

# JIS

## 雷保護—第 4 部：建築物等内の電気及び 電子システム

JIS Z 9290-4 : 2016

(IEC 62305-4 : 2010)

(IEIEJ/JSA)

(2021 確認)

平成 28 年 9 月 20 日 改正

日本工業標準調査会 審議

(日本規格協会 発行)

著作権法により無断での複製，転載等は禁止されております。

2019年7月1日の法改正により名称が変わりました。

まえがきを除き、本規格中の「日本工業規格」を「日本産業規格」に読み替えてください。

Z 9290-4 : 2016 (IEC 62305-4 : 2010)

日本工業標準調査会標準第二部会 電気技術専門委員会 構成表

|       | 氏名      | 所属                               |
|-------|---------|----------------------------------|
| (委員長) | 大 崎 博 之 | 東京大学                             |
| (委員)  | 青 柳 恵美子 | 公益社団法人日本消費生活アドバイザー・コンサルタント・相談員協会 |
|       | 岩 本 光 正 | 東京工業大学                           |
|       | 上 原 京 一 | 株式会社東芝                           |
|       | 熊 田 亜紀子 | 東京大学                             |
|       | 酒 井 祐 之 | 一般社団法人電気学会                       |
|       | 下 川 英 男 | 一般社団法人電気設備学会                     |
|       | 高 村 里 子 | 全国地域婦人団体連絡協議会                    |
|       | 藤 倉 秀 美 | 一般財団法人電気安全環境研究所                  |
|       | 前 田 育 男 | IEC/ACOS エキスパート (IDEC 株式会社)      |
|       | 山 田 美佐子 | 千葉県消費者センター                       |

主 務 大 臣：経済産業大臣 制定：平成 21.6.20 改正：平成 28.9.20

官 報 公 示：平成 28.9.20

原 案 作 成 者：一般社団法人電気設備学会

(〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-9-6 堀留ゼネラルビル TEL 03-6206-2720)

一般財団法人日本規格協会

(〒108-0073 東京都港区三田 3-13-12 三田 MT ビル TEL 03-4231-8530)

審 議 部 会：日本工業標準調査会 標準第二部会 (部会長 大崎 博之)

審議専門委員会：電気技術専門委員会 (委員長 大崎 博之)

この規格についての意見又は質問は、上記原案作成者又は経済産業省産業技術環境局 国際電気標準課 (〒100-8901 東京都千代田区霞が関 1-3-1) にご連絡ください。

なお、日本工業規格は、工業標準化法第 15 条の規定によって、少なくとも 5 年を経過する日までに日本工業標準調査会の審議に付され、速やかに、確認、改正又は廃止されます。

## 目 次

|                                   | ページ |
|-----------------------------------|-----|
| 序文                                | 1   |
| 1 適用範囲                            | 2   |
| 2 引用規格                            | 2   |
| 3 用語及び定義                          | 3   |
| 4 SPM の設計及び施工                     | 6   |
| 4.1 一般事項                          | 6   |
| 4.2 SPM の設計                       | 9   |
| 4.3 雷保護ゾーン (LPZ)                  | 10  |
| 4.4 SPM の基本                       | 12  |
| 5 接地及びボンディング                      | 13  |
| 5.1 一般事項                          | 13  |
| 5.2 接地極システム                       | 14  |
| 5.3 ボンディング回路網                     | 15  |
| 5.4 ボンディング用バー                     | 19  |
| 5.5 LPZ の境界におけるボンディング             | 19  |
| 5.6 ボンディング用構成部材の材料及び寸法            | 20  |
| 6 磁気遮蔽及び配線経路                      | 21  |
| 6.1 一般事項                          | 21  |
| 6.2 空間遮蔽                          | 21  |
| 6.3 内部配線の遮蔽                       | 21  |
| 6.4 内部配線の経路                       | 21  |
| 6.5 外部配線の遮蔽                       | 21  |
| 6.6 磁気遮蔽の材料及び寸法                   | 21  |
| 7 協調のとれた SPD システム                 | 22  |
| 8 分離用 (絶縁用) インターフェース              | 22  |
| 9 SPM の管理                         | 22  |
| 9.1 一般事項                          | 22  |
| 9.2 SPM の管理計画                     | 23  |
| 9.3 SPM の検査                       | 24  |
| 9.4 保守                            | 25  |
| 附属書 A (参考) LPZ 内における電磁環境評価の基本     | 26  |
| 附属書 B (参考) 既設建築物等に対する SPM の実施     | 47  |
| 附属書 C (参考) 協調のとれた SPD システムの選定及び施工 | 62  |
| 附属書 D (参考) SPD の選定において考慮する要素      | 68  |
| 解 説                               | 73  |

Z 9290-4 : 2016 (IEC 62305-4 : 2010)

## まえがき

この規格は、工業標準化法第 14 条によって準用する第 12 条第 1 項の規定に基づき、一般社団法人電気設備学会（IEIEJ）及び一般財団法人日本規格協会（JSA）から、工業標準原案を具して日本工業規格を改正すべきとの申出があり、日本工業標準調査会の審議を経て、経済産業大臣が改正した日本工業規格である。これによって、**JIS Z 9290-4:2009** は改正され、この規格に置き換えられた。

この規格は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この規格の一部が、特許権、出願公開後の特許出願又は実用新案権に抵触する可能性があることに注意を喚起する。経済産業大臣及び日本工業標準調査会は、このような特許権、出願公開後の特許出願及び実用新案権に関わる確認について、責任はもたない。

**JIS Z 9290** の規格群には、次に示す部編成がある。

**JIS Z 9290-1** 第 1 部：一般原則

**JIS Z 9290-3** 第 3 部：建築物等への物的損傷及び人命の危険

**JIS Z 9290-4** 第 4 部：建築物等内の電気及び電子システム

日本工業規格

JIS

Z 9290-4 : 2016

(IEC 62305-4 : 2010)

## 雷保護—

# 第 4 部：建築物等内の電気及び電子システム

Protection against lightning—

Part 4: Electrical and electronic systems within structures

### 序文

この規格は、2010 年に第 2 版として発行された **IEC 62305-4** を基に、技術的内容及び構成を変更することなく作成した日本工業規格である。

なお、この規格で点線の下線を施してある参考事項は、対応国際規格にはない事項である。

障害源としての雷は、高エネルギー現象であり、落雷による放電は、数百メガジュール (MJ) のエネルギーを放出するが、建築物等内の電気及び電子システムを構成する電子機器を破損させるのに十分な数ミリジュール (mJ) のエネルギーと対比した場合、これらの機器を保護するためには、追加の保護手段が必要である。

この規格の必要性は、雷の電磁気的影響に起因する電気及び電子システムの故障費用の増大によって生じたものである。特に重要な対象は、データ処理及び記憶装置、並びに多大な投資金額、規模及び複雑性をもつプラントのプロセス制御及び安全性に用いている電子システムである（プラントの運転停止は、費用及び安全面の理由から非常に好ましくない。）。

雷は、**JIS Z 9290-1** に規定する、建築物等内における次の各種タイプの被害の原因となる。

- D1：感電による生物の死傷
- D2：火花放電を含む雷電流の影響による物的損傷（火災、爆発、機械的破壊及び化学物質の流出）
- D3：雷電磁インパルス (LEMP) による内部システムの故障

**JIS Z 9290-3** は、物的損傷及び人命のリスクを低減するための保護対策に関するもので、電気及び電子システムの保護は範囲外である。

この規格 (**JIS Z 9290-4**) は、建築物等内の電気及び電子システムの恒久的故障のリスクを低減する保護対策に関する情報を与えるものである。

電気及び電子システムの恒久的故障は、次の事項を介して雷電磁インパルスによって発生することがある。

- 接続線を経由して機器に伝搬する雷サージ
- 放射電磁界による機器自体への直接的な影響

建築物等に対する雷サージは、次の建築物等への外部の要因又は建築物等の内部の要因によって発生することがある。

- 建築物等外部の雷サージは、引込線への直撃雷又は近傍雷によって発生し、引込線を介して電気及び電子システムへ伝搬する。

## 2

Z 9290-4 : 2016 (IEC 62305-4 : 2010)

- 建築物等内部の雷サージは、建築物等への直撃雷又は近傍雷による結合で発生する。

**注記 1** 建築物等内部の雷サージは、例えば、誘導負荷の開閉のような開閉の影響でも発生する。結合は、次の各種のメカニズムによって発生する。

- 抵抗結合（例 建築物等の接地極システムの接地インピーダンス又はケーブル遮蔽部抵抗による。）
- 磁界結合（例 電気及び電子システムの配線ループ及びボンディング導体のインダクタンスによる。）
- 電界結合（例 ロッドアンテナによる。）

**注記 2** 電界結合は、一般的に磁界結合に比較して非常に小さく、無視することができる。放射電磁界は、次によって発生する。

- 雷道に流れる直撃雷電流
- 導体に流れる部分雷電流 [例 JIS Z 9290-3 による外部雷保護システム（外部 LPS）の引下げ導線内又はこの規格による外部との空間遮蔽内]

## 1 適用範囲

この規格は、雷電磁インパルス（LEMP）による恒久的故障の発生を低減するため、建築物等内の電気及び電子システムの保護対策の設計、施工、検査、保守及び試験について規定する。

この規格は、内部システムの機能不全を引き起こす雷による電磁妨害に対する保護には適用しない。ただし、**附属書 A** に記載する情報は、このような妨害を評価するために用いることができる。電磁妨害に対するイミュニティ及び保護対策は、**IEC 61000** 規格群及び **JIS C 60364-4-44** で扱っている。

この規格は、保護方法に対する要求事項及び適切な保護効果を達成するために、電気及び電子システムの設計者と保護対策の設計者との間の協力のための指針を示す。

この規格は、電気及び電子システム自体の詳細な設計に関しては規定していない。

**注記** この規格の対応国際規格及びその対応の程度を表す記号を、次に示す。

**IEC 62305-4:2010**, Protection against lightning—Part 4: Electrical and electronic systems within structures (IDT)

なお、対応の程度を表す記号“IDT”は、**ISO/IEC Guide 21-1** に基づき、“一致している”ことを示す。

## 2 引用規格

次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格のうちで、西暦年を付記してあるものは、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む。）は適用しない。西暦年の付記がない引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

**JIS C 5381-11** 低圧サージ防護デバイス—第 11 部:低圧配電システムに接続する低圧サージ防護デバイスの要求性能及び試験方法

**注記 1** 対応国際規格：**IEC 61643-1:2005**, Low-voltage surge protective devices—Part 1: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems—Requirements and tests

**注記 2** 注記 1 に記載する対応国際規格及びこれに対応する JIS C 5381-1 は既に廃止されているため、JIS C 5381-1 に置き換わって制定された JIS C 5381-11 を引用した。

**JIS C 5381-12** 低圧サージ防護デバイス—第 12 部:低圧配電システムに接続する低圧サージ防護デバイスの選定及び適用基準

**注記** 対応国際規格：**IEC 61643-12:2008**, Low-voltage surge protective devices—Part 12: Surge

protective devices connected to low-voltage power distribution systems—Selection and application principles (IDT)

**JIS C 5381-21** 低圧サージ防護デバイス—第 21 部:通信及び信号回線に接続するサージ防護デバイス (SPD) の要求性能及び試験方法

注記 対応国際規格: **IEC 61643-21**, Low voltage surge protective devices—Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks—Performance requirements and testing methods (MOD)

**JIS C 5381-22** 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

注記 対応国際規格: **IEC 61643-22**, Low-voltage surge protective devices—Part 22: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks—Selection and application principles

**JIS C 60364-5-53** 建築電気設備—第 5-53 部:電気機器の選定及び施工—断路, 開閉及び制御

注記 対応国際規格: **IEC 60364-5-53:2001**, Electrical installations of buildings—Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment—Isolation, switching and control (MOD)

**JIS C 60664-1** 低圧系統内機器の絶縁協調—第 1 部: 基本原則, 要求事項及び試験

注記 対応国際規格: **IEC 60664-1:2007**, Insulation coordination for equipment within low-voltage systems—Part 1: Principles, requirements and tests (IDT)

**JIS C 61000-4-5** 電磁両立性—第 4-5 部: 試験及び測定技術—サージイミュニティ試験

注記 対応国際規格: **IEC 61000-4-5:2005**, Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-5: Testing and measurement techniques—Surge immunity test (IDT)

**JIS Z 9290-1** 雷保護—第 1 部: 一般原則

注記 対応国際規格: **IEC 62305-1:2010**, Protection against lightning—Part 1: General principles (IDT)

**JIS Z 9290-3** 雷保護—第 3 部: 建築物等への物的損傷及び人命の危険

注記 対応国際規格: **IEC 62305-3:2010**, Protection against lightning—Part 3: Physical damage to structures and life hazard (MOD)

**IEC 61000-4-9:1993**, Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-9: Testing and measurement techniques—Pulse magnetic field immunity test—Basic EMC Publication

**IEC 61000-4-10:1993**, Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-10: Testing and measurement techniques—Damped oscillatory magnetic field immunity test—Basic EMC Publication

**IEC 62305-2:2010**, Protection against lightning—Part 2: Risk management

### 3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は, **JIS Z 9290-1** によるほか, 次による。

#### 3.1

電気システム (electrical system)

低圧配電系統部品で構成するシステム。

#### 3.2

電子システム (electronic system)

通信機器, コンピュータ, 制御及び計測システム, 無線システム, 並びにパワーエレクトロニクス設備のようなぜい (脆) 弱な (弱耐電圧特性の) 電子部品素子で構成するシステム。

#### 4

Z 9290-4 : 2016 (IEC 62305-4 : 2010)

### 3.3

#### 内部システム (internal systems)

建築物等の内部の電気及び電子システム。

### 3.4

#### 雷保護, LP (lightning protection)

建築物等, その内部システム及び内容物, 並びに人間に対する落雷の影響から保護する総合的なシステム。これは, 一般に, LPS 及び SPM で構成されている。

### 3.5

#### 雷保護システム, LPS (lightning protection system)

建築物等への落雷による物的損傷及び生物への傷害を低減するために用いるシステム全体。

**注記 1** これは, 外部雷保護システム及び内部雷保護システムの両方で構成されている。

**注記 2** これは, 総合的なシステムである雷保護 (LP) の一部である。

### 3.6

#### 雷電磁インパルス, LEMP (lightning electromagnetic impulse)

雷サージ及び放射電磁界を発生する抵抗結合, 誘導結合及び静電結合による, 雷電流の全ての電磁気的な影響。

### 3.7

#### 雷サージ (surge)

LEMP によって発生する過渡的な過電圧及び／又は過電流。

### 3.8

#### 定格インパルス耐電圧, $U_w$ (rated impulse withstand voltage)

製造業者が機器又はその部分に定めたインパルス耐電圧値。この値は, その機器の絶縁の過渡過電圧に対する耐電圧性能を表す。

**注記** この規格では, 充電用導体と接地との間の耐電圧だけを対象としている。

### 3.9

#### 雷保護レベル, LPL (lightning protection level)

自然界で発生する雷において, 想定する最大及び最小の設計値の範囲内の雷電流パラメータの発生確率に関係する数値。

**注記** 雷保護レベルは, 雷保護対策を設計するために, 関連する 1 組の雷電流パラメータの組合せから選択して用いられる。

### 3.10

#### 雷保護ゾーン, LPZ (lightning protection zone)

雷の電磁気的環境を定義した領域。

**注記** LPZ の領域の境界は, 物理的境界 (例 壁, 床, 天井) を必要としていない。

### 3.11

#### LEMP 保護対策, SPM (LEMP protection measures)

内部システムの LEMP の影響に対する保護のための対策手段。

**注記** これは, 総合的なシステムである雷保護 (LP) の一部である。

### 3.12

#### 格子状空間遮蔽 (grid-like spatial shield)



格子状開口部寸法によって特性付けられる磁気遮蔽。

**注記** ビル又は部屋に対し, 建築物等の相互接続した金属製構造体によって構築することが望ましい  
(例 コンクリート内の鉄筋, 金属枠, 金属支え)。

### 3.13

#### 接地極システム (earth-termination system)

外部 LPS の一部で, 雷電流を大地に放流することを目的としたシステム。

### 3.14

#### ボンディング回路網 (bonding network)

建築物等及び内部システム (充電用導体は除く。) の全ての導体部を接地極システムへ相互接続した回路網。

### 3.15

#### 接地システム (earthing system)

接地極システム及びボンディング回路網を結合したシステム全体。

### 3.16

#### サージ防護デバイス, SPD (surge protective device)

過渡過電圧を制限し, サージ電流を分流することを目的とした, 1 個以上の非線形素子を内蔵しているデバイス。

### 3.17

#### $I_{\text{imp}}$ で試験した SPD (SPD tested with $I_{\text{imp}}$ )

代表波形 10/350  $\mu\text{s}$  の部分雷電流に対応するインパルス試験電流  $I_{\text{imp}}$  に耐える SPD。

**注記** 電源回路に対する適切な試験電流  $I_{\text{imp}}$  は, JIS C 5381-11 のクラス I 試験方法に規定している。

### 3.18

#### $I_n$ で試験した SPD (SPD tested with $I_n$ )

代表波形 8/20  $\mu\text{s}$  の誘導サージ電流に対応するインパルス試験電流  $I_n$  に耐える SPD。

**注記** 電源回路に対する適切な試験電流  $I_n$  は, JIS C 5381-11 のクラス II 試験方法に規定している。

### 3.19

#### コンビネーション波形発生器で試験した SPD (SPD tested with combination wave)

代表波形 8/20  $\mu\text{s}$  の誘導サージ電流に対応するインパルス試験電流  $I_{\text{SC}}$  に耐える SPD。

**注記** 電源回路に対する適切なコンビネーション波形試験は, 開回路電圧  $U_{\text{OC}}$  1.2/50  $\mu\text{s}$  及び短絡電流  $I_{\text{SC}}$  8/20  $\mu\text{s}$  で, 内部抵抗 2  $\Omega$  のコンビネーション波形発生器による JIS C 5381-11 のクラス III 試験方法に規定している。

### 3.20

#### 電圧スイッチング形 SPD (voltage switching type SPD)

サージを印加していない場合は高インピーダンスであるが, サージ電圧に応答して瞬時にインピーダンスが低くなる SPD。

**注記 1** 電圧スイッチング形 SPD 内に用いる一般的な素子には, エアギャップ, ガス入り放電管, サイリスタ形サージ防護素子などがある。これらを“クローバ素子”ということがある。

**注記 2** 電圧スイッチング形 SPD は, 不連続な電圧-電流特性をもつ。

### 3.21

#### 電圧制限形 SPD (voltage limiting type SPD)

サージを印加していない場合は高インピーダンスであるが、サージ電圧及び電流の増加に従い連続的にインピーダンスが減少する SPD。

**注記 1** 電圧制限形 SPD 内に用いる一般的な素子には、バリスタ、アバランシブレイクダウンドायオードなどがある。これらを“クランピング素子”ということがある。

**注記 2** 電圧制限形 SPD は、連続的な電圧－電流特性をもっている。

### 3.22

#### 複合形 SPD (combination type SPD)

電圧スイッチング形の素子及び電圧制限形の素子の両方を併せもつ SPD。印加電圧の特性に応じて、電圧スイッチング、電圧制限又はこれら両方の特性を示すことがある。

### 3.23

#### 協調のとれた SPD システム (coordinated SPD system)

電気及び電子システムの故障の低減を目的として、適切に選定し、協調をとって設置した複数の SPD。

### 3.24

#### 分離用 (絶縁用) インターフェース (isolating interfaces)

雷保護ゾーン (LPZ) 内に引き込む線を伝導する雷サージを低減することができる装置。

**注記 1** これらには、巻線間の遮蔽板を接地した絶縁変圧器、非金属の光ファイバケーブル及び光アイソレータを含む。

**注記 2** これらの装置の絶縁耐力特性は、この適用に対して本質的な特性によって、又は SPD を介して利用することができる。

**注記 3** 空間を利用する場合は分離用インターフェース、絶縁物を利用する場合は絶縁用インターフェースと使い分けられるが、この規格では区別せず、分離用 (絶縁用) インターフェースとする。

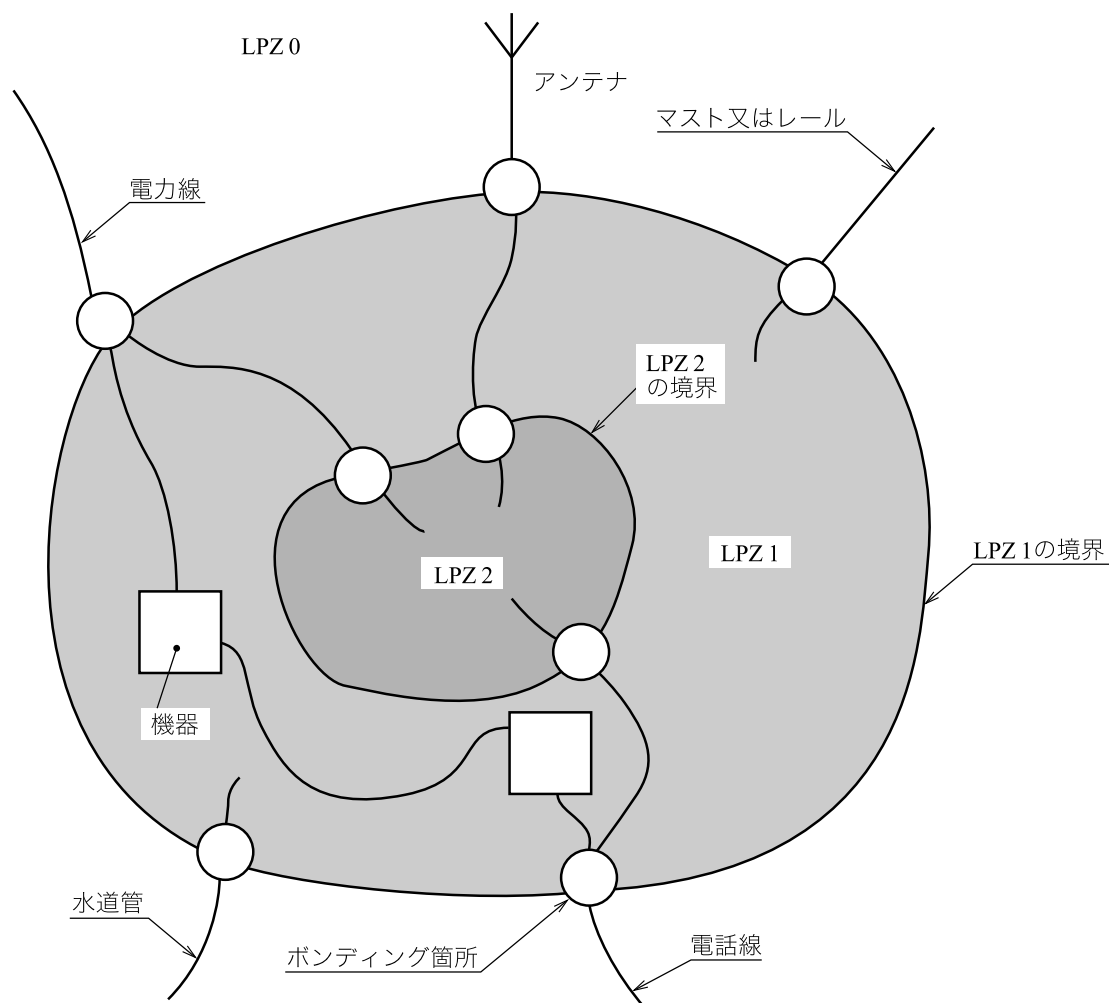
## 4 SPM の設計及び施工

### 4.1 一般事項

電気及び電子システムは、LEMP から損傷を受けやすい。したがって、内部システムの故障発生を防止するため、LEMP 保護対策 (SPM) を設置する必要がある。

SPM の設計は、電磁両立性 (EMC) 及び施工の実務での広い知識をもつ雷保護及び雷サージ防護の専門家によって実施することが望ましい。

LEMP に対する保護は、雷保護ゾーン (LPZ) の概念に基づき、被保護システムを含む空間を LPZ で分割しなければならない。これらのゾーンは、LEMP の厳しさがそのゾーン内の内部システムのイミュニティレベルと両立できるように理論上割り当てた空間 (又は内部システム) の部分である (図 1 参照)。隣り合うゾーンは、LEMP の厳しきの明確な差によって特性付ける。LPZ の境界は、採用する保護対策によって決定する (図 2 参照)。



○：直接又は適切な SPD による引込線・管類のボンディング

**注記** この図は、建築物等を内部 LPZ に分割した例を示している。建築物等に接続する全ての金属製の引込線・管類は、LPZ 1 境界でボンディング用バーを経由してボンディングしている。さらに、LPZ 2 (例 電算室) に接続する導電性の引込線・管類は、LPZ 2 の境界でボンディング用バーを経由してボンディングしている。

図 1－異なる LPZ に分割する基本的原則

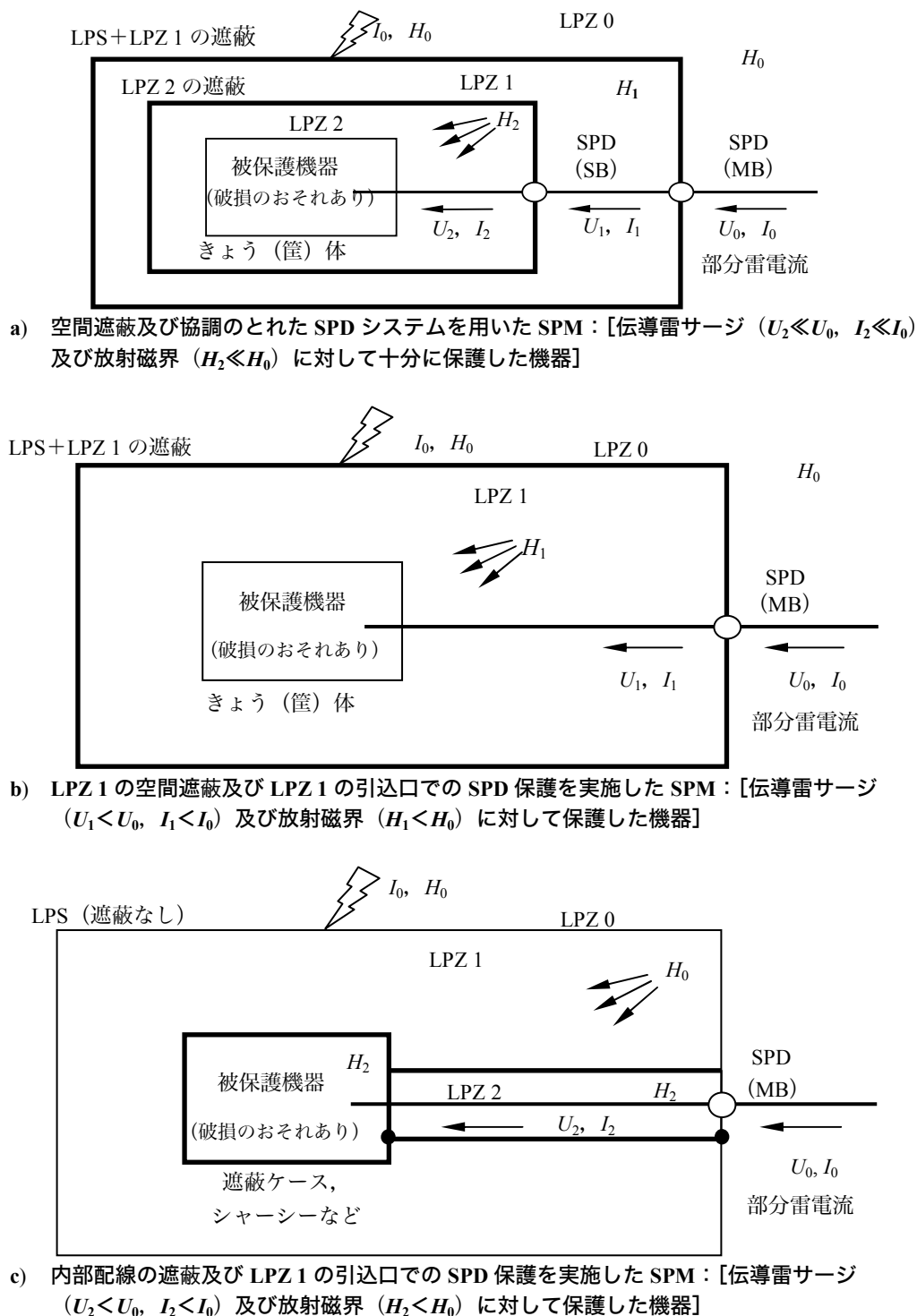
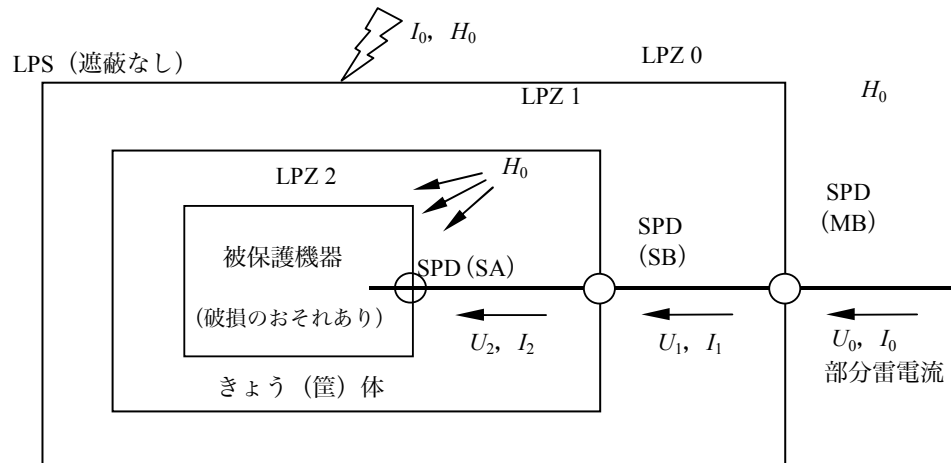


図 2—SPM (LEMP 保護対策) の実施例



- d) 協調のとれた SPD システムだけを用いた SPM : [機器は, 伝導雷サージ ( $U_2 \ll U_0, I_2 \ll I_0$ ) に対しては保護しているが, 放射磁界 ( $H_0$ ) に対しては保護していない]

—— : 遮蔽境界  
 —— : 非遮蔽境界

注記 1 SPD は, 次の箇所に設置できる。

- LPZ 1 の境界 [例 主分電盤 (MB)]
- LPZ 2 の境界 [例 二次分電盤 (SB)]
- 機器の近傍又は接続部 [例 コンセント部分 (SA)]

注記 2 詳細な設置規定は, JIS C 60364-5-53 参照。

図 2—SPM (LEMP 保護対策) の実施例 (続き)

LEMP による電気及び電子システムの恒久的故障は, 次の原因によって発生する。

- a) 接続線を経由して機器に伝搬する伝導及び誘導の雷サージ
- b) 放射電磁界による機器自体への直接的な影響

機器へ直接被害を及ぼす放射電磁界の影響に対する保護には, 空間遮蔽及び／又は遮蔽した線からなる SPM を, 遮蔽した機器エンクロージャと組み合わせて用いることが望ましい。

接続線を経由して機器に伝搬する伝導及び誘導の雷サージの影響に対する保護には, 協調のとれた SPD システムの SPM を用いることが望ましい。

機器が関連する EMC 製品規格に規定する無線周波の放射及びイミュニティに適合する場合, 機器に対して直接放射する電磁界による機器の故障は無視することができる。

一般に, 機器は, 関連する EMC 製品規格に適合する必要があるが, 協調のとれた SPD システムで構成する SPM は, 通常 LEMP の影響に対して機器を十分に保護する。

関連する EMC 規格に適合しない機器の場合, 協調のとれた SPD システムで構成する SPM だけでは, LEMP の影響から十分に保護できない。この場合, 電磁界の直接的影響に対して最適な保護を実現するための方法に関する情報を, 附属書 A に示す。放射磁界に対する機器のイミュニティレベルは, IEC 61000-4-9 及び IEC 61000-4-10 によって選定する必要がある。

特別な適用が必要な場合, 耐性保護協調を検証するため, 実験室において模擬した SPD, 配線及び実機を含んだシステムレベルの試験を実施してもよい。

## 4.2 SPM の設計

SPM は, 雷サージ及び放射磁界から機器を保護するために, 次によって設計することが望ましい。LPS, 磁気遮蔽及び協調のとれた SPD システムの保護対策を実施した SPM の例を, 図 2 に示す。

- a) 空間遮蔽及び協調のとれた SPD システムを用いた SPM は、放射磁界及び伝導雷サージに対して保護することができる [図 2 の a) 参照]。複数の空間遮蔽及び直列に接続した協調のとれた SPD システムは、磁界及び雷サージをより低い脅威レベルに低減することができる (SPD については、D.3 参照)。
- b) LPZ 1 の空間遮蔽及び LPZ 1 の引込口の SPD 保護を用いた SPM は、放射磁界及び伝導雷サージに対して機器を保護することができる [図 2 の b) 参照]。

**注記 1** 磁界が減衰しない (LPZ 1 の遮蔽効果が低い) 場合、又は雷サージが減衰しない (高い電圧に対する SPD の防護レベルが低い、及び SPD の機器側配線への誘導の影響が残る。) 場合、十分な保護はできない。

- c) 遮蔽された機器エンクロージャと組み合わせた内部配線の遮蔽を用いた SPM は、放射磁界に対して保護することができる。LPZ 1 の引込口の SPD は、伝導雷サージに対して保護することができる [図 2 の c) 参照]。より低い脅威レベルを達成するため (1 段階で LPZ 0 から LPZ 2 へ) に、十分に低い適切な電圧防護レベルとするための特別な SPD (例 内部に LPZ 0 と LPZ 2 との追加協調) を必要とすることがある。
- d) SPD が伝導雷サージに対してだけ保護をするため、協調のとれた SPD システムを用いた SPM は、放射磁界の影響を受けない機器を保護するためだけに適用することができる [図 2 の d) 参照]。協調のとれた SPD システムを用いることで、より低い脅威レベルを達成することができる。

**注記 2** 図 2 の a)～c)による手法は、関連する EMC 製品規格に適合しない機器に対して推奨する。

**注記 3** 等電位ボンディングの SPD を用いただけの JIS Z 9290-3 による LPS は、ぜい (脆) 弱な電気及び電子システムの保護に対して何ら効果的な保護にはならない。メッシュ幅の短縮及び適切な SPD の選定によって LPS が改善でき、その結果、これらが SPM の効果的な構成要素となる。

### 4.3 雷保護ゾーン (LPZ)

雷の危険を考慮して、各 LPZ を 4.3.1 及び 4.3.2 に定義する (JIS Z 9290-1 参照)。

#### 4.3.1 外部ゾーン

外部ゾーンは、次のように分類する。

- a) LPZ 0 : 雷の減衰していない電磁界による危険があり、更に内部システムが全雷サージ電流又は部分雷サージ電流にさら (曝) される可能性のあるゾーン。LPZ 0 は、b)及び c)のように分類する。
- b) LPZ 0<sub>A</sub> : 直撃雷放電及び全雷電磁界による危険があるゾーン。内部システムは、全雷サージ電流にさら (曝) される可能性がある。
- c) LPZ 0<sub>B</sub> : 直撃雷放電に対しては保護しているが、全雷電磁界による危険があるゾーン。内部システムは、部分雷サージ電流にさら (曝) される可能性がある。

#### 4.3.2 内部ゾーン (直撃雷放電に対して保護している場合)

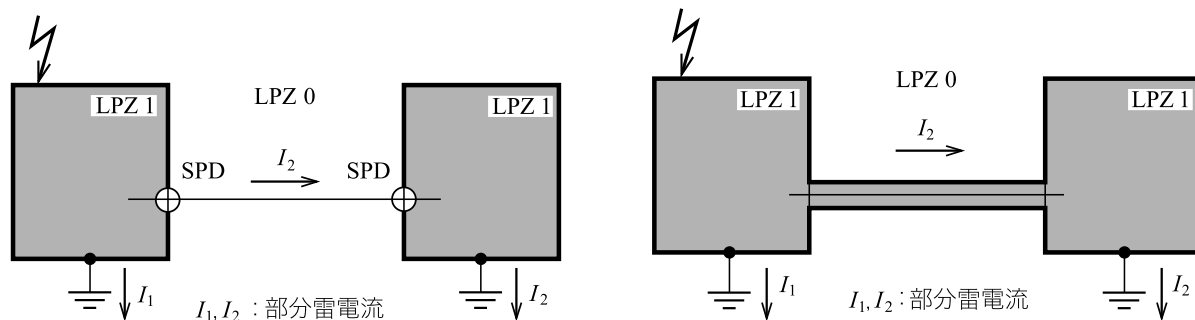
内部ゾーンは、次のように分類する。

- a) LPZ 1 : 雷サージ電流が、電流分流及び分離用 (絶縁用) インターフェースによって、並びに／又は境界での SPD によって制限されるゾーン。空間遮蔽は、雷電磁界を低減することができる。
- b) LPZ 2, …, n : 雷サージ電流が、電流分流及び分離用 (絶縁用) インターフェースによって、並びに／又は境界での追加の SPD によって更に制限されるゾーン。追加の空間遮蔽は、雷電磁界を更に低減することができる。

**注記** 一般に、個々のゾーンの番号が高いほど、電磁環境のパラメータ (雷サージ及び放射磁界の値) は小さい。

例えば、協調のとれた SPD システム及び／又は磁気遮蔽による SPM の設置によって、LPZ を構築することができる（図 2 参照）。被保護機器の数、種類及びイミュニティレベルによって、適切な LPZ を決定することができる。LPZ には、小さな局部的ゾーン（例 機器エンクロージャ）から大きな統合したゾーン（例 全建築物等空間）までを含む（図 B.2 参照）。

二つの分離した建築物等は、電力線又は信号線によって接続するか、又は必要な SPD の数を低減する場合、同一レベルの LPZ を相互接続することが必要である（図 3 参照）。

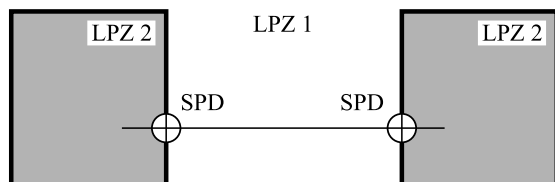


**注記** この図は、電力線又は信号線によって接続した 2 個の LPZ 1 を示す。両方の LPZ 1 が、互いに数 10 m 又は数 100 m 離れた別の接地システムをもつ別の建築物等の場合には、特別の注意を払うことが望ましい。この場合には、保護していない接続線に沿って雷電流の大部分が流れることがある。

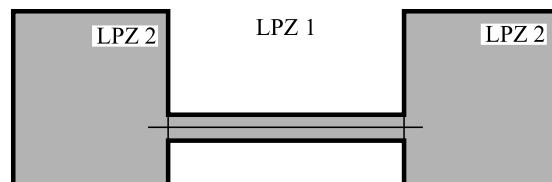
**注記** 両 LPZ 1 を相互接続する場合、シールドケーブル又は遮蔽したケーブルダクトを用いて、その遮蔽部が部分雷電流を流すことができるようにすることで、この問題を解決できる。これを図に示す。この遮蔽に沿った電圧降下がそれほど大きくない場合、SPD を省略できる。

a) SPD を用いて相互接続した 2 個の LPZ 1

b) シールドケーブル又は遮蔽したケーブルダクトを用いて相互接続した 2 個の LPZ 1



**注記** この図は、電力線又は信号線によって接続した 2 個の LPZ 2 を示す。ラインは LPZ 1 の脅威レベルにあるので、各 LPZ 2 の引込口に SPD を必要とする。



**注記** 両 LPZ 2 を相互接続する場合、シールドケーブル又は遮蔽したケーブルダクトを用いることで、干渉を避けることができ、SPD を省略できる。これを図に示す。

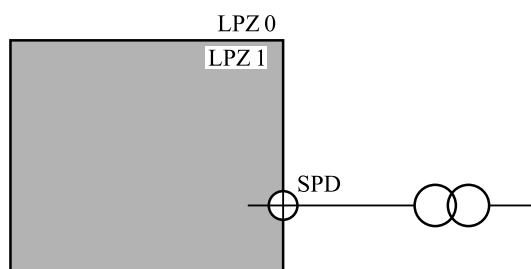
c) SPD を用いて相互接続した 2 個の LPZ 2

d) シールドケーブル又は遮蔽ケーブルダクトを用いて相互接続した 2 個の LPZ

図 3—相互接続した LPZ の例

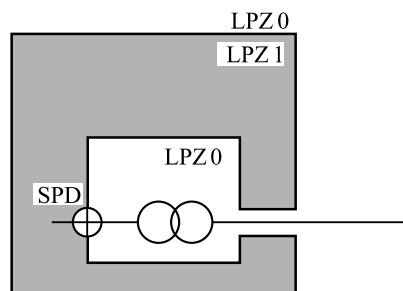
他の LPZ の内部に LPZ を拡張することは、特別な場合に必要になるか、又は必要な SPD の数を低減する場合に用いてもよい（図 4 参照）。

LPZ 内の電磁環境の評価に関する詳細情報を、附属書 A に示す。



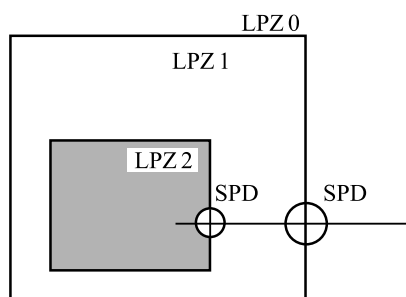
**注記** 変圧器によって電力供給している建築物等を図に示す。変圧器が建築物等の外にある場合、建築物等に取り込む低圧線だけに SPD による保護が必要である。

a) 変圧器が建築物等の外部 (LPZ 0) にある場合



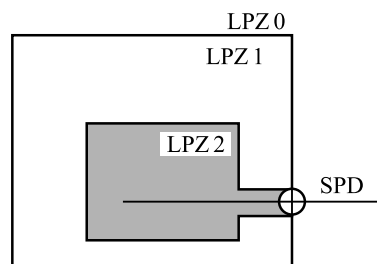
**注記** 建築物等内に変圧器を設置し、高圧側に避雷器を設置しない場合 (建築物等の所有者は、高圧側に保護対策の設置を許可しないことがよくある。), 低圧側だけに SPD を必要とする LPZ 1 内中に LPZ 0 を拡張することでこの問題を解決できる。これを図に示す。

b) 変圧器が建築物等の内部にある場合 (LPZ 1 内に LPZ 0 を拡張)



**注記** 電力線又は信号線が引き込まれている LPZ 2 を図に示す。この引込線には、LPZ 1 の境界と LPZ 2 の境界に 2 個の SPD で協調をとる必要がある。

c) 2 個の SPD で協調をとる必要がある場合 :  
SPD (ゾーン 0/1 間) 及び SPD (ゾーン 1/2 間)



**注記** LPZ 2 をシールドケーブル又は遮蔽ケーブルダクトを用いて LPZ 1 内に拡張する場合、引込線を直接 LPZ 2 に引き込むことができる。これを、図に示す。ただし、この SPD は、脅威レベルを直ちに LPZ 2 のレベルに低減する。

d) 1 個の SPD だけが必要な場合 :  
SPD (ゾーン 0/2 間) (LPZ 1 内に LPZ 2 を拡張)

図 4—拡張した雷保護ゾーンの例

#### 4.4 SPM の基本

LEMP に対する基本的な保護対策は、次による。

- a) **接地及びボンディング** (箇条 5 参照) 接地極システムは、伝導した雷電流を大地に放流する。  
ボンディング回路網は、電位差を最小化し、磁界を低減することができる。
- b) **磁気遮蔽及び配線経路** (箇条 6 参照) 空間遮蔽は、建築物等に対する直撃雷又は近傍雷によって発生した LPZ 内の磁界を減衰させ、内部雷サージを低減する。シールドケーブル又はケーブルダクトを用いた内部配線の遮蔽は、内部に誘導する内部雷サージを最小化する。  
内部配線の経路は、誘導ループを最小化し、内部雷サージを低減することができる。  
**注記 1** 空間遮蔽並びに内部配線の遮蔽及び経路は、組み合わせて又は分割して用いることができる。  
建築物等へ引き込む外部配線の遮蔽は、接続した内部システムへ伝導する雷サージを低減する。
- c) **協調のとれた SPD システム** (箇条 7 参照) 協調のとれた SPD システムは、外部及び内部で発生する



雷サージの影響を制限する。

- d) **分離用（絶縁用）インターフェース**（箇条 8 参照） 分離用（絶縁用）インターフェースは，引込線から LPZ 内へ侵入する伝導雷サージの影響を制限する。

接地及びボンディングは，常に確実に実施し，特に，建築物等へ引き込む全ての導電性引込管類は，引込口点で直接又は等電位ボンディング用 SPD を介してボンディングする。

他の SPM は，単独又は SPM を組み合わせて用いることができる。

SPM は，設置場所において想定する動作上のストレス（例 温度，湿度，腐食性雰囲気，振動，電圧及び電流のようなストレス）に耐えなければならない。

最も適切な SPM の選定は，技術及び経済面を考慮して，IEC 62305-2 に規定するリスク評価によらなければならない。

既設建築物等内の内部システムのための SPM の実施における実用的な情報を，**附属書 B** に示す。

**注記 2** JIS Z 9290-3 に規定する雷等電位ボンディング（EB）は，危険な火花放電の防止だけを対象としている。雷サージに対する内部システムの保護は，この規格による協調のとれた SPD システムが必要である。

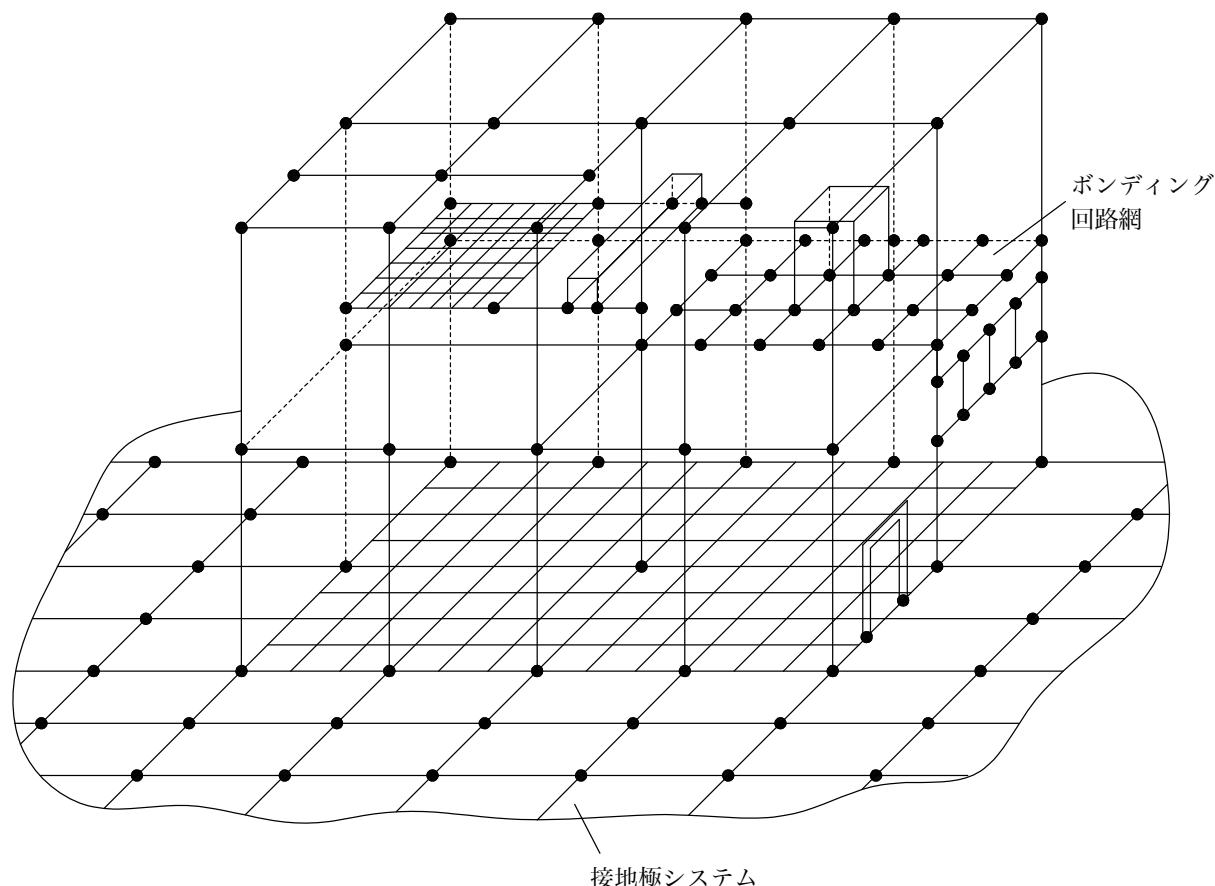
**注記 3** SPM の実施に対する追加の情報は，JIS C 60364-4-44 を参照。

## 5 接地及びボンディング

### 5.1 一般事項

適切な接地及びボンディングは，次のものを組み合わせた完全な接地システムを基礎としている（図 5 参照）。

- a) 接地極システム（雷電流を地中へ放流）
- b) ボンディング回路網（電位差の最小化及び磁界の低減）



**注記** 図示している全ての導体は、建築物等の金属製部材又はボンディング導体に接続している。これらの一部は、雷電流を捕捉し、伝導し、大地に放流することもある。

図 5—接地極システムに相互接続したボンディング回路網で構成する三次元の接地システム例

## 5.2 接地極システム

建築物等の接地極システムは、JIS Z 9290-3 に従わなければならない。電気システムだけを設置している建築物等内では、A 形接地極システムを用いることができるが、B 形接地極システムを用いる方が好ましい。電子システムのある建築物等では、B 形接地極システムを用いることが望ましい。

建築物等周囲の環状接地極又は基礎の周囲のコンクリート内環状接地極は、建築物等の下部及び周囲に標準的なメッシュ幅 5 m のメッシュ回路網と統合することが望ましい。これが接地極システムの特性を大きく改善する。建築物等地下室の床コンクリートの鉄筋が、規定どおりに相互接続したメッシュ構造で、かつ、標準的に 5 m ごとに接地極システムに接続している場合、これもまた適切な接地極システムである。工場プラントにおけるメッシュ接地システムの例を、図 6 に示す。

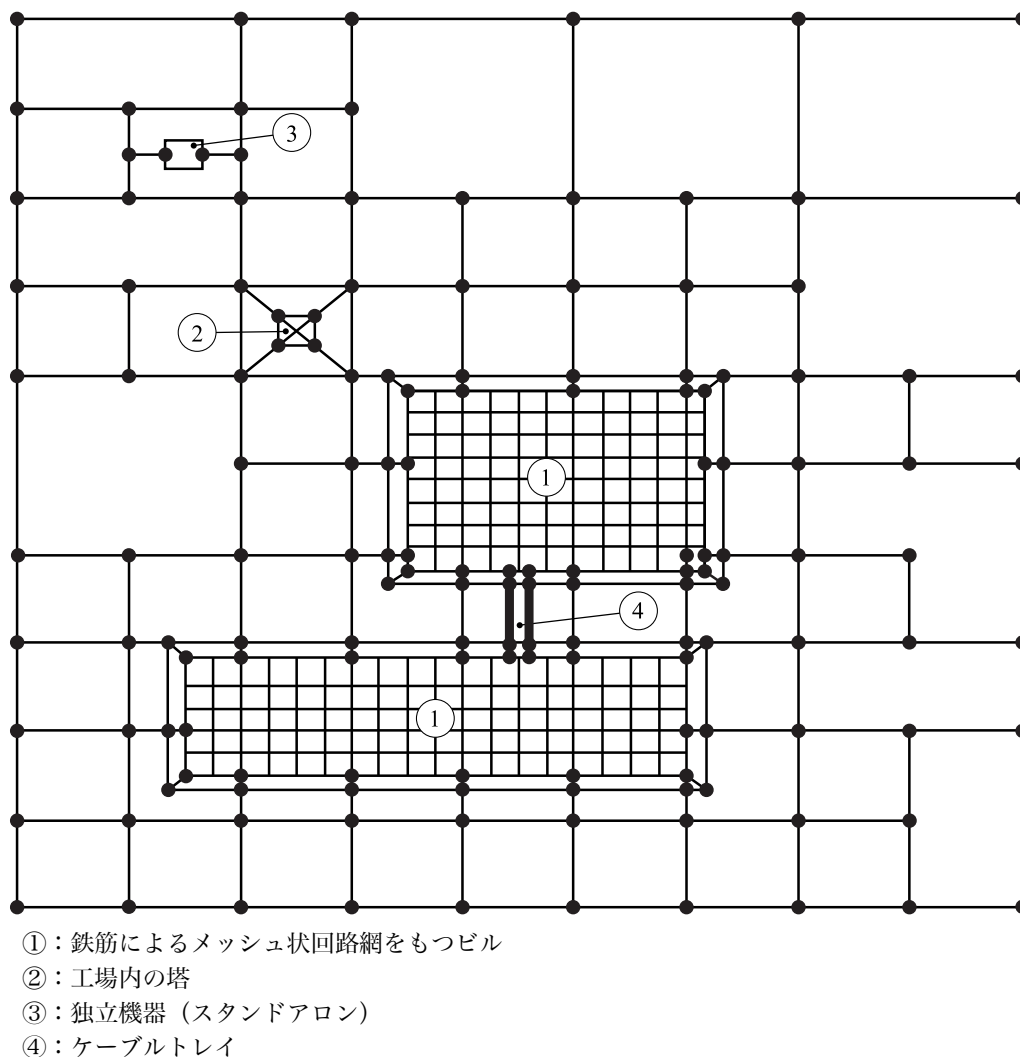


図 6－工場のメッシュ状接地極システムの例

接地システムを分離する特別な場合に関連する二つの内部システム間の電位差を低減するためには、次の方法を採用することができる。

- a) 電力線と同一経路とした多くの平行なボンディング導体、又は格子状の鉄筋入りコンクリート製ダクト（又は連続的に接続された金属製コンジット）内にケーブルを取納し、これらを両方の接地極システムに統合する。
- b) 適切な断面積の遮蔽層をもつシールドケーブルを、分離した接地システムの両端でボンディングする。

### 5.3 ボンディング回路網

内部 LPZ 内の全ての機器間での危険な電位差の発生を防止するために、低インピーダンスのボンディング回路網が必要である。さらに、このようなボンディング回路網は、磁界も低減する（附属書 A 参照）。

これは、建築物等の金属製部材又は内部システムの部品を統合しているメッシュ状ボンディング回路網によって、及び各々の LPZ の境界において直接又は適切な SPD を用いて全ての金属部品又は導電性引込線をボンディングすることによって実現することができる。

ボンディング回路網は、標準メッシュ幅 5 m の三次元メッシュ状構造として表現することができる（図 5 参照）。この回路網は、建築物等内及び屋上の金属製構成部材（コンクリート内鉄筋、エレベータ用レー

ル, クレーン, 金属製屋根, 金属製ファサード, 窓及び扉の金属製枠, 金属製床枠, 金属製引込管, 金属製ケーブルトレイなど) に対して多数の相互接続をしなければならない。同様に, ボンディング用バー (例 環状ボンディング用バー, 建築物等の各階における幾つかのボンディング用バー) と LPZ の磁気遮蔽とを相互接続しなければならない。

ボンディング回路網の例を, 図 7 及び図 8 に示す。

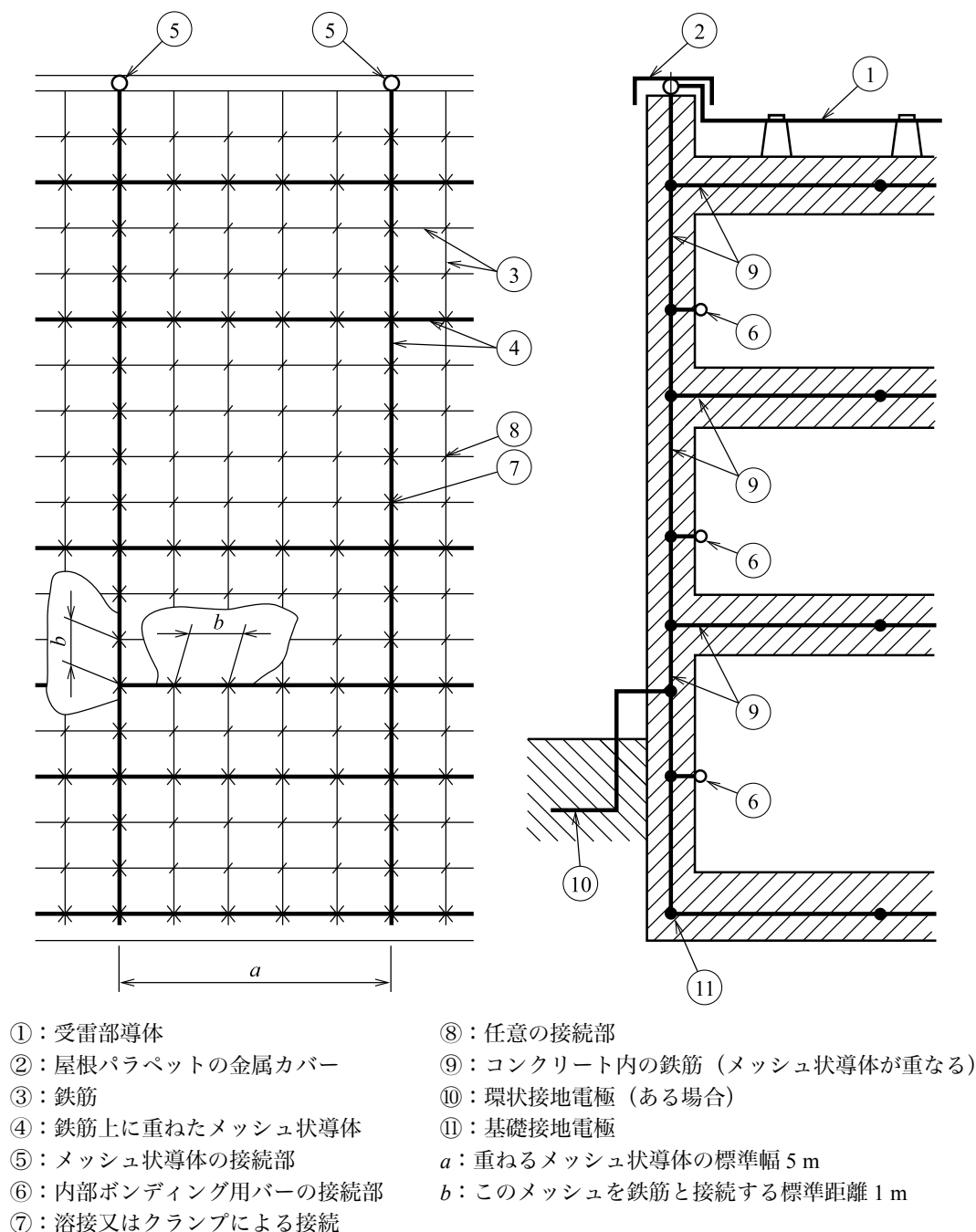


図 7—等電位ボンディングのための建築物等の鉄筋の利用の例

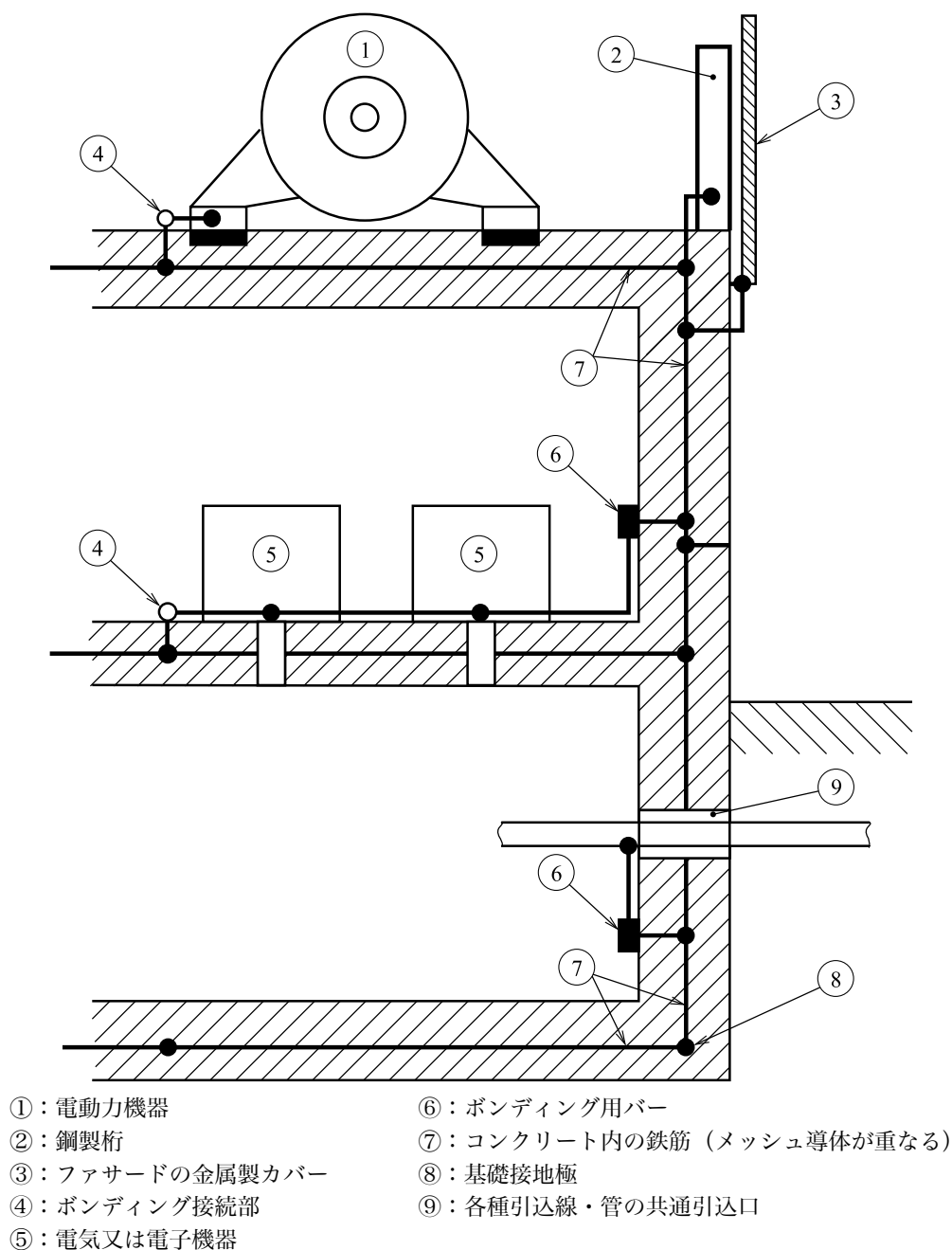


図 8—鉄筋コンクリート造の建築物等における等電位ボンディングの例

内部システムの導電性部分（例 キャビネット、機器エンクロージャ、ラック）及び保護接地導体（PE）は、図 9 のように形状によるボンディング回路網にボンディングしなければならない。

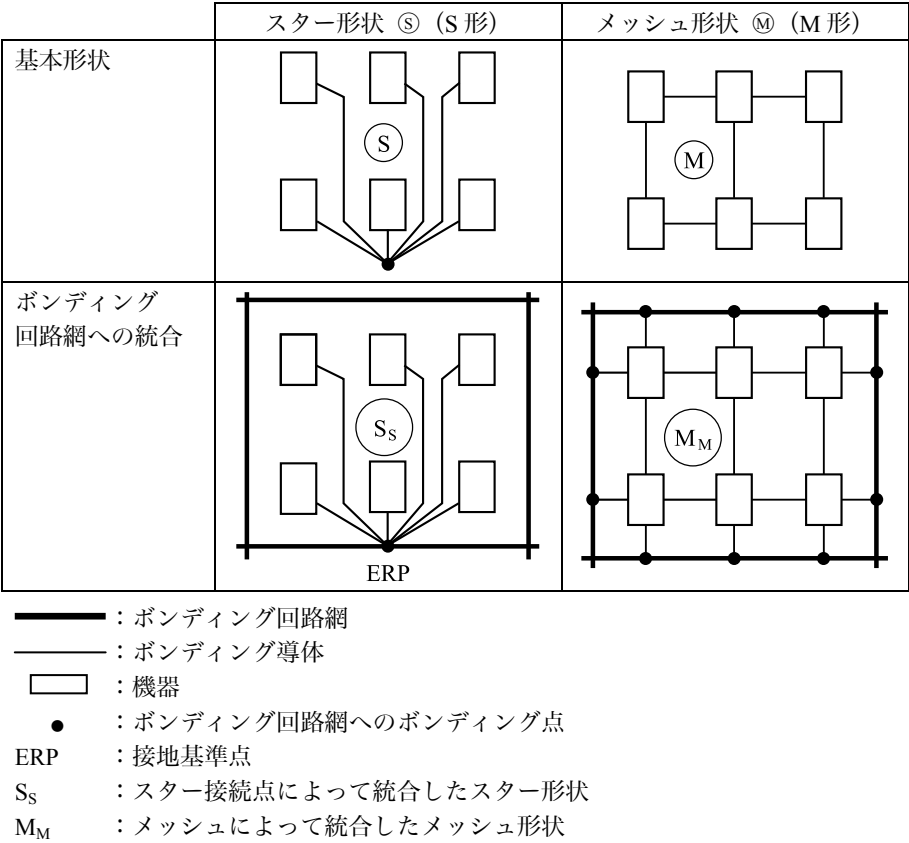


図 9ー内部システムの導電性部分のボンディング回路網への統合

S 形を用いる場合、内部システムの全ての金属製部材（例 キャビネット、機器エンクロージャ、ラック）は、接地システムから分離又は絶縁しなければならない。S 形は、結果として S<sub>s</sub> 形になる接地基準点（ERP）として作用する単一ボンディング用バーによって接地システムに相互接続しなければならない。S 形を用いる場合、個別の機器間の全ての配線は、誘導ループを避けるために、S 形に従ったボンディング導体に沿って平行に、かつ、接近して敷設しなければならない。内部システムが比較的小さいゾーン内に配置し、かつ、全ての引込線を 1 か所だけからゾーンに引き込む場合、S 形を用いることができる。

M 形を用いる場合、内部システムの金属製部材を、接地システムと分離絶縁しないが、多数のボンディング点によってこのボンディング回路網に統合し、結果として M<sub>M</sub> 形となる。比較的広い複数のゾーン又は建築物等全体に広がる内部システムに対し、多くの配線によって機器の各所間を接続し、かつ、建築物等に数箇所から引き込む場合、M 形を用いることが望ましい。

複雑なシステムでは、図 10 に示すとおり、両方の形（M 形及び S 形）の利点を組み合わせることができ、結果として、組合せ 1（M<sub>M</sub> を組み合わせた S<sub>s</sub>）又は組合せ 2（M<sub>M</sub> を組み合わせた M<sub>s</sub>）となる。

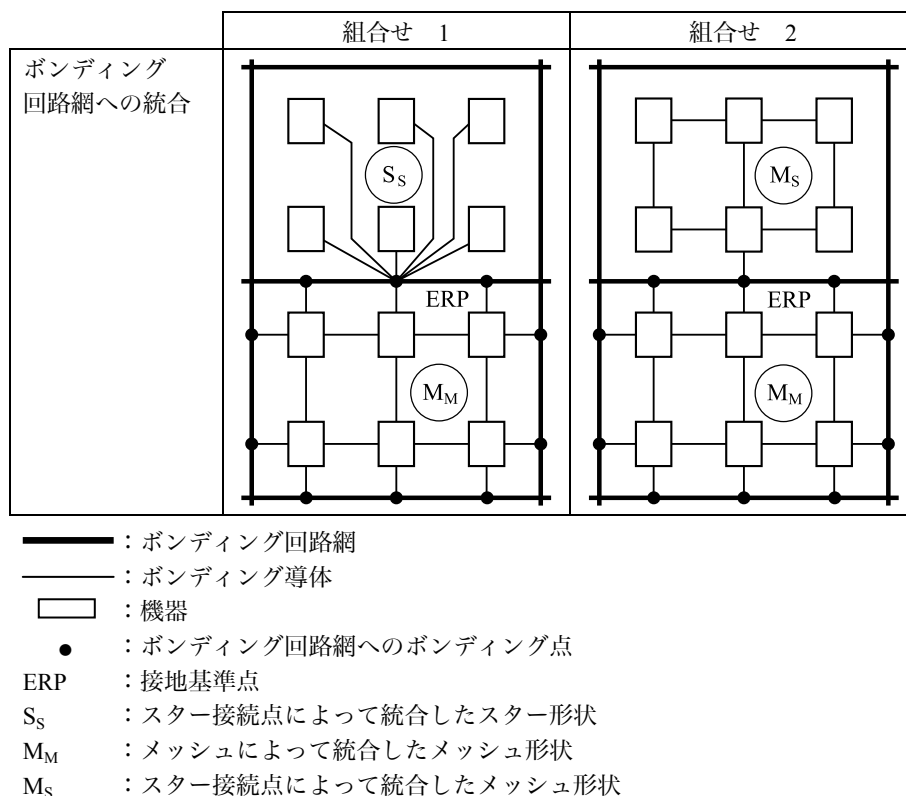


図 10ー電子システムのボンディング回路網への統合方法の組合せ

#### 5.4 ボンディング用バー

ボンディング用バーは、次による。

- ボンディング用バーは、次のボンディング用として設置しなければならない。
  - LPZ に接続する全ての導電性の引込線・管類（直接又は適切な SPD を用いる。）
  - 保護接地導体 PE
  - 内部システムの金属製部材（例 キャビネット、機器エンクロージャ、ラック）
  - 建築物等の周囲及び内部における LPZ の磁気遮蔽部
- 効果的なボンディングのために、次の施工基準が重要である。
  - 全てのボンディング方法に対する基本は、低インピーダンスのボンディング回路網である。
  - ボンディング用バーは、できるだけ短い距離で接地システムに接続することが望ましい。
  - ボンディング用バー及びボンディング導体の材料及び寸法は、5.6 に適合しなければならない。
  - SPD は、最小の誘導電圧降下となるように、ボンディング用バー及び充電用導体へ最短距離となる方法で施工することが望ましい。
  - 回路の保護側（SPD の後段）では、ループ面積を最小化するか、又はシールドケーブル若しくはケーブルダクトを用いて、相互誘導の影響を最小化することが望ましい。

#### 5.5 LPZ の境界におけるボンディング

LPZ を定義した場合、LPZ の境界を貫通する全ての金属部及び引込線・管類（例 金属管、電力線、信号線）に対してボンディングしなければならない。

**注記** LPZ 1 に接続する引込線・管類のボンディングは、矛盾する要求事項がある場合があるため、関連するネットワーク供給者（電力会社及び電気通信会社）と協議することが望ましい。

ボンディングは、ボンディング用バーを介して、境界の引込口にできるだけ接近して実施しなければならない。

引込線・管類は、できる限り同一箇所で行き込み、同一のボンディング用バーに接続することが望ましい。引込線・管類を異なる箇所で行き込む場合には、各引込線・管類はボンディング用バーに接続し、これらのボンディング用バーを相互に接続しなければならない。この実現のために、環状ボンディング用バー（環状導体）にボンディングすることが望ましい。

等電位ボンディング用の SPD は、LPZ 内の内部システムに接続している引込線に、LPZ の入口でボンディング用バーに常にボンディングしなければならない。相互接続又は拡張した LPZ を用いることによって必要とする SPD の数を低減することができる。

各 LPZ の境界でボンディングしたシールドケーブル又は相互接続した金属ケーブルダクトは、同一レベルで相互接続した幾つかの LPZ、又は次の境界まで拡張した LPZ に適用することができる。

5.6 ボンディング用構成部材の材料及び寸法

用いる材料、寸法及び条件は、JIS Z 9290-3 に従わなければならない。ボンディング用構成部材のための最小断面積は、表 1 に従わなければならない。

クランプは、LPL (JIS Z 9290-1 参照) 及び電流分流解析 [JIS Z 9290-3 の附属書 B (危険な火花放電回避のための引込ケーブルの遮蔽体の最小断面積) 参照] による雷電流値に従った寸法でなければならない。

SPD は、箇条 7 に適合した特性でなければならない。

表 1ーボンディング用構成部材の最小断面積

| ボンディング用構成部材  |                        | 材料 <sup>a)</sup> | 断面積 <sup>b)</sup><br>mm <sup>2</sup> |
|--|------------------------|------------------|--------------------------------------|
| ボンディング用バー（銅、銅被覆鋼又はめっき鋼）                                |                        | 銅、鉄              | 50                                   |
| ボンディング用バーから接地システム又は他のボンディング用バーへの接続導体（雷電流の全部又は大部分を流すもの） |                        | 銅                | 16（14）                               |
|  |                        | アルミニウム           | 25（22）                               |
|  |                        | 鉄                | 50                                   |
| 内部の金属設備からボンディング用バーへの接続導体（雷電流の一部を流すもの）                  |                        | 銅                | 6（5.5）                               |
|  |                        | アルミニウム           | 10（8）                                |
|  |                        | 鉄                | 16（14）                               |
| SPD の接地導体 <sup>c), d)</sup>                            | クラス I 試験 SPD           | 銅                | 16（14）                               |
|  | クラス II 試験 SPD          |                  | 6（5.5）                               |
|  | クラス III 試験 SPD         |                  | 1                                    |
|  | その他の SPD <sup>e)</sup> |                  | 1                                    |

注 <sup>a)</sup>  他の材料を用いる場合は、同等の抵抗値を保証する断面積であることが望ましい。

<sup>b)</sup>  対応国際規格では、熱的及び機械的要求事項を満足するという条件で、より小さい導体サイズを用いることができる〔JIS Z 9290-1 の附属書 D（LPS 構成部材に関する落雷の影響を解析するための試験パラメータ）参照〕旨の記載があるため、我が国の数値を括弧書きで追加する。これらの数値は、IEC 62305-3:2010 のまえがきにも記載されている。

<sup>c)</sup>  電力引込線回路に用いる SPD に対し、接続導体のための追加の情報が、JIS C 60364-5-53 及び JIS C 5381-12 に記載されている。

<sup>d)</sup>  SPD の接地導体は、SPD の電流定格（ $I_n$ 、 $I_{imp}$ ）によってその断面積を決定することができる。

<sup>e)</sup>  その他の SPD は、通信及び信号システムで用いる SPD を含む。



## 6 磁気遮蔽及び配線経路

### 6.1 一般事項

磁気遮蔽は、電磁界及び内部誘導雷サージを低減することができる。内部配線の適切な経路も、内部誘導雷サージを最小化することができる。両方の対策を行うことは、内部システムの恒久的故障の低減に有効である。

### 6.2 空間遮蔽

空間遮蔽によって、保護ゾーンを決定する。保護ゾーンは、建築物等の全体、一部分、一部屋又は機器エンクロージャだけの場合もある。空間遮蔽は、格子状の若しくは連続的な金属遮蔽であるか、又は建築物等自身の“構成部材”で構成することがある (JIS Z 9290-3 参照)。

空間遮蔽は、機器の多くの部品ではなく、建築物等の限定したゾーンを保護することがより実用的で有益である場合、よい方法となる。既存の設備に対して取り付けることは、より高い費用及びより大きい技術的困難さが発生する可能性があるので、空間遮蔽は、新しい建築物等又は内部システムの早期計画段階から準備することが望ましい。

### 6.3 内部配線の遮蔽

遮蔽は、ケーブルの金属製遮蔽、閉鎖形金属製ケーブルダクト及び金属製の機器エンクロージャを用いるなど、被保護システムに用いるケーブル配線及び機器の種類を制限することがある。

### 6.4 内部配線の経路

内部配線の適切な経路は、誘導ループを最小化し、建築物等の内部における雷サージ電圧の発生を低減する。ループ面積は、接地した建築物等の構成部材に接近して配線し、並びに／又は電力線及び信号線と一緒に配線することで最小化することができる。

注記 電力線と非遮蔽の信号線との間には、障害を避けるためにある程度の距離を必要とする。

### 6.5 外部配線の遮蔽

建築物等への引込線の遮蔽には、ケーブルの遮蔽、金属製閉鎖ケーブルダクト又は鉄筋を相互接続したコンクリート製ケーブルダクトを含む。引込線の遮蔽は有用であるが、多くの場合、SPM の計画者の権限外である (引込線の所有者は、通常、電力会社及び／又は電気通信会社である。)

### 6.6 磁気遮蔽の材料及び寸法

磁気遮蔽の材料及び寸法は、次による。

- a) ゾーン LPZ 0<sub>A</sub> 及び LPZ 1 の境界における磁気遮蔽 (例 格子状空間遮蔽、ケーブル遮蔽、機器エンクロージャ) の材料及び寸法は、JIS Z 9290-3 に規定する受雷部導体及び／又は引下げ導線の要求事項に従わなければならない。特に、次による。
  - 1) 金属製部品、金属製ダクト、パイプ及びケーブル遮蔽の最小厚さは、JIS Z 9290-3 の表 3 (受雷部システムの金属板及び金属配管の厚さの最小値) に適合しなければならない。
  - 2) 格子状空間遮蔽の配置及びそれらの導体の最小断面積は、JIS Z 9290-3 の表 6 (受雷部導体及び突針の材料、形状及び最小断面積) 及び表 6A (引下げ導線の材料及び最小断面積) に従わなければならない。
- b) 雷電流の通過を意図しない次のような磁気遮蔽の寸法は、JIS Z 9290-3 の表 3 及び表 6 に適合する必要はない。
  - 1) 磁気遮蔽と LPS との間の十分な離隔距離 (s) を設ける場合におけるゾーン LPZ 2 の境界 (LPZ 1/2 の移行) 又はこれ以上の境界 [JIS Z 9290-3 の 6.3 (外部雷保護システムの絶縁) 参照]。
  - 2) 建築物等への落雷頻度  $N_D$  が無視することができる場合における各 LPZ の境界。 $N_D$  が 0.01 回／年末

満の場合は、無視することができる。

## 7 協調のとれた SPD システム

雷サージに対する内部システムの保護は、電力線及び信号線の両方に対して、協調のとれた SPD システムを用いて、体系的に対応する必要がある。SPD の協調に関する選定及び施工の概念は、電力線及び信号線とも類似している（附属書 C 参照）。

2 個以上の内部 LPZ (LPZ 1, LPZ 2 又はこれら以上の LPZ) をもつ雷保護ゾーンの概念を用いた SPM では、SPD は、各 LPZ の引込口に配置しなければならない（図 2 参照）。

LPZ 1 だけを用いた SPM では、SPD は少なくとも LPZ 1 の引込口に配置しなければならない。

上記のように配置した場合でも、SPD の位置と被保護機器とが離れている場合には、追加の SPD が必要になることがある（附属書 C 参照）。

SPD の試験要求事項は、次の規格に適合しなければならない。

- 電力システム用では、JIS C 5381-11 による。
- 通信及び信号システム用では、JIS C 5381-21 による。

協調のとれた SPD システムの選定及び施工に関する情報を、附属書 C に示す。協調のとれた SPD システムの選定及び施工は、次の規格にも適合しなければならない。

- 電力システムの保護に対しては、JIS C 5381-12 及び JIS C 60364-5-53 による。
- 通信及び信号システムに対しては、JIS C 5381-22 による。

建築物等内の種々の設置箇所における SPD の特性の決定のために、雷によって発生するサージの大きさの情報及び指針を、附属書 D 及び JIS Z 9290-1 の附属書 E（各設置場所における雷サージ）に示す。

## 8 分離用（絶縁用）インターフェース

分離用（絶縁用）インターフェースは、LEMP の影響を低減するために用いることができる。このようなインターフェースの過電圧に対する保護は、必要な場合、SPD を用いることで達成できる。分離用（絶縁用）インターフェースの耐電圧レベル及び SPD の電圧防護レベル  $U_p$  は、JIS C 60664-1 に規定する過電圧カテゴリと協調をとらなければならない。

**注記** この規格の適用範囲は、建築物等内の機器の保護に関するもので、絶縁変圧器による利点がある相互接続した建築物等の保護には適用しない。

## 9 SPM の管理

### 9.1 一般事項

経済的で効果的な保護システムを達成するために、SPM の設計は、建築物等の計画段階及び建設前に実施することが望ましい。これによって、建築物等の構成部材の最大限の利用並びにケーブルの配線及び装置の配置において、最適な解決策の選定が可能となる。

一般に既存の建築物等の増改築による SPM は、新築の建築物等よりも高額となる。ただし、LPZ の適切な選定及び既存の設備の利用又は改良によって投資金額を最小化することができる。

適切な保護は、次の全ての条件を満足する場合に限り達成可能である。

- a) 雷保護専門家によって対策を決定する。
- b) 建築物等及び SPM に関する種々の専門家間（例 建設技師と電気技術者）の良好な協力関係が存在する。

c) 9.2 の管理計画を遵守する。

SPM は、検査及び保守によって維持しなければならない。建築物等又は保護対策に重要な変更があった場合、新しいリスク評価を実施することが望ましい。

## 9.2 SPM の管理計画

SPM の計画及び調整は、管理計画（表 2 参照）を必要とする。リスクを許容レベル以下に低減するのに必要な保護対策を決定するため、初期のリスク評価（IEC 62305-2 参照）から始める。これを実施するため、雷保護ゾーンを確定しなければならない。

JIS Z 9290-1 で規定する LPL 及び採用した保護対策によって、次を実施しなければならない。

- a) ボンディング回路網及び接地極システムによって構成する接地システムを設置する。
- b) 外部金属製部材及び引込線は、直接又は適切な SPD によってボンディングする。
- c) 内部システムは、ボンディング回路網に統合する。
- d) 配線経路及び配線の遮蔽の組合せで空間遮蔽を実施してもよい。
- e) 協調のとれた SPD システムの要求事項を決定する。
- f) 分離用（絶縁用）インターフェースの適合性を決定する。
- g) 既存建築物等については、特別な対策が必要になる場合がある（附属書 B 参照）。

この後、選定した保護対策の費用対効果について、再度リスク評価法を用いて、再評価及び最適化することが望ましい。

表 2—新築ビル、及びビルの構造又は用途において大幅な変更に対する SPM の管理計画

| 段階                      | 目的  | 実行関係者  |
|-------------------------|---|--|
| 最初のリスク解析 <sup>a)</sup>  | LEMP 保護の必要性の調査<br>必要な場合には、リスク評価法を用いて適切な SPM を選定する。<br>一連の各保護対策を採用後に、リスクの低減を調査する。  | — 雷保護専門家 <sup>b)</sup><br>— 所有者  |
| 最終的なリスク解析 <sup>a)</sup> | 選定した保護対策に対する費用対効果比は、再度リスク評価法を用いて最適化を図ることが望ましい。<br>結果として、次のことを決定する。<br>a) LPL 及び雷パラメータ<br>b) LPZ 及びこれらの境界                            | — 雷保護専門家 <sup>b)</sup><br>— 所有者  |
| SPM の計画                 | 次の SPM の明確化<br>a) 空間遮蔽の手段<br>b) ボンディング回路網<br>c) 接地極システム<br>d) 配線の遮蔽及び経路<br>e) 引込線・管の遮蔽<br>f) 協調のとれた SPD システム<br>g) 分離用（絶縁用）インターフェース | — 雷保護専門家 <sup>b)</sup><br>— 所有者<br>— 建築家<br>— 内部システムの計画者<br>— 関連設備の計画者 |
| SPM の設計                 | 基本的な図面及び説明書<br>入札用リストの準備<br>詳細図面及び施工のための工程表   | — 設計事務所又は同等の組織   |
| SPM の設置<br>(監理含む)       | 設備の品質<br>文書類<br>可能な限りの詳細図面の修正   | — 雷保護専門家 <sup>b)</sup><br>— SPM の施工者<br>— 設計事務所<br>— 監理者               |
| SPM の承認                 | システムの状態の調査及び調査結果の提出   | — 当事者以外の雷保護専門家<br>— 監理者  |

表 2—新築ビル, 及びビルの構造又は用途において大幅な変更に対する SPM の管理計画 (続き)

| 段階  | 目的          | 実行関係者                           |
|---|-------------|---------------------------------|
| 定期検査  | SPM の健全性の確認 | — 雷保護専門家 <sup>b)</sup><br>— 監理者 |
| 注 <sup>a)</sup> IEC 62305-2 参照<br><sup>b)</sup> EMC の幅広い知識及び施工の実施の知識を併せもつ雷保護専門家 |             |                                 |

9.3 SPM の検査

9.3.1 一般事項

検査は, 技術文書の確認, 目視検査及び試験測定を含む。検査によって, 次の事項を証明する。

- SPM は, 設計に適合している。
- SPM は, 設計した機能を満足している。
- 全ての新しく追加した保護対策が, SPM に正しく組み込まれている。

検査は, 次に示す時期に実施しなければならない。

- SPM の設置時
- SPM の設置後
- 定期的
- SPM に関連する構成部材の変更後
- 建築物等への雷放電後 (例 雷カウンタの表示, 建築物等への雷撃の目撃証言, 雷に起因した建築物等被害の物的証拠)

定期検査の頻度は, 次のことを考慮して決定しなければならない。

- 腐食性の土壌, 腐食性雰囲気などの地域的環境
- 用いる保護対策の方式

注記 特定の要求事項に対する当局による規定がない場合, JIS Z 9290-3 の表 E.2 (LPS の最長点検周期) の値を推奨する。

9.3.2 検査要領

9.3.2.1 技術文書の確認

新しい SPM の設置後, 技術文書は, 完成度及び関連規格との整合性を確認しなければならない。その後, 技術文書は, 例えば SPM の変更又は拡張後に, 継続的に最新のものにしなければならない。

9.3.2.2 目視検査

目視検査は, 次の事項を証明するために実施しなければならない。

- a) 導体及び接続点に接続の緩み及び偶発的な破損がない。
- b) システムに腐食による劣化部分がない (特に, 地表面レベルにおいて)。
- c) ボンディング導体及びケーブル遮蔽材に損傷がなく, 相互接続している。
- d) 更なる保護対策の追加又は変更を必要としない。
- e) SPD の損傷及び SPD のヒューズ又は分離器の動作の兆候がない。
- f) 適切な配線経路を維持している。
- g) 空間遮蔽に対する安全 (離隔) 距離を維持している。

9.3.2.3 測定試験

目視できない接地システム及びボンディング回路網の部分は, 導通検査を実施することが望ましい。

注記 SPD に状態表示がない場合, 状態を確認するための測定は, 製造業者の指示に従うのがよい。

### 9.3.3 検査文書

検査を容易にするため、検査要領書は、全ての設備及び設備の構成部品の状況、並びに試験方法及び記録するための試験データを文書として提供することができるように、検査員の業務の助けとなるような十分な情報が含まれていることが望ましい。

検査員は、報告書を用意し、技術文書及びこれまでの検査報告書に添付しなければならない。検査報告書には、次の情報を含めなければならない。

- a) SPM の一般的状況
- b) 技術文書からの（全ての）逸脱事項
- c) 実施した（全ての）測定結果

### 9.4 保守

検査後、指摘した不備は遅滞なく修理しなければならない。必要に応じて、技術文書を改訂しなければならない。

## 附属書 A (参考)

### LPZ 内における電磁環境評価の基本

#### A.1 一般事項

この附属書は、LEMP に対する保護に用いる LPZ 内部の電磁環境を計算するための情報を提供するものである。これは、電磁障害に対する保護にも適切なものである。

#### A.2 雷による電気及び電子システムへの有害な影響

##### A.2.1 損傷の原因

損傷の主な原因は、雷電流及び雷電流に関連する同じ波形の磁界である。

**注記** 保護を考慮する場合、雷による電界は一般に影響が少ない。

##### A.2.2 損傷の対象

雷サージ及び磁界に対して限られた耐性レベルしかもたない建築物等内及び屋上に設置した内部システムは、雷及び後続の磁界の影響を受けた場合、損傷又は誤作動することがある。

建築物等の屋外に設置したシステムは、減衰していない磁界のリスクがあり、さらに、露出した場所に設置している場合、最大で直撃雷の全雷電流のサージによるリスクがある。

建築物等内に設置したシステムは、伝搬又は誘導した内部雷サージ及び引込線から伝搬した外部雷サージによって残留する減衰した磁界のリスクがある。

機器の耐性レベルに関する詳細は、関連する次の規格を参照する。

- 電力設備の定格インパルス耐電圧レベルは、**JIS C 60664-1** の表 F.1 (低圧系統電源から直接給電される機器のための定格インパルス電圧) に規定している。各過電圧カテゴリに対する耐電圧レベルは、100 V 及び 100-200 V システムに対する定格インパルス耐電圧の場合には、0.8 kV, 1.5 kV, 2.5 kV 又は 4 kV と規定し、200 V 及び 230/400 V システムに対する定格インパルス耐電圧の場合には、1.5 kV, 2.5 kV, 4 kV 又は 6 kV と規定している。
- 一般通信機器の耐電圧レベルは、**ITU-T Recommendation K.20**, **ITU-T Recommendation K.21** 及び **ITU-T Recommendation K.45** に規定している。
- 一般に、機器の耐性レベルは、添付の製品仕様書によって、次のとおり指定し、試験することができる。
- 伝導雷サージに対しては、**JIS C 61000-4-5** に従って、波形 1.2/50  $\mu$ s の電圧 (0.5 kV, 1 kV, 2 kV 又は 4 kV) に対して、それぞれの電圧に対応した波形 8/20  $\mu$ s の電流 (0.25 kA, 0.5 kA, 1 kA 又は 2 kA) のレベルで試験を行う。

**注記** 特定の機器に対して、上記規格の要求項目に適合するために、内部 SPD を含めることができる。これらの内部 SPD の特性は、協調に関する要求項目に影響を与えることがある。

- 磁界に対しては、**IEC 61000-4-9** に規定する波形 8/20  $\mu$ s の試験レベル (100 A/m, 300 A/m 又は 1 000 A/m)、及び **IEC 61000-4-10** に規定する 1 MHz の試験レベル (10 A/m, 30 A/m 又は 100 A/m) で、試験を行う。

関連する EMC の製品規格によって規定した無線周波数 (RF) の放射波及びイミュニティ試験を満足していない機器は、これらの機器に直接放射する磁界によって危険となることがある。一方、これらの規格を満足している機器の故障は、検討しなくてもよい。

### A.2.3 損傷を受ける設備と損傷の原因との間の結合メカニズム

機器の耐性レベルは、損傷の原因からの影響を受けないレベルである必要がある。これを達成するために、LPZ を適切に構築することによって、結合メカニズムを十分に制御する必要がある。

## A.3 空間遮蔽, 配線経路及び配線遮蔽

### A.3.1 一般事項

直撃雷又は大地への近傍雷によって LPZ 内部に発生する磁界は、LPZ の空間遮蔽だけで低減することができる。電子システム内に発生する雷サージは、空間遮蔽, 配線の経路選定及び遮蔽, 又はその両方の組合せのいずれかによって、最小化することができる。

雷保護ゾーン LPZ 0, LPZ 1 及び LPZ 2 をもつ建築物等へ落雷した場合の LEMP 例を、図 A.1 に示す。被保護電子システムは、LPZ 2 の内部に設置する。

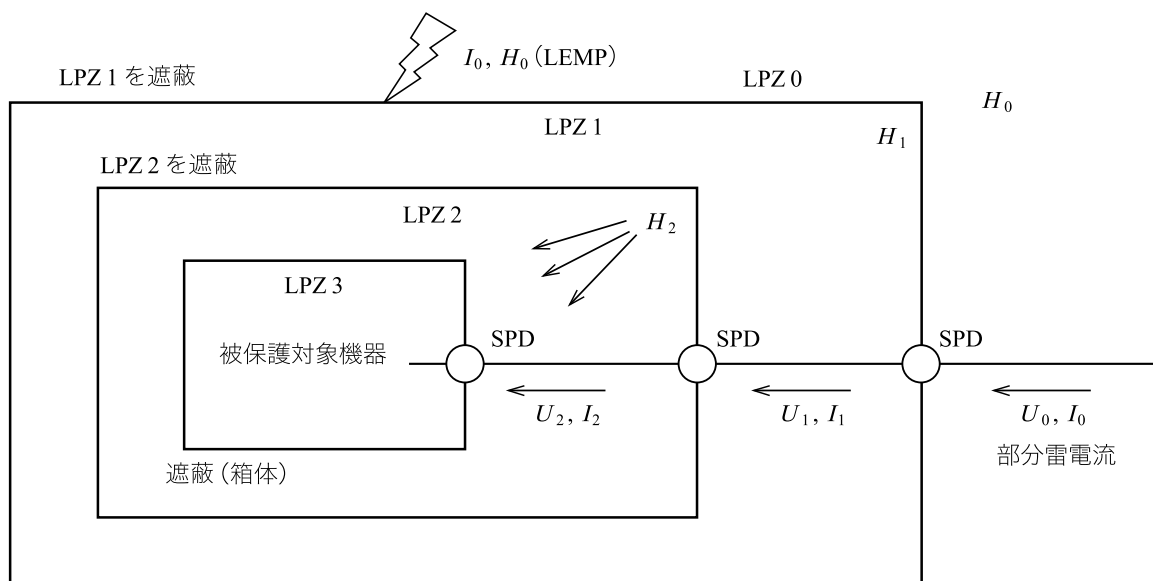


図 A.1—雷撃による LEMP の状況

表 A.1 の番号 1, 2 及び 3 は、図 A.1 のパラメータ  $I_0$ ,  $H_0$  及び  $U_w$  を規定している。機器を設置した場所で想定するストレスに耐えられることを保証するため、適切な試験パラメータを表 A.1 の番号 4 及び 5 に規定している。

表 A.1－損害の原因及び機器に関連するパラメータ

| 番号                   | 損害の原因<br>対象設備<br>及び機器                        | 関連規格  | 関連パラメータ   |                |     |     |                   |                         |     |     |     |            |       |
|----------------------|--|---|---|----------------|-----|-----|-------------------|-------------------------|-----|-----|-----|------------|-------|
| 1                    | 損害の主原因<br>(LEMP)                             | JIS Z<br>9290-1   | LPL (I～IV) に従ったパラメータによって規定                                  |                |     |     |                   |                         |     |     |     |            |       |
|                      |  |   | インパルス<br>波形<br>(μs)   | 波高値 (kA)       |     |     |                   | 波頭しゅん(峻)度(kA/μs)        |     |     |     | 関連する<br>影響 |       |
|                      |  |   |   | LPL            |     |     |                   | LPL                     |     |     |     |            |       |
|                      |  |   |   | I              | II  | III | IV                | I                       | II  | III | IV  |            |       |
|                      |  |   | I <sub>0</sub>  | 10/350         | 200 | 150 | 100               | 100                     | 20  | 15  | 10  | 10         | 部分雷電流 |
|                      |  |   |   | 1/200          | 100 | 75  | 50                | 50                      | 100 | 75  | 50  | 50         | 誘導    |
| 0.25/100             | 50   | 37.5  |   | 25             | 25  | 200 | 150               | 100                     | 100 | 誘導  |     |            |       |
| H <sub>0</sub>       | I <sub>0</sub> に相当した発生磁界                     |   |   |                |     |     |                   |                         |     |     |     |            |       |
| 2                    | 電気設備の定<br>格インパルス<br>電圧                       | JIS C<br>60664-1  | インパルス耐電圧 (kV) (過電圧カテゴリ I～IV によって規定)                         |                |     |     |                   |                         |     |     |     |            |       |
|                      |  |   | U <sub>w</sub>  | 100/200 V システム |     |     |                   | 200 V 及び 230/400 V システム |     |     |     |            |       |
|                      |  |   |   | 過電圧カテゴリ        |     |     |                   | 過電圧カテゴリ                 |     |     |     |            |       |
|                      |  |   |   | IV             | III | II  | I                 | IV                      | III | II  | I   |            |       |
|                      |  |   |   | 4              | 2.5 | 1.5 | 0.8               | 6                       | 4   | 2.5 | 1.5 |            |       |
| 3                    | 通信機器の耐<br>電圧レベル                              | ITU-T Recommendation K.20, ITU-T Recommendation K.21 又は<br>ITU-T Recommendation K.45 による。 |   |                |     |     |                   |                         |     |     |     |            |       |
| 4                    | 適切な製品規<br>格がない機器<br>に対する試験                   | JIS C<br>61000-4-5  | 落雷の影響で伝搬する (U, I) に対するイミュニティレベルの試験                          |                |     |     |                   |                         |     |     |     |            |       |
|                      |  |   | インパルス波形   |                |     |     | 試験レベル             |                         |     |     |     |            |       |
|                      |  |   |   |                |     |     | 4                 | 3                       | 2   | 1   |     |            |       |
|                      |  |   | U <sub>OC</sub> (kV)  | 1.2/50 (μs)    |     |     |                   | 4                       | 2   | 1   | 0.5 |            |       |
| I <sub>SC</sub> (kA) | 8/20 (μs)                                    |   |   |                | 2   | 1   | 0.5               | 0.25                    |     |     |     |            |       |
| 5                    | 関 連 す る<br>EMC 製品規<br>格に不適合な<br>機器に対する<br>試験 | 関連規格  | 落雷の影響で放射する (H) に対するイミュニティレベル                                |                |     |     |                   |                         |     |     |     |            |       |
|                      |  |   | インパルス波形又は減衰振動   |                |     |     | イミュニティレベル H (A/m) |                         |     |     |     |            |       |
|                      |  | IEC<br>61000-4-9  | インパルス波形 8/20 (μs)<br>(減衰振動 25 kHz, T <sub>p</sub> =10 μs)   |                |     |     | 1 000             |                         | 300 |     | 100 |            |       |
|                      |  | IEC<br>61000-4-10   | 減衰振動 1 (MHz)<br>(インパルス 0.2/0.5 μs, T <sub>p</sub> =0.25 μs) |                |     |     | 100               |                         | 30  |     | 10  |            |       |

電子システムに被害を及ぼす主な電磁的原因は、雷電流  $I_0$  及び磁界  $H_0$  である。引込線に部分雷電流が流れ込む。これらの電流及び磁界は、ほぼ同一波形である。ここで考慮する雷電流は、第 1 正極性雷撃  $I_F$  (主として、波尾長の長い 10/350  $\mu\text{s}$  の波形), 第 1 負極性雷撃  $I_{FN}$  (1/200  $\mu\text{s}$  の波形) 及び後続雷撃  $I_S$  (0.25/100  $\mu\text{s}$  の波形) である。第 1 正極性雷撃の電流  $I_F$  によって磁界  $H_F$  が、第 1 負極性雷撃の電流  $I_{FN}$  によって磁界  $H_{FN}$  が、及び後続雷撃の電流  $I_S$  によって磁界  $H_S$  が発生する。

電磁誘導の影響は、主に磁界の波頭部によって発生する。図 A.2 に示すように、 $H_F$  の波頭部は、最大値  $H_{F/MAX}$  及び 10  $\mu\text{s}$  の最大値までの時間  $T_{p/F}$  をもつ 25 kHz の減衰振動磁界として表すことができ、 $H_S$  の波頭部は、最大値  $H_{S/MAX}$  及び 0.25  $\mu\text{s}$  の最大値までの時間  $T_{p/S}$  をもつ 1 MHz の減衰振動磁界として表すことができる。同様に、 $H_{FN}$  の波頭部は、最大値  $H_{FN/MAX}$  及び 1  $\mu\text{s}$  の最大値までの時間  $T_{p/FN}$  をもつ 250 kHz の減衰振動磁界として表すことができる。

したがって、第 1 正極性雷撃の磁界は代表的な周波数 25 kHz、第 1 負極性雷撃の磁界は 250 kHz、及び後続雷撃の磁界は 1 MHz として特性付けることができる。これらの周波数の減衰振動磁界は、IEC 61000-4-9 及び IEC 61000-4-10 に規定している。

LPZ の境界部における磁気遮蔽及び SPD の設置によって、 $I_0$  及び  $H_0$  として定義した減衰していない雷の影響は、被害を受ける機器の耐電圧レベル以下に低減することが望ましい。図 A.1 に示すように、被保



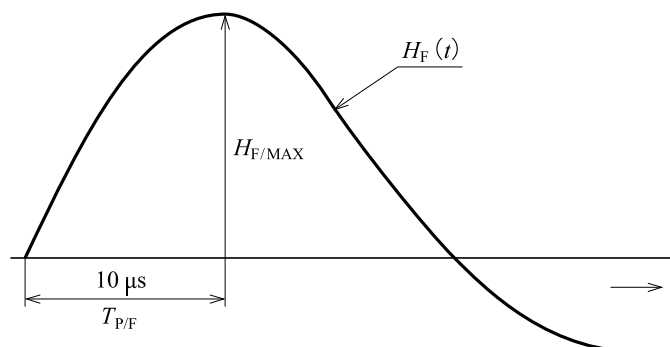
護機器は、周囲の磁界  $H_2$  並びに侵入する雷電流  $I_2$  及び電圧  $U_2$  に耐えることが望ましい。

$I_1$  から  $I_2$  への低減及び  $U_1$  から  $U_2$  への低減は、附属書 C における課題であり、 $H_0$  から十分に低い値  $H_2$  への低減は、ここでは次のように考える。

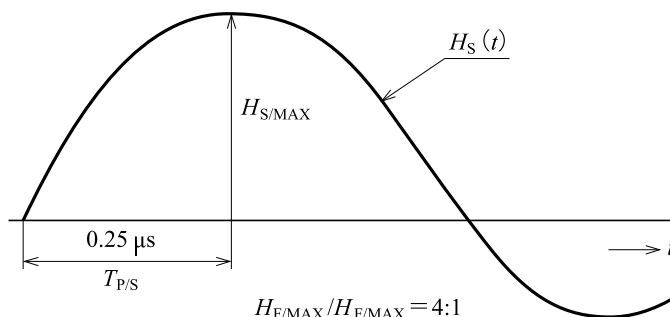
格子状空間遮蔽の場合、LPZ の内部の磁界 ( $H_1$ ,  $H_2$ ) の波形は、外側の磁界 ( $H_0$ ) の波形と同一であると仮定することができる。

図 A.2 に示した減衰振動波形は、IEC 61000-4-9 及び IEC 61000-4-10 に規定する試験に適合し、かつ、第 1 正極性雷撃の磁界  $H_F$  及び後続雷撃の磁界  $H_S$  の波頭部によって形成した磁界に対する機器の耐量レベルを決定するために用いることができる。

誘導ループ内に結合している磁界によって誘導した雷サージ (A.5 参照) は、機器の耐電圧レベル以下であることが望ましい。



a) 単一インパルス 8/20  $\mu$ s (25 kHz 減衰振動) による  
第 1 正極性雷撃 (10/350  $\mu$ s) の磁界の波頭部の模擬波形



b) 1 MHz の減衰振動 (多重インパルス 0.2/0.5  $\mu$ s) による  
後続雷撃 (0.25/100  $\mu$ s) の磁界の波頭部の模擬波形

注記 1 最大値までの時間  $T_p$  と波頭長  $T_l$  とが異なっている、適切な近似のために、ここでは数値を同一とした。

注記 2 最大値の比率を次の式に示す。

$$H_{F/MAX} : H_{FN/MAX} : H_{S/MAX} = 4 : 2 : 1$$

図 A.2—減衰振動による磁界の波頭部の模擬波形

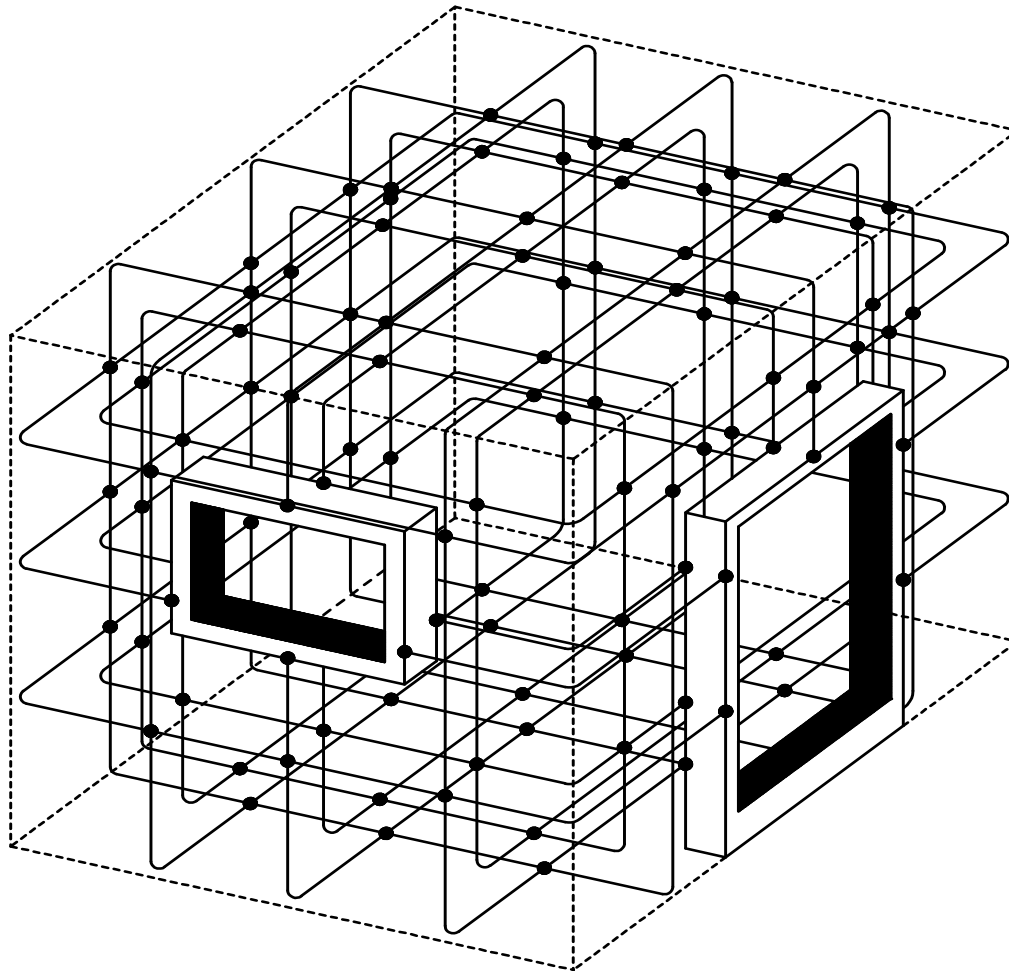
### A.3.2 格子状空間遮蔽

一般に建築物等では、天井、壁及び床の鉄筋、金属製骨組み、金属製屋根並びに金属製ファサードのような構造物利用構成部材によって、実際には、LPZ の大きな空間遮蔽を構成している。これらの構成部材は、格子状 (メッシュ) 空間遮蔽を形成し、効果的な遮蔽のために、そのメッシュ幅は 5 m 以下である必要がある。

**注記 1** JIS Z 9290-3 による標準的な外部 LPS において, LPZ 1 が 5 m を超えるメッシュ幅で形成している場合, 遮蔽効果は期待できない。ただし, 鉄骨造で, 多くの構造上の鋼支柱をもつ大きな建物は, 十分な遮蔽効果を備えている。

**注記 2** さらに, 内部 LPZ の遮蔽は, 空間的な部屋の遮蔽, 閉鎖した金属製ラック若しくはキャビネット, 又は金属製の機器エンクロージャによって達成することができる。

実際には, コンクリート内の鉄筋及び金属製枠 (金属製扉及び極力遮蔽した窓枠) によって, 建物又は部屋のための大きな空間遮蔽を形成することができる。その例を図 A.3 に示す。

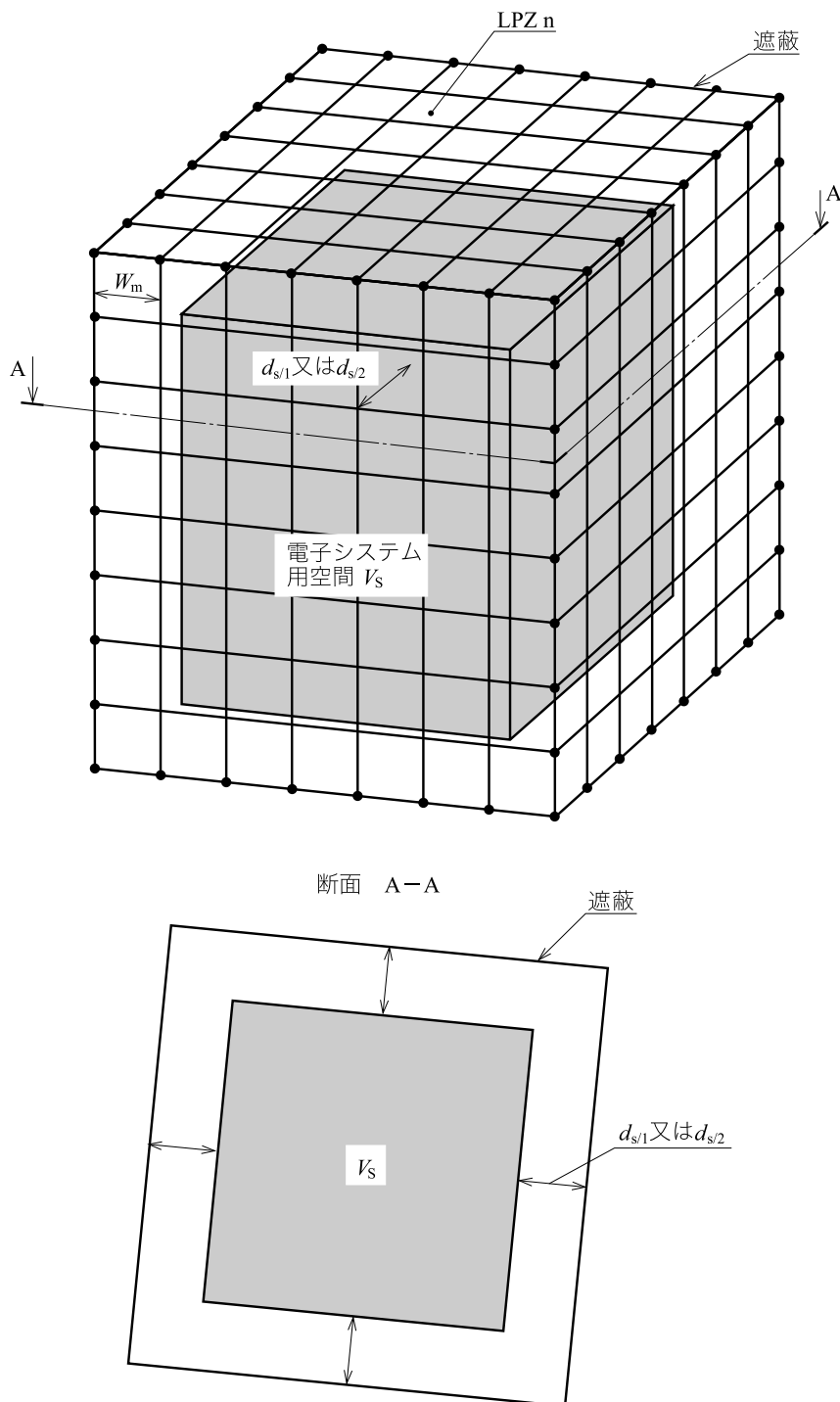


● : 全ての鉄筋及び全ての交差部分では, 溶接又はクランプ締めをしている。

**注記** 実際には, 広範囲な建築物等に対して全ての点で溶接又はクランプ締めすることは不可能である。しかし, 大部分の箇所は, 接触又は追加の配線で意図せず相互接続することになる。したがって, 実質的には 1 m 以下での接続が可能となる。

図 A.3—鉄筋及び金属製枠によって構成した大きな空間遮蔽

内部システムは, LPZ の遮蔽体からの離隔距離を考慮した“安全空間内”だけに位置することが望ましい (図 A.4 参照)。部分雷電流が遮蔽体 (特に LPZ 1 に対して) を流れるため, 遮蔽体に近接した部分には比較的強い磁界が発生する。



注記 電子システム用空間  $V_s$  は, LPZ n の遮蔽部分からの安全隔離距離  $d_{s/1}$  又は  $d_{s/2}$  を確保することが望ましい (A.4 参照)。

図 A.4—内部 LPZ n の電気及び電子システムのための空間

### A.3.3 配線経路及び配線の遮蔽

内部システムに発生する雷サージは, 適切な配線経路 (誘導ループ面積の最小化), シールドケーブル若しくは金属製ケーブルダクト (内部への誘導の影響を最小化), 又は両方の方法の組合せによって低減することができる (図 A.5 参照)。

内部システムに接続したケーブルは、極力ボンディング回路網の金属部分に接近して配置することが望ましい。これらのケーブルを、例えば金属製配管及びダクトのような、ボンディング回路網の金属製エンクロージャ内に配線すると有効である (IEC/TR 61000-5-2 参照)。

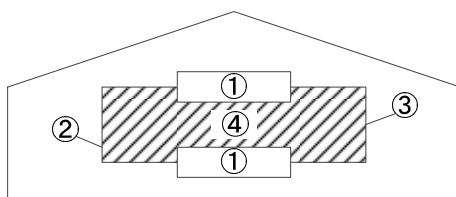
LPZ (特に LPZ 1) の遮蔽体近くに敷設したケーブルは、その位置における強い磁界のため、特別な注意を払うことが望ましい。

離れた建築物等間を渡るケーブルを保護する必要がある場合、それらは金属製ケーブルダクト内に敷設することが望ましい。これらのダクトは、離れた建築物等のボンディング用バーに両端で接続することが望ましい。ケーブル遮蔽 (両端でボンディング) が、想定する部分雷電流を通電することができる場合、金属製ケーブルダクトを追加する必要はない。

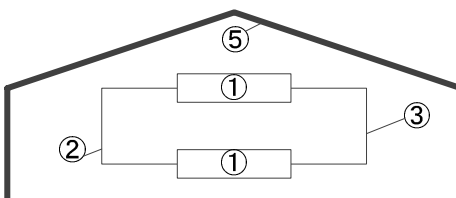
設備の中に形成したループ内に誘導する電圧及び電流は、内部システムでのコモンモードサージとなる。これらの誘導電圧及び電流の計算は、A.5 を参照する。

大きな事務所ビルの例を、次に示す (図 A.6 参照)。

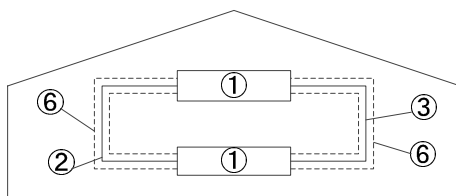
- a) LPZ 1 では鉄筋及び金属製ファサードによって、LPZ 2 ではぜい (脆) 弱な内部システムのための遮蔽用エンクロージャによって、遮蔽は達成する。幅の狭いメッシュボンディングシステムの設置を可能とするためには、幾つかのボンディング用端子を各部屋に用意する。
- b) 高圧側の引入口の直近に SPD の設置ができない特別な場合、LPZ 1 内に 6.6/7.7 kV の引込線を収容するために LPZ 0 を拡張することがある。



a) 保護していないシステム

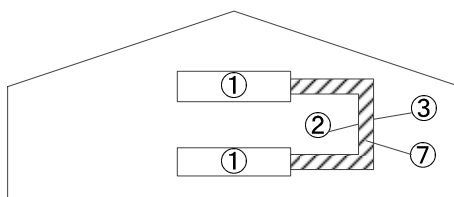


b) 空間遮蔽による内部 LPZ 内の磁界の低減



c) 配線の遮蔽による線路の磁界の影響の低減

図 A.5—配線経路選定及び遮蔽対策による誘導の影響の低減



d) 適切な配線経路による誘導ループ面積の低減

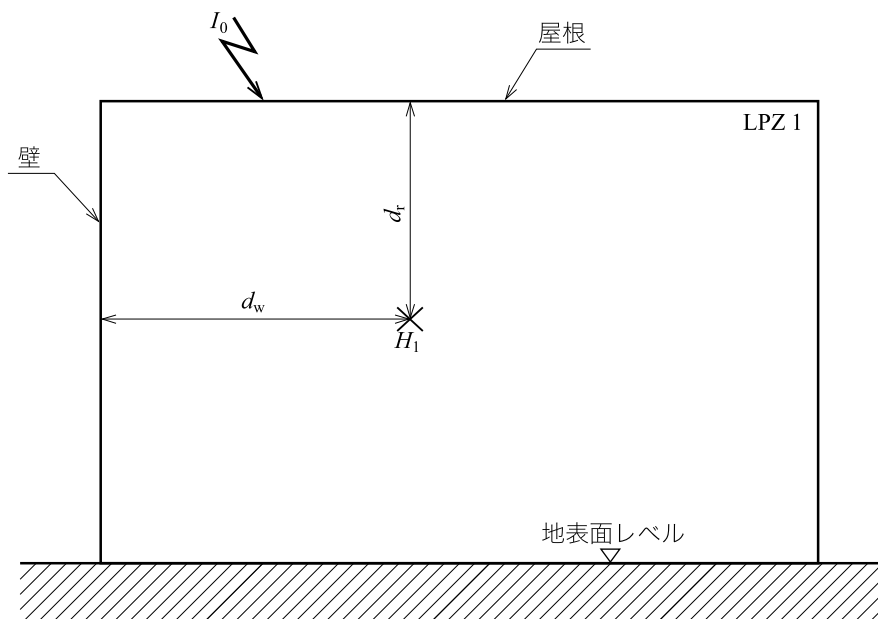
- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| ①：金属製きょう（筐）体の機器 | ⑤：空間遮蔽        |
| ②：電源線           | ⑥：配線の遮蔽       |
| ③：信号線           | ⑦：低減した誘導ループ領域 |
| ④：誘導ループ領域       |               |

図 A.5－配線経路選定及び遮蔽対策による誘導の影響の低減（続き）



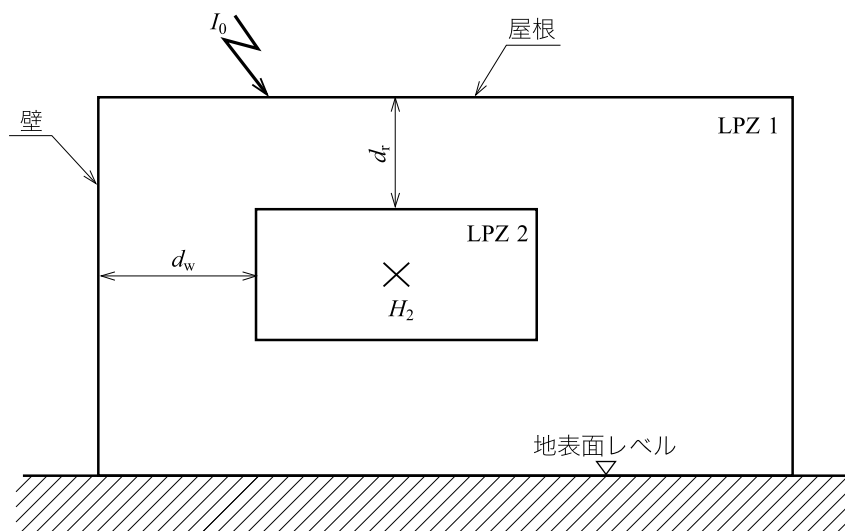
#### A.4.1.1 直撃雷の場合の LPZ 1 の格子状空間遮蔽

建物の遮蔽 (LPZ 1 の周囲の遮蔽) は, 外部 LPS の一部分とすることができ, 直撃雷の雷電流は, そこを流れる。建築物等の屋根の任意の点に落雷した場合の状況を, 図 A.7 の a) に示す。



注記 距離  $d_w$  及び  $d_r$  は, 対象とする点までの距離。

a) LPZ 1 内の磁界



注記 距離  $d_w$  及び  $d_r$  は, LPZ 2 の境界までの距離。

b) LPZ 2 内の磁界

図 A.7—直撃雷における磁界の強さの計算

LPZ 1 内の任意の点における磁界の強さ  $H_1$  には, 式(A.1)を適用する。

$$H_1 = k_h \times I_0 \times w_m / (d_w \times \sqrt{d_r}) \quad (\text{A/m}) \quad \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

ここに,  $d_r$ : 遮蔽した LPZ 1 の屋根と対象とする点との間の最短距離 (m)  
 $d_w$ : 遮蔽した LPZ 1 の壁と対象とする点との最短距離 (m)

$I_0$ : LPZ 0<sub>A</sub> の雷電流 (直撃雷電流) (A)  
 $k_h$ : 形状係数, 代表的な値  $k_h=0.01$  ( $1/\sqrt{m}$ )  
 $w_m$ : LPZ 1 の格子状遮蔽のメッシュ幅 (m)

式(A.1)を適用することによって, LPZ 1 内の磁界の最大値は, 式(A.2)~式(A.4)となる (注記 1 を考慮する。)

- 第 1 正極性雷撃による:  $H_{1/F/MAX} = k_h \times I_{F/MAX} \times w_m / (d_w \times \sqrt{d_r})$  (A/m) ..... (A.2)
  - 第 1 負極性雷撃による:  $H_{1/FN/MAX} = k_h \times I_{FN/MAX} \times w_m / (d_w \times \sqrt{d_r})$  (A/m) ..... (A.3)
  - 後続雷撃による:  $H_{1/S/MAX} = k_h \times I_{S/MAX} \times w_m / (d_w \times \sqrt{d_r})$  (A/m) ..... (A.4)
- ここに,  $I_{F/MAX}$ : 保護レベルによる第 1 正極性雷撃の電流の最大値 (A)  
 $I_{FN/MAX}$ : 保護レベルによる第 1 負極性雷撃の電流の最大値 (A)  
 $I_{S/MAX}$ : 保護レベルによる後続雷撃の電流の最大値 (A)

注記 1 5.3 によるメッシュ状ボンディング回路網を設置している場合, 磁界は 1/2 に減少する。

式(A.1)~式(A.4)で求めた値は, 次の遮蔽体からの離隔距離  $d_{s/1}$  をもつ格子状 (メッシュ) 遮蔽内の安全空間  $V_s$  だけに適用する (図 A.4 参照)。

- $SF \geq 10$  の場合:  $d_{s/1} = w_m \times SF/10$  (m) ..... (A.5)
  - $SF < 10$  の場合:  $d_{s/1} = w_m$  (m) ..... (A.6)
- ここに,  $SF$ : 表 A.3 の式によって計算した遮蔽係数 (dB)  
 $w_m$ : 格子状遮蔽のメッシュ幅 (m)

注記 2 格子状遮蔽をもつ LPZ 1 内の磁界の実験結果は, 遮蔽体近くの磁界の上昇が, 上記の計算式による結果よりも低いことを示している。

例 表 A.2 に示すような 3 種類の寸法をもつ代表的な格子状遮蔽を定義する。銅の格子状遮蔽に対して,  $w_m=2$  m のメッシュ幅を仮定する (図 A.10 参照)。この結果, 安全空間  $V_s$  を規定する隔離距離は,  $d_{s/1}=2.0$  m となる。 $I_{0/MAX}=100$  kA のときの  $V_s$  内部に有効な  $H_{1/MAX}$  の値を, 表 A.2 に示す。  
屋根までの距離は, 高さの半分とする ( $d_r=H/2$ )。壁までの距離は, 長さの半分 [ $d_w=L/2$  (中心)] 又は長さに等しい ( $d_w=d_{s/1}$ ) (壁に近い最も厳しい条件) とする。

表 A.2- $I_{0/MAX}=100$  kA 及び  $w=2$  m のときの例

| 遮蔽のタイプ<br>(図 A.10 参照) | $L \times W \times H$<br>m | $H_{1/MAX}$ (中心)<br>A/m | $H_{1/MAX}$ ( $d_w=d_{s/1}$ )<br>A/m |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 1                     | 10×10×10                   | 179                     | 447                                  |
| 2                     | 50×50×10                   | 36                      | 447                                  |
| 3                     | 10×10×50                   | 80                      | 200                                  |

A.4.1.2 近傍雷の場合の LPZ 1 の格子状空間遮蔽

近傍雷の場合の状況を図 A.8 に示す。LPZ 1 の遮蔽空間の周囲に発生する磁界は, 平面波として近似することができる。



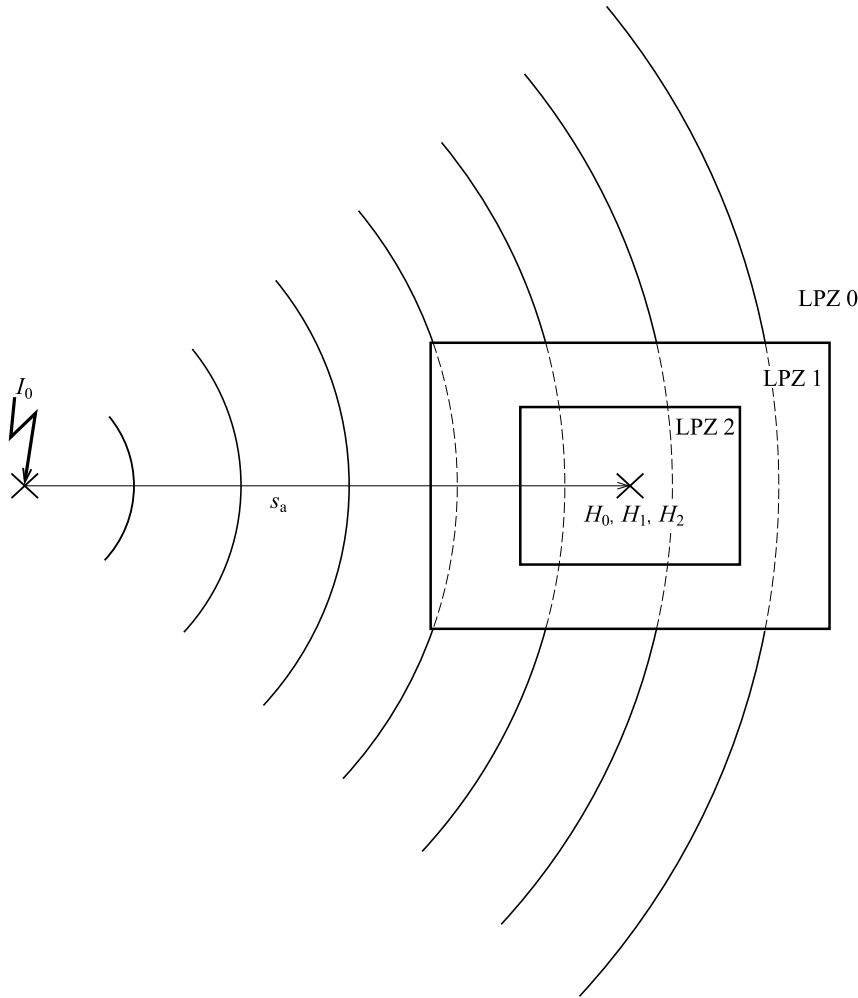


図 A.8—近傍雷の場合における磁界の強さの計算

平面波に対する格子状空間遮蔽の遮蔽係数  $SF$  を、表 A.3 に示す。

表 A.3—平面波に対する格子状空間遮蔽の磁界の減衰

| 材料   | $SF$ (dB) a), b)   |   |
|--|--|---|
|  | 25 kHz (第 1 正極性雷撃に有効)  | 1 MHz (後続雷撃に有効)<br>250 kHz (第 1 負極性雷撃に有効) |
| 銅又はアルミニウム  | $20 \times \log(8.5/w_m)$  | $20 \times \log(8.5/w_m)$                 |
| 鋼 <sup>c)</sup>  | $20 \times \log \left[ (8.5/w_m) / \sqrt{1 + 18 \times 10^{-6} / r_c^2} \right]$ | $20 \times \log(8.5/w_m)$                 |
| $w_m$ : 格子状遮蔽のメッシュ幅 (m)<br>$r_c$ : 格子状遮蔽の棒の半径 (m)<br>注 a) 式の結果が負となった場合, $SF=0$<br>b) 5.3 によるメッシュ状ボンディング回路網を設置した場合, $SF$ に 6 dB を加える。<br>c) 透磁率 $\mu_t \cong 200$ |  |   |

発生する磁界  $H_0$  は、式(A.7)で計算する。

$$H_0 = I_0 / (2 \times \pi \times s_a) \text{ (A/m)} \dots\dots\dots (A.7)$$

ここに、  
 $I_0$ : LPZ 0<sub>A</sub> の雷電流 (A)  
 $s_a$ : 雷撃点と遮蔽空間の中心との間の距離 (m)

式(A.7)を適用することによって、LPZ 0 の磁界の最大値は、式(A.8)～式(A.10)となる。

— 第 1 正極性雷撃による： $H_{0/F/MAX} = I_{F/MAX} / (2 \times \pi \times s_a)$  (A/m) ..... (A.8)

— 第 1 負極性雷撃による： $H_{0/FN/MAX} = I_{FN/MAX} / (2 \times \pi \times s_a)$  (A/m) ..... (A.9)

— 後続雷撃による： $H_{0/S/MAX} = I_{S/MAX} / (2 \times \pi \times s_a)$  (A/m) ..... (A.10)

ここに， $I_{F/MAX}$ ： 選定した保護レベルによる第 1 正極性雷撃の電流の最大値 (A)

$I_{FN/MAX}$ ： 選定した保護レベルによる第 1 負極性雷撃の電流の最大値 (A)

$I_{S/MAX}$ ： 選定した保護レベルによる後続雷撃の電流の最大値 (A)

LPZ 1 内の  $H_0$  から低減した  $H_1$  は，表 A.3 に示す  $SF$  の値を用いて導出することができる。

$H_{1/MAX} = H_{0/MAX} / 10^{SF/20}$  (A/m) ..... (A.11)

ここに， $SF$ ： 表 A.3 の式によって計算した遮蔽係数 (dB)

$H_{0/MAX}$ ： LPZ 0 の磁界 (の最大値) (A/m)

式(A.11)を適用することによって，LPZ 0 内の磁界  $H_0$  から低減した LPZ 1 内の磁界  $H_1$  の最大値は，式 (A.12)～式(A.14)となる。

— 第 1 正極性雷撃による： $H_{1/F/MAX} = H_{0/F/MAX} / 10^{SF/20}$  (A/m) ..... (A.12)

— 第 1 負極性雷撃による： $H_{1/FN/MAX} = H_{0/FN/MAX} / 10^{SF/20}$  (A/m) ..... (A.13)

— 後続雷撃による： $H_{1/S/MAX} = H_{0/S/MAX} / 10^{SF/20}$  (A/m) ..... (A.14)

式(A.11)～式(A.14)で求めた値は，次の遮蔽体からの離隔距離  $d_{s/2}$  をもつ格子状 (メッシュ) 遮蔽内の安全空間  $V_s$  だけに適用する (図 A.4 参照)。

—  $SF \geq 10$  の場合： $d_{s/2} = w_m^{SF/10}$  (m) ..... (A.15)

—  $SF < 10$  の場合： $d_{s/2} = w_m$  (m) ..... (A.16)

ここに， $SF$ ： 表 A.3 の式によって計算した遮蔽係数 (dB)

$w_m$ ： 格子状遮蔽のメッシュ幅 (m)

近傍雷の場合の格子状遮蔽内の磁界強度の計算についての追加の情報に対しては，A.4.3 を参照する。

例を，次に示す。

**例 1** 近傍雷の場合，LPZ 1 内の磁界強度  $H_{1/MAX}$  は，雷電流  $I_{0/MAX}$ ，LPZ 1 の遮蔽体の遮蔽係数  $SF$  及び雷道と LPZ 1 の中心との間の距離  $s_a$  による (図 A.8 参照)。

雷電流  $I_{0/MAX}$  は，選定した LPL による (JIS Z 9290-1 参照)。遮蔽係数  $SF$  (表 A.3 参照) は，主として格子状遮蔽のメッシュ幅の関数である。距離  $s_a$  は，次のいずれかである。

a) 対象物への直撃雷の場合，LPZ 1 の中心と対象物の近傍 (例 マスト) との間の距離

b) LPZ 1 の近傍の大地への落雷の場合，LPZ 1 の中心と雷道との間の最短距離

したがって，最も厳しい条件は，想定可能な最接近距離  $s_a$  と最大電流  $I_{0/MAX}$  とが同時に発生した場合である。図 A.9 に示すように，この最小距離  $s_a$  は，電子・幾何学的モデルから規定した [JIS Z 9290-1 の A.4 (最小雷電流パラメータの決定) 参照]，建築物等 (LPZ 1) の高さ  $H$  及び長さ  $L$  (又は幅  $W$ )，並びに  $I_{0/MAX}$  による回転球体半径  $r$  (表 A.4 参照) の関数である。

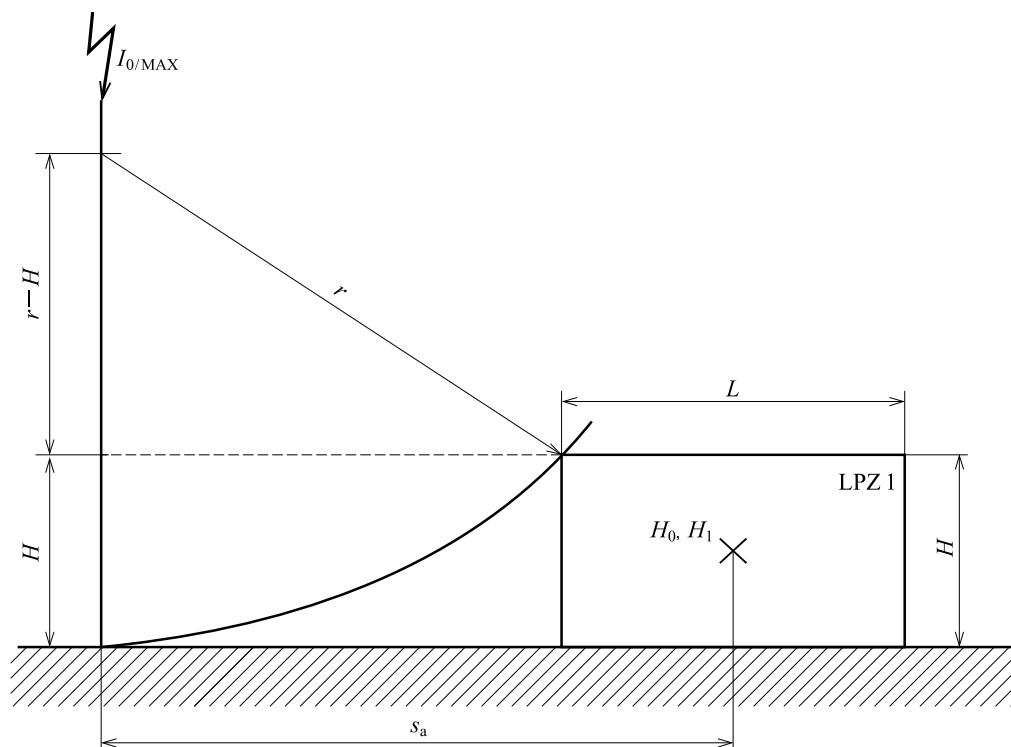


図 A.9—回転球体半径及び建築物等の寸法による距離  $s_a$

距離は、式(A.17)及び式(A.18)で計算することができる。

$$H < r \text{ のとき, } s_a = \sqrt{2 \times r \times H - H^2} + L/2 \quad \text{.....(A.17)}$$

$$H \geq r \text{ のとき, } s_a = r + L/2 \quad \text{.....(A.18)}$$

注記 この最小値よりも少ない距離の場合、落雷は、建築物等に直撃する。

例 2 表 A.5 に示す寸法をもつ三つの代表的な遮蔽を指定することができる。ここでは、平均メッシュ幅  $w_m = 2 \text{ m}$  をもつ銅製の格子状遮蔽を仮定する。これは、遮蔽係数  $SF = 12.6 \text{ dB}$  及び離隔距離  $d_{s/2} = 2.5 \text{ m}$  を指定する安全空間  $V_S$  という結果となる。 $V_S$  内の全てに有効であると想定する  $H_{0/MAX}$  及び  $H_{1/MAX}$  に対する値は、 $I_{0/MAX} = 100 \text{ kA}$  に対して計算し、その結果を表 A.4 に示す。

表 A.4—最大雷電流による回転球体半径

| 保護レベル   | 雷電流 $I_{0/MAX}$<br>kA | 回転球体半径 $r$<br>m |
|---------|-----------------------|-----------------|
| I       | 200                   | 313             |
| II      | 150                   | 260             |
| III, IV | 100                   | 200             |

表 A.5— $I_{0/MAX} = 100 \text{ kA}$  及び  $w = 2 \text{ m}$  のときの  $SF = 12.6 \text{ dB}$  に対する例

| 遮蔽のタイプ<br>(図 A.10 参照) | $L \times W \times H$<br>m | $s_a$<br>m | $H_{0/MAX}$<br>A/m | $H_{1/MAX}$<br>A/m |
|-----------------------|----------------------------|------------|--------------------|--------------------|
| 1                     | $10 \times 10 \times 10$   | 67         | 236                | 56                 |
| 2                     | $50 \times 50 \times 10$   | 87         | 182                | 43                 |
| 3                     | $10 \times 10 \times 50$   | 137        | 116                | 27                 |

### A.4.1.3 LPZ 2 及びこれ以上の格子状空間遮蔽

LPZ 2 及びこれ以上の空間遮蔽内には, 大きな部分雷電流は流れない。したがって, 最初に LPZ<sub>n</sub> 内の  $H_n$  から低減した LPZ<sub>n+1</sub> 内の  $H_{n+1}$  は, A.4.1.2 に示すように, 近傍雷に対して式(A.19)によって計算することができる。

$$H_{n+1} = H_n / 10^{SF/20} \text{ (A/m)} \dots\dots\dots (A.19)$$

ここに,  $SF$ : 表 A.3 による遮蔽係数 (dB)  
 $H_n$ : LPZ<sub>n</sub> 内の磁界 (A/m)

$H_n = H_1$  の場合, 磁界の強さは次によって計算することができる。

- a) LPZ 1 の格子状遮蔽体への直撃雷の場合には, A.4.1.1 及び図 A.7 の b) を参照する。ここで, LPZ 2 の遮蔽と壁及び屋根との間の距離は, それぞれ  $d_w$  及び  $d_r$  である。
- b) LPZ 1 の近傍雷の場合には, A.4.1.2 及び図 A.8 を参照する。

これらの磁界の値は, 遮蔽体から安全隔離距離  $d_{s2}$  を確保した格子状遮蔽内部の安全空間  $V_s$  に対してだけに有効である (A.4.1.2 及び図 A.4 参照)。

### A.4.2 直撃雷による磁界の理論的計算

A.4.1.1 において, 磁界の強さ  $H_{I/MAX}$  の計算式は, 図 A.10 に示すような三つの標準的な格子状遮蔽に対する数値的磁界計算に基づいている。これらの計算では, 屋根の一つの縁に落雷したものと仮定している。雷道は, 屋根の上に 100 m の高さの垂直な棒状導体と仮定している。地表面は, 理想的な導体平面と仮定している。

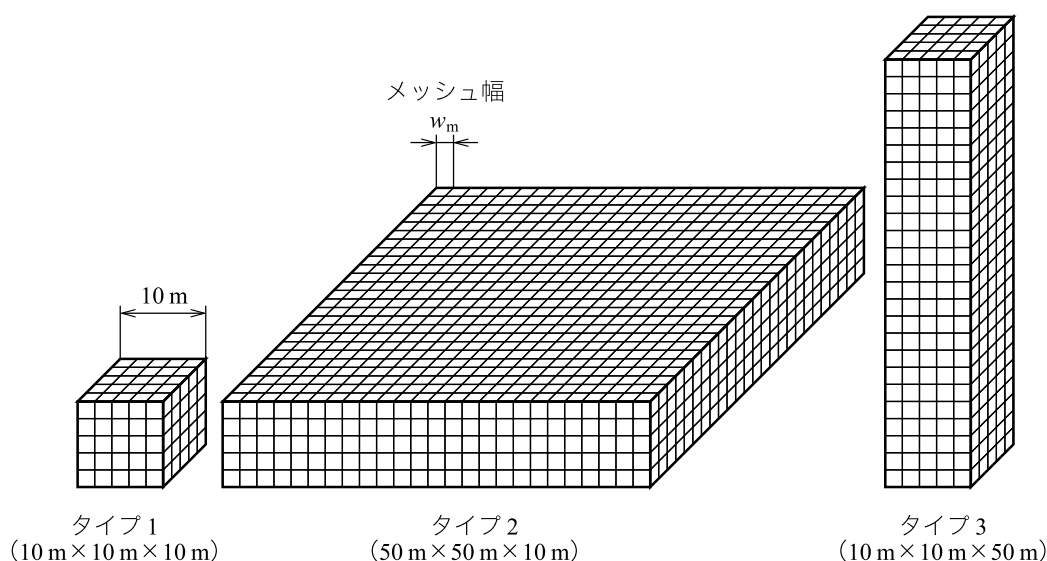


図 A.10—格子状大規模空間遮蔽のタイプ

計算では, 模擬した雷道及び全ての棒を含む格子状の遮蔽体の各ロッドの磁界結合が考慮され, 雷電流分布を計算するための方程式の組合せが得られる。この電流分布から遮蔽内の磁界強度が得られる。ロッドの抵抗は, 無視することができる。したがって, 格子状遮蔽の電流分布及び磁界強度は, 周波数に無関係である。同様に, 過渡的影響を避けるため, 静電結合は無視する。

タイプ 1 の遮蔽 (図 A.10 参照) に対する結果の一部を, 図 A.11 及び図 A.12 に示す。

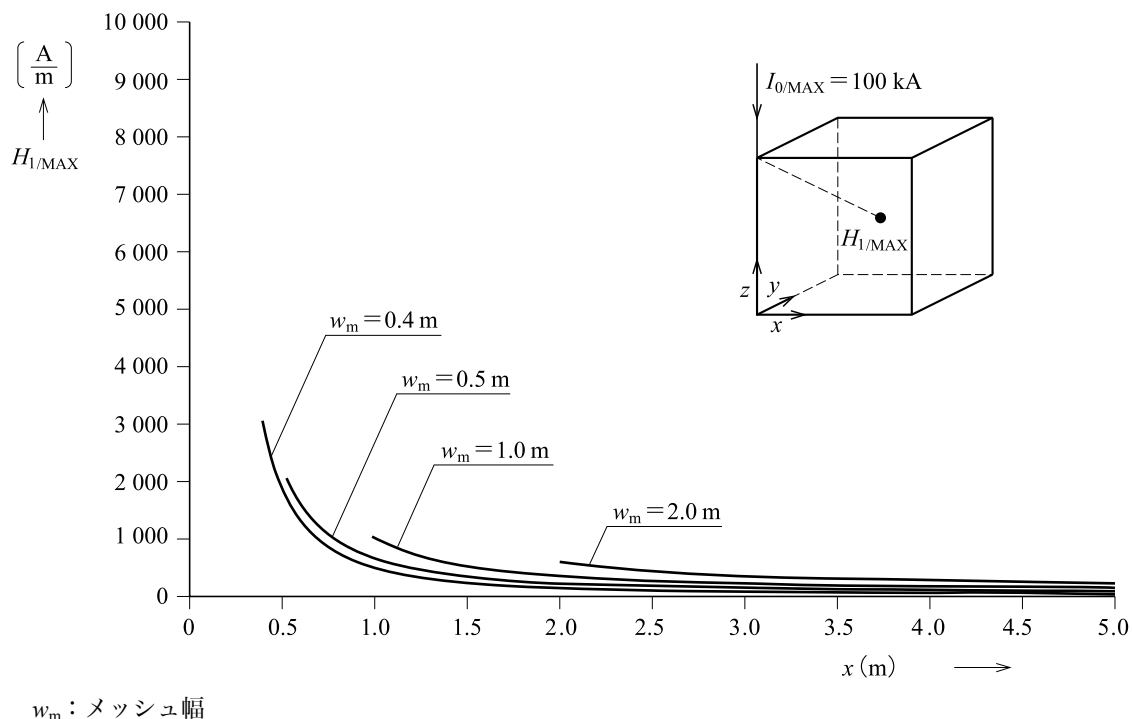


図 A.11—格子状遮蔽タイプ 1 の内部における磁界の強さ  $H_{1/MAX}$

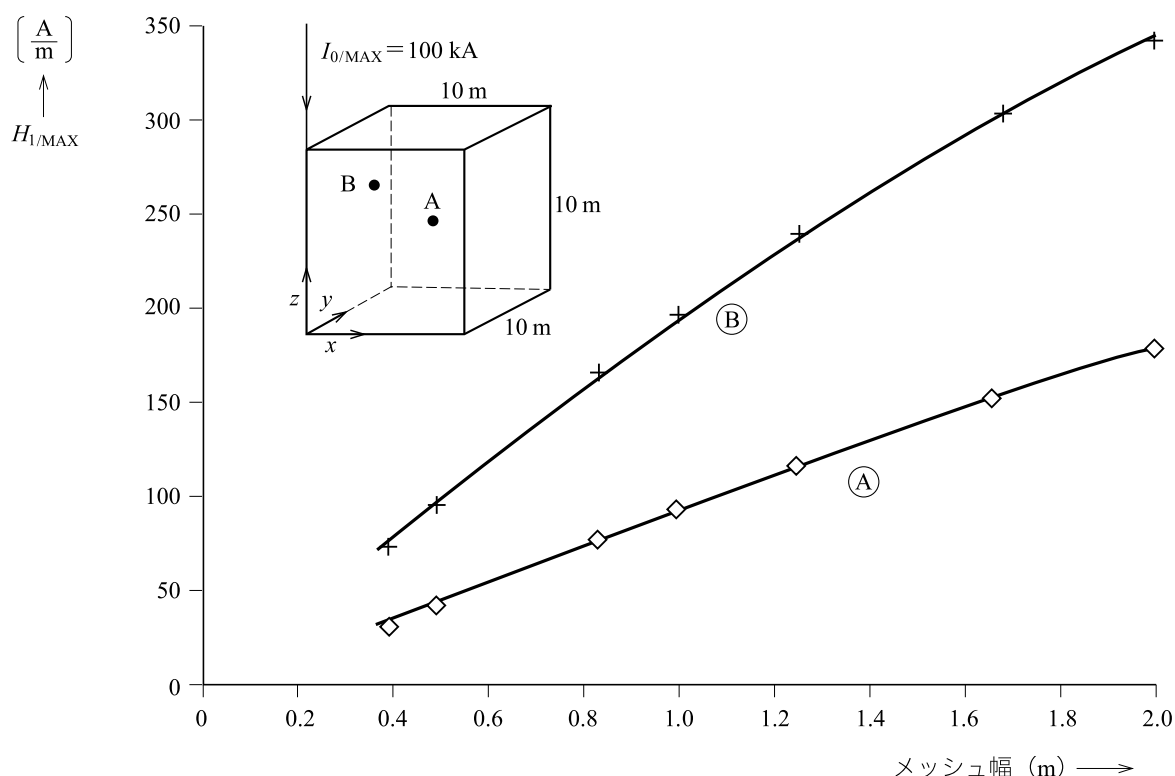


図 A.12—メッシュ幅による格子状遮蔽タイプ 1 の内部における磁界の強さ  $H_{1/MAX}$

**注記 1** 格子状遮蔽をもつ LPZ 1 内の磁界の実験結果では、遮蔽体に近接する磁界の増加は上記計算結果よりも小さいことを示している。

**注記 2** 計算結果は、格子状遮蔽への距離が、 $d_{s/l} > w_m$  の場合だけ有効である。

全ての場合において、最大雷電流を  $I_{0/\text{MAX}}=100 \text{ kA}$  と仮定した。図 A.11 及び図 A.12 の両図において、 $H_{1/\text{MAX}}$  は、 $H_x$ 、 $H_y$  及び  $H_z$  で表す点における磁界の最大強さで、式(A.20)で求められる。

$$H_{1/\text{MAX}} = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2} \dots\dots\dots (\text{A.20})$$

図 A.11 において、 $H_{1/\text{MAX}}$  は、雷撃点 ( $x=0, y=0, z=10 \text{ m}$ ) から空間の中央 ( $x=y=5 \text{ m}, z=5 \text{ m}$ ) への直線距離によって計算する。 $H_{1/\text{MAX}}$  は、パラメータが格子状遮蔽の幅  $w$  であるこの線上における点の  $x$  軸の関数として表す。

図 A.12 において、 $H_{1/\text{MAX}}$  は遮蔽内の 2 点 (点 A :  $x=y=5 \text{ m}, z=5 \text{ m}$ , 点 B :  $x=y=3 \text{ m}, z=7 \text{ m}$ ) に対して計算する。結果は、メッシュ幅  $w$  の関数として表す。

両図は、格子状遮蔽内部の磁界分布を支配する主なパラメータ (壁又は屋根からの距離及びメッシュ幅) の影響度を示している。

図 A.11 において、遮蔽空間の中で、雷撃点から別の任意の点への直線距離によって計算する場合、磁界の強さ  $H_{1/\text{MAX}}$  の成分がゼロ軸と交差して符号が変わることがあるので注意する。したがって、式(A.1)は、格子状遮蔽内部に実際に存在し、より複雑な磁界分布に対する一次近似の式である。

#### A.4.3 直撃雷による磁界の実験的評価

遮蔽した建築物等の内部磁界は、実測によって決定することができる。雷電流発生器を用いて、遮蔽した建築物等の任意の点への直撃雷シミュレーションの実験例を、図 A.13 に示す。通常、このような実験において、電流波形を実際の雷電流波形と近似させ、縮小モデル実験として実施することができる。

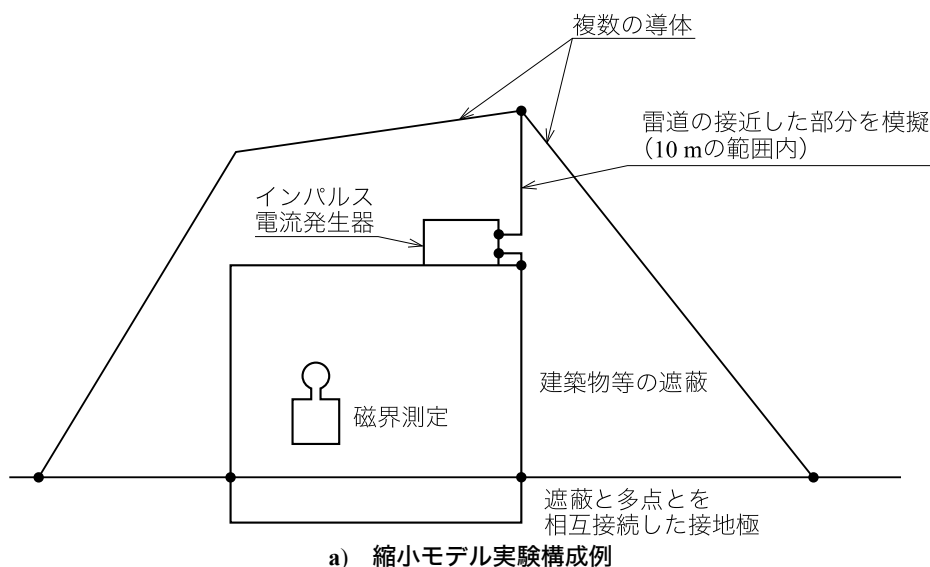
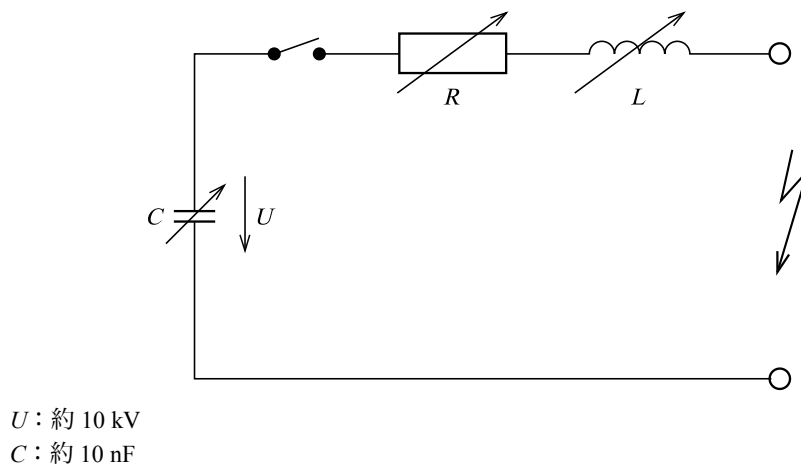


図 A.13—遮蔽した建築物等内の磁界の強さを評価する縮小モデルの実験例



b) インパルス電流発生器

図 A.13—遮蔽した建築物等内の磁界の強さを評価する縮小モデルの実験例（続き）

## A.5 誘導電圧及び電流の計算

### A.5.1 一般事項

図 A.14 による長方形のループだけを考慮する。他の形状のループは、同一のループ面積の長方形に置き換えることが望ましい。

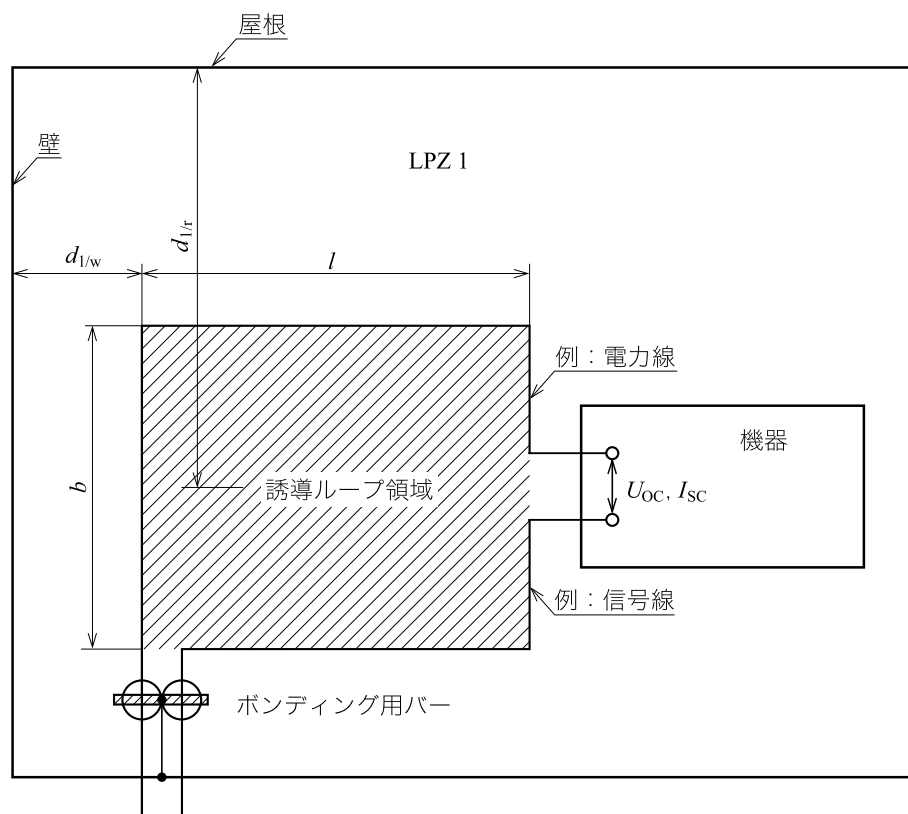


図 A.14—線路によって形成したループに誘導した電圧及び電流

注記 この図の記号は、式(A.23)の記号及びその意味に説明がある。

## A.5.2 直撃雷の場合の LPZ 1 内の状況

LPZ 1 の空間  $V_s$  内の磁界  $H_1$  に対して, 式(A.21)を適用する (A.4.1.1 参照)。

$$H_1 = \frac{k_h \times I_0 \times w_m}{(d_w \times \sqrt{d_{lr}})} \quad (\text{A/m}) \quad \dots\dots\dots (\text{A.21})$$

開回路電圧  $U_{OC}$  に対して, 式(A.22)を適用する。

$$U_{OC} = \mu_0 \times b \times \ln\left(1 + \frac{l}{d_{lw}}\right) \times k_h \times \left(\frac{w_m}{\sqrt{d_{lr}}}\right) \times \frac{dI_0}{dt} \quad (\text{V}) \quad \dots\dots\dots (\text{A.22})$$

波頭長  $T_1$  の期間に, 式(A.23)で計算する最大値  $U_{OC/MAX}$  が発生する。

$$U_{OC/MAX} = \mu_0 \times b \times \ln\left(1 + \frac{l}{d_{lw}}\right) \times k_h \times \left(\frac{w_m}{\sqrt{d_{lr}}}\right) \times \frac{I_{0/MAX}}{T_1} \quad (\text{V}) \quad \dots\dots\dots (\text{A.23})$$

ここに,

- $\mu_0$ :  $4 \times \pi \times 10^{-7}$  [(Vs)/(Am)]
- $b$ : ループ幅 (m)
- $d_{lw}$ :  $d_{lw} \geq d_{s/l}$  の場合, 遮蔽の壁からループまでの距離 (m)
- $d_{lr}$ : 遮蔽の屋根からループまでの平均距離 (m)
- $I_0$ : LPZ 0<sub>A</sub> の雷電流 (直撃雷電流) (A)
- $I_{0/MAX}$ : LPZ 0<sub>A</sub> の雷電流の最大値 (A)
- $k_h$ : 形状係数,  $k_h = 0.01$  ( $1/\sqrt{m}$ )
- $l$ : ループの長さ (m)
- $T_1$ : LPZ 0<sub>A</sub> の雷撃の電流の波頭長 (s)
- $w_m$ : 格子状遮蔽のメッシュ幅 (m)

短絡回路電流  $I_{SC}$  は, 式(A.24)による。

$$I_{SC} = \mu_0 \times b \times \ln\left(1 + \frac{l}{d_{lw}}\right) \times k_h \times \left(\frac{w_m}{\sqrt{d_{lr}}}\right) \times \frac{I_0}{L_s} \quad (\text{A}) \quad \dots\dots\dots (\text{A.24})$$

ここでは, 電線の抵抗分を無視する (最も厳しい場合を考慮する。)

最大値  $I_{SC/MAX}$  は, 式(A.25)による。

$$I_{SC/MAX} = \mu_0 \times b \times \ln\left(1 + \frac{l}{d_{lw}}\right) \times k_h \times \left(\frac{w_m}{\sqrt{d_{lr}}}\right) \times \frac{I_{0/MAX}}{L_s} \quad (\text{A}) \quad \dots\dots\dots (\text{A.25})$$

ここに,  $L_s$ : ループの自己インダクタンス (H)

長方形ループに対して, 自己インダクタンス  $L_s$  は, 式(A.26)によって計算することができる。

$$L_s = \left\{ 0.8 \times \sqrt{l^2 + b^2} - 0.8 \times (l + b) + 0.4 \times l \times \ln \left[ \frac{\left(\frac{2b}{r_c}\right)}{\left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{b}{l}\right)^2}\right)} \right] \right. \\ \left. + 0.4 \times b \times \ln \left[ \frac{\left(\frac{2l}{r_c}\right)}{\left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{l}{b}\right)^2}\right)} \right] \right\} \times 10^{-6} \quad (\text{H}) \quad \dots\dots\dots (\text{A.26})$$

ここに,  $r_c$ : ループの電線の半径 (m)

第 1 正極性雷撃 ( $T_1 = 10 \mu\text{s}$ ) の磁界の誘導電圧及び電流は, 式(A.27)及び式(A.28)による。



$$U_{OC/F/MAX} = 1.26 \times b \times \ln \left( 1 + \frac{l}{d_{lw}} \right) \times \left( \frac{w_m}{\sqrt{d_{lr}}} \right) \times I_{F/MAX} \quad (V) \quad \dots\dots\dots (A.27)$$

$$I_{SC/F/MAX} = 12.6 \times 10^{-6} \times b \times \ln \left( 1 + \frac{l}{d_{lw}} \right) \times \left( \frac{w_m}{\sqrt{d_{lr}}} \right) \times \frac{I_{F/MAX}}{L_s} \quad (A) \quad \dots\dots\dots (A.28)$$

第 1 負極性雷撃 ( $T_1 = 1 \mu s$ ) の磁界の誘導電圧及び電流は, 式(A.29)及び式(A.30)による。

$$U_{OC/FN/MAX} = 12.6 \times b \times \ln \left( 1 + \frac{l}{d_{lw}} \right) \times \left( \frac{w_m}{\sqrt{d_{lr}}} \right) \times I_{FN/MAX} \quad (V) \quad \dots\dots\dots (A.29)$$

$$I_{SC/FN/MAX} = 12.6 \times 10^{-6} \times b \times \ln \left( 1 + \frac{l}{d_{lw}} \right) \times \left( \frac{w_m}{\sqrt{d_{lr}}} \right) \times \frac{I_{FN/MAX}}{L_s} \quad (A) \quad \dots\dots\dots (A.30)$$

後続雷撃 ( $T_1 = 0.25 \mu s$ ) の磁界の誘導電圧及び電流は, 式(A.31)及び式(A.32)による。

$$U_{OC/S/MAX} = 50.4 \times b \times \ln \left( 1 + \frac{l}{d_{lw}} \right) \times \left( \frac{w_m}{\sqrt{d_{lr}}} \right) \times I_{S/MAX} \quad (V) \quad \dots\dots\dots (A.31)$$

$$I_{SC/S/MAX} = 12.6 \times 10^{-6} \times b \times \ln \left( 1 + \frac{l}{d_{lw}} \right) \times \left( \frac{w_m}{\sqrt{d_{lr}}} \right) \times \frac{I_{S/MAX}}{L_s} \quad (A) \quad \dots\dots\dots (A.32)$$

ここに,  $I_{F/MAX}$  : 第 1 正極性雷撃の電流の最大値 (kA)  
 $I_{FN/MAX}$  : 第 1 負極性雷撃の電流の最大値 (kA)  
 $I_{S/MAX}$  : 後続雷撃の電流の最大値 (kA)

### A.5.3 近傍雷の場合の LPZ 1 内の状況

LPZ 1 の空間  $V_s$  内の磁界  $H_1$  は, 均一と推定する (A.4.1.2 参照)。

開回路電圧  $U_{OC}$  は, 式(A.33)による。

$$U_{OC} = \mu_0 \times b \times l \times \frac{dH_1}{dt} \quad (V) \quad \dots\dots\dots (A.33)$$

波頭長  $T_1$  の間には, 式(A.34)に示す最大値  $U_{OC/MAX}$  が, 発生する。

$$U_{OC/MAX} = \mu_0 \times b \times l \times \frac{H_{1/MAX}}{T_1} \quad (V) \quad \dots\dots\dots (A.34)$$

ここに,  $\mu_0$  :  $4\pi \cdot 10^{-7} [(Vs)/(Am)]$   
 $b$  : ループ幅 (m)  
 $H_1$  : 時間に依存する LPZ 1 内の磁界 (A/m)  
 $H_{1/MAX}$  : LPZ 1 内の磁界の最大値 (A/m)  
 $l$  : ループの長さ (m)  
 $T_1$  : 磁界の波頭長 (s)。雷電流の波頭長に同一。

短絡回路電流  $I_{SC}$  は, 式(A.35)による。

$$I_{SC} = \mu_0 \times b \times l \times \frac{H_1}{L_s} \quad (A) \quad \dots\dots\dots (A.35)$$

ここでは, 電線の抵抗を無視する (最も厳しい場合)。

最大値  $I_{SC/MAX}$  は, 式(A.36)による。

$$I_{SC/MAX} = \mu_0 \times b \times l \times \frac{H_{1/F/MAX}}{L_s} \quad (A) \quad \dots\dots\dots(A.36)$$

ここに,  $L_s$ : ループの自己インダクタンス (H) ( $L$  の計算は, **A.5.2** 参照)

第 1 正極性雷撃 ( $T_1=10 \mu s$ ) の磁界  $H_{1/F}$  によって誘導する電圧及び電流は, 式(A.37)及び式(A.38)による。

$$U_{OC/F/MAX} = 0.126 \times b \times l \times H_{1/F/MAX} \quad (V) \quad \dots\dots\dots(A.37)$$

$$I_{SC/F/MAX} = 1.26 \times 10^{-6} \times b \times l \times \frac{H_{1/F/MAX}}{L_s} \quad (A) \quad \dots\dots\dots(A.38)$$

第 1 負極性雷撃 ( $T_1=1 \mu s$ ) の磁界  $H_{1/FN}$  によって誘導する電圧及び電流は, 式(A.39)及び式(A.40)による。

$$U_{OC/FN/MAX} = 1.26 \times b \times l \times H_{1/FN/MAX} \quad (V) \quad \dots\dots\dots(A.39)$$

$$I_{SC/FN/MAX} = 1.26 \times 10^{-6} \times b \times l \times \frac{H_{1/FN/MAX}}{L_s} \quad (A) \quad \dots\dots\dots(A.40)$$

後続雷撃 ( $T_1=0.25 \mu s$ ) の磁界  $H_{1/S}$  によって誘導する電圧及び電流は, 式(A.41)及び式(A.42)による。

$$U_{OC/S/MAX} = 5.04 \times b \times l \times H_{1/S/MAX} \quad (V) \quad \dots\dots\dots(A.41)$$

$$I_{SC/S/MAX} = 1.26 \times 10^{-6} \times b \times l \times \frac{H_{1/S/MAX}}{L_s} \quad (A) \quad \dots\dots\dots(A.42)$$

ここに,  $H_{1/F/MAX}$ : 第 1 正極性雷撃による LPZ 1 内の磁界の最大値 (A/m)  
 $H_{1/FN/MAX}$ : 第 1 負極性雷撃による LPZ 1 内の磁界の最大値 (A/m)  
 $H_{1/S/MAX}$ : 後続雷撃による LPZ 1 内の磁界の最大値 (A/m)

#### A.5.4 LPZ 2 及びそれ以上の内部の状況

$n \geq 2$  である LPZ  $n$  内の磁界  $H_n$  は, 均一であると推定する (**A.4.1.3** 参照)。

したがって,  $H_1$  を  $H_n$  に代用することで, 誘導電圧及び電流の計算には同一の式を適用することができる (**A.4.1.2** 参照)。

附属書 B  
(参考)  
既設建築物等に対する SPM の実施

B.1 一般事項

既設建築物等内の機器に対し、この規格で概説する SPM を、例外なしに設置することは不可能である。  
この附属書は、考慮するための主要な点を記載し、強制的ではないが設置している全体的な保護対策を改  
良するのに役立つ情報を提供する。

B.2 チェックリスト

既設建築物等内の雷被害に対する適切な保護対策は、建築物等の構造及び条件並びに既設の電気及び電  
子システムを考慮する必要がある。

チェックリストは、リスク解析及び最も適切な保護対策の選定を容易にする。

特に既設の建築物等に対しては、保護ゾーンの概念、接地、ボンディング、配線経路及び遮蔽について  
系統的な計画を立てることが望ましい。

表 B.1～表 B.4 に示すチェックリストは、既設の建築物等及びその設備の必要なデータを集めることに  
用いることが望ましい。これらのデータに基づき保護の必要性を判断するために、IEC 62305-2 によるリ  
スク評価を実施し、その結果、必要と判断した場合、最も費用対効果の高い保護対策を選定することが望  
ましい。

注記 建築設備の電磁妨害に対する保護に関するその他の情報は、JIS C 60364-4-44 を参照。

チェックリストによって収集したデータは、設計の過程にも役立つ。

表 B.1－構造的特性及び周囲環境

| 項               | 質問項目 <sup>a)</sup>                        |
|-----------------|---|
| 1               | 組積造（石造，れんが造など），木造，鉄筋コンクリート造，鉄骨造，金属製ファサード付 |
| 2               | 1 棟の建築物等，エキスパンションジョイントで接続した集合建築物等         |
| 3               | 平屋及び低層建築物等，高層建築物等（建築物等の寸法）                |
| 4               | 建築物等内の全ての鉄筋の電氣的な接続状況                      |
| 5               | 金属屋根の材料の種類，形式及び材質                         |
| 6               | 金属製ファサードのボンディングの有無                        |
| 7               | 窓の金属枠のボンディングの有無                           |
| 8               | 窓の大きさ                                     |
| 9               | 外部 LPS の設置状況                              |
| 10              | LPS の形式及び特性                               |
| 11              | 大地の材質（岩，土）                                |
| 12              | 隣接建築物等の高さ，距離及び接地                          |
| 注 <sup>a)</sup> | 詳細は，IEC 62305-2 を参照する。                    |

表 B.2－設備の特性

| 項               | 質問項目 <sup>a)</sup>          |
|-----------------|-----------------------------|
| 1               | 引込線のタイプ (地中又は架空)            |
| 2               | 外部装置のタイプ (アンテナ又はその他の外部装置)   |
| 3               | 電力線のタイプ (高圧, 低圧, 架空又は地中)    |
| 4               | 配線経路 (縦シャフトの数及び配置, ケーブルダクト) |
| 5               | 金属製ケーブルダクトの使用               |
| 6               | 建築物等内の内蔵電子機器の有無             |
| 7               | 他の建築物等への金属導体の接続の有無          |
| 注 <sup>a)</sup> | 詳細は, IEC 62305-2 を参照する。     |

表 B.3－機器の特性

| 項               | 質問項目  |
|-----------------|---|
| 1               | 内部システムの相互接続のタイプ (遮蔽若しくは非遮蔽の多芯ケーブル, 同軸ケーブル, アナログ及び／若しくはデジタル, 平衡若しくは不平衡, 並びに／又は光ファイバケーブル) <sup>a)</sup> |
| 2               | 電子システムに指定されたイミュニティレベル <sup>a), b)</sup>   |
| 注 <sup>a)</sup> | 詳細は, IEC 62305-2 を参照する。   |
| <sup>b)</sup>   | 詳細は, ITU-T Recommendation K.21, JIS C 61000-4-5, IEC 61000-4-9 及び IEC 61000-4-10 を参照。                 |

表 B.4－保護の概念に対して考慮するその他の質問

| 項               | 質問項目                               |
|-----------------|------------------------------------|
| 1               | 配電方式 [TN (TN-S 又は TN-C), TT 又は IT] |
| 2               | 機器の配置 <sup>a)</sup>                |
| 3               | 内部システムの機能接地導体のボンディング回路網への相互接続      |
| 注 <sup>a)</sup> | 詳細は, 附属書 A を参照する。                  |

B.3 既設建築物等に対する SPM の設計

設計過程における第 1 段階は, B.2 に従ったチェックリストを通じて作業及びリスク評価を実施することである。

この解析によって SPM が必要になった場合, 図 B.1 に示す段階に従って実施することが望ましい。

被保護機器が配置されている全ての場所に, 適切な LPZ を割り当てる (4.3 参照)。

SPM の基本は, 内部遮蔽及びボンディング回路網でなければならない。このボンディング回路網は, 全ての方向において 5 m 以下のメッシュ幅とすることが望ましい。建築物等の構造がこのような遮蔽及びボンディング回路網を構築できない場合には, 少なくとも, 建築物等の外壁内の各階で環状導体を設置することが望ましい。この環状導体は, 外部 LPS の各引下げ導体に接続することが望ましい。

注記 既設の建築物等への遮蔽対策は, 実行不可能又は非経済的な場合が多い。このような場合, 代替案として SPD の使用が効果的である。

B.4 LPZ のための基本的保護対策の設計

B.4.1 LPZ 1 のための基本的保護対策の設計

保護対策は, 内部遮蔽及びボンディング回路網, 又は外壁内, 通常は LPZ 1 の境界内の環状導体を基本とすることが望ましい。外壁が LPZ 1 の境界ではなく, 内部遮蔽及びボンディング回路網が構築できない場合, 環状導体を LPZ 1 の境界に設置することが望ましい。環状導体は, 外壁の環状導体と, 少なくとも

2 か所で、それぞれをできるだけ離して接続しなければならない。

#### B.4.2 LPZ 2 のための基本的保護対策の設計

保護対策は、内部遮蔽及びボンディング回路網、又は外壁内の環状導体を基本とする。内部遮蔽及びボンディング回路網が構築できない場合、環状導体を各 LPZ 2 の境界に設置することが望ましい。LPZ 2 の面の寸法が  $5\text{ m} \times 5\text{ m}$  を超える場合、 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$  以下のメッシュ幅の格子を敷設しなければならない。環状導体は、周囲の LPZ 1 の環状導体と、少なくとも 2 か所で、それぞれをできるだけ離して接続しなければならない。

#### B.4.3 LPZ 3 のための基本的保護対策の設計

保護対策は、内部遮蔽及びボンディング回路網、又は LPZ 2 内の環状導体を基本とする。内部遮蔽及びボンディング回路網が構築できない場合、環状導体を各 LPZ 3 の境界に設置することが望ましい。LPZ 3 の面の寸法が  $5\text{ m} \times 5\text{ m}$  を超える場合、 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$  以下のメッシュ幅の格子を敷設しなければならない。環状導体は、周囲の LPZ 2 の環状導体と、少なくとも 2 か所で、それぞれをできるだけ離して接続しなければならない。

#### B.5 協調のとれた SPD システムの設置

協調のとれた SPD システムは、異なる LPZ の境界を通過するケーブルを保護するために設計することが望ましい。

ボンディング及び SPD システムによる追加の対策によって、保護性能は大きく向上する。

ケーブルラック等の設計は、ケーブル等に対し、適切な遮蔽を行うように改善しなければならない。

壁、床、天井などの遮蔽のような追加の対策が可能な場合、既に適用した保護に対して、追加保護の実施を考慮することが望ましい（箇条 6 参照）。

検討している建築物等と他の建築物等との間の相互接続を改善するために設計する（B.11 参照）。

保護対策実施済みの建築物等内に新しい内部システムを設置する場合、設計の手順について、新しい内部システムの位置でも繰り返して行うことが望ましい。

完全な設計手順を、図 B.1 に示す。

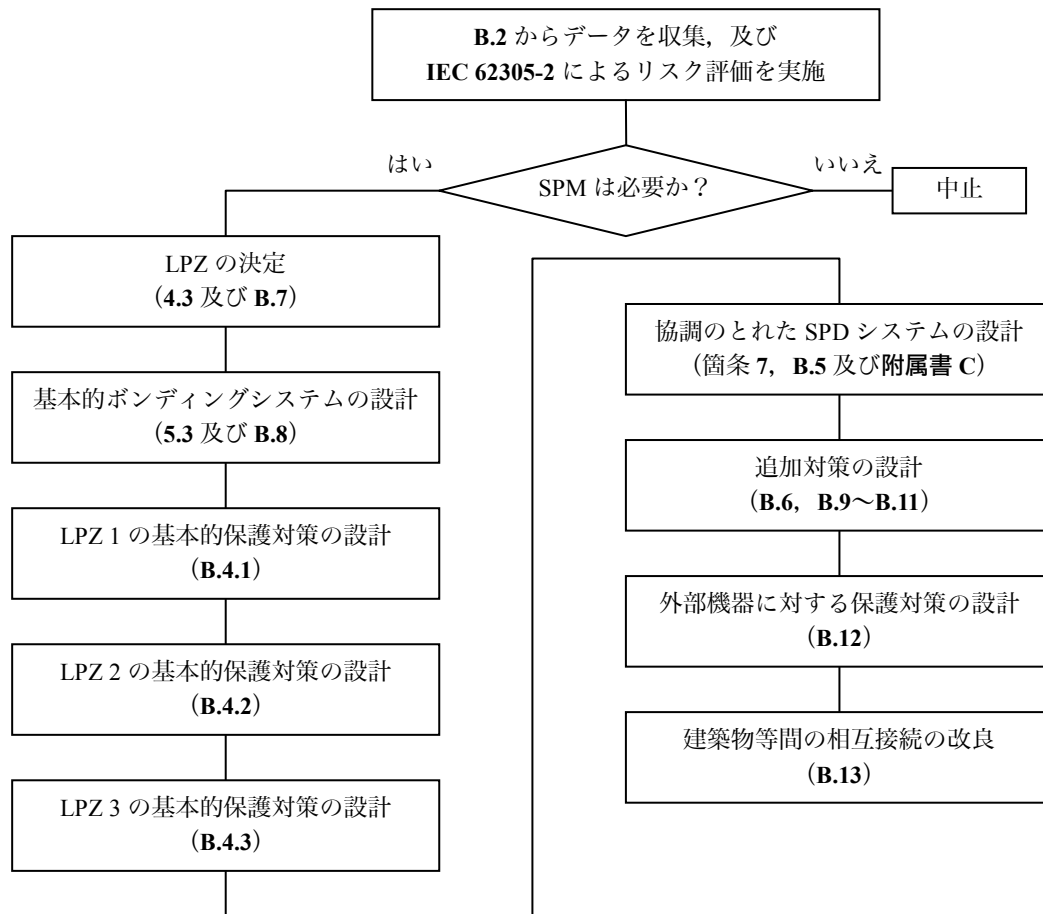


図 B.1—既存建築物等のための SPM 設計手順

## B.6 LPZ 1 の空間遮蔽を用いた既設 LPS の改善

LPZ 1 周囲の (JIS Z 9290-3 に従った) 既設 LPS は, 次によって改善することができる。

- 外部 LPS に既存の金属製ファサード及び金属製屋根を接続する。
- 屋根から接地極システムまで電氣的に連続している構造体鉄筋を利用する。
- 引下げ導線の間隔を短縮し, 更に受雷部システムのメッシュ幅を 5 m 以下に短縮する。
- 構造的に分離した隣接する建築物等間のエキスパンションジョイントに, 柔軟性のあるボンディング導体を接続する。

## B.7 電気及び電子システムのための LPZ の確立

電気及び電子システムの数, 種類及びぜい (脆) 弱性によって, 小さい局部的ゾーン (機器ごとのエンクロージャ) から統合化した大きなゾーン (建築物等内部全体) までの適切な内部 LPZ を決定する。

既設の建築物等に対して適切な様々な解決策を提供する内部システム保護のための LPZ のレイアウトの代表例を, 図 B.2 に示し, 次に説明する。

- 建築物等内全体の中に, 例えば, 絶縁耐力を強化した内部システムのための保護空間を形成する単一の LPZ 1 の設置を図 B.2 の a) に示す。これを, 次に説明する。
  - この LPZ 1 は, JIS Z 9290-3 に従った外部 LPS (受雷部, 引下げ導線及び接地極システム) 及び内部 LPS (雷等電位ボンディング及び離隔距離に適合) で構成する LPS によって形成されている。

- 2) 外部 LPS は、建築物等への落雷に対し LPZ 1 内を保護するが、LPZ 1 内の磁界はほとんど減衰しないで残留する。これは受雷部及び引下げ導線の導体間隔が 5 m を超えるためで、受雷部及び引下げ導線による空間遮蔽効果は期待できない。
- 3) 内部 LPS は、全ての電力線及び信号線に対する SPD の設置、及び LPZ 1 の境界において建築物等への全ての引込線のボンディングを要求する。これは、引込線上の伝導雷サージを SPD によって引込口で制限することを保証する。

**注記** 分離用（絶縁用）インターフェースは、低周波障害の影響を避けるために、LPZ 1 内で有効である。

- b) 非遮蔽の LPZ 1 内では、新設する機器も同様に伝導雷サージに対して保護することが必要である。この例を、**図 B.2 の b)**に示す。例として、信号線にはシールドケーブルを、電力線には協調のとれた SPD システムを用いて保護することができる。これは、 $I_n$ で試験した追加の SPD 及びコンビネーション波形発生器で試験した SPD を機器に近接して設置し、かつ、引込口の SPD と協調がとれていることが必要になる。さらに、機器に対し、追加の絶縁階級クラス II “二重絶縁” (**JIS C 60664-1 参照**) が必要になることがある。
- c) 新しい内部システムを設置するために、LPZ 1 内に統合する大きなゾーンの LPZ 2 を構築する例を、**図 B.2 の c)**に示す。雷による磁界は、LPZ 2 の格子状空間遮蔽によって、大幅に減衰する。左側に示す LPZ 1 の境界 (LPZ 0/1 の移行) 及び後続の LPZ 2 の境界 (LPZ 1/2 の移行) に設置する SPD は、**JIS C 5381-12** によって協調のとれたものが望ましい。右側に示す LPZ 1 の境界に設置する SPD は、LPZ 0/2 の直接的な移行に対して選定することが望ましい (**C.3.5 参照**)。
- d) LPZ 1 内に二つの小規模の LPZ 2 を設置する例を、**図 B.2 の d)**に示す。LPZ 2 のそれぞれの境界には電力線及び信号線のための追加の SPD を設置することが望ましい。これらの SPD は、**JIS C 5381-12** によって、LPZ 1 の境界にある SPD と協調がとれていることが望ましい。

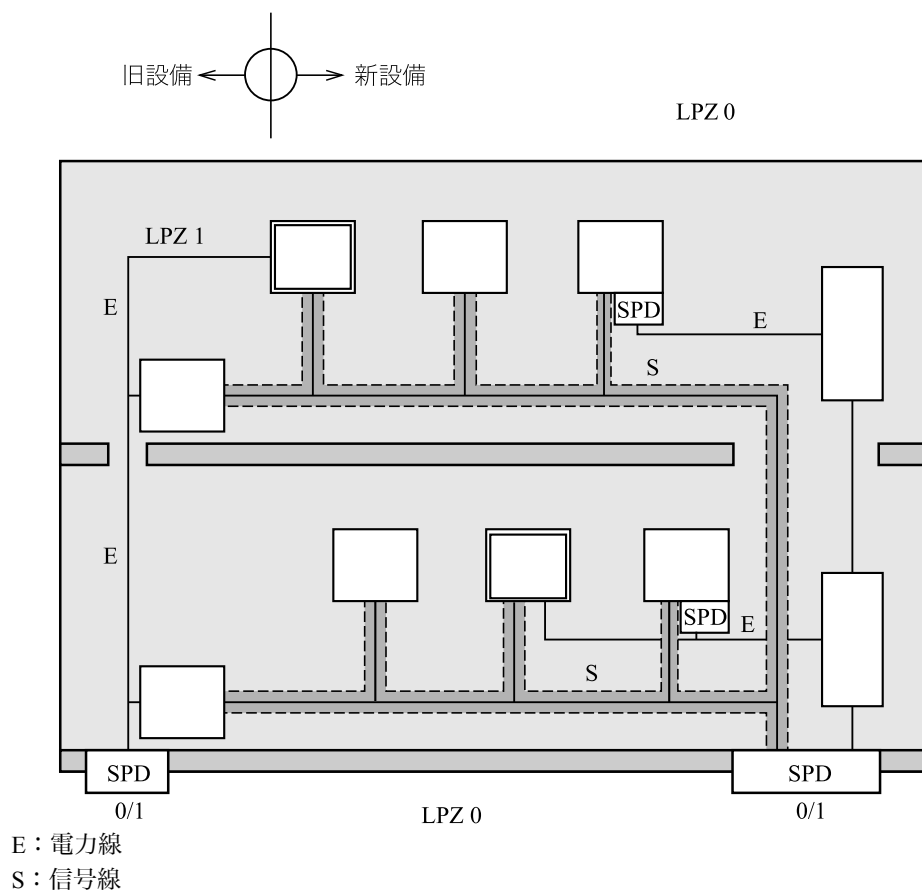
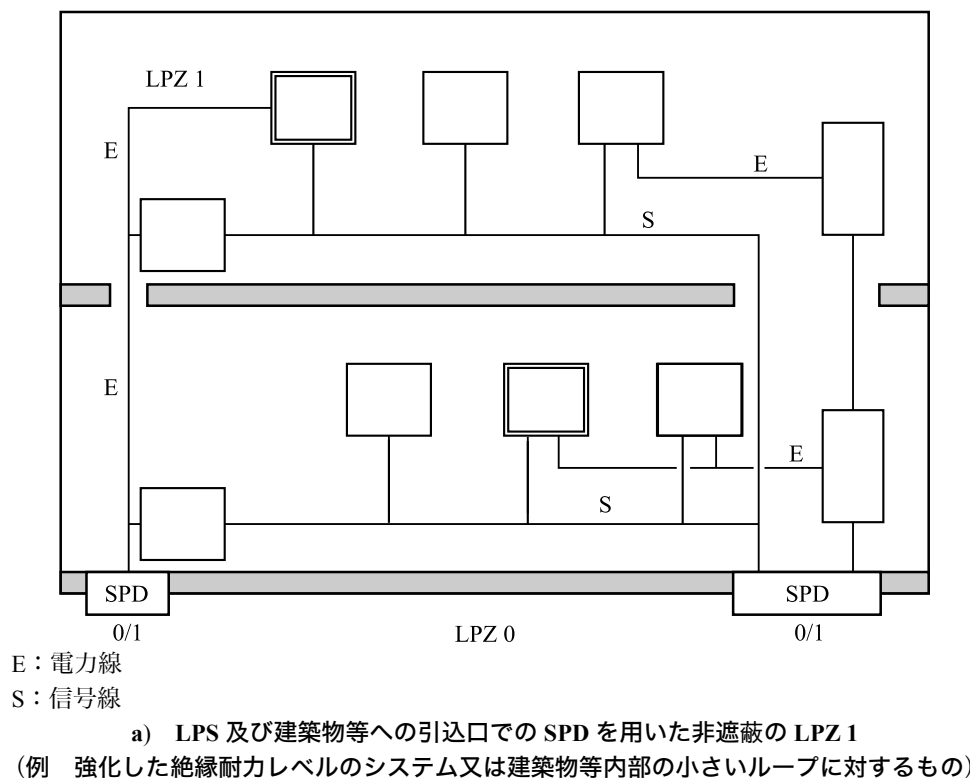
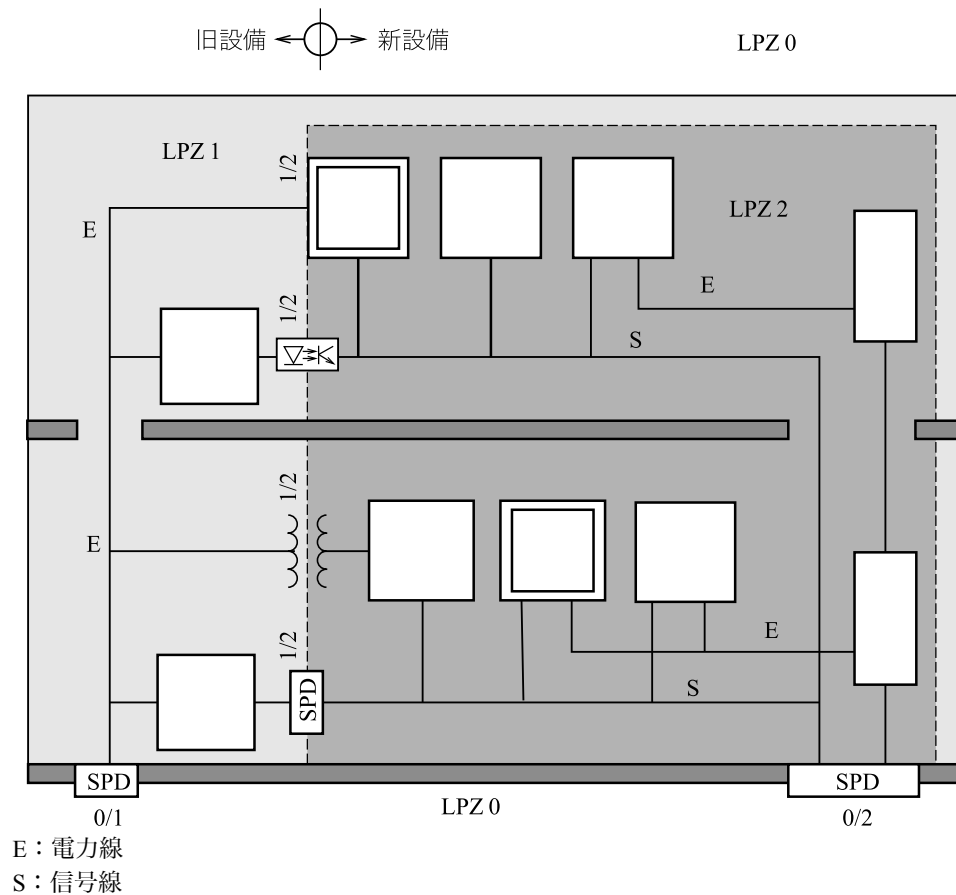


図 B.2—既存建築物等内に LPZ を確保するための実現性





c) 非遮蔽 LPZ 1 及び新しい内部システムのための大規模に遮蔽した LPZ 2

図 B.2－既存建築物等内に LPZ を確保するための実現性（続き）

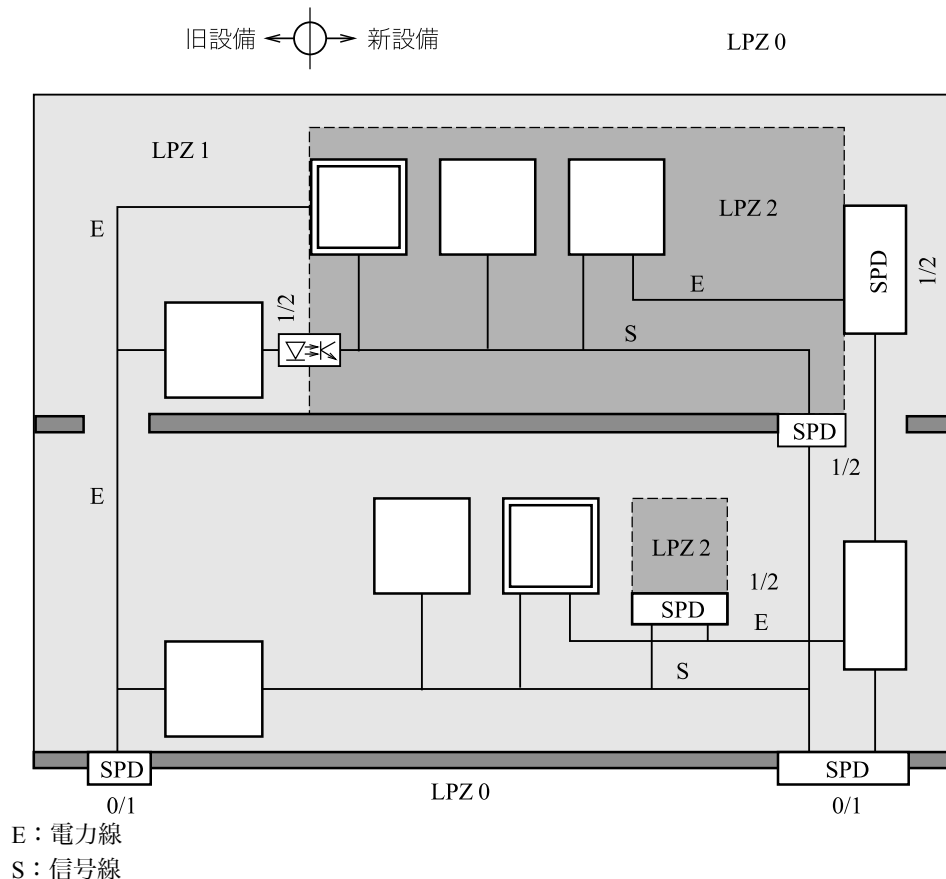


図 B.2—既存建築物等内に LPZ を確保するための実現性（続き）

## B.8 ボンディング回路網の使用による保護

既設の商用周波接地システムは、数 MHz までの周波数をもつ雷電流に対し、その周波数では非常に高いインピーダンスとなるので、十分な等電位の水準が得られない。

内部 LPS の必須な部分としての雷等電位ボンディングを規定した **JIS Z 9290-3** によって設計した LPS であっても、メッシュ幅 5 m を超える場合、敏感な内部システムに対して十分ではない。これは、この適用に対し、ボンディングシステムのインピーダンスが非常に高くなるためである。

5 m 以下のメッシュ幅をもつ低インピーダンスのボンディング回路網を強く推奨する。

一般に、ボンディング回路網は、電力又は信号の伝送回路の一部として用いない。

したがって、PE 導体は、ボンディング回路網に統合することが望ましいが、PEN 導体は統合しないことが望ましい。

低インピーダンスのボンディング回路網への機能接地導体（例 電子システム特有の直接的な接地）の直接的なボンディングは、この場合での電力線又は信号線への干渉は非常に低いので、許容する。PEN 導体又はそれに接続している他の金属への直接的なボンディングは許容しない。その結果、電子システムにおける商用周波障害を防止する。

## B.9 サージ防護デバイスによる保護

電力線からの伝導雷サージを制限するため、SPD を各内部 LPZ の引込口に設置することが望ましい（図

## B.2 及び図 B.8 の③)。

協調のとれていない SPD を設置した建築物等内では、後段の SPD 又は機器内の SPD が引込口の SPD の適切な動作を妨げる場合があり、電子システムが損傷する可能性がある。

採用した保護対策の効果を維持するために、設置した全ての SPD の配置の文書が必要となる。

## B.10 分離用（絶縁用）インターフェースによる保護

機器及びそれに接続する信号線を通る商用周波障害電流は、大きなループ面積又は十分低いインピーダンスのボンディング回路網の欠如に起因することがある。このような障害発生を防ぐために（主として TN-C システム）、既設設備と新しい設備との間の適切な分離は、次のような分離用（絶縁用）インターフェースを利用して達成することができる。

**注記 1** 日本国内では TT システムが一般的であり、TN-C システムは一般的ではない。

- a) クラス II 絶縁機器（例 PE 導体なしの二重絶縁）
- b) 絶縁変圧器
- c) 金属を用いない（メタルフリー）光ファイバケーブル
- d) フォトカプラ

**注記 2** 金属製の機器エンクロージャとボンディング回路網又は他の金属部分との意図しない電氣的接続に注意することが望ましい。ただし、これらの金属部分が絶縁してある場合はこの限りでない。家庭又は事務所に設置した電子機器は、電源線で接地に接続しているものが大部分である。ただし、日本国内では TT システムが一般的であり、電子機器は電力線で需要家接地に接地（接続）されていない。

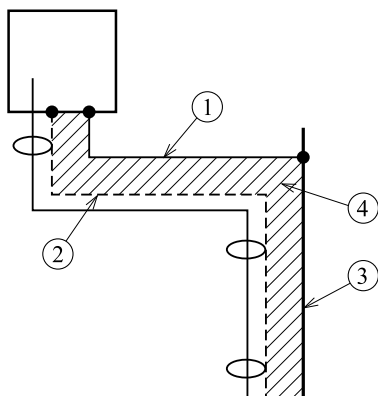
## B.11 配線経路及び遮蔽による保護対策

適切な配線経路及び遮蔽は、誘導過電圧を低減する有効な対策である。これらの対策は、LPZ 1 の空間遮蔽を期待しない場合、特に重要である。この場合、次のような基本原則が、改善した保護となる。

- a) 誘導ループ面積を最小化する。
- b) 既設の主回路から新しい機器への電源供給は、損傷のリスクを著しく増大するような、大きな誘導ループ面積を作り出すため、避けることが望ましい。さらに、電力線及び信号線を互いに隣接して配線することによって、大きなループを避けることができる（図 B.8 の⑧参照）。
- c) シールドケーブルを用いる。これらの信号線の遮蔽層は、少なくとも片端でボンディングすることが望ましい。
- d) 金属製ケーブルダクト又はボンディングした金属板を用いる。分離した金属部は、電氣的に相互接続し、全長を末端でボンディングすることが望ましい。接続は、重なり合った部分のボルト締め又は接続線によるボンディングが望ましい。ケーブルダクトのインピーダンスを低く保つために、複数のねじ又は留め金をケーブルダクトの外周に沿って設置することが望ましい（IEC/TR 61000-5-2 参照）。

望ましい配線経路及び遮蔽技術の例を、図 B.3 及び図 B.4 に示す。

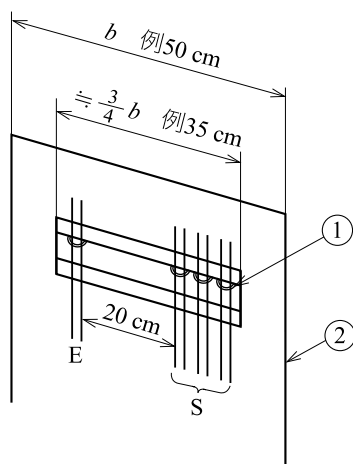
**注記** 一般の場所（特に電子システムのために設計していない。）において電子機器への信号線のこう（巨）長が 10 m を超える場合、例えば、フォトカプラ、信号絶縁変圧器又は絶縁増幅器のような適切な電氣的絶縁接続部をもつ平衡した信号線を用いることを推奨する。さらに、3 芯ケーブルの使用は有効である。



- ①: PE (保護接地)。クラス I 機器を用いている場合に  
限る。
- ②: 任意のケーブル遮蔽層。両端をボンディングする。
- ③: 追加の遮蔽としての金属板 (図 B.4 参照)
- ④: 小さいループ面積

注記 小さいループ面積のため、ケーブル遮蔽層と金属板との間の誘導電圧は小さい。

図 B.3—金属板に近接したシールドケーブルを用いたループ面積の低減



- ①: ケーブル遮蔽の板へのボンディングがある場合  
又はない場合のケーブルの固定
  - ②: 端部での磁界の強さは、板の中央部よりも大きい。
- E: 電力線  
S: 信号線  
b: 追加遮蔽の金属板の幅寸法

図 B.4—追加遮蔽のための金属板の例

## B.12 外部に設置した機器の保護対策

### B.12.1 一般事項

外部に設置した機器の例として、アンテナを含む各種センサ、気象センサ、監視用 TV カメラ、プラント上の露出されたセンサ (圧力、温度、流量、バルブ位置など)、建築物等上の外部に位置した電気機器、電子機器又は放送機器、マスト、処理容器などがある。

### B.12.2 外部機器の保護

可能な場合、直撃雷に対して外部機器を保護するために、例えば局所的な受雷部を用いて、保護ゾーン LPZ 0<sub>B</sub> の内部に機器を配置することが望ましい (図 B.5 参照)。

高層の建築物等で、屋上又は側面に設置した機器が直撃雷の被害を受ける可能性がある場合には、回転球体法 (JIS Z 9290-3 参照) を適用することが望ましい。この場合、受雷部を追加することが望ましい。多くの場合、手すり、はしご、パイプなどは、受雷部としての機能を十分に発揮することができる。ある種のアンテナを除き、全ての機器は、この方法で保護することができる。アンテナは、その性能に対する近くの雷保護用の導体からの悪い影響を避けるために、ときには雷保護の範囲外の場所に設置しなければならない。アンテナの設計によっては、確実に接地した導体部分だけが雷放電にさらされた構造になっているので、本質的に自己保護している場合がある。その他の場合は、受信機又は変換器へのケーブルに流

れる過度な過渡電流を防ぐため、フィーダケーブルに SPD の設置を必要とする。外部 LPS を利用することが  
 できる場合、アンテナ支持物をそれにボンディングすることが望ましい。

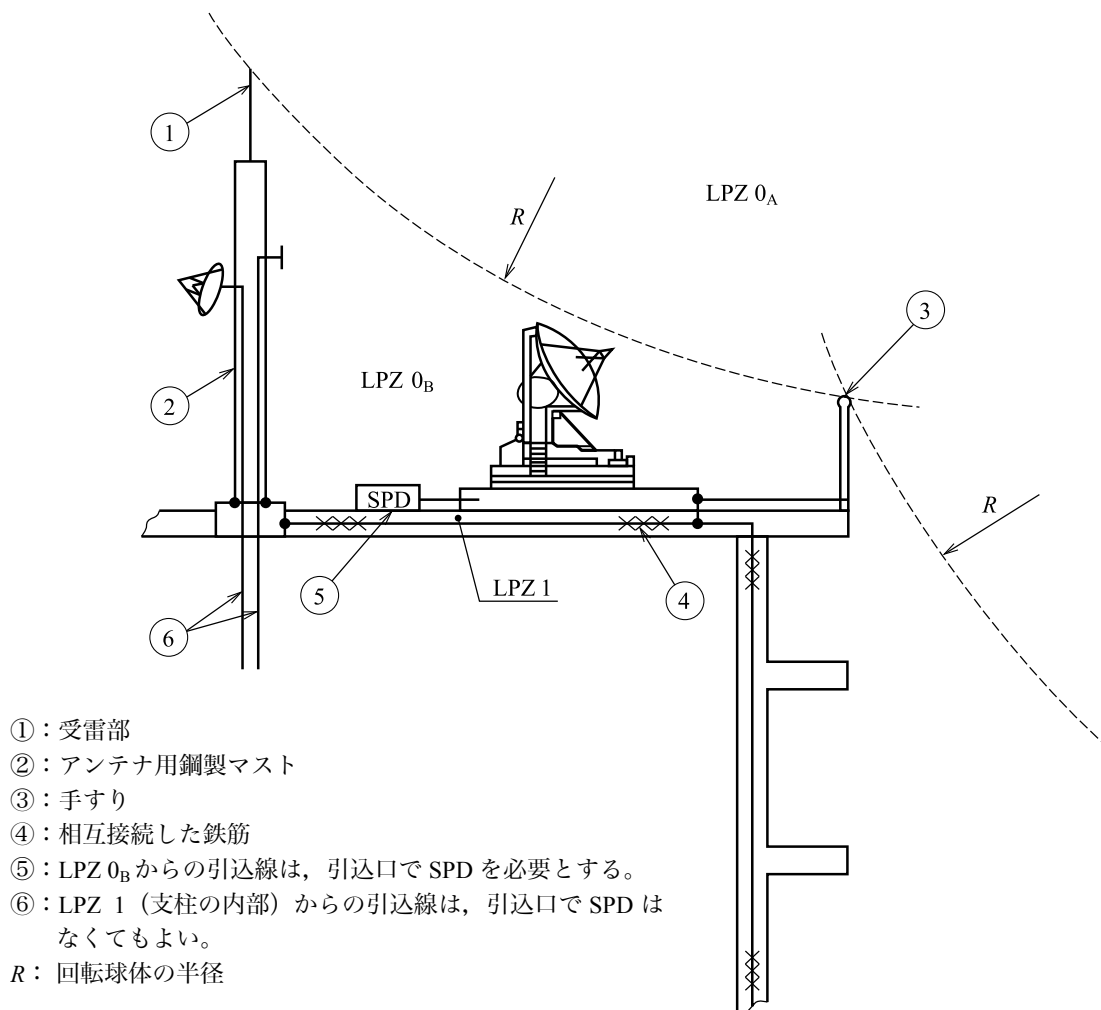


図 B.5—アンテナ及び他の外部機器の保護

### B.12.3 ケーブルにおける過電圧の低減

高い誘導電圧及び電流は、ボンディングしたダクト、トランキング又は金属管内にケーブルを配置することによって防止することができる。特定の機器へ接続する全てのケーブルは、同一のケーブルダクトで導入することが望ましい。可能な場合、建築物等の管状部分内に全てのケーブルを一緒に配置することによって、建築物等自身の固有の遮蔽特性を最大の利点として利用することができる。これが不可能な場合、処理容器（タンク）の場合と同様に、ケーブルは建築物等の外側ではあるが建築物等に接近して敷設し、金属製パイプ、鉄製棧状はしご、その他の十分にボンディングした導電性材料がもたらす自然な遮蔽を最大限に利用することが望ましい（図 B.6 参照）。ケーブルを最大限保護するために、L 形の角部を用いた支柱では、L 形の内側の隅に配置することが望ましい（図 B.7 参照）。

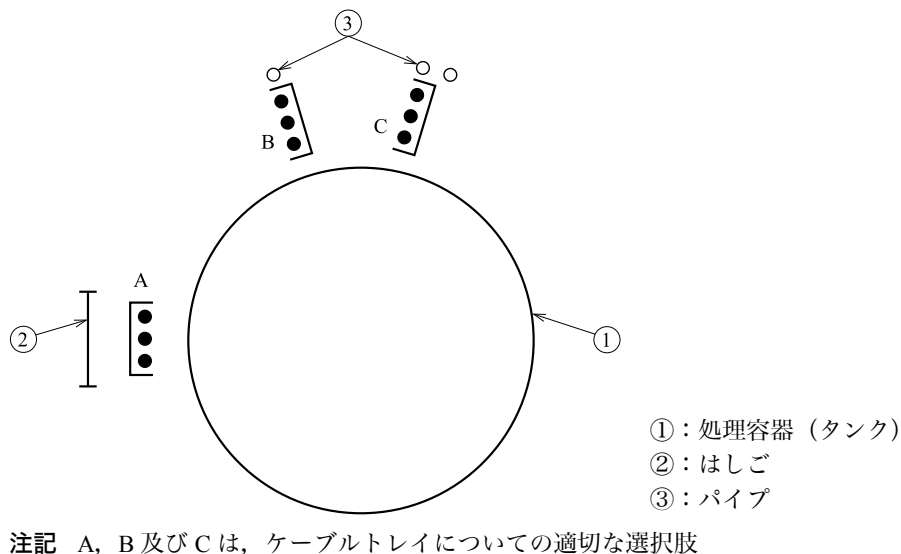


図 B.6—ボンディングしたはしご及びパイプによる固有の遮蔽

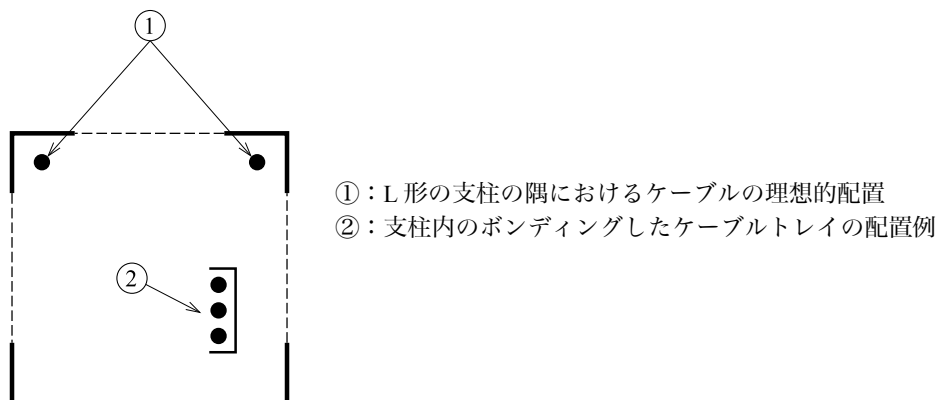


図 B.7—支柱の配線の理想的な配置（鉄製格子状支柱の断面）

## B.13 建築物等間の相互接続の改良

### B.13.1 一般事項

分離した建築物等間を相互接続する配線は、次のいずれかによる。

- a) 絶縁（メタルフリー光ファイバケーブル）
- b) 金属線（例 ペア線，多芯線，導波管，同軸ケーブル，連続した金属部をもつ光ファイバケーブル）

保護の要求項目は、線の種類，線の数及び建築物等の接地極システムの相互接続の有無による。

### B.13.2 絶縁した線

メタルフリー光ファイバケーブル〔例 金属外装，防湿はく（箔）又はメタルテンションメンバのないもの〕を分離した建築物等間の相互接続に用いる場合，これらのケーブルには保護の必要はない。

### B.13.3 金属線

分離した建築物等の接地極システム間に適切な相互接続がない場合，相互接続した配線は，雷電流に対し低インピーダンス経路を形成する。したがって，雷電流の実質的な部分は，相互接続した配線に沿って流れる。この場合，次のようにする。

- a) 両方の LPZ 1 への入口における直接又は SPD によるボンディングは，内部の機器だけを保護する。外

部の配線は、保護対象から外れる。

- b) ボンディング導体を並列に追加敷設することで、雷電流が分流し、配線を保護することがある。
- c) 配線は、相互接続して閉鎖形金属ケーブルダクト内に配置することを推奨する。これによって、配線及び機器を保護する。

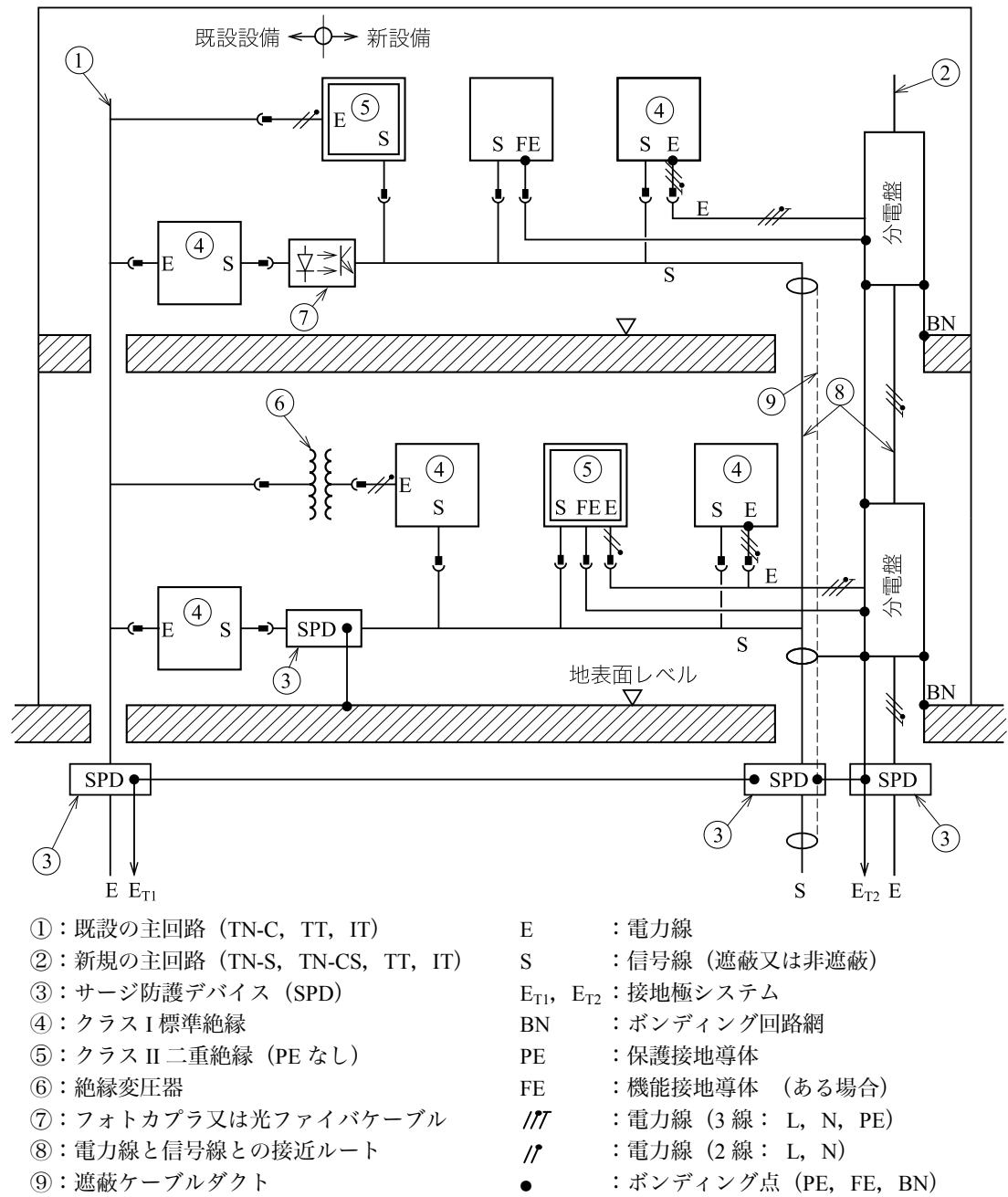
分離した建築物等の接地極システム間の適切な相互接続を実施している場合であっても、相互接続した金属ダクトによる配線の保護を推奨する。相互接続した建築物等間に多くのケーブルを配置している場合、これらのケーブルに遮蔽又は外装を施し、片端をボンディングすることによって、ケーブルダクトの代わりに用いることができる。

#### B.14 既設建築物等内への新しい内部システムの統合

既設建築物等に新しい内部システムを追加する場合、既設設備は、採用することができる保護対策を制限することがある。

図 B.8 に、既設設備（左側）を、新設の設備（右側）に相互接続する例を示す。既設設備の場合、採用することができる保護対策には制限がある。

その一方、新設の設備の設計及び計画は、必要な保護対策の全てが採用可能である。



**注記** 日本国内における一般的な配電システムは TT システムである。したがって、PE、電力線 (3 線) は存在しない。

図 B.8—既設建築物等内の SPM の改良

B.15 使用可能な保護対策の概要

B.15.1 電力線

商用周波障害の原因になりやすい建築物等内の既設の電力線 (図 B.8 の①参照) は、ほとんどが TN-C システムである。このような障害は、分離用 (絶縁用) インターフェースによって防止することができる。

新しい電力線 (図 B.8 の②参照) を設置する場合には、TN-S 形を強く推奨する。

**注記** TN-C システム及び TN-S システムは海外に多い配電方式である。日本国内では TT システムが一般的であり、上記の影響が少ない。



### B.15.2 サージ防護デバイス

配線へ伝導する雷サージを制限するために、SPD を各 LPZ の引込口及び可能な場合は被保護機器近傍に設置することが望ましい (図 B.2 及び図 B.8 の③参照)。

### B.15.3 分離用 (絶縁用) インターフェース

障害を防止するため、既設及び新規の機器間を分離用 (絶縁用) インターフェースを用いることができる [例 クラス II 絶縁機器 (図 B.8 の⑤), 絶縁変圧器 (図 B.8 の⑥参照), 光ファイバケーブル又はフォトカプラ (図 B.8 の⑦参照)]。

### B.15.4 配線の経路及び遮蔽

大きなループの配線経路は、非常に高い電圧又は電流を誘導することがあるが、電力線と信号線 (図 B.8 の⑧参照) とを隣接して配線し、ループ面積を最小化することによって防止することができる。さらに、遮蔽した信号線を用いることを推奨する。増築した建築物等には、追加の遮蔽、例えばボンディングした金属製ケーブルダクト (図 B.8 の⑨参照) を同様に推奨する。これらの遮蔽の全ては、両端をボンディングすることが望ましい。

LPZ 1 の空間遮蔽効果が少なければ少ないほど、かつ、配線ループの面積が大きければ大きいほど、配線経路及び遮蔽による対策はより重要になる。

### B.15.5 空間遮蔽

雷による磁界に対する LPZ の空間遮蔽は、5 m 以下のメッシュ幅を必要とする。

JIS Z 9290-3 による標準的な外部 LPS (受雷部、引下げ導線及び接地極システム) によって形成した LPZ 1 は、5 m を超える特有のメッシュ幅をもつため、この遮蔽効果は期待できない。より高い遮蔽効果を必要とする場合には、外部 LPS を改良しなければならない (B.6 参照)。

LPZ 1 及びこれ以上のゾーンは、無線周波数の放射及びイミュニティの要求事項に適合していない内部システムを保護するための空間遮蔽が必要な場合がある。

### B.15.6 ボンディング

数 MHz までの周波数をもつ雷電流のための等電位ボンディングとしては、5 m のメッシュ幅をもつ低インピーダンスのボンディング回路網が必要となる。LPZ への全ての引込線・管類は、LPZ の境界にできるだけ近い箇所で、直接又は適切な SPD によってボンディングをすることが望ましい。

既設の建築物等内でこの条件を満たさない場合、他の適切な保護対策を実施することが望ましい。

## B.16 建築物等内の電力線及び配線設備の改良

古い建築物等内の配電設備の多くは、TN-C システムである (図 B.8 の①参照)。PEN 導体をもつ接地した信号線の接続から発生する 50 Hz 又は 60 Hz の障害は、次の手段によって避けることができる。

注記 1 TN-C システムは、欧州の一般的な配電システムであり、日本国内では上記の影響が小さい。

- a) クラス II 電気機器又は二重絶縁変圧器を用いた分離用 (絶縁用) インターフェース。これは、少数の電気機器だけの場合、対策となることがある (図 B.8 の⑤参照)。
- b) 配電方式を TN-S システムに変更する (図 B.8 の②参照)。これは、特に電子機器の広範なシステムに対して推奨する対策である。

注記 2 TN-S システムは、欧州の一般的な配電システムであり、日本国内では上記の影響が小さい。さらに、接地、ボンディング及び配線経路に対する要求事項を、満たしていることが望ましい。

## 附属書 C (参考)

### 協調のとれた SPD システムの選定及び施工

#### C.1 一般

建築物等へ直接 (損傷の発生源 S1), 建築物等の近傍 (S2), 建築物等の引込線へ直接 (S3) 及び建築物等の引込線の近傍 (S4) への落雷は, 内部システムの故障又は誤動作の原因となる [JIS Z 9290-1 の 5.1 (建築物等への損傷) 参照]。

この附属書は, 協調のとれた SPD システムの選定及び施工に関する情報を提供する。追加の情報は, 過電流及び SPD の故障時における保護について, JIS C 5381-12 及び JIS C 60364-5-53 に規定している。

JIS Z 9290 規格群の適用範囲では, 電子機器のイミュニティレベルを超える雷サージによる故障は, 対象としていない。雷サージによるイミュニティについては, JIS C 61000-4-5 を参照する。

しかし, 雷サージは, 絶縁破壊, すなわち, 過電圧が機器のコモンモードの絶縁レベルを超えることによって, しばしば電気及び電子システムの故障の原因となる。

機器の定格インパルス耐電圧  $U_W$  (コモンモード耐電圧) が, その端子部で充電用導体と接地との間の雷サージ電圧よりも高い場合, 機器を保護することができる。そうでない場合, SPD を設置しなければならない。

このような SPD は, 有効な電圧防護レベル  $U_{p/F}$  (公称放電電流  $I_n$  通過時の電圧防護レベル  $U_p$  に接続導体のインダクタンス成分による電圧降下を加えたもの) が  $U_W$  よりも低い場合, 機器を保護することができる。SPD の設置点で発生する放電電流が SPD の指定の  $I_n$  を超えた場合, 電圧防護レベル  $U_p$  がより高くなり,  $U_{p/F}$  が機器の耐電圧レベル  $U_W$  を超えることがある。この場合, 機器は保護できない。したがって, SPD の公称放電電流  $I_n$  は, 設置点で想定することができる雷放電電流以上とすることが望ましい。

$U_{p/F} \leq U_W$  である SPD が被保護機器を意図したように十分に保護しない確率は, この SPD の設置点での放電電流が  $U_p$  を決定した点での電流を超える確率に等しい。

様々な設置場所で想定する電流の評価は, JIS Z 9290-1 の附属書 E (各設置場所における雷サージ) に記載がある。これは IEC 62305-2 を用いて決定した LPL に基づいている。損傷の発生源 S1 の事象を考慮する場合, 電流分流の完全な解析が必要である。追加の情報を附属書 D に示す。

(機器の  $U_W$  よりも) 低い値の  $U_p$  をもつ SPD を選定することは, 損傷の発生頻度が低下するだけでなく, 長い動作寿命をもたらすような, 機器に対してストレスを低く抑えることにも留意することが望ましい。

LPL の関数としての確率  $P_{SPD}$  の値は, IEC 62305-2 の表 B.3 (LPL に対応して設計した SPD システムに対する確率  $P_{SPD}$  の値) に示す。

**注記** よりよい保護特性をもつ SPD に対する  $P_{SPD}$  の値は, SPD の電圧－電流特性が入手することによって, 決定することができる。

最終的に, 有効に協調のとれた SPD システムとするためには, 電源回路及び信号回路の両方を保護する SPD を適用することは非常に重要である。

## C.2 SPD の選定

### C.2.1 電圧防護レベルを考慮した選定

SPD の適切な電圧防護レベルの選定は、次による。

- ー 被保護機器のインパルス耐電圧  $U_w$
- ー SPD の接続導体の長さ
- ー SPD と機器との間の配線長及び経路

次の機器に対して、被保護機器のインパルス耐電圧  $U_w$  を指定することが望ましい。

- ー **JIS C 60664-1** 及び **JIS C 5381-12** に従って、電力線に接続する機器
- ー **JIS C 5381-22** , **ITU-T Recommendation K.20** , **ITU-T Recommendation K.21** 及び **ITU-T Recommendation K.45** に従って、通信線に接続する機器
- ー 製造業者から入手した情報によるその他の線及び機器の端子

**注記 1** SPD の電圧防護レベル  $U_p$  は、規定した公称放電電流  $I_n$  における残留電圧に関係する。SPD に流れる電流が大きい又は小さい場合に対し、SPD 端子における電圧値は、それに応じて変化する。

**注記 2** 電圧防護レベル  $U_p$  は、SPD と同一条件（過電圧及び過電流、波形及びエネルギー、電圧印加する機器など）で試験をした機器のインパルス耐電圧に対比することが望ましい。この件は検討中である。

**注記 3** 機器は SPD を内蔵することがある。これらの SPD の特性は、協調に影響を及ぼすことがある。

SPD が被保護機器に接続している場合、接続導体のインダクタンス成分による電圧降下  $\Delta U$  を SPD の電圧防護レベル  $U_p$  に加える。リード線接続における電圧防護レベル及び配線電圧降下から得る、SPD の出力部における電圧として定義する最終有効電圧防護レベル  $U_{p/F}$  (図 C.1 参照) は、次の式のように仮定することができる。

電圧制限形 SPD の場合  $: U_{p/F} = U_p + \Delta U$

電圧スイッチング形 SPD の場合  $: U_{p/F} = U_p$  又は  $\Delta U$  の最大値

**注記 4** 一部の電圧スイッチング形 SPD では、アーク電圧が数百 V になる場合があり、アーク電圧を  $\Delta U$  に加える必要がある。複合形 SPD に対しては、より複雑な式が必要になる場合がある。

SPD を建築物等の引込口に設置する場合、長さ 1 m 当たり  $\Delta U = 1$  kV と仮定することが望ましい。接続導体の長さが 0.5 m 以下の場合、 $U_{p/F} = 1.2 \times U_p$  と仮定することができる。(V 字接続において) SPD だけに通電した場合、 $\Delta U$  は無視することができる。

SPD の動作中、SPD 端子間の電圧を、SPD の設置場所において  $U_{p/F}$  に制限する。SPD と機器との間の配線長が非常に長い場合、雷サージの伝搬は、振動現象を起こす場合がある。機器の端子部で開放回路の場合、過電圧が  $2 \times U_{p/F}$  にまで上昇することがあり、 $U_{p/F} \leq U_w$  の場合でも、機器の故障となることがある。

SPD に対する接続導体、接続形状及びヒューズの耐量レベルの情報は、**JIS C 5381-12** 及び **JIS C 60364-5-53** に規定がある。

さらに、建築物等への直撃雷又は建築物等近傍の大地への落雷は、SPD と機器との間の回路ループ内に過電圧  $U_l$  を誘起し、この過電圧が  $U_{p/F}$  に加わることによって SPD の保護効果が低減する。誘導過電圧は、ループの寸法（配線経路：回路の長さ、PE と活線導体との距離、電力線と通信線との間のループ面積）に伴って増大し、磁界の強さ（空間遮蔽及び／又はラインの遮蔽）に伴って低減する。

**注記 5** 誘導過電圧  $U_l$  の計算は、**A.4** を適用する。

次の a) 及び b) の条件に当てはまる場合、内部システムを保護することができる。

a) 上段の SPD に対してエネルギー協調がとれている。

b) 次の 3 条件のいずれかを満たしている。

1)  $U_{p/F} \leq U_W$  : SPD と機器との間の配線長が無視できる場合 (代表例は、機器の端子部に SPD を設置)

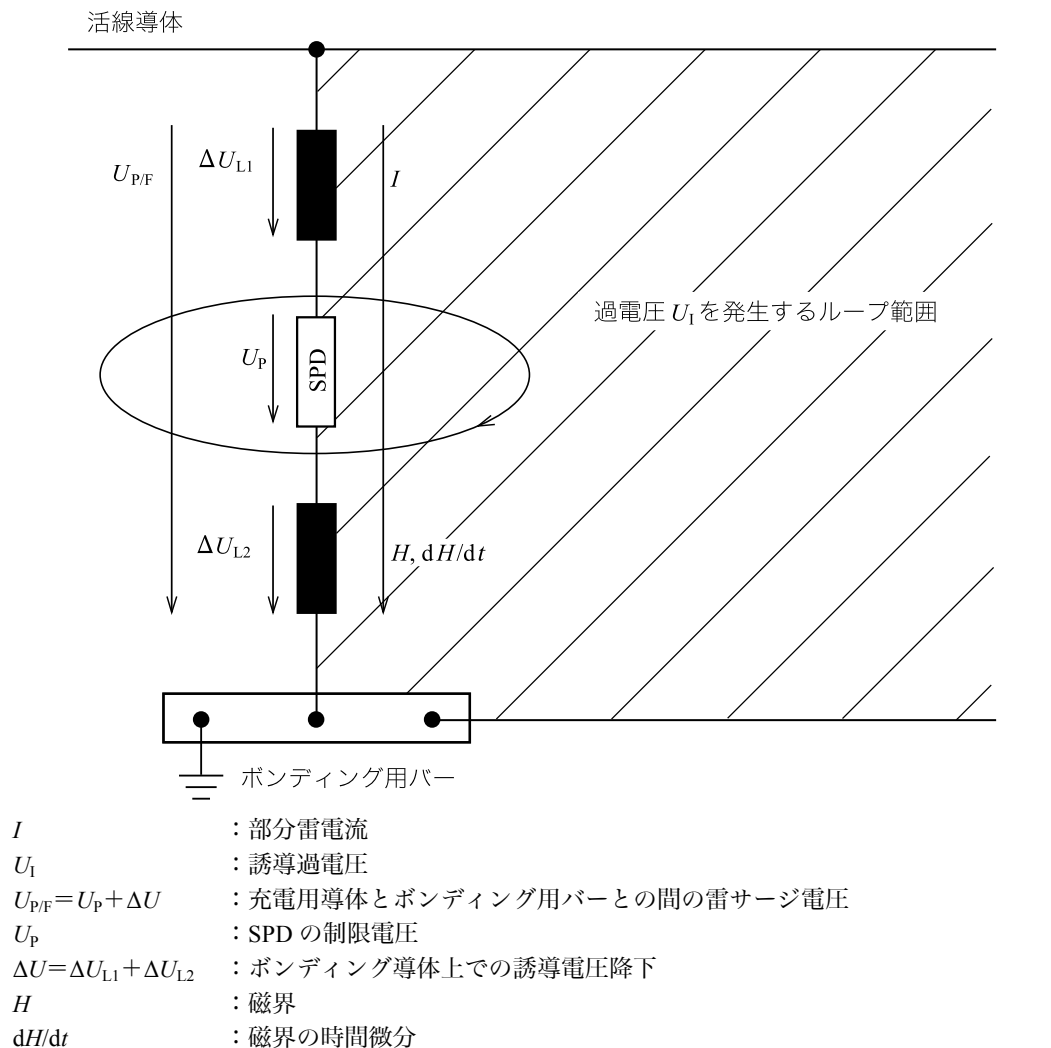
2)  $U_{p/F} \leq 0.8 U_W$  : 回路長が 10 m 以下の場合 (代表例は、二次分電盤又はコンセントに SPD を設置)

**注記 6** 内部システムにおける故障が人命の損失又は公共サービスの損失の原因となる場合、振動現象による電圧が 2 倍になることを考慮し、判断基準として、 $U_{p/F} \leq U_W/2$  とすることが望ましい。

3)  $U_{p/F} \leq (U_W - U_I)/2$  : 回路長が 10 m を超える場合 (代表例は、建物の引込口、又はある場合には二次分電盤に SPD を設置)

**注記 7** 通信用シールドケーブルに対し、波頭部の立ち上がりしゅん (峻) 度によって、各種の要求が適用されることがある。この影響における情報は、ITU-T Lightning Handbook の Chapter 10 に記載がある。

建築物等 (又は部屋) の空間遮蔽及び／又はケーブルの遮蔽 (シールドケーブル又は金属製ケーブルダクトの使用) を実施している場合、誘導過電圧  $U_I$  は、一般に僅かであり、したがって、ほとんどの場合無視することができる。



注記 充電用導体とボンディング用バーとの間の雷サージ電圧  $U_{P/F}$  は、ボンディング導体上での誘導電圧降下  $\Delta U$  のために ( $U_P$  及び  $\Delta U$  の最大値は必ずしも同期はしていないが)、SPD の電圧防護レベル  $U_P$  よりも高くなる。さらに、SPD を通過する部分雷電流によって、SPD の後段回路の防護側ループにおいて追加の電圧を誘導する。したがって、接続した機器に被害を及ぼす最大電圧は、SPD の電圧防護レベル  $U_P$  よりもかなり高くなることもある。

図 C.1—充電用導体とボンディング用バーとの間の雷サージ電圧

### C.2.2 設置位置及び放電電流を考慮した SPD の選定

SPD は、JIS Z 9290-1 の附属書 E (各設置場所における雷サージ) に従って、設置点で想定する放電電流に耐えることが望ましい。SPD の使用は、電源用では JIS C 5381-11、及び通信用では JIS C 5381-21 によってクラス分けした耐量による。

SPD の放電電流定格の選定は、接続形態の種類及び配電方式の種類の影響を受ける。これに関するより多くの情報は、JIS C 5381-12 及び JIS C 60364-5-53 に記載がある。

SPD は、想定する設置位置によって、次のように選定することが望ましい。

#### a) 建築物等の引込線入口 (LPZ 1 の境界: 例 主分電盤 MB)

- 1)  $I_{imp}$  で試験した SPD (クラス I 試験) SPD に要求するインパルス電流  $I_{imp}$  は、JIS Z 9290-1 の E.2 [建築物等への落雷による雷サージ (損傷の発生源 S1)] 及び/又は E.3.1 [ラインへの落雷による雷サージ (損傷の発生源 S3)] によって選定した LPL に従った設置点で想定する (部分) 雷電流に

対応することが望ましい。

- 2)  $I_n$  で試験した SPD (クラス II 試験) このタイプの SPD は、線路の大部分が LPZ 0<sub>B</sub> 内にある場合、又は損傷の発生源 S1 及び S3 による SPD 故障の可能性が無視できる場合に、用いることができる。SPD の要求する公称放電電流  $I_n$  は、JIS Z 9290-1 の E.3.2 [配電線近傍への落雷による雷サージ (損傷の発生源 S4)] によって選定した LPL 及び関連する過電流に基づく設置点で想定するサージレベルとすることが望ましい。

注記 1 損傷の発生源 S1 及び S3 による SPD の故障のリスクは、建物及び引込線への直撃雷 ( $N_D$  及び  $N_L$ ) の合計数が、 $N_D + N_L \leq 0.01$  の条件に従う場合、無視することができる。

- b) 被保護機器の近く [LPZ 2 及びこれ以上の境界: 例 SB (二次分電盤), SA (コンセント)]

- 1)  $I_n$  で試験した SPD (クラス II 試験) SPD の要求する公称放電電流  $I_n$  は、JIS Z 9290-1 の E.4 [誘導効果による雷サージ (損傷の発生源 S1 又は S2)] によって選定した LPL 及び関連する過電流に基づく設置点で想定するサージ電流とすることが望ましい。

注記 2 クラス I 及びクラス II 試験の特性をもつ SPD を、この位置に用いることができる。

- 2) コンビネーション波形の開回路電圧  $U_{OC}$  で試験した SPD (クラス III 試験) 引込線が完全に LPZ 0<sub>B</sub> 内である場合、又は損傷の発生源 S1 及び S3 による SPD の故障が無視できる場合、このタイプの SPD を用いることができる。SPD が要求する開回路電圧  $U_{OC}$  (試験クラス III は、インピーダンス 2  $\Omega$  のコンビネーション波形発生器を用いるので、短絡電流  $I_{SC}$  はこれを用いて決定する。) は、JIS Z 9290-1 の E.4 によって選定した LPL 及び関連する過電流に基づく設置点で想定するサージレベルとすることが望ましい。

### C.3 協調のとれた SPD システムの設置

#### C.3.1 一般事項

協調のとれた SPD システムの効率化は、SPD の適切な選定だけではなく、これらの正しい設置にも依存する。次の事項を考慮する。

- a) SPD の位置  
b) 接続導体

#### C.3.2 SPD の設置位置

SPD の位置は、C.2.2 に従うことが望ましく、主として次の事項に影響を受ける。

- a) 規定した損傷の発生源 [例 建築物等への直撃雷 (S1), 引込線への直撃雷 (S3), 建築物等近傍の大地への落雷 (S2), 引込線近傍への落雷 (S4)]  
b) 雷サージ電流を大地に放流するための最接近場所 (建築物等への引込口付近)

考慮する第 1 の基準は、SPD が引込口に近いほど、その SPD によって保護する建築物等内の機器の数を多くすることができる (経済的利点) ことである。第 2 の基準としては、SPD と被保護機器とが近いほど、その保護がより効果的となる (技術的利点) ことである。

#### C.3.3 接続導体

SPD の接続導体は、表 1 に規定する最小断面積とすることが望ましい。

#### C.3.4 SPD の協調

協調のとれた SPD システムでは、カスケードに接続した SPD は、JIS C 5381-12 及び／又は JIS C 5381-22 に従ったエネルギー協調が必要である。この目的のため、SPD の製造業者は、異なる SPD 間でエネルギー協調を達成するための十分な情報を提供することが望ましい。

### C.3.5 協調のとれた SPD システムを設置するための手順

協調のとれた SPD システムは、次のように設置することが望ましい。

- a) **SPD 1 の設置** 次の全ての事項に適合させることで、SPD 1 によって適切に機器を保護する。適合しない場合は、追加の SPD (SPD 2) の設置が必要になる。
  - 1) 建築物等への引込口 (LPZ 1 の境界: 例 設置場所 MB) への、C.2.2 の要求項目を満足する SPD 1 の設置
  - 2) 被保護内部システムのインパルス耐電圧  $U_w$  の決定
  - 3) SPD 1 の電圧防護レベル  $U_{p1}$  の選定
  - 4) C.2.1 の要求項目に適合していることの確認
- b) **SPD 2 の設置** 次の全ての事項に適合させることで、SPD 1 及び SPD 2 によって適切に機器を保護する。適合しない場合は、追加の SPD (SPD 3) の設置が必要になる。
  - 1) 必要な場合、機器の近く (LPZ 2 の境界: 例 設置場所 SB 又は SA) への、C.2.2 の要求項目を満足し、かつ、上段の SPD 1 とエネルギー協調のとれた SPD 2 の設置 (C.3.4 参照)。
  - 2) SPD 2 の電圧防護レベル  $U_{p2}$  の選定
  - 3) C.2.1 の要求事項に適合していることの確認
- c) **SPD 3 の設置** 次の全ての事項に適合させることで、SPD 1, SPD 2 及び SPD 3 によって適切に機器を保護する。
  - 1) 必要な場合、機器の近傍 [例 設置場所 SA (コンセント)] への、C.2.2 の要求項目を満足し、かつ、上段の SPD 1 及び SPD 2 とエネルギー協調のとれた SPD 3 の設置 (C.3.4 参照)。
  - 2) 条件  $U_{p/F3} \leq U_w$  を満足していることの確認 (C.2.1 参照)

附属書 D  
(参考)  
SPD の選定において考慮する要素

D.1 一般

$I_{imp}$ ,  $I_{max}$  及び  $I_n$  は, クラス I 試験及びクラス II 試験における動作責務試験で用いる試験パラメータである。これらは, システムに設置する SPD の位置での LPL 確率レベルで発生を想定する放電電流の最大値に関係する。 $I_{imp}$  は, クラス I 試験に関係し,  $I_{max}$  は, クラス II 試験に関係する。

JIS C 5381-11 に従った  $I_{imp}$ ,  $Q$  及び  $W/R$  の推奨値を, 表 D.1 に示す。

表 D.1— $I_{imp}$  <sup>a)</sup> の推奨値

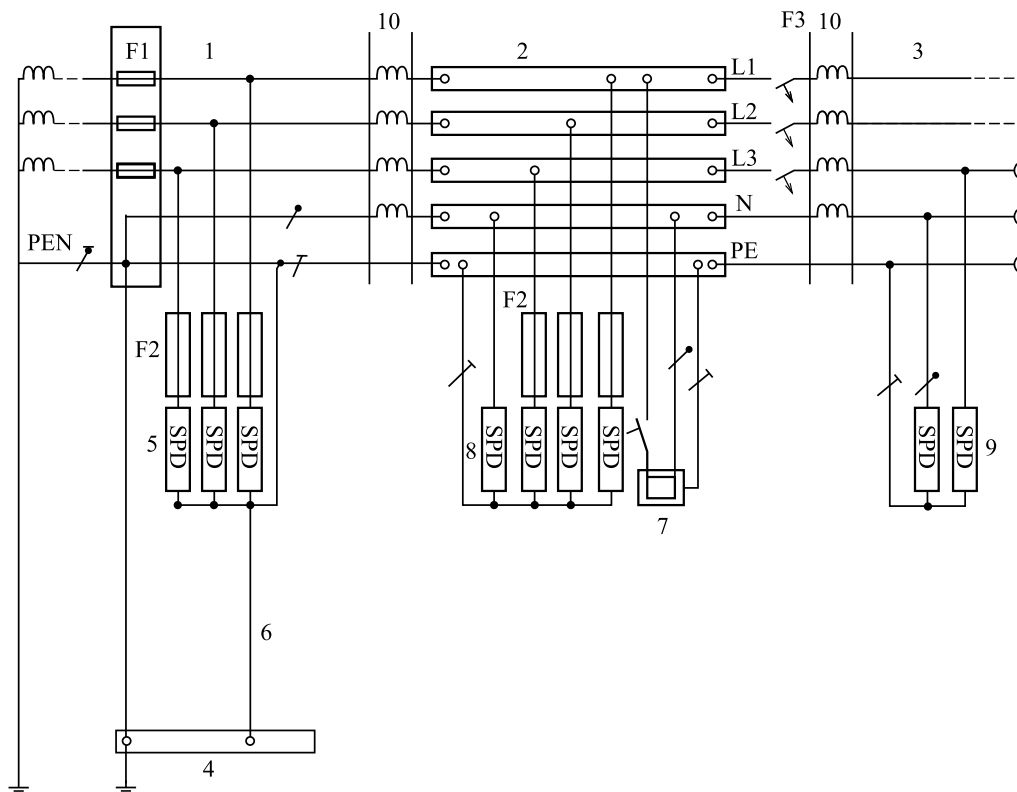
| $I_{imp}$ <sup>b)</sup><br>kA   | 1    | 2 | 5    | 10 | 12.5 <sup>c)</sup> | 20  | 25   |
|---|------|---|------|----|--------------------|-----|------|
| $Q$<br>C  | 0.5  | 1 | 2.5  | 5  | 6.25 <sup>c)</sup> | 10  | 12.5 |
| $W/R$<br>kJ/ $\Omega$   | 0.25 | 1 | 6.25 | 25 | 39 <sup>c)</sup>   | 100 | 156  |
| <p>注 <sup>a)</sup> この表は, ラインと中性線との間を接続している SPD を対象とする (接続タイプ 1)。<br/><sup>b)</sup> 一般に, <math>I_{imp}</math> は, <math>I_{max}</math> よりも長い波形に関係している (例 10/350 <math>\mu</math>s)。<br/><sup>c)</sup> JIS C 60364-5-53 参照</p> |      |   |      |    |                    |     |      |

D.2 SPD が受けるストレスを決定する項目

SPD が雷サージ印加によって受けるストレスは, 多くの複雑で相互に関連したパラメータの関数であり, 次の事項を含んでいる。

- a) 建築物等内の SPD の位置 (図 D.1 参照)
- b) 雷撃の設備への結合方法 (図 D.2 参照)。例 建築物等の LPS への直撃雷 (S1), 建築物等への近傍雷 (S2), 又は建築物等への引込線への直撃雷 (S3) 若しくは近傍雷 (S4)
- c) 建築物等内での雷電流の分流。例 接地極システムへ流れる雷電流の一部, 並びに建築物等への引込線・管類 (配電線, 金属配管, 通信線等) 及びこれらに用いている雷等電位ボンディング用の SPD を経由しての遠方の接地へ流れる残りの雷電流
- d) 建築物等への引込線の抵抗及びインダクタンス。これらの構成要素は, 電流波高値  $I$  及び電荷  $Q$  の配分比に影響する。
- e) 設備に接続した追加の導電性の引込線・管類。これらは直撃雷電流の一部を通电するため, 雷等電位ボンディング用 SPD を経由して配電線へ流れる割合を低減する。非導電性部材の交換によって, 引込線・管類の耐久性に注意を払うことが望ましい。
- f) 波形。雷サージ発生時に, SPD が処理する必要のある電流波高値を簡単に考慮することはできない。この雷サージの波形 (例 直撃雷電流及び分流雷電流に対しては 10/350  $\mu$ s, 誘導雷電流に対しては 8/20  $\mu$ s) 及び電荷量  $Q$  を考慮する。
- g) 電源線経由で対象とする建築物等に相互接続した追加の建築物等。これらは, 雷電流の分流に影響する。





- |                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 1 : 設備の引込口                    | 7 : 被保護固定機器                     |
| 2 : 分電盤                       | 8 : SPD (クラス II 試験)             |
| 3 : 接続コンセント                   | 9 : SPD (クラス II 試験又はクラス III 試験) |
| 4 : 主接地端子又はバー                 | 10 : 減結合素子又は配線長                 |
| 5 : SPD (クラス I 試験又はクラス II 試験) | F1, F2, F3 : 過電流保護分離器           |
| 6 : SPD の接地接続 (接地導体)          |                                 |

注記 1 詳細な情報は、JIS C 5381-12 参照。

注記 2 これは欧州で一般的な配電方式 (TN システム) であり、変圧器の接地 (B 種接地) と機器の接地とが接続されている。日本国内で一般的な配電方式 (TT システム) はこれと異なり、B 種接地と機器の接地とは接続されない。

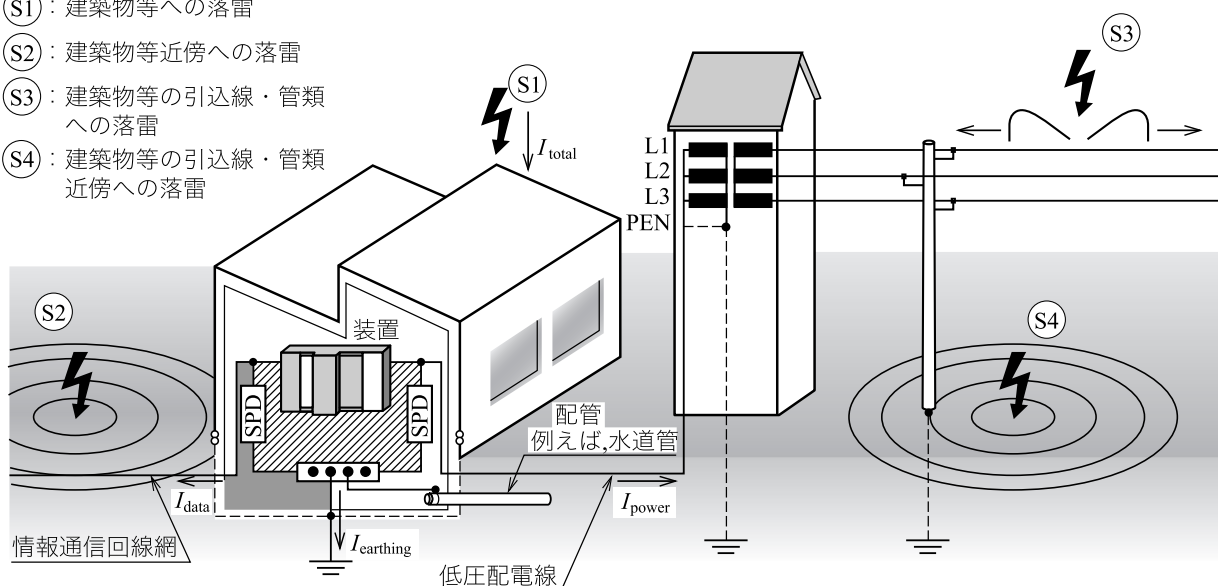
図 D.1ークラス I 試験, クラス II 試験及びクラス III 試験 SPD の設置例

(S1) : 建築物等への落雷

(S2) : 建築物等近傍への落雷

(S3) : 建築物等の引込線・管類  
への落雷

(S4) : 建築物等の引込線・管類  
近傍への落雷



注記 これは欧州で一般的な配電方式 (TN システム) であり、変圧器の接地 (B 種接地) と機器の接地とが接続されている。日本国内で一般的な配電方式 (TT システム) はこれと異なり、B 種接地と機器の接地とは接続されない。

図 D.2—建築物等への各種の損傷の発生源及びシステム内への雷電流の分流に対する基本的な例

### D.3 SPD への統計的な脅威レベルの定量化

#### D.3.1 一般事項

設備内の様々な位置で SPD が遭遇する電気的環境及び“脅威レベル”を定量化するための多くの試みが行われてきた。例えば、LPS が設置した建築物等の引込口の SPD に対する脅威レベルは、リスクを許容可能値へ制限するため、当該建築物等に対するリスク評価に従って必要となる LPL に依存する [JIS Z 9290-1 の箇条 6 (雷保護対策の必要性及び経済的正当性) 参照]。

この規格では、LPL I において、建築物等の LPS への直撃雷 (S1) の波高値は、波形 10/350  $\mu$ s の 200 kA になることを前提としている [JIS Z 9290-1 の 8.1 (一般事項) 及び附属書 A (雷電流パラメータ) 参照]。ただし、リスク評価に従って必要となる LPL に合致した SPD を選定することが望ましい一方で、SPD が遭遇する雷電流の大きさに影響を受ける要素も存在する。

#### D.3.2 雷電流の分流に影響する設置係数

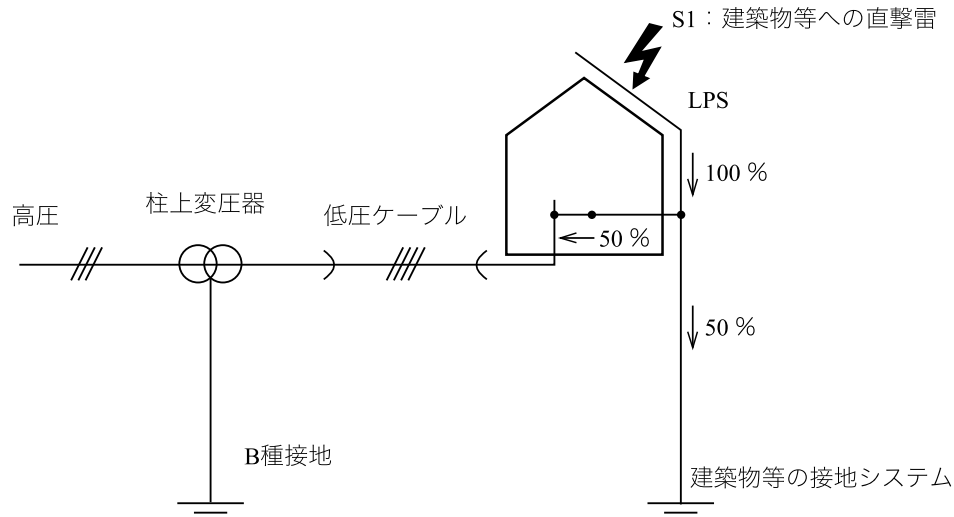
電流分流を特定する計算 [JIS Z 9290-1 の E.2 [建築物等への落雷による雷サージ (損傷の発生源 S1)] 参照] をしない場合、一般的な推定は、電流の 50 % は建物の接地システムに流れ、50 % は等電位ボンディング用 SPD を経由して流出するとしている。三相 4 線の配電システムにおいて、LPL I の場合、各 SPD が遭遇する初期の 200 kA の放電電流の分流  $I_{imp}$  は、25 kA となることを意味している (図 D.3 参照)。

なお、建築物等へ 3 組の金属製の引込線・管類で供給し、JIS Z 9290-1 の E.2 のモデルを採用した場合、三相システムでの各等電位ボンディング用 SPD への合計電流  $I_{imp}$  は、8.3 kA になる。

配電システムへの雷電流の分流は、建築物等の引込線・管類の接地のとり方が強く影響する。例えば、多点接地した中性線をもつ TN-C システムでは、雷電流に対し、TT システムよりも接地への直接的で、かつ、より低いインピーダンスの経路をもっている。

電流分流の簡易的仮定は、SPD が遭遇する可能な脅威レベルを検討する際に、便利である。ただし、そ

の仮定を実施した状況に留意することが重要である。さらに、SPD を通過する電流成分の波形は、最初の放電電流の波形と同一であると仮定しているが、実際には、波形は建物の配線のインピーダンス等によって変化することがある。



注記 日本国内では、配電系統の接地よりも落雷する施設の接地抵抗が低い場合が多く、50%が流出することはまれである。図中の配電システムは TN システム（欧州で一般的）であり、接地相が複数箇所で接地されていることから、TT システムよりも大きな電流が流出することが想定される。

図 D.3—平衡した電流分流の基本的な例

コンピュータによるシミュレーションは、SPD の正しい選定を行うために、これらの要素を検討する有益な手段である。複雑なシステムの雷電流分流を評価するため、実際のシステムを図 D.2 の例に示すように、等価的な電気回路図に変換することが必要である。

多くの規格では、SPD がさらされる脅威レベルを考慮する場合、長年にわたる現場での経験を根拠として探し求めてきた。JIS Z 9290-1 の表 E.2（落雷による低圧配電系統への想定する雷サージ電流）は、主として、これを事例としている（IEEE C62.41 規格群参照）。

### D.3.3 SPD 定格の選定における考慮： $I_{\text{imp}}$ 、 $I_{\text{max}}$ 、 $I_n$ 及び $U_{\text{OC}}$

D.3.2 から、SPD の適切な定格（ $I_{\text{imp}}$ 、 $I_{\text{max}}$ 、 $I_n$  及び  $U_{\text{OC}}$ ）の選定は、多くの複雑で相互に関連するパラメータによるということは明白である。

次の原因で発生する雷サージによる建築物等内の内部システムの損傷のリスクは、建築物等への直撃雷（S1）又は引込線への直撃雷（S3）から発生した雷サージの影響によるものよりも、しばしば大きくなるという状況に留意することが重要である。

- a) 電力線、電話線及び信号線に結合して誘導した影響（S4）
- b) 建築物等近傍への落雷と結合した LEMP の影響（S2）

多くの建物は、建築物等又は引込線への直撃雷に対する保護を必要とせず、クラス I 試験 SPD に対する要求は必要としないが、正しく設計したクラス II 試験 SPD システムがふさわしい場合がある。

一般的な取組みとしては、直撃雷電流及び分流電流を含む場所（S1 又は S3）ではクラス I 試験 SPD を、誘導の影響を受ける場所（S2 及び／又は S4）ではクラス II 試験及び／又はクラス III 試験 SPD を用いることが望ましい。

このような複雑な事項に対応する場合、SPD の選定で最も重要な側面は、想定する雷サージの発生中に

おける SPD の電圧制限特性及び処理することができるエネルギー耐量 ( $I_{\text{imp}}$ ,  $I_{\text{max}}$ ,  $I_n$  及び  $U_{\text{oc}}$ ) であることに留意することが必要である [IEC 62305-2 の表 B.7 (LPL に対応して設計した SPD システムに対する確率  $P_{\text{EB}}$  の値) の注記 4 参照]。

想定する  $I_n$  において, 機器のインパルス耐電圧よりも制限電圧が低い SPD は, 特に, 追加の電圧 (接続線の電圧降下, 振動及び誘導現象) を発生する外部要因を考慮し, 機器の保護を確実にするだろう。対照的に, 設置場所で要求するエネルギー耐量よりも大きな耐量をもつ SPD は, 長い動作寿命をもたらすだけかもしれない。ただし, より低い制限電圧をもつ SPD を調整不十分な電源システムに設置した場合, 一時的過電圧 (TOV) から想定される損傷の影響をより受けやすくなる。

---

## 参考文献

**JIS C 60364-4-44** 低圧電気設備—第 4-44 部: 安全保護—妨害電圧及び電磁妨害に対する保護

注記 対応国際規格: **IEC 60364-4-44**, Low-voltage electrical installations—Part 4-44: Protection for safety—Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances (IDT)

**IEC 61000** (all parts), Electromagnetic compatibility (EMC)

**ITU-T Recommendation K.20:2008**, Resistibility of telecommunication equipment installed in a telecommunications centre to overvoltages and overcurrents

**ITU-T Recommendation K.21:2003**, Resistibility of telecommunication equipment installed in customer premises to overvoltages and overcurrents

**ITU-T Recommendation K.45:2003**, Resistibility of telecommunication equipment installed in the access and trunk networks to overvoltages and overcurrents

**IEC/TR 61000-5-2:1997**, Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 5-2: Installation and mitigation guidelines—Earthing and cabling

**ITU-T Lightning handbook:1994**, The protection of telecommunication lines and equipment against lightning discharges—Chapter 10

**IEEE C62.41:1991**, Recommended practice on surge voltages in low-voltage ac power circuits

JIS Z 9290-4 : 2016  
(IEC 62305-4 : 2010)

## 雷保護—第4部：建築物等内の電気及び電子システム 解 説

この解説は、規格に規定・記載した事柄を説明するもので、規格の一部ではない。

この解説は、日本規格協会が編集・発行するものであり、これに関する問合せ先は日本規格協会である。

### 1 今回の改正までの経緯

この規格は、2009年に制定（以下、旧規格という。）された後、今回の改正に至った。

なお、雷による電磁インパルスに対する電気設備の保護に関する JIS としては、次のような経過によって制定されてきた。

- a) IEC 規格作成の担当である IEC/TC 81（雷保護）では、雷による電磁インパルスの保護に関する規格として、IEC 61312 群（Part 1～Part 4）を制定してきた。この規格群の中で基本原則である第1部（IEC 61312-1:1995）に対応する国際一致規格として、JIS C 0367-1 を 2003 年 6 月に制定した。
- b) IEC/TC 81 では、その後、雷保護に関する IEC 規格の担当である雷保護に関する発行済みの全規格類（IEC 61024 群、IEC 61312 群及び IEC 61663 群）を整理、統合し、2006 年 1 月に IEC 62305 の規格群（第1部～第4部）を新しく発行した。この規格群の中で、雷電磁インパルスに係る第4部（IEC 62305-4）に対応する国際一致規格として、かつ、一般原則である第1部（IEC 62305-1）を参考として含めた JIS として、この規格（JIS Z 9290-4）を 2009 年 6 月に制定し、JIS C 0367-1 を廃止した。  
なお、同時に改正作業を進めた建築物等の雷保護に関する JIS Z 9290-3 については、制定には至らなかった。
- c) IEC/TC 81 では、その後、IEC 62305 の規格群（第1部～第4部）の改正作業が進み、2010 年 12 月に第2版として次の IEC 62305 規格群を改正した。
  - IEC 62305-1:2010（雷保護—第1部：一般原則）
  - IEC 62305-2:2010（雷保護—第2部：リスクマネジメント）
  - IEC 62305-3:2010（雷保護—第3部：建築物等への物的損傷及び人命の危険）
  - IEC 62305-4:2010（雷保護—第4部：建築物等内の電気及び電子システム）

上記の IEC 62305-3:2010 を基とし、技術的内容を変更した JIS Z 9290-3 を 2014 年 12 月に制定した。同時に、IEC 62305-1:2010 に対応する国際一致規格として、JIS Z 9290-1 も同時に制定した。

今回、一般社団法人電気設備学会は、JIS 原案作成委員会を組織し、JIS 原案を作成した。

### 2 今回の改正の趣旨

この規格は、IEC 62305-4:2010（以下、対応国際規格という。）を基に改正した。このとき、旧規格に参考として含まれていた一般原則部分（IEC 62305-1）は、JIS Z 9290-1 として制定されたため、除外した。

なお、IEC 62305-2（リスクマネジメント）は、一部、我が国の地域性及び環境と合致しない部分があり、更に内容に不十分な箇所もあることから、JIS 化は見送られている。

## 解 1

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

2019年7月1日の法改正により名称が変わりました。

まえがきを除き、本規格中の「日本工業規格」を「日本産業規格」に読み替えてください。

### 3 審議中に特に問題となった事項

旧規格では、IEC 62305-4 の第 1 版を国際一致規格として制定したが、その規格の文末に、雷保護の一般原則である IEC 62305-1 の第 1 版に関する部分を、全て附属書 (参考) として追加する構成としていた。しかし、今回は、審議の結果、次のように JIS Z 9290 規格群としてそれぞれ個別に制定することにした。したがって、この規格を読むときには、共通項目の記載のある第 1 部についても、併せて読むことが必要である。

JIS Z 9290-1 : 雷保護—第 1 部：一般原則

JIS Z 9290-3 : 雷保護—第 3 部：建築物等への物的損傷及び人命の危険

JIS Z 9290-4 : 雷保護—第 4 部：建築物等内の電気及び電子システム

### 4 適用範囲について

この規格の適用範囲は、落雷によって発生する電気磁氣的現象による影響から、建築物等内 (屋上も含む) の設備 (電気及び電子システム) を構成する電子機器の恒久的故障の発生を防止する目的の保護システムに対する、その設計、施工、検査、保守及び試験に関するものである。すなわち、落雷によって発生する雷電磁インパルス (LEMP) に対して機器の絶縁破壊などの恒久的故障の発生を防止するための LEMP 保護対策 (SPM) に関するものである。ただし、電子システムの機能不全を発生するような電磁障害 (EMI) に関しては適用外である。

なお、JIS Z 9290-3:2014 で規定する雷保護システム (LPS) は、雷によって発生する建築物等の火災及び爆発などによる物的損傷、並びに建物内の人及び家畜などの感電による死傷の危険を防止するものとしており、建築物等内の設備及び機器の雷保護は、JIS Z 9290-3 の LPS の対象範囲外としている。特に、LPS を構成する外部 LPS 及び内部 LPS に関し、内部 LPS は、雷などで建築物等内に発生する可能性のある、火災、爆発などの原因となる危険な火花放電を防止するためのものであり、建築物等内の設備などを保護するためのものではない。

### 5 主な改正点

#### 5.1 規格名称 “雷保護—第 4 部：建築物等内の電気及び電子システム”

この規格の名称は、JIS Z 9290-3 の規格名称に合わせて、“建築物等内の電気及び電子システム”として、“建築物”を“建築物等”と変更した。

建築基準法では、その設置が義務付けされている“避雷設備”に関し、設置箇所を 20 m を超える“建築物”及び煙突、広告塔などの“工作物”としている。“避雷設備”の設置及び構造の技術基準として規定されている JIS Z 9290-3 では、“建築物”と“工作物”の両者をまとめて“建築物等”としており、この規格でもその考えを踏襲した。

#### 5.2 用語及び定義 (箇条 3)

用語及び定義を、次のとおり改正した。

- a) 雷保護 (LP) の追加 (3.4) 建築物等保護用の“LPS”と内部システム保護用の“SPM”とで構成する総合的なシステムを、“LP”とした。
- b) 雷保護システム (LPS) の追加 (3.5) LPS は、建築物等保護用のシステムで、JIS Z 9290-3 に詳細な規定が定められている。
- c) 定格インパルス耐電圧  $U_w$  の名称 (3.8) 従来の“定格インパルス耐電圧レベル”から変更した。
- d) LEMP 保護対策の略号 (3.11) 対応国際規格に合わせて“LPMS”から“SPM”へ変更した。これは

IEC 規格の審議段階で、略号の基本は 3 文字にすること、かつ、“LEMP”の主な構成要素である雷サージ (Surge) を代表とし、その頭文字 “S” から、“SPM” とすることにしたためである。

- e) 協調のとれた SPD システムの名称 (3.23) 従来の“協調のとれた SPD 保護”から変更した。
- f) 分離用 (絶縁用) インターフェースの追加 (3.24)

5.3 ボンディング用構成部材の最小断面積 (表 1)

表 1 は、この規格において唯一、数値が規定されたものであるが、対応国際規格では、解説表 1 (第 1 版) から解説表 2 (第 2 版) のように変更された。変更内容としては次のとおりである。

- ー 電線サイズが、我が国の標準サイズから欧州の標準サイズに変更された。
- ー SPD の接続導体が、誤りを訂正する形で SPD の接地導体に変更された。
- ー クラス I 試験及びクラス II 試験に対する電線サイズが大幅に変更された。
- ー その他の SPD の欄が追加された。

上記の変更に対して、我が国の標準サイズの採用を提案したが、その提案は対応国際規格の表 1 の注 <sup>b)</sup> の記載によって対応できるとして、我が国の提案は却下された経緯がある。

一方、電線サイズについては、欧州と我が国とでは標準値に差異がある。そのため、IEC 規格の審議中における我が国の提案に応じて、同一規格群の IEC 62305-3:2010 の“まえがき”において、表 1 内の括弧書きの内容の記載がされた。したがって、この規格でも我が国の標準電線サイズの使用の明確化を図るために注 <sup>b)</sup> に追加の記載をした。

なお、SPD に関する JIS C 5381 の規格群 (IEC 61643 の規格群) では、SPD のクラス試験に対応した接続導体及び接地導体に関する電線サイズについて一切規定していない。さらに、SPD はクラス試験に応じて各種の電流定格のものを製作しており、その電流定格に応じて接続する電線サイズが決められるものである。そのため、SPD に接続する電線サイズについて、規格適用クラスごとに一律に、導体の最小断面積を定めるものではないと考えられる。したがって、この意見を基に、現在審議中の IEC 62305-4 の第 3 版に対して、今後我が国からの意見提出が望まれる。

解説表 1ーボンディング部品の最小断面積  
(JIS Z 9290-4:2009 表 1 及び IEC 62305-4 第 1 版 Table 1)

| ボンディング部品                             |        | 材料     | 断面積<br>mm <sup>2</sup> |
|--------------------------------------|--------|--------|------------------------|
| ボンディング用バー（銅又はめっき銅）                   |        | 銅，鉄    | 50                     |
| ボンディング用バーから接地システム又は他のボンディング用バーへの接続導体 |        | 銅      | 14                     |
|                                      |        | アルミニウム | 22                     |
|                                      |        | 鉄      | 50                     |
| 内部の金属設備からボンディング用バーへの接続導体             |        | 銅      | 5                      |
|                                      |        | アルミニウム | 8                      |
|                                      |        | 鉄      | 16                     |
| SPD の接続導体                            | クラスⅠ試験 | 銅      | 5                      |
|                                      | クラスⅡ試験 |        | 3                      |
|                                      | クラスⅢ試験 |        | 1                      |
| 注記 他の材料を使用する場合は，抵抗が等価となる断面積が望ましい。    |        |        |                        |

解説表 2—ボンディング用構成部材の最小断面積 (IEC 62305-4 第 2 版 Table 1)

| ボンディング用構成部材  |                        | 材料 <sup>a)</sup> | 断面積 <sup>b)</sup><br>mm <sup>2</sup> |
|--|------------------------|------------------|--------------------------------------|
| ボンディングバー（銅、銅被覆鋼又はめっき鋼）                                 |                        | 銅、鉄              | 50                                   |
| ボンディング用バーから接地システム又は他のボンディング用バーへの接続導体（雷電流の全部又は大部分を流すもの） |                        | 銅                | 16                                   |
|  |                        | アルミニウム           | 25                                   |
|  |                        | 鉄                | 50                                   |
| 内部の金属設備からボンディング用バーへの接続導体（雷電流の一部を流すもの）                  |                        | 銅                | 6                                    |
|  |                        | アルミニウム           | 10                                   |
|  |                        | 鉄                | 16                                   |
| SPD の接地導体 <sup>c)</sup>                                | クラス I 試験               | 銅                | 16                                   |
|  | クラス II 試験              |                  | 6                                    |
|  | クラス III 試験             |                  | 1                                    |
|  | その他の SPD <sup>d)</sup> |                  | 1                                    |
|  |                        |                  |                                      |

注 <sup>a)</sup> 使用する他の材料は、同等の抵抗値を保証する断面積が望ましい。

<sup>b)</sup> 一部の国では、熱的及び機械的要求事項を満足するという条件で、より小さい導体サイズを使用できる（IEC 62305-1 の附属書 D 参照）。

<sup>c)</sup> 電力引込線回路に使用する SPD に対し、接続導体のための追加の情報が、IEC 60364-5-53 及び IEC 61643-12 に記載している。

<sup>d)</sup> その他の SPD は通信及び信号システムで使用する SPD を含む。

#### 5.4 分離用 (絶縁用) インターフェース (箇条 8)

ケーブル内に発生又は侵入した雷サージ (過渡過電圧) から機器を保護するために, 従来は専ら SPD によって機器の耐えられる電圧にまで低減する方法を採用してきた。一方, この方法とは別に, 遮蔽板を接地した絶縁変圧器, 非金属の光ファイバケーブル及び光アイソレータを利用して, 機器及び装置への引込線を伝搬する雷サージを低減する方法がある。これらの方法を, “分離用 (絶縁用) インターフェース” として新たに追加した。

我が国では, 一般の絶縁変圧器とは異なり, 雷サージ電圧の 1 次側から 2 次側への移行を大きく低減させた, いわゆる “耐雷トランス” が多く使用されている (外国ではあまり普及していない。)。ただし, これらに関する規格, 規程などは, まだ整備されていないのが現状である。

耐雷トランスには, 電源回路用及び通信・信号回線用の 2 種類があり, 現在, 我が国の提案によって IEC/SC 37B において, SIT (Surge Isolation Transformer) として IEC 規格を作成中である。これらが IEC 規格として制定された後には, JIS として発行することが予定されている。

#### 5.5 負極性の第 1 雷撃電流による影響 (A.5)

雷電流パラメータとして, 負極性の第 1 雷撃電流が JIS Z 9290-1 で新しく定義された。その電流による誘導電圧及び電流の算出に対しての数式を追加した。

#### 5.6 我が国の配電方式について (B.10, B.14 及び B.16)

我が国の低圧配電方式は, 対地電圧の安定及びトランスの高低圧混触時の低圧側電圧上昇の防止を図る目的で電路の一つを接地している (系統接地)。さらに, 低圧電路は, 配線及び機器の絶縁低下による漏電・地絡発生時の感電防止を図るため, 低圧機器等の金属製外箱を含む露出導電性部分に接地を施している (機器接地)。

一方, IEC 規格の配電系統は, 系統接地と機器接地の取り方によって, TN 系統, TT 系統及び IT 系統の三つの接地系統に分類しており, 欧州で一般的に採用されているものである。

我が国では, 系統接地を B 種接地, 機器接地を C 種又は D 種接地と称し, 系統接地と機器接地とは,

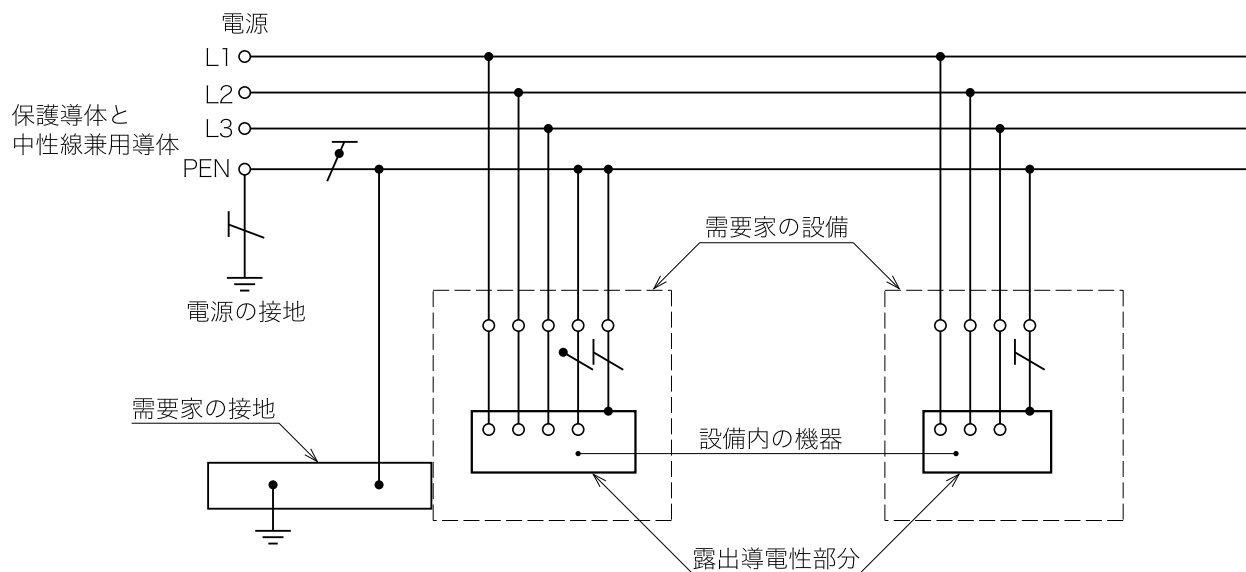


電氣的に独立していることを基本として考えている。これは、IEC 規格における TT 系統に相当する。

なお、TN 系統においては、地絡事故時の地絡回路は電路及び接地線だけとなり、地絡電流は短絡電流に相当する電流となるため、地絡を配線用遮断器、ヒューズ等で保護することが可能である。一方、TT 系統においては、地絡電流は接地抵抗を介するため、小さな値となり、一般的には地絡は漏電遮断器によって保護する必要がある。

IEC 規格による配電方式は、次のとおりである。

- a) **TN-C 配電方式** 配電システムの全てにわたって、一つの導体 (PEN) に中性線 (N) 及び保護導体 (PE) の機能を兼用させてもたせる配電方式 (解説図 1 参照)。

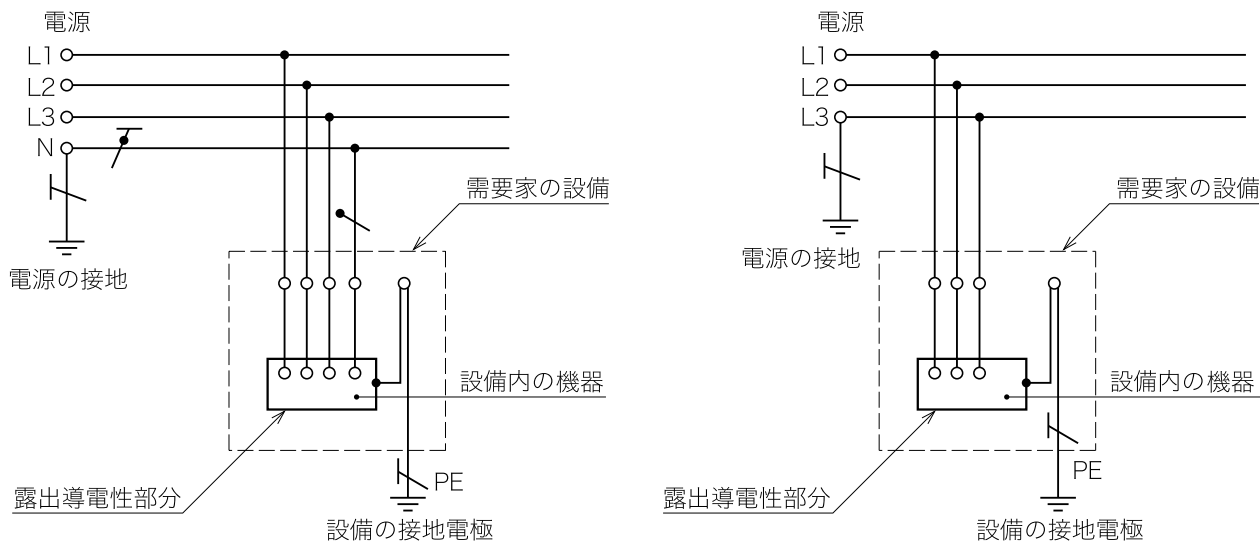


設備の全ての露出導電性部分が PEN 導体に接続されている。原理的に漏電遮断器が使用できず、感電保護のためループインピーダンスの計算をする保護方式として過電流遮断器が使用される。漏電遮断器を使用する方式として、TN-S 配電方式又は TN-C-S 配電方式が使用される。TN-C 配電方式は、ドイツ、イギリス、アメリカ合衆国で普及している。

解説図 1—TN-C 配電方式

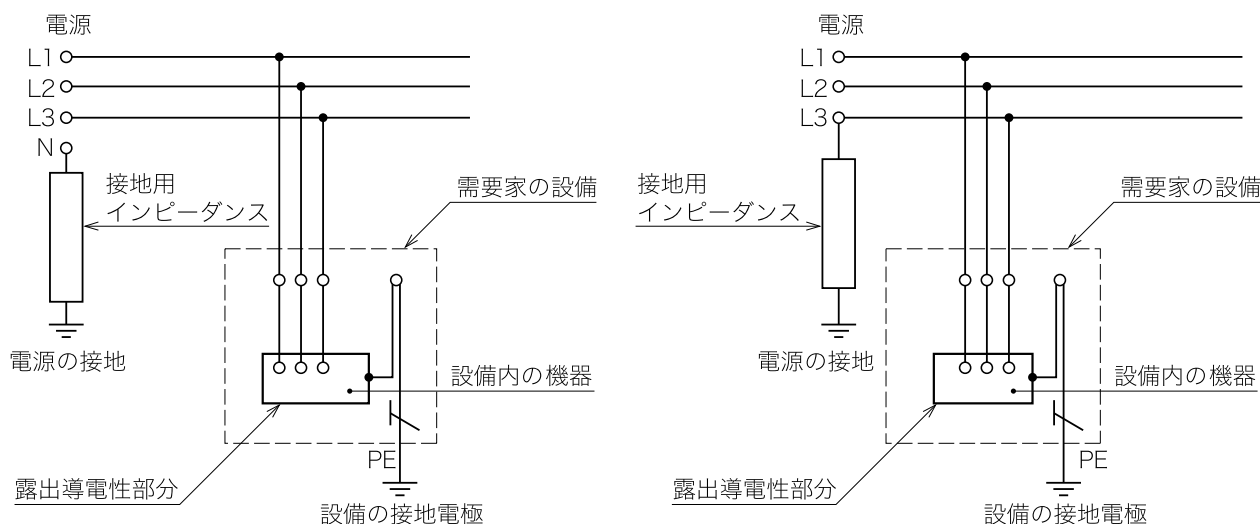
- b) **TT 配電方式** 設備の全ての露出導電性部分が、電源の接地と電氣的に独立している接地極に接続されている配電方式。我が国において、最も普及している配電方式 (解説図 2 参照) である。

## Z 9290-4 : 2016 (IEC 62305-4 : 2010) 解説



解説図 2-TT 配電方式

### c) IT 配電方式 非接地方式又は高インピーダンス接地方式 (解説図 3 参照)。



電源は、挿入した接地インピーダンスを介して大地に接続されている。

設備の全ての露出導電性部分が、電源のインピーダンスを介した接地及び電氣的に独立している接地電極に接続されている配電方式である。

ノルウェーで普及しているが、我が国では、医療設備、化学工業などの回路で使用されている。

解説図 3-IT 配電方式

## 5.7 SPD の協調に関する附属書の削除

複数個接続した SPD の間のエネルギー協調に関して、旧規格の**附属書 C**に記載されていたが、この内容を **IEC/SC 37A** 委員会に委託したため、この規格ではこの項目を削除した。

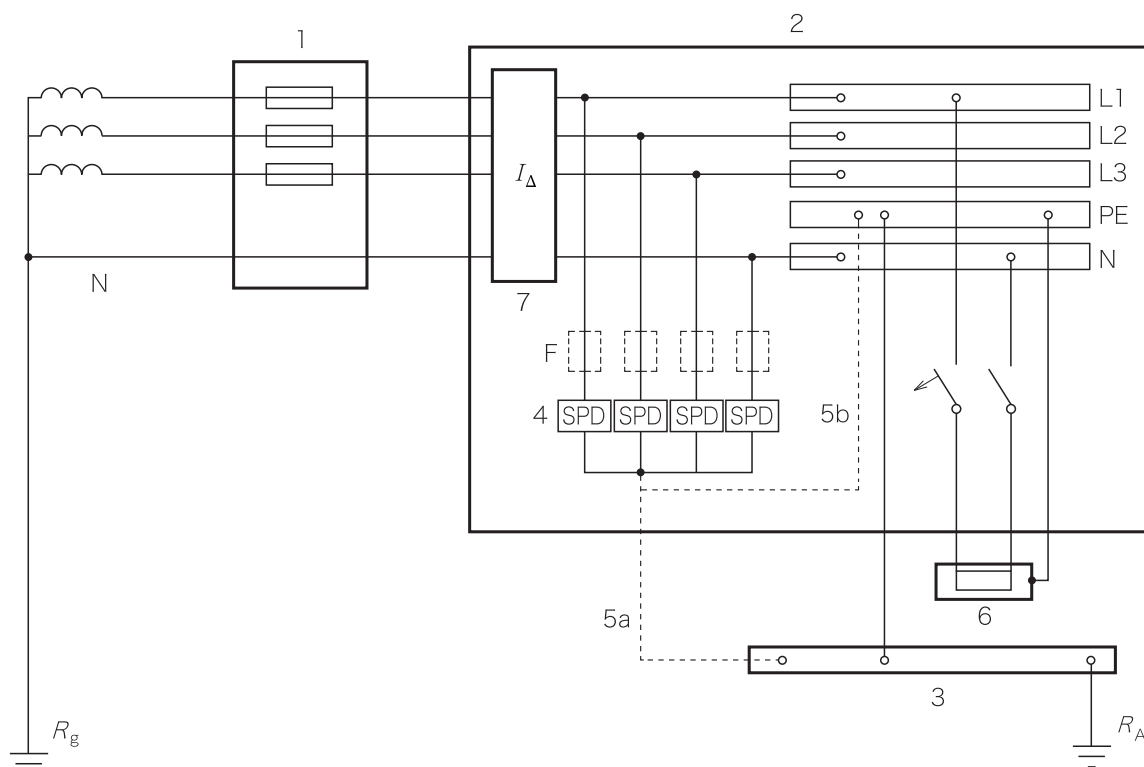
## 5.8 SPD の選定において考慮する要素の追加 (附属書 D)

SPD の選定に際しては、各種の考慮する項目があるため、**附属書 D**としてこれらに関する記載を追加した。

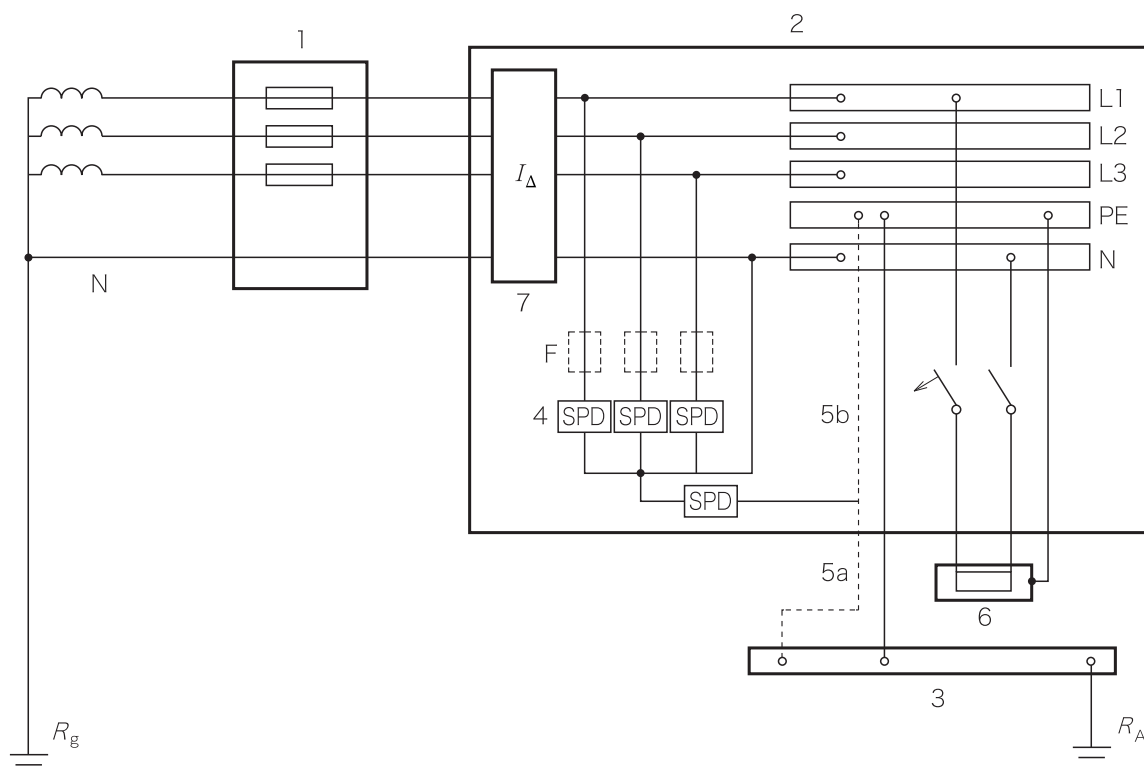
## 5.9 SPD の設置例について (図 D.1)

SPD の選定及び設置に関する詳細な記載は、**JIS C 5381-12**に規定されているが、参考として、我が国で

一般的な配電系統 (TT 系統) における SPD の設置例を、解説図 4 及び解説図 5 に記載する (JIS C 5381-12 の附属書 K 参照)。



a) 接続タイプ 1



b) 接続タイプ 2

解説図 4—TT 系統 (漏電遮断器の負荷側の SPD) での SPD の設置例

## 解 7

著作権法により無断での複製, 転載等は禁止されております。

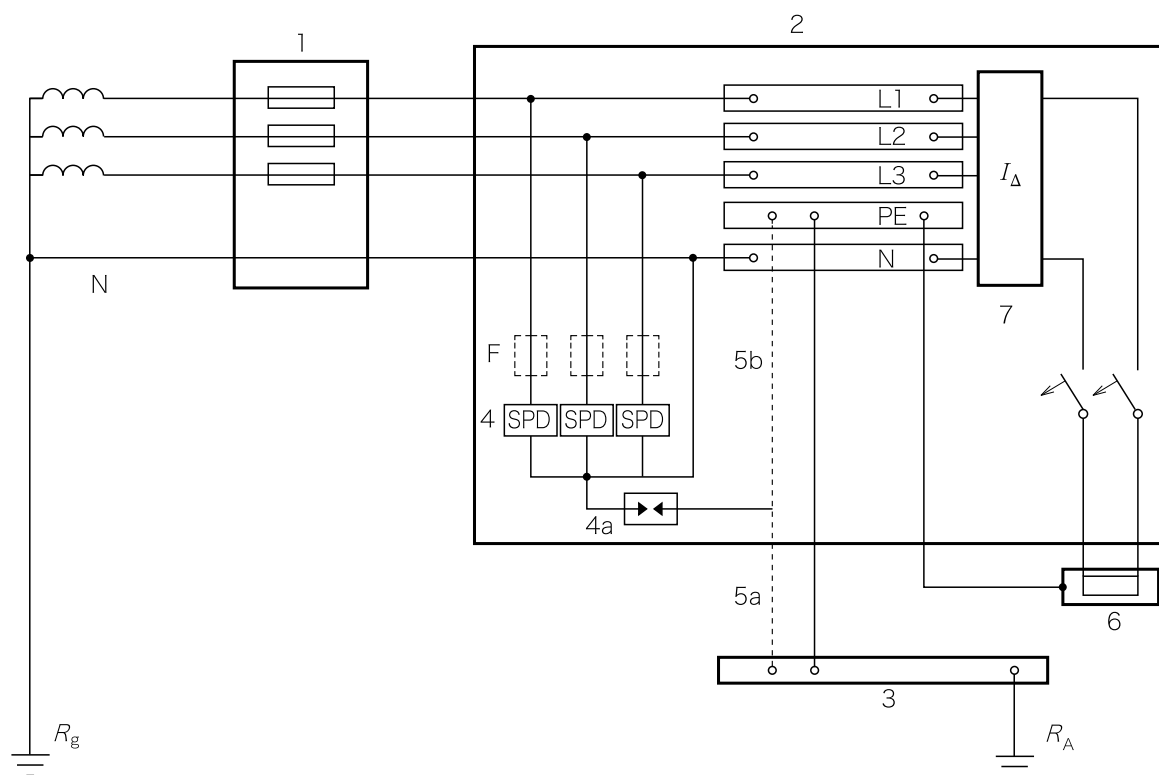
2019年7月1日の法改正により名称が変わりました。

まえがきを除き、本規格中の「日本工業規格」を「日本産業規格」に読み替えてください。

Z 9290-4 : 2016 (IEC 62305-4 : 2010) 解説

- 1 : 電力供給点
- 2 : 分電盤
- 3 : 主接地端子又はバー
- 4 : 低圧サージ防護デバイス
- 5a, 5b : いずれかを SPD の接地に接続
- 6 : 被保護機器
- 7 : 漏電遮断器
- F : SPD の製造業者が指定する保護装置 (例えば, ヒューズ, 回路遮断器, 漏電遮断器)
- $R_A$  : 設備の接地極 (接地抵抗)
- $R_g$  : 配電系統の接地極 (接地抵抗)

解説図 4-TT 系統 (漏電遮断器の負荷側の SPD) での SPD の設置例 (続き)



- 1 : 電力供給点
- 2 : 分電盤
- 3 : 主接地端子又はバー
- 4 : 低圧サージ防護デバイス
- 4a : JIS C 60364-5-53 の 534.2.3.2 [連続使用電圧 ( $U_c$ ) に関する選定] による SPD 又はスパークギャップ
- 5a, 5b : いずれかを SPD の接地に接続
- 6 : 被保護機器
- 7 : 漏電遮断器
- F : SPD の製造業者が指定する保護装置 (例えば, ヒューズ, 回路遮断器, 漏電遮断器)
- $R_A$  : 設備の接地極 (接地抵抗)
- $R_g$  : 配電系統の接地極 (接地抵抗)

解説図 5-TT 系統 (漏電遮断器の電源側の SPD) での SPD の設置例

5.10 雷電流の分流割合について (D.3.2 及び図 D.3)

雷電流の電流分流を特定する場合, JIS Z 9290-1 の E.2 によって計算することができる。しかしながら,

それぞれの接地インピーダンスが不明なことが多く、事実上計算するケースは少ない。そこで、落雷地点で地中へ 50 %，他へは残りの 50 %という簡略法が提起され、これが利用されている。

これは、被雷する設備の接地抵抗値と流出側接地抵抗値（主として柱上変圧器 B 種接地の抵抗値）との比に大きく影響される。雷保護システム（LPS）の接地抵抗値が低い場合には流出する雷電流が小さく、接地抵抗値が高い場合には流出する雷電流が大きくなる。

これまで我が国では、JIS A 4201:1992 [建築物等の避雷設備（避雷針）] によって避雷設備の接地抵抗値は 10 Ω 以下と規定されていた。現在、JIS Z 9290-3 では接地抵抗値を規定していない（雷保護レベル LPL によって大地抵抗率による接地電極の寸法を規定している。）。一方、我が国では、建築基準法によって地上高 20 m を超える高構造物に対して LPS の設置を義務化している。高構造物を支持するための建築物下部の基礎は、かなりの部分が地中に確実に埋設されており、この基礎によって低い接地抵抗値を得られることが十分想定される。このため、LPS が設置されている建築物内の設備では低接地抵抗値となっていることが想定される。

これに対し、B 種接地の抵抗値は 30～100 Ω 程度であることから、仮に、同一低圧配電系統に一般的な需要家（一般家屋）が複数戸接続されている場合でも、一戸当たりの接地抵抗値として 100 Ω 以上（推定 500 Ω 程度）であることから、流出側の接地抵抗値が避雷する建築物内の設備の接地抵抗値を下回ることではない。したがって、流出する雷電流が 50 % に達する事例は、一部の設備形態・条件<sup>1)</sup>を除けば、非常にまれな事例となる。

さらに、雷電流は低圧配電線、引込線を介して B 種接地に至ることとなり、この経路のインピーダンスが B 種接地に加算されることで、更に流出する雷電流が小さくなる。

注<sup>1)</sup> 同一配電系統に、鉄塔をもつ事業用設備が複数存在する場合、流出側の接地抵抗値が被雷する設備の接地抵抗値を下回ることがあり、その際、流出する雷電流が 50 % 以上になることがある。

6 原案作成委員会の構成表

原案作成委員会の構成表を、次に示す。

雷保護規格分野 JIS 原案作成委員会 構成表

|       | 氏名      | 所属                 |
|-------|---------|--------------------|
| (委員長) | 横 山 茂   | 運輸安全委員会            |
| (委員)  | 東 條 旭   | 国土交通省住宅局           |
|       | 清 水 克 紀 | 国土交通省大臣官房官庁営繕部     |
|       | 汗 部 哲 夫 | 経済産業省産業技術環境局       |
|       | 五十嵐 勝 治 | 東京消防庁              |
|       | 大 角 親 生 | 一般財団法人日本規格協会       |
| ○     | 新 井 慶之輔 | 株式会社エスデー防災研究所      |
| ○     | 内 田 元   | 大成建設株式会社           |
| ○     | 太 田 浩 司 | 鹿島建設株式会社           |
| ○     | 鐘 築 英 雄 | 日本電設工業株式会社         |
| ○     | 北 島 清 治 | 一般社団法人日本雷保護システム工業会 |
| ○     | 佐 藤 正 明 | 株式会社サンコーシャ         |
| ○     | 嶋 田 章   | 株式会社村田電機製作所        |
| ○     | 下 川 英 男 | 一般社団法人電気設備学会       |
| ○     | 高 野 清 貴 | エースライオン株式会社        |
| ○     | 高 柳 慎太郎 | 株式会社日建設計           |
| ○     | 中 尾 晃 明 | 株式会社九電工            |

Z 9290-4 : 2016 (IEC 62305-4 : 2010) 解説

|       |                  |              |
|-------|------------------|--------------|
|       | 中 務 進            | 大阪避雷針工業株式会社  |
| ○     | 引 地 順            | 株式会社日本設計     |
| ○     | 古 田 雅 久          | 古田技術士事務所     |
| ○     | 古 屋 一 彦          | 株式会社関電工      |
| ○     | 堀 山 剛            | 清水建設株式会社     |
|       | 道 下 幸 志          | 静岡大学         |
| ○     | 深 山 康 弘          | 株式会社昭電       |
| ○     | 渡 邊 信 公          | 職業能力開発総合大学校  |
| (事務局) | ○ 谷 田 暁 子        | 一般社団法人電気設備学会 |
|       | 注記 ○印は、分科会委員を示す。 |              |

分科会 構成表

|       |              |                    |
|-------|--------------|--------------------|
|       | 氏名           | 所属                 |
| (主査)  | 新 井 慶之輔      | 株式会社エスデー防災研究所      |
| (幹事)  | 佐 藤 正 明      | 株式会社サンコーシヤ         |
|       | 深 山 康 弘      | 株式会社昭電             |
| (委員)  | 内 田 元        | 大成建設株式会社           |
|       | 太 田 浩 司      | 鹿島建設株式会社           |
|       | 鐘 築 英 雄      | 日本電設工業株式会社         |
|       | 北 島 清 治      | 一般社団法人日本雷保護システム工業会 |
|       | 倉 本 昇 一      | 株式会社ドコモ CS         |
|       | 酒 井 志 郎      | 音羽電機工業株式会社         |
|       | 嶋 田 章        | 株式会社村田電機製作所        |
|       | 下 川 英 男      | 一般社団法人電気設備学会       |
|       | 高 野 清 貴      | エースライオン株式会社        |
|       | 高 柳 慎太郎      | 株式会社日建設計           |
|       | 中 尾 晃 明      | 株式会社九電工            |
|       | 引 地 順        | 株式会社日本設計           |
|       | 古 田 雅 久      | 古田技術士事務所           |
|       | 古 屋 一 彦      | 株式会社関電工            |
|       | 堀 山 剛        | 清水建設株式会社           |
|       | 箕 輪 昌 幸      | 愛知工業大学             |
|       | 森 井 信 行      | 株式会社 NTT ファシリティーズ  |
|       | 渡 邊 信 公      | 職業能力開発総合大学校        |
| (事務局) | 谷 田 暁 子      | 一般社団法人電気設備学会       |
|       | (執筆者 新井 慶之輔) |                    |

★JIS 規格票及び JIS 規格票解説についてのお問合せは、規格開発ユニット規格管理グループ標準チームまで、電子メール (E-mail:sd@jsa.or.jp), 又は FAX [(03)4231-8660], TEL [(03)4231-8530] をお願いいたします。お問合せにお答えするには、関係先への確認等が必要なケースがございますので、多少お時間がかかる場合がございます。あらかじめご了承ください。

★JIS 規格票の正誤票が発行された場合は、次の要領でご案内いたします。

(1) 当協会ホームページ (<http://www.jsa.or.jp/>) の Web Store に、正誤票 (PDF 版, ダウンロード可) を掲載いたします。

なお、当協会の JIS 予約者の方には、予約されている JIS の部門で正誤票が発行された場合、お送りいたします。

(2) 当協会発行の月刊誌“標準化と品質管理”に、正・誤の内容を掲載いたします。

★JIS 規格票のご注文は、

(1) 当協会ホームページ (<http://www.jsa.or.jp/>) の Web Store をご利用ください。

(2) FAX [(03)4231-8665] でご注文の方は、出版・研修ユニット出版事業グループ販売サービスチームまで、お申込みください。

---

JIS Z 9290-4 (IEC 62305-4)  
雷保護—第 4 部：建築物等内の電気及び電子システム

---

平成 28 年 9 月 20 日 第 1 刷発行

編集兼  
発行人 掛 斐 敏 夫

発 行 所

一般財団法人 日 本 規 格 協 会  
〒108-0073 東京都港区三田 3 丁目 13-12 三田 MT ビル  
<http://www.jsa.or.jp/>

---

|       |           |   |
|-------|-----------|---|
| 名古屋支部 | 〒460-0008 | 名古屋市中区栄 2 丁目 6-1 RT 白川ビル内<br>TEL (052)221-8316(代表) FAX (052)203-4806      |
| 関西支部  | 〒541-0043 | 大阪市中央区高麗橋 3 丁目 2-7 ORIX 高麗橋ビル内<br>TEL (06)6222-3130(代表) FAX (06)6222-3255 |
| 広島支部  | 〒730-0011 | 広島市中区基町 5-44 広島商工会議所ビル内<br>TEL (082)221-7023 FAX (082)223-7568            |
| 福岡支部  | 〒812-0025 | 福岡市博多区店屋町 1-31 博多アーバンスクエア内<br>TEL (092)282-9080 FAX (092)282-9118         |

---

Printed in Japan

SG/B/A

## JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

# Protection against lightning — Part 4: Electrical and electronic systems within structures

**JIS Z 9290-4** : 2016  
(IEC 62305-4 : 2010)  
(IEIEJ/JSA)

Revised 2016-09-20

**Investigated by**  
**Japanese Industrial Standards Committee**

---

**Published by**  
**Japanese Standards Association**

**Price Code 14**

---

**ICS** 29.020;91.120.40

**Reference number** : JIS Z 9290-4:2016(J)

著作権法により無断での複製, 転載等は禁止されております。

2019年7月1日の法改正により名称が変わりました。

まえがきを除き, 本規格中の「日本工業規格」を「日本産業規格」に読み替えてください。