

統合接地方式による接地施工 Earthing Installation by Integrated Earthing Method

川村 堅一*	浅野 隆*
Kenichi Kawamura	Takashi Asano
高橋 渉*	小寺 伸也**
Wataru Takahashi	Shinya Kodera
秋山 祥一**	
Syouichi Akiyama	

要 約

日本では従来、建物における接地工事には接地工事の種別・種類ごとに単独とする個別接地方式が採用されているが、接地極の多種多様化、雷被害に対する安全性の向上、施工場所の敷地面積の制限等のさまざまな課題に対する解決策として、本建物には国際規格に合致した統合接地方式を採用した。

この接地方式は、建物内の導電性部分間、保安用接地、機能用接地を、サージ保護デバイス（SPD）を介して建物構造体に接続することにより、落雷・地絡電流による異常電圧上昇時に等電位化させ雷電流による被害からの保護を図っている。また、建物構造体・基礎躯体を接地極として利用することで非常に低い接地抵抗値が得られるため、良好な接地環境を構築することが出来る。統合接地方式は、建物内部の人およびIT環境へのリスクを従来方式（個別接地方式）より低減させることを目的とした接地方式である。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 統合接地方式採用の背景
- § 3. 統合接地方式の目的と留意事項
- § 4. 施工上の注意点
- § 5. 建築構造体代用接地極採用の検討
- § 6. おわりに

- ⑤工 期：平成 17 年 8 月 5 日～平成 19 年 10 月 1 日
- ⑥敷地面積：6,272.33 m²
- ⑦建築面積：5,629.25 m²
- ⑧延床面積：46,818.91 m²
- ⑨軒 高：39.36 m
- ⑩最高高さ：44.46 m
- ⑪構造種別：鉄骨造、一部鉄筋コンクリート造
- ⑫階 数：地下 2 階・地上 9 階
- ⑬建物用途：複合用途（事務所、図書館、物販店舗、飲食店、駐車場）

§ 1. はじめに

本建物は、落雷・地絡電流によって、離れた導電性部分間に発生する電位差を等電位化させるため、建物構造体と直接ボンディング用導体によって接続し、サージ発生時は、サージ保護デバイス（SPD）を閉路させ、構造体に接続して等電位化する接地方式、すなわち、統合接地方式を採用している（図一1 参照）。

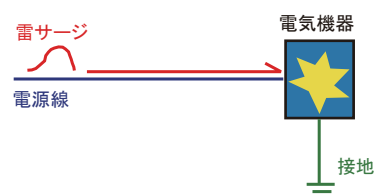
工事概要を以下に記す。

- ①工事件名：いわき駅前地区第一種市街地再開発事業
施設建築物新築工事
- ②発 注 者：いわき駅前地区市街地再開発組合
- ③設 計 者：(株)久米設計
- ④工事場所：福島県いわき市平字田町 36 番 1 他 40 筆

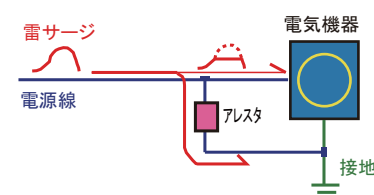
* 東北（支）いわき（出）

**東北（支）建築部設備課

サージ保護デバイス（SPD）を設置していない場合



サージ保護デバイス（SPD）を設置した場合



図一1 サージ保護デバイス（SPD）の働き

§2. 統合接地方式採用の背景

従来採用されてきた個別接地方式（図-2 参照）では、建築物への落雷時に配電線などから進入する雷サージや、建物と配線間に生じる電位差などによって、コンピュータなど電子機器が損傷する例が増えつつあり、その対策を考慮する必要性が生じている。

これらの問題の解決策として、保安用接地、機能用接地をボンディング用導体、サージ保護デバイス（SPD）を介して建物構造体（鉄骨）に接続することによって等電位ボンディングを構築し、接地極についてはその大部分を抵抗率の低い基礎躯体を利用する形で、全体として建物構造体（鉄骨）と接地極（基礎・大地）を一体化した接地方式、すなわち、統合接地方式（図-3 参照）の採用が挙げられる。

等電位ボンディングを構築する目的は、落雷時の建築物内の電位を均等化して各部分間の電位差を最小限に低減することである。電位差を最小限にすることにより、機器・設備の損傷、被保護物の火災および爆発、感電などの危険および災害の発生を防止することができる。また、基礎躯体を接地極として利用する目的は、被保護物とその周辺の接地電位を一樣にし、接地電位傾度を極力小さくして、被害が発生することを防止するためである。

一方、接地の規格に関する社会的背景であるが、雷現象に関する研究は、世界各国で多数の定量的データが蓄積され著しい進展が見られ、これに基づいて諸外国の基準や国際規格が整備されつつある。

IEC（国際電気標準会議）では、TC81（雷保護）において1981年から国際規格作成の審議が行われ、1990年3月にIEC61024-1 “Protection of structures against lightning, Part1: General Principles” が制定され、国際的に使用されている。

我が国では、昭和55年にガットスタンダードコード（貿易の技術的障害に関する協定）の発効に伴い、規格基準類を国際規格に整合することが基本方針とされ、平成7年には貿易不均衡の是正、規制緩和の促進等を目的に規制緩和推進計画（平成7年3月31日閣議決定）が策定され、その具体策の一つとしてJIS（日本工業規格）の国際整合化の推進が盛り込まれた。これを受け工業技術院は、“JISと国際規格との整合性の手引き”を作成し、整合化とは“一致”および“同等”のレベルだけとして国際規格の国家規格への採用を推奨している。

これを背景として、電気設備学会は、平成4年9月に建設省（現在の国土交通省）住宅局建築指導課からJIS A4201の改正原案作成の依頼を受け、IEC61024-1:1990と整合した規格案を作成した。日本工業標準調査会の所定の手続きを経て、この規格は、平成15年7月に改正された。

IEC61024-1:1990は、TC81（雷保護）において1996年

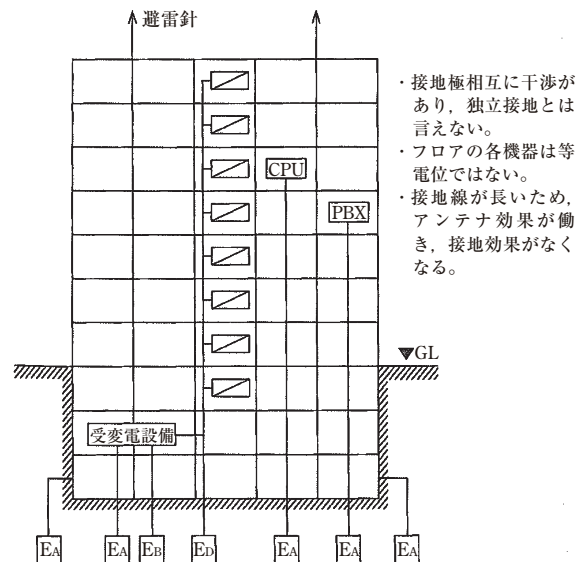


図-2 個別接地方式

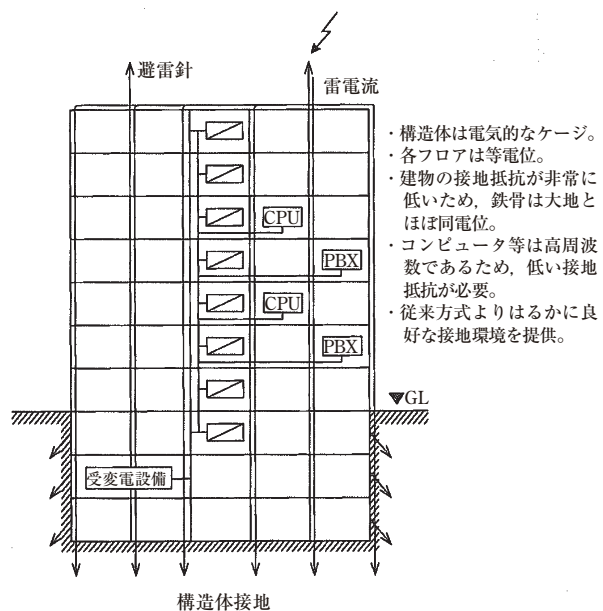


図-3 統合接地方式

から第2版の審議が始まり1998年8月の時点で委員会文書（81/122/CD）の段階となっていたが、JIS改正に当たってはその一部分が取り入れられた¹⁾。

§3. 統合接地方式の目的と留意事項

3-1 統合接地の目的

統合接地方式構築の狙いは、異なる用途、異なる種類の接地システムを一つに統合することにより建物内の導電性部分間の電位差を無くすための自然な電気かご（ファラデーケージ）を構築することで、従来の個別接地方式で得られてきた機能に加え、接地機能をより高く実現することである。

3-2 留意事項

接地設計を行うときには、それが建物空間を対象にする接地システムの設計なのか、あるいは大地を対象にする接地極の設計なのかを明確に区別する必要がある。

接地システムの設計であれば、機能接地の技術的要件である電位の基準点の考え方、EMC 対策、等電位ボンディングの施工などが重要である。

一方、接地極の設計であれば、感電保護や雷保護の技術的要件である接地抵抗、電位分布が重要である。

(1) 接地システムの設計²⁾

建築物には電力・情報・通信機器など多種多様な設備機器が導入されており、これらの機器の接地の目的も様々である。更に、雷保護のための接地もある（図-4、5参照）。このようなビル環境において、様々な問題等が顕在化している。

このような諸問題に対処するためには、機能用接地を主体とした等電位ボンディングの構築が必要不可欠である。

(2) 接地極の設計²⁾

接地とは種々の電力・情報・通信機器を大地と電気的に接続することであり、接続するためのターミナルが接地極である。この電極が大地との間に電気的抵抗、いわゆる接地抵抗を持つため、地絡電流によってオームの法則に従い電位上昇が生じ、いろいろな障害を引き起こすことになる。理想的には接地抵抗が零であればなんら障害は生じないが、現実的には有り得ない。そこで接地極設計が必要となる。

危険な過電圧を生じることなく雷電流を大地へ放流させるためには、接地極の抵抗値より接地極の形状および寸法が重要な要素である。ただし、一般的には、低い接地抵抗値が推奨されている。

低接地抵抗値を得られるため、雷保護の観点からは基礎構造体を代用接地極として利用するのが望ましく、各種の接地目的（雷保護、保安用接地および機能用接地）にとっても適切である。

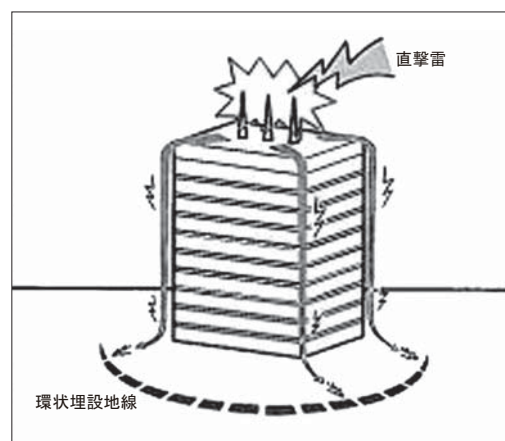
(3) 等電位とするためのシステム構築

雷保護システム、金属構造体、金属製工作物、系統外導電性部分および被保護物内の電力、ならびに通信用設備をボンディング用導体またはサージ保護デバイス（SPD）で接続することによって等電位化を行う。

SPD は、落雷等で電位差が生じた場合閉路され構造体へ接続される機能を有しており、各設備の電位差の発生を防止出来る（図-6 参照）。

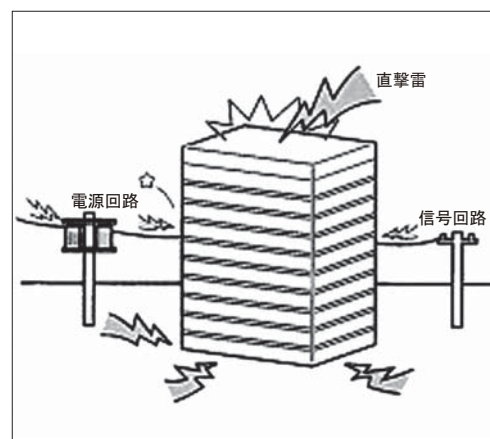
等電位接地システムの構成は、接地極から伸びるボンディング用バー（GWG）に屋内電気設備の接地を接続し等電位状態にすることにある。

接続方法は、電灯・動力盤については鉄骨にボンディング用導体で直接接続し、接地端子盤（GWG）、弱電用機器（PBX、MDF、各階端子盤、防災センター設置機器）については各々の箱体内部でサージ保護デバイス



受雷システムおよび接地のシステムにより雷の大部分を建物内部や設備に侵入させないようにする。

図-4 外部雷保護³⁾



外部雷対策をくぐり抜けて侵入した雷から電気設備を保護するため、侵入経路ごとに雷サージを避雷器で低減させる。またはサージシールドにより阻止する。

図-5 内部雷保護³⁾

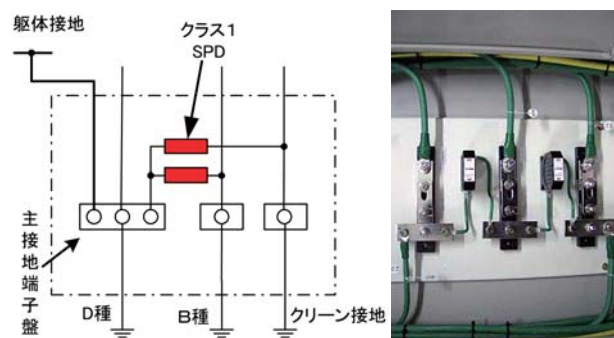


図-6 SPDによる統合例³⁾

(SPD) を設けて鉄骨に接続し電位差の発生を防止する。(PBX は MDF 盤, 防災センター設置機器については端子盤 2T-3 ヘサージ保護デバイス (SPD) を設置した)

(4) 建築構造体代用接地極採用の判定

鉄骨造の建築物の躯体は構造的に一体化され, その電気抵抗も小さい。更に, それらの基礎は大きな表面積で大地と接触しており, 建築構造体そのものを接地極として代用する構造体代用接地極が採用可能かどうかの判定を行う。また, 統合接地, 雷保護設備の人工的な接地極 (銅板埋設) 省略判定のため, 大地抵抗測定を実施する。(地下躯体の接地抵抗値が 2Ω 以下を確保できるかどうか, JIS A4201:1992 附属書により接地極省略判定を行う)

(5) B 種接地工事について

B 種接地工事を構造体接地へ接続してしまうと, 地絡事故時に A, B, D 種接地間に大電流が流れ, 主開閉器が遮断され, 健全回路への波及事故を起こしてしまう可能性があるため個別接地とし, 主電気室 GWG 接地端子盤内にサージ保護デバイス (SPD) を設置することにより, 電位差が生じた時に等電位化されるようにする。

§ 4. 施工上の注意点

建物構造体 (鉄骨柱, 梁) と基礎底盤部は電氣的に接続されておらず, 今回, 基礎底盤部を接地極として, 上部鉄骨柱, 梁を接地母線として利用するために, 接地を引出す柱については, 柱基礎と鉄骨柱を接地導線にて接続し導電性を確保した。柱基礎部の主筋の接続には, 鉄筋引出金物を溶接し, 鉄骨柱へは鉄骨引出金物を柱へ溶接して電線 (EM-IE60°) を接続した (写真一1, 2, 3 参照)。

各盤への構造体接地の引出しは, 鉄骨引出金物を柱に溶接して, 電線 (EM-IE60°) を接続した。また, 各盤 (配電盤, 電灯・動力分電盤, 端子盤, MDF 盤) から構造体接地引出し柱までの配線距離は, 電位差を低減させるため最大 20 m 以内とした。

鉄骨柱への溶接は, 有資格者が行った。有資格者とは JIS に基づく溶接技術検定のうち, JIS Z3801…手溶接による溶接技術検定に合格し, 適格性証明書を交付された者である。

なお, プレキャストコンクリートユニットの場合は, 施工の過程においてユニット相互の鉄筋は必ずしも接続されないので, 引下げ導線として使用する場合は鉄筋の相互接続を確実にしなければならない。

§ 5. 建築構造体代用接地極採用の検討

当該基礎底盤部を統合接地方式の接地極として代用する計画に伴い, 建築物の地下部の接地抵抗を測定 (敷地内の 4ヶ所の測定箇所にて接地棒を深さ 7 m まで打ち込



写真一1 柱基礎と鉄骨柱の接続



写真一2 鉄骨引出金物の溶接



写真一3 鉄筋引出金物の溶接

み, 地盤の都合上打ち込みが困難な場合は, 打ち込み可能深度にて測定) し, 大地抵抗率を求め, 基礎部分の接地抵抗値が基準値 (2Ω 以下) の範囲にあるかを確認した。

大地抵抗率 ρ の計算式は, 下記による。

$$\rho = \frac{2\pi l R}{\ln(4/d)} (\Omega \cdot m) \quad (1)$$

l : 最高測定深度 (測定深)

d : 0.014 m (接地棒太さ)

表一1 大地抵抗率の解析

測定深度 (m)	測定点① (Ω)	測定点② (Ω)	測定点③ (Ω)	測定点④ (Ω)
-1 m	32.0	48.0	20.0	50.0
-2 m	17.0	18.0	16.0	18.0
-3 m	16.5	9.7	10.0	13.0
-4 m	16.0	8.0	9.6	12.0
-5 m	16.0	7.6	8.8	12.0
-6 m	—	7.2	8.0	13.0
-7 m	—	—	7.0	—
大地抵抗 R (Ω)	16.00	7.20	7.00	13.00
大地抵抗率 ρ (Ωm)	69.20	36.48	40.50	65.78

R : 測定接地抵抗値

Ln : 自然対数 (関数)

大地抵抗の測定値および大地抵抗率の算出結果は表一1の通りとなった。

よって、大地抵抗率は4測定箇所の大地抵抗率の平均値とする。

$$\rho = 52.99 (\Omega \cdot m) \quad (2)$$

建築物基礎部の構造体接地抵抗値 (R) の算出は、JIS・A4201に記載された下式により行う。

$$R = \frac{\rho}{\sqrt{2} \pi A} (\Omega) \quad (3)$$

A : 7,937.96 m² (地下部分の延表面積)

上式に安全率3を乗する。

上記の計算結果より、当該建築物の基礎部分の接地抵抗値は約0.7 (Ω) となった。

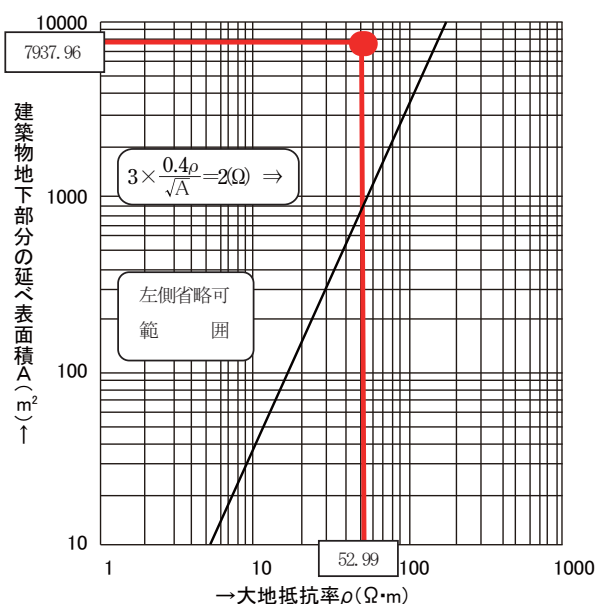
よって、判定基準として採用した [2 Ω 以下] より低い抵抗値であり、統合接地方式の主接地極として十分に採用出来ると判断した。

また、大地抵抗率 ρ = 52.99 Ω・m は、判定根拠となる Sundberg 標準曲線図で接地極省略判定曲線の省略領域にあるため、接地極を省略出来ることも確認した (図一7 参照)。

§6. おわりに

統合接地方式は、接地機能をより高く実現するうえで、とても有効なシステムである。

建築物の接地方式および接地の施工計画決定時期については工事着手前に十分、検討・調査を行い決定されるべきものであり、短工期・突貫工事・マンパワー不足などの場合は原設計通りの接地方式を従順に施工して余分な検討時間を省きたくなるものである。しかし、建築技



図一7 Sundberg 標準曲線図

術者として担当建築物について下記の要素が確認できた際には、是非とも統合接地方式を採用すべく検討・調査を実施して施工計画を練り上げることをお勧めしたい。

- ・IT環境の充実が重要視される複合用途ビル、データセンター、テナントビル、オフィスビル、工場等の用途である。
- ・建物構造が鉄骨造、鉄筋コンクリート造である。
(ただし、鉄筋コンクリート造の場合は、構造物の電気的接続性が確保出来るか、事前に構造監理者に確認する必要がある)
- ・施工場所の敷地面積が狭い。

上記の様な施工物件・施工条件であれば、基礎躯体を接地極として代用可能か判断するため、施工場所において大地抵抗測定を行う必要がある。それがクリア出来た場合、建物構造体を導体として利用でき、個別接地極の省略、良質の接地抵抗値の確保が可能となり、外部雷保護システムが担保される。また、建物内の導電性部分を等電位ボンディングするためのサージ保護デバイス (SPD) の設置場所の検討・計画は鉄骨建て方前までに完了すれば十分に間に合い、多少の検討期間の余裕は取れる。

現在の高度IT社会において、顧客に対し、より高い接地機能である統合接地方式を備えた建物を提案・施工することは、顧客満足を得るだけでなく、施工者側の省力化、瑕疵・メンテナンス低減、技術者としての知見向上などのメリットも享受できると考える次第である。

参考文献

- 1) JIS A4201:2003 建築物等の雷保護 解説
- 2) 高橋健彦：接地・等電位ボンディング設計の実務知識, Ohmsha, 2003.
- 3) 音羽電機工業(株) 技術資料