

■ウインドウズ オブ Wind (風の窓)

新 JIS における雷サージ対策について

株式会社サンコーシヤ 商品開発部 岡林 親志

1. はじめに

一般住宅・学校・銀行・病院・工場・美術館などの一般建築物および特殊建築物（石油プラント・化学プラント・60m を超える高層ビルなど）を対象に、従来の雷害対策を整理統合するとともに、加えて IEC 規格（国際電気標準会議）との整合性を図るため、2003 年に JIS が改訂された。改訂された主な点は、雷害対策を建物の外部と内部に分け、外部雷保護システムと内部雷保護システムとに分類したことである。

本稿では、最近新たに制定された新 JIS における雷サージ対策の概要について紹介を行う。

2. 新 JIS 改正の経緯

雷がもつ高電圧・大電流の危険性から、人体保安および機器保護の確保を目的に、設備別の法令が定められている。

建築物を直撃雷から守る雷保護に関しては、建築基準法、建築基準法施行令、建築基準法施行規則などがある。電力設備に関しては、電気設備技術基準、電気用品安全法などがあり、通信設備に関しては、有線電気通信設備令、有線電気通信設備令施行規則、端末機器等設備規則等がある。従来は、建築系、電力系、通信系と各分野別に、それぞれ法令や JIS が整備され、各種の対策がおこなわれてきた。

しかし、雷はこれらの設備間を自由に行き来して、被害を引き起こす。例えば、屋内に限定された LAN 配線においても、避雷針に落ちた雷が引き下げ導体を通してアースへ流れる途中で、電磁気的な結合により、この LAN 配線に高電圧が発生することがある。特に、近年では装置の電子化、情報通信技術（ICT）のネットワーク化等により、この傾向は顕著となっている。

このような時代背景のもと、総合的かつ設備横断的な雷防護対策が重要との声が高まり、新たな IEC 規格が審議、制定され、新 JIS の制定に至っている。

表 1 に、雷防護関連における主たる新 JIS を示す。

表 1 雷防護関連の新 J I S

新 JIS	IEC 規格	記述事項
A 4201	61024-1	建築物等の雷保護
C 0367-1	61312-1	雷による電磁インパルスに対する保護 第 1 部: 基本的原則
C 5381-1	61643-1	低圧配電システムに接続するサージ防護デバイスの所要性能及び試験法
C 5381-12	61643-12	低圧配電システムに接続するサージ防護デバイスの選定及び適用基準
C 5381-21	61643-21	通信及び信号回線に接続するサージ防護デバイスの所要性能及び試験法
C 5381-22	61643-22	通信及び信号回線に接続するサージ防護デバイスの選定及び適用基準
C 5381-311	61643-311	低圧サージ防護デバイス用ガス入り放電管 (GDT)
C 5381-321	61643-321	低圧サージ防護デバイス用アバランシブブレークダウダイオード (ABD) の試験方法

2-1 外部雷保護システム

外部雷保護システム⁽¹⁾は、避雷針を含めた受雷部システム、引き下げ導線システムおよび接地システムから構成され、建物の重要度に応じて、表 2 に示すように保護レベルが規定された。

例えば、最も厳しい保護レベル I では、200kA の雷撃電流を考慮する必要がある。

表 2 保護レベルと最大雷撃電流

保護レベル	保護効率	最小雷撃電流 (kA)	雷撃距離 (m)	最大雷撃電流 (kA)
I	0.98	2.9	20	200
II	0.95	5.4	30	150
III	0.90	10.1	45	100
IV	0.80	15.7	60	100

避雷針における保護範囲の考え方については、1750 年代に Franklin (米) が避雷針を考案した後、その保護範囲について最初の研究をおこなったのが、F.W. Peek (米) である。その後、様々な研究および観測が行われ、Walter

(独) が提唱した理論が、1950 年頃までは最も妥当であると考えられていた。旧 JIS もこの考え方を採用している。

水平導体や架空地線の保護範囲については、1960 年代後半になって、H. R. Armstrong と E. R. Whitehead (米) により、架空地線の雷撃遮へい範囲は雷撃電流の大きさで変化するとこの前提で、雷撃電流をもとにして雷撃距離を計算し、解析と作図によって雷撃遮へい範囲が求められることを提案した。(以下、A-W 理論と略称) この A-W 理論は、送電線における耐雷設計に用いられている。

一方、1982 年から IEC 規格 (国際電気標準会議) に建築物等の避雷設備について検討する技術委員会 TC81 が発足し、我が国も含めた各国の委員によって討議検討がなされた。その主要な検討点の一つに、雷撃距離の考え方をもとにした回転球体法 (rolling sphere method) の審議・検討があり、IEC 61024-1 “建築物の雷保護” では、雷撃遮へいの新しい考え方として、この回転球体法・メッシュ法が採用された。

新 JIS では、この結果を受けて従来の保護角法に加えて、回転球体法・メッシュ法が追加採用され、同時期に建築基準法も JIS と同じ内容に改定された。

新しい JIS では、保護角法を用いた場合、受雷部の地上高および保護レベルに応じて、保護角度が変化するため 60m を超過すると適応できない。

回転球体法は、受雷部と大地が同時に接するように球体を回転させたときに、球体表面の包絡面から被保護物側を保護範囲とする方法で、球体半径は R となる。メッシュ法は、メッシュ導体で覆われた内側を保護範囲とする方法であり、そのメッシュ幅 L は保護レベルに応じて規定されている。表 3 に保護レベルと保護角の関係を示し、図 1 に各法による保護範囲を示し、図 2 に回転球体法の概念を示す。

表 3 保護レベルに応じた受雷部の配置

保護レベル	回転球体法半径 R (m)	保護角法 高さ h (m)					メッシュ法幅 L (m)
		20	30	45	60	60 超過	
		保護角 α (度)					
I	20	25	*	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	*	10
III	45	45	35	25	*	*	15
IV	60	55	45	35	25	*	20

* 回転球体法およびメッシュ法だけを適用する。

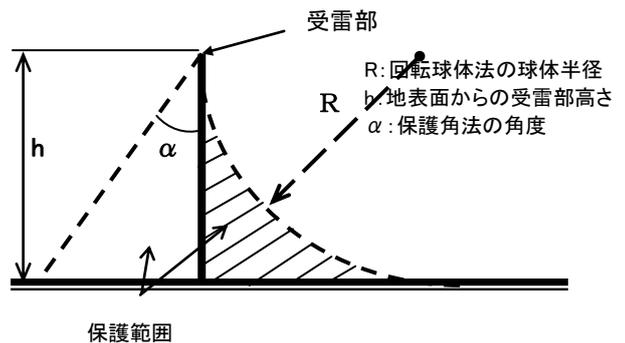


図 1 保護各法および回転球体法による保護範囲

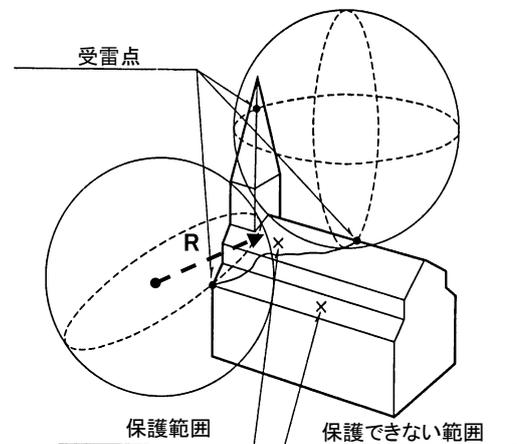


図 2 回転球体法 (rolling sphere method) の概念

2-2 内部雷保護システム

内部雷保護システム⁽²⁾では、直撃雷対応を考慮して LPZ (Lightning Protective Zone の略で雷保護領域の意) の考え方が採用された。LPZ は、建物内を雷撃時の電磁的影響の強弱によっていくつかのゾーンに区分けし、ゾーンの境界に SPD を設置する考え方である。また、直撃雷波形として新たに $10/350 \mu s$ が規定され、SPD (Surge Protective Device の略で、一般的に

言われる保安器の意)は、より大きなエネルギーに対応できることが要求された。なお、誘導雷については、従来どおり $8/20\mu s$ の波形となる。

内部雷保護システムの基本は、外部導電性部分、電力線および通信線の等電位化を実施することにある。ただし、電力線や通信線などは、ボンディング導体で直接アースに接続すると、地絡や短絡が生じるため、SPD を介して接地することで等電位化をおこなう。

したがって、低压配電線および通信・制御線などには、SPD を設置する必要があるが、従来は SPD の統一規格がなかったため、性能の異なる SPD が適時設置されていた。

今回の JIS 制定に伴って、その設置場所に応じた SPD (クラス I およびクラス II 等) を設置する必要がある。図 3 に、LPZ と SPD の関係を示し、表 4 に SPD (低压配電システム用) の形式、クラス試験と試験波形を示す。

表 4 SPD の形式、クラス試験および試験波形

SPD 形式	試験の名称	試験波形	SPD の主な設置例
タイプ I	クラス I 試験	$10/350\mu s$ (直撃雷波形)	電力引込口 主分電盤
タイプ II	クラス II 試験	$8/20\mu s$ (誘導雷波形)	分電盤 アウトレット
タイプ III	クラス III 試験	コンビネーション波形 ($1.2/50\mu s \cdot 8/20\mu s$)	アウトレット 負荷装置

(1) 低压配電システムに接続する SPD⁽³⁾ (低压配電用 SPD)

JIS C 0367-1:2003 では、雷撃電流の分流について個々の計算が不可能なとき(各種接地抵抗値、電力線及び通信線のインピーダンスなどが不明の場合など)に限り、直撃雷の全電流の 50%が接地システムに流入し、残りの 50%が引込線及び引込管に分流すると仮定している。また、引込線及び引込管の本数を n 本とすると、 n で除した値が 1 本あたりの電流値となる。通信線の場合は、最大でも全電流の 5%が流入するとしている(図 4)。

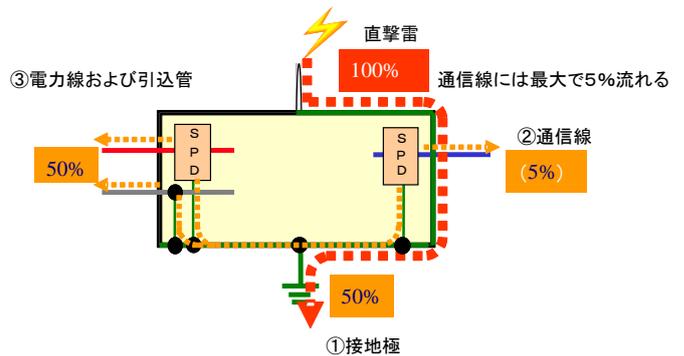


図 4 雷撃電流の分流の割合

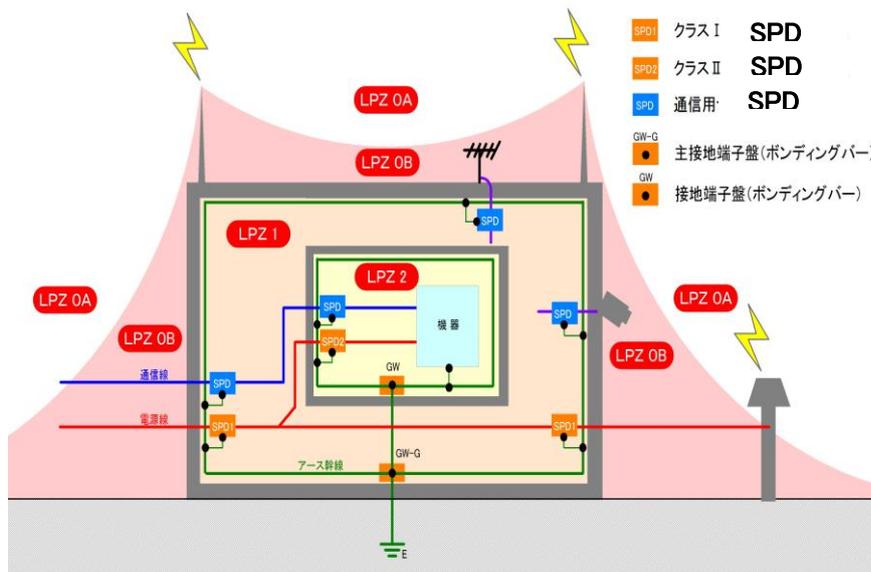


図 3 LPZ と SPD の関係

一例として、低圧配電システムにおいて最も過酷なケース（保護レベルⅠ：雷撃電流 200kA を想定・・・表 2）を考えてみる。

単相 2 線の引き込みとして、1 線あたりは $200\text{kA} \times 0.5/2 = 50\text{kA}$ となり、クラスⅠ試験に対応する SPD (MZG-200) が必要となる (図 5)。

クラスⅠ試験に対応した SPD (タイプⅠ) は、直撃雷対応用でスパークギャップ (Spark Gap : SG)・ガスチューブアレスタ・金属酸化バリスタなどで構成されている。一方、タイプⅡおよびⅢの SPD は、誘導雷対応用で金属酸化バリスタや、金属酸化バリスタとガスチューブアレスタを直列に組み合わせたタイプのものが広く普及している。低圧配電用 SPD では、故障時に系統から SPD を切り離すために、ヒューズなどの SPD 分離器を直列に使用する必要がある。

(2) 通信用 SPD

通信線は、低圧配電線とは異なり線路インピーダンスが高いため、前述のように通信線への流出電流は最大 5% としている。本来は、LPZ1 に設置されている通信設備に対しては、高電流耐量の SPD が望ましいが、実際のところ過大な電流が流れる恐れは低い。仮に、最も厳しい条件である保護レベルⅠを想定しても、通信線から外部へ流出する雷サージ電流は、200kA の 5% にあたる 10kA 程度 (10/350 μs) である (図 4)。

また、通信線は多対ケーブルが引き込まれるため、多対ケーブルへの分流効果も考えると、芯線当たりの流出電流は僅かとなる。通信用 SPD は、前述のガスチューブアレスタや金属酸化バリスタに加え、アバランシェダイオードなどで構成される。通信用 SPD の製品例を図 6 に示す。



図 6 通信用 SPD の製品例

文 献

- (1) 大和玄一他：「JIS A4201 建築物の雷保護」，日本規格協会 (2003)。
- (2) 横山茂他：「JIS C0367-1 雷による電磁インパルスに対する保護 第1部：基本的原則」，日本規格協会 (2003)。
- (3) 木島均他：「JIS C5381-1 低圧配電システムに接続するサージ防護デバイスの所要性能及び試験法」，日本規格協会 (2004)。

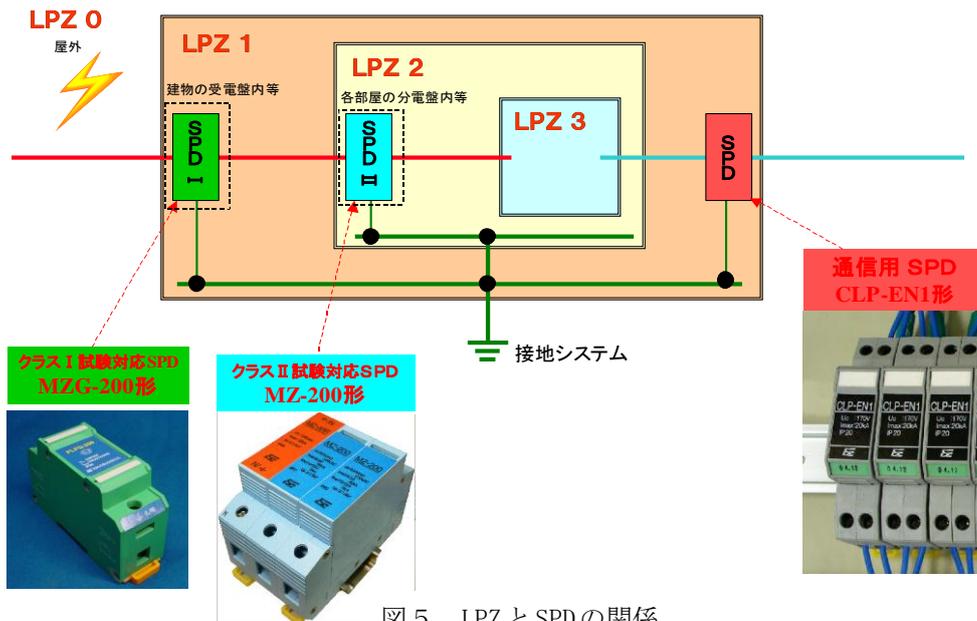


図 5 LPZ と SPD の関係