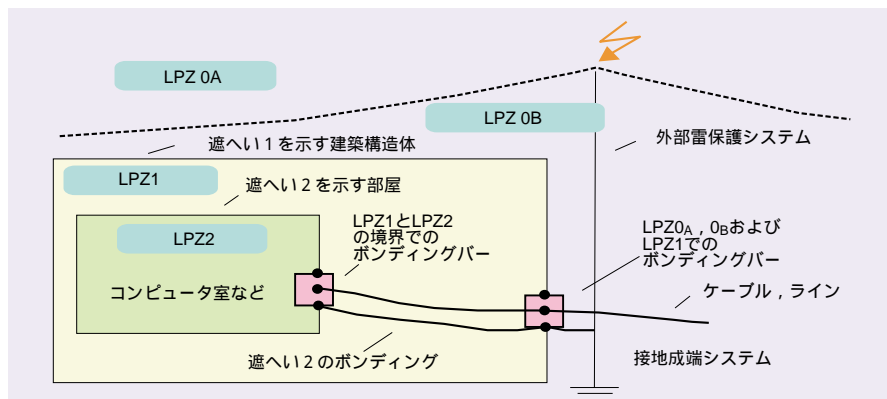


図3 雷保護ゾーン(LPZ)の考え方

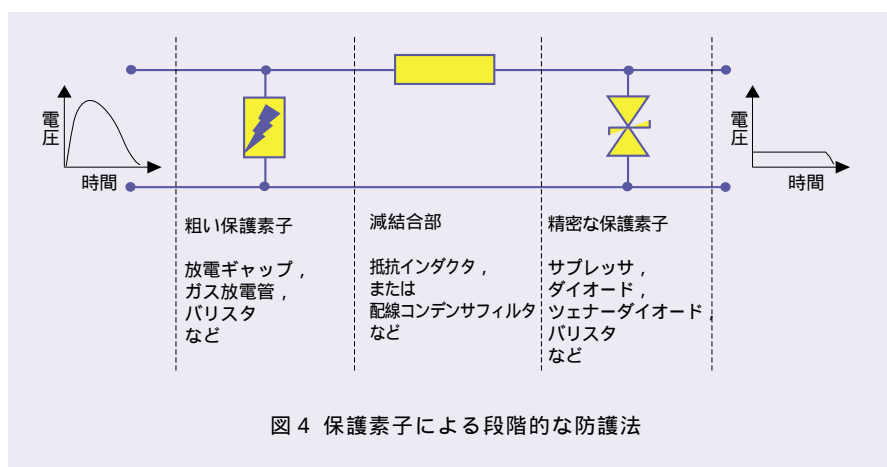


図4 保護素子による段階的な防護法

する方法は合理的な方法といえます（図3）⁽⁶⁾。各サージ防護デバイスは、保護協調を図り、破壊されることなく、機器に伝達される電圧や電流が確実に機器の耐力以下になるように構成される必要があります（図4）。

なお、NTTでは先頃、国際規格（ITU-T）の動向に基づいて過電圧に対する通信機器の保護規格を改訂しています。

雷害対策事例

構内の離れた建物間で通信する場合、各建物内での対策とともに建物間の地電位差や誘導によって通信ケーブルに発生するサージ電圧や電流の低減対策が必要です。もっとも有効な対策は無線や光による通信方式の適用で

すが、メタリックケーブルを使用する場合には、各建物の接地極間を埋設地線や金属配管などで接続してこの間の接地系のインピーダンスを低くするとともに、通信ケーブルの両端にはサージ防護デバイスを設けてケーブルと通信機器の接地端子間に生じる電圧を抑制します。無線中継所での対策事例⁽⁷⁾を以下に述べます（図5、表2）。

各棟で無線機器や電源が故障したため、微弱電流を本棟の鉄塔から注入して調査した結果、分流比で、避雷導線に2分の1から3分の1、導波管から本棟内部へ3分の1から5分の1、別棟との通信ケーブルには5分の1の各電流が流れることが推定されました（表2）。ただし、その後の雷観測で避雷導線には予想以上の電流が分流

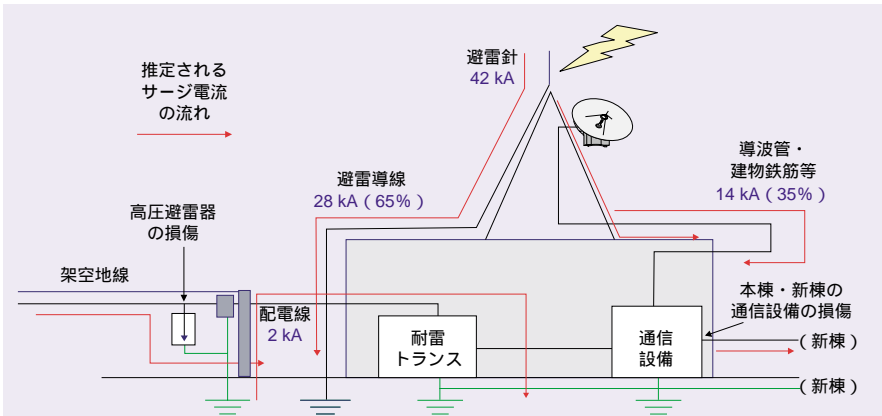


図5 落雷時の無線中継所本棟周辺の雷サージ分布 (雷サージ観測結果)

表2 無線中継所本棟避雷針への直撃雷による各部の電流分布推定値

本棟周辺の観測点	電流比
避雷針	1
導波管(本棟鉄塔から)	1/3 - 1/5
独立鉄塔への導波管, 同軸ケーブル, 接地線(外部ケーブルラックに接続)	1/7
避雷導線	1/2 - 1/3
本棟・別棟間の通信ケーブル	1/5
本棟・別棟間の接地線	1/10
本棟・別棟間の電源線(AC&DC)	1/7

妨害波伝達量評価システムによる評価値 (帯域: 30 - 150 kHz)

- (2) JIS C 0364-2-21(1999): “建築物の電気設備 第2部: 通則,” (IEC 60364-2-21の訳)
- (3) ITU-T Recommendation K.27: “BONDING CONFIGURATIONS AND EARTHING INSIDE A TELECOMMUNICATION BUILDING.”
- (4) 木島・沼田・在間: “セントラル新接地構成法の実現,” NTT技術ジャーナル, Vol.9, No.3, pp.31-26, 1997.
- (5) IEC 61024-1: “建築物の雷保護 第1編 基本原則,” など
- (6) IEC 61312-1: “雷電磁インパルスに対する保護第1編一般原則,”
- (7) 岸本・石田・水口: “EMC評価・試験技術,” NTTファシリティーズジャーナル, Vol.39, No.228, pp.27-30, 2001.
- (8) 岸本: “雷防護技術とEMC対策,” NTTファシリティーズジャーナル, Vol.40, No.232, pp.23-26, 2002.

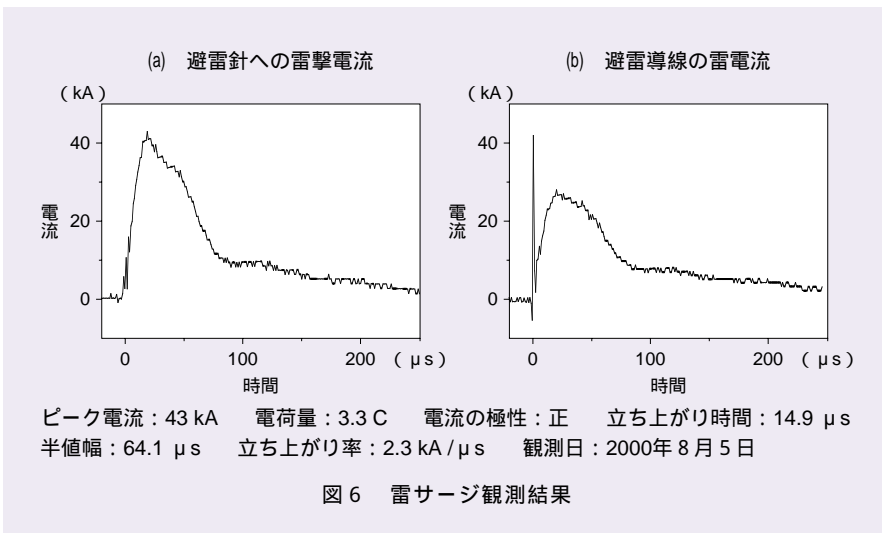


図6 雷サージ観測結果

することが判明しています(図6)。

避雷導線の増設, 環状接地極の新設(導電コンクリートを併用), 各棟での接地基準点の設置, すべての同軸・多対ケーブルへのアレスタの設置などの対策を講じました。

対策後, 導波管や別棟間の通信ケーブルの電流は各々, 対策前の10分の1から5分の1, 20分の1から10分の1に減少できたことなど, 本対策の効果が確認できました。

診断・対策ツール

情報通信ビルの保全・更改等の工事は運用中の情報通信設備に影響を与えないように安全に行う必要があります。

ます。このための診断や改修のツール⁽⁷⁾として, これまでに, 接地線を外さずに接地抵抗測定ができる高機能形接地抵抗測定器や, 直流の迷走電流が流れる接地線や電力ケーブルにおいて過渡電圧・電流を生じない切断を可能にするケーブル切断支援装置, 電力配線の識別性能を高めた活線探査が可能な配線探査ツール⁽⁸⁾などを開発しています。また, 前述のとおり雷害対策の状況や対策効果を評価するために微弱信号による妨害波伝達量評価システムや雷観測システムを構築し, 使用しています。

参考文献

- (1) P. Hasse: “Overvoltage protection of low voltage systems,” 2nd ed., IEE, 2000.



岸本 保夫

ITの普及と発展により情報通信システムの信頼性に対する社会的ニーズはますます高まっています。設置環境との電磁両立性の条件の明確化と実現への取り組みをさらに進めていきます。

問い合わせ先

NTTファシリティーズ

TEL 03-5907-6341

FAX 03-5961-6640

E-mail kisimoto@rd.ntt-f.co.jp