

戸建住宅基礎の接地効果

Estimate the Earthing Resistance of the foundations of Detached House.

中村 秀親^{*1}

Hidechika Nakamura

Synopsis

"Foundations Earth Electrode" is a earthing system that uses foundations of a building as a earth electrode. This earth system is defined by IEC (International Electrotechnical Commission) standards, Interpretation of technical standards for electrical equipment, and Japanese Industrial Standards (JIS-A-4201) .

The foundations of the detached house is reinforced concrete and can be used as a earth system. And the housing foundations can be constructed as a safe and reliable earth system. However, at the present time, the practical use of the earth electrode as a substitute for the detached house foundation has not been achieved.

In the future, the "Smart House", which has been automated by IoT, will be rapidly developed, and safety related to the electrical equipment in the house, stable operation of information and communication equipment, and lightning surge protection measures will be important. Therefore, it is necessary to strengthen the earth system of the detached house.

Keywords : 構造体接地, 戸建住宅基礎, 等価表面積置換法
Foundations Earth Electrode, Foundations of the Detached House

1. はじめに

オフィスビル等の建築物において、地表下部分の鉄筋コンクリート構造体を接地極として代用する「構造体接地」という考え方は、IEC（国際電気標準会議）規格や電気設備技術基準解釈および日本工業規格（JIS-A-4201）において定義されており、広く実用化されている。一方、戸建住宅の基礎も鉄筋コンクリート造であり、接地極として代用することで信頼性の高い接地システムを構築できるものと考えられる。しかしながら、現在まで、戸建住宅基礎の代用接地極の実用化には至っていない。

近年、再生可能エネルギーを利用したスマートハウスの普及により、住宅の電気設備に係わる電気安全、情報通信機器の安定稼働、雷サージ防護対策を実現するためには、接地設備を強化する必要がある。その方策として、鉄筋コンクリート造の住宅基礎を接地極として代用することは有意性があり、実用化することは大きな関心事である。

そこで本稿では、各種接地抵抗の推定方法から、戸建住宅基礎の接地効果について検討した。

2. 鉄筋コンクリート造構造体の接地抵抗の推定

参考文献¹⁾²⁾により、戸建住宅基礎の代用接地極の有用性は報告されている。今回は、等価表面積置換法を用いた接地抵抗の推定方法から、住宅基礎の接地効果の検証を行った。

2.1 等価表面積置換法による接地抵抗の推定

等価表面積置換法とは、接地抵抗が電極の表面積に依存するという考えから任意形状の電極の表面積を計算し、それと等価な表面積をもつ半球状電極に置換して接地抵抗を計算する手法である。

図1に示すように直六面体電極と大地と接触している5面（側面 $(2ac+2bc)$ ＋底面 (ab) ）の表面積 S を計算し、それと等価な表面積を持つ半球状電極に置換する。そして半径 r を式(2-1)で計算する。

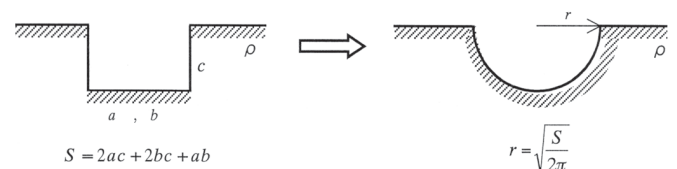


図1 半球状電極への置換

$$r = \sqrt{\frac{S}{2\pi}} \dots \dots \dots \text{式 (2-1)}$$

半径 r の半球状電極の接地抵抗は、式(2-2)で

^{*1} 所員 建築・環境学科

Dept. of Architecture and Environmental Design, Kanto Gakuin Univ.

算出することができる。

ここで、 ρ は大地抵抗率を示す。

$$R = \frac{\rho}{2\pi r} \dots \dots \dots \text{式 (2-2)}$$

2.2 形状係数法による接地抵抗の推定

戸建住宅基礎は複雑な形状をしており、前述した等価表面積置換法の直六面体で半球状電極に置換することは厳密な方法ではない。解析解や理論式の無い複雑な形状の接地極の接地抵抗を推定する方法として、接地極の形状を考慮した形状係数法がある。

スケールモデル電極を使用した接地シミュレーション（水槽モデル実験（図2））により住宅基礎モデル電極の形状係数Kを求め、式（2-3）により接地抵抗Rを算出することができる。

$$R = K \frac{\rho}{L} \dots \dots \dots \text{式 (2-3)}$$

ここで、K; 形状係数、 ρ ; 大地抵抗率 [$\Omega \cdot m$], L; 構造体の代表的寸法 [m]

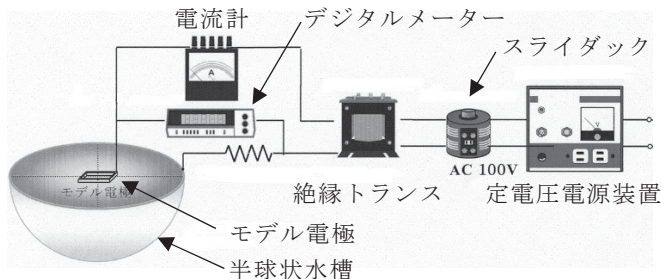


図2 水槽モデル実験の概要図²⁾

3. 戸建住宅基礎の接地抵抗の推定

3.1 住宅基礎の形状

木造住宅工事共通仕様書（住宅金融公庫基準適合）によると、戸建住宅の基礎には布基礎、べた基礎などの種類があり、いずれも鉄筋コンクリート造である。今回は一般的な基礎形状である布基礎についての接地効果を検証する。布基礎と住宅基礎の概形を図3に示す。布基礎が大地と接触している部分は布基礎の側面部分と底面部分となるため、この面が接地効果を示すと考えられる。

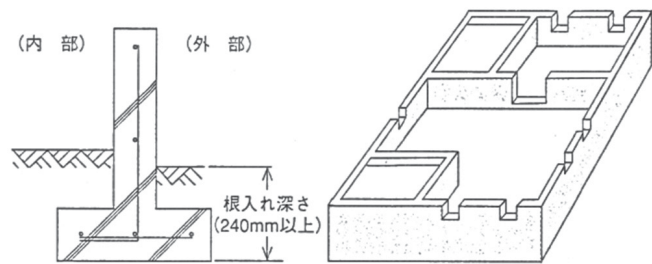


図3 布基礎と住宅基礎の概形⁴⁾

3.2 モデル住宅基礎の接地抵抗の推定

10種類のモデル住宅基礎形状について、大地と接触している基礎面の表面積から、等価表面積置換法を用いて接地抵抗値の推定を行った。ここで、基礎の側面部分について、基礎の内側には接地効果がないものと仮定し、図4に示す2つの表面積により接地抵抗の計算を行った。モデル住宅基礎の形状と等価表面積置換法の換算表面積を表1に示す。

- ① 基礎の外側面と底面に接地効果がある
- ② 大地接触面全てに接地効果がある



図4 等価表面積換算面積の考え方

表1 モデル住宅基礎の概要

記号	モデル住宅基礎形状	基礎投影面積 S[m ²]	表面積 ① S ₁ [m ²]	表面積 ② S ₂ [m ²]
A		111.5	45.03	70.31
B		124.0	52.71	82.36
C		124.0	50.09	78.27
D		165.0	59.12	92.50
E		125.3	51.52	80.53
F		115.9	51.94	81.20
G		158.4	59.63	93.30
H		73.9	40.83	63.69
I		153.0	60.58	94.81
J		81.0	38.92	60.69

表 1 に示すモデル住宅基礎の換算表面積の値から等価表面積置換法を用いて接地抵抗 R_{S1} 、 R_{S2} の計算を行った結果を表 2 に示す。ここで、大地抵抗率は未知数のため、 $\rho = 1 [\Omega \cdot m]$ として計算を行った。

表 2 等価表面積置換法による接地抵抗値の推定

記号	表面積 ① $S_1 [m^2]$	接地抵抗 ① $R_{S1} [\Omega]$	表面積 ② $S_2 [m^2]$	接地抵抗 ② $R_{S2} [\Omega]$
A	45.03	0.059	70.31	0.048
B	52.71	0.055	82.36	0.044
C	50.09	0.056	78.27	0.045
D	59.12	0.052	92.50	0.041
E	51.52	0.056	80.53	0.044
F	51.94	0.055	81.20	0.044
G	59.63	0.052	93.30	0.041
H	40.83	0.062	63.69	0.050
I	60.58	0.051	94.81	0.041
J	38.92	0.064	60.69	0.051

3.3 水槽モデル実験との比較

参考文献²⁾に、前述の 10 種類のモデル住宅基礎について水槽モデル実験を行い、算出した形状係数をから形状係数法による接地抵抗 R_K の推定を行った報告がある (表 3)。

ここで、大地抵抗率 $\rho = 1 [\Omega \cdot m]$ とする。

表 3 形状係数法による住宅基礎の接地抵抗値

記号	代表的寸法 $L [m]$	形状係数 K	接地抵抗値 $R_K [\Omega]$
A	12.60	0.87	0.0694
B	13.62	0.92	0.0673
C	14.18	0.94	0.0663
D	17.80	1.17	0.0658
E	14.18	1.02	0.0718
F	15.75	1.11	0.0702
G	18.23	1.22	0.0667
H	10.26	0.76	0.0743
I	9.23	0.56	0.0611
J	9.18	0.66	0.0721

等価表面積置換法による接地抵抗値 (R_{S1}, R_{S2}) と形状係数法による接地抵抗値 (R_K) について、投影面積に対する接地抵抗値を比較したものを図 5 に示す。各推定方法とも、投影面積が大きくなるに従い接地抵抗値は小さくなる。接地抵抗の推定値は、形状係数法が最も高い数値となっている。等価表面積置換法により推定した接地抵抗値は面積に反比例するため、 $R_{S1} > R_{S2}$ となる。

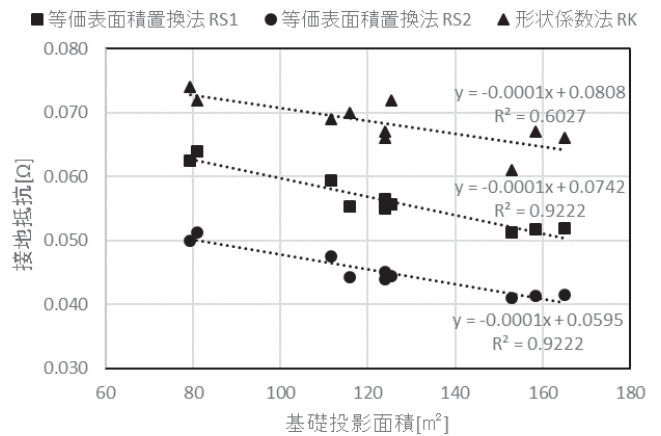


図 5 水槽モデル実験による推定接地抵抗との比較

4. まとめ

水槽モデル実験による形状係数法から算出した接地抵抗 R_K に対し、等価表面積置換法の基礎の外側面と底面のみ接地効果があると仮定した接地抵抗 R_{S1} は、大地接触面全面で推定した接地抵抗値 R_{S2} よりも全ての住宅モデル基礎において近い値を示した。実際のモデル住宅基礎形状を基に、水槽モデル実験による形状係数法から推定した接地抵抗値は、理論上、正確な値である。このことから、戸建住宅基礎の代用接地極としての接地効果は、基礎の外側面および底面のみ期待できると考えられる。

今回は、過去の研究成果を基に戸建住宅基礎の接地効果を検討したが、今後は、住宅基礎の接地抵抗の実測値と各種推定方法の接地抵抗値との比較検討が必要となる。

参考文献

- 1) 右田理平, 高橋健彦:「戸建住宅基礎の代用接地極に関する基礎的検討」, 電気設備学会誌, Vol.24, No.4, 2004 年
- 2) 右田理平, 北村健司, 高橋健彦:「戸建住宅基礎の接地抵抗の推定」, 電気設備学会誌, Vol.25, No.4, 2005 年
- 3) 神山編著: 木造住宅の断面設計, 彰国社, 1985
- 4) 木造住宅工事共通仕様書, 住宅金融普及協会