

同表に示すように比較してみると誤差率は-4.7%~3.6%の範囲となり、ほぼ良好な一致をみた。

表 12 接地抵抗の推定結果の比較  
( $\rho=100[\Omega \cdot m]$ の場合)

Table 12 Comparison of earthing resistance of the electrode (In the case of  $\rho=100[\Omega \cdot m]$ )

	形状係数法	計算式	誤差率
棒状電極	61 $\Omega$	64 $\Omega$	-4.7%
板状電極	33 $\Omega$	35 $\Omega$	-5.7%
円板状電極	173 $\Omega$	167 $\Omega$	3.6%

一方、円柱状電極の場合は解析解および近似算定式が存在しないため、半球状電極をもとに等価表面積、等価体積置換法による比較を試みる。

等価表面積置換法は、JIS-A-4201:1992<sup>3)</sup>で構造体基礎の接地抵抗を推定する方法として用いられていた手法である。

等価体積置換法はわが国ではあまり用いられていないが、ヨーロッパにおいて、近似計算方法のひとつとして採用されている。ここでは参考として2つの置換法を用いて比較してみた。その結果を表13に示す。

形状係数法で得られた接地抵抗と比較してみると全体的に等価表面積置換法では近似した値となり、等価体積置換法ではやや高めに計算される傾向がみられた。

表 13 円柱状接地極の接地抵抗の比較  
( $\rho=100[\Omega \cdot m]$ の場合)

Table 13 Comparison of earthing resistance of the cylinder type electrode (In the case of  $\rho=100[\Omega \cdot m]$ )

パターン①

Pattern ①

半径[m]	長さ[m] (代表的寸法L)	形状係数K	推定接地抵抗[ $\Omega$ ]		
			形状係数法	等価表面積置換法	等価体積置換法
0.50	1.0	0.231	23	20	22
1.00	1.0	0.267	13	13	14
1.50	1.0	0.307	10	10	10
2.00	1.0	0.326	8	8	9
2.50	1.0	0.349	7	7	7

パターン②

Pattern ②

半径[m]	長さ[m] (代表的寸法L)	形状係数K	推定接地抵抗[ $\Omega$ ]		
			形状係数法	等価表面積置換法	等価体積置換法
0.50	1.0	0.231	23	20	22
0.50	2.0	0.279	14	15	17
0.50	3.0	0.340	11	12	15
0.50	4.0	0.381	10	11	14
0.50	5.0	0.407	8	10	13

5. あとがき

解析解のない形状の接地抵抗を推定する方法として形状係数法による接地シミュレーションについて検討した。その結果、解析解のある円板状電極に対しては誤差率3.6%、近似計算式のある棒状、板状電極に対してはそれぞれ誤差率-4.7%および-5.7%であった。さらに、円柱状電極に対しては等価表面積置換法による結果と良好な一致をみた。

このことは、形状係数法の有用性を確認できるものである。この方法は簡便であり、あらゆる形状に対する応用範囲は非常に広い。

今後、更に精度を高める工夫(例えば半球状水槽の大きさ、モデル電極の加工)を検討し、接地抵抗の推定手法のひとつとして確立していくつもりである。最後に、本研究は平成16年度厚生労働科学研究費補助を受けていることを付記する。

参考文献

- 1) 山川修平, 高橋健彦:「形状係数法による接地抵抗の推定」, 電気設備学会テーマ付研究会, GB04-7-7, 2004年
- 2) 高橋健彦, 川瀬太郎:「接地電極の形状係数法の推定法」, 電気学会論文誌 Vol.103-B, No.12, pp.854, 1983年
- 3) JIS-A-4201:1992

やま かわ しゅう へい  
山 川 修 平

1979年1月10日神奈川県生まれ。2003年3月関東学院大学建築設備工学科卒業。2005年3月関東学院大学大学院工学研究科建築学専攻博士前期課程終了。同年4月、(財)電気安全環境研究所入所予定。

たか はし たけ ひこ  
高 橋 健 彦

関東学院大学工学部建築設備工学科教授、工学博士(東京大学)、(社)電気設備学会理事、(社)建築設備技術者協会理事、副会長、雷保護システム普及協会理事、(財)関東電気保安協会評議

# 100/220V における感電危険性の比較

— IEC 479-1 Third edition 1994-09 に基づいた一考察 —

本山建雄\*, 冨田 一, 崔 光石 (産業安全研究所), 中田健司(テンパール工業)

Differences between 100V/220V on Electric shock hazards

Tatsuo Motoyama, Hajime Tomita, Choi Kwang-seok (National Institute of Industrial Safety), Kenji Nakata (Tempearl Co., LTD)

## 1. まえがき

日本での配電電圧は 100V を主とし, それに加えて単相 3 線式, 三相 3 線式などが使用されている。主配電電圧を 100V 台としている国は米国, カナダなど少数であり世界的には 200V 台の配電電圧が主流となっている。国内でも, 国際化に合わせて, また, 地球温暖化防止に向けて 200V 台の配電電圧が提案されており, (社)日本電機工業会では配電電圧昇圧のための提言<sup>1)</sup>をまとめている。その中で省エネ効果は CO<sub>2</sub> 換算で 300 万トンが期待できるとしている。このような状況のもとで, 仮に, 対地電圧 200V 台の電圧が工場, 事務所そして一般家庭で使用されるようになった場合を想定して 100/220V の感電危険性について IEC 479-1 Third edition 1994-09 をもとに通電部位とインピーダンス, 人体通過電流を算出し, 人体の感電危険性について検討を行ったので報告する。なお, 感電時の危険性は算出した値の他に靴, 衣服などの抵抗を含めて評価する必要がある。

## 2. 算出方法

IEC 479-1 1994-09 には「大きな接触面積に対する交流 50/60Hz, 手から手の電流路の場合の全身体インピーダンス」が表として示されている。また, 人体の各部位間による差異, 及び心室細動に及ぼす比率等も示されている。

図 1 は, これらを元に算出した数値のグラフであり, 全身体インピーダンスとしては平均ではなく危険側の 5% の人のデータ「母集団の 5%」を採用している。また, 皮膚のインピーダンスは, 接触電圧にほとんど依存しないインピーダンス(「漸近値」)を全身体インピーダンスから除いた値としている。なお, 皮膚の抵抗が小さい場合のインピーダンスは「漸近値」とした。

## 3. 結果及び検討

図 1 に示す通り, 220V における人体の各部位間のインピーダンスは 100V の場合よりも小さく, 結果として, 人体を通過する電流は大きくなるのがわかる。感電の影響は電流の大きさと持続時間によって異なるが, 皮膚が濡れるなどにより, 皮膚の抵抗が減少した場合には, IEC 479-1 に示される筋肉の自由がきかない範囲, さらに, 危険な心室細動の領域に入る場合もあり, 220V の場合に危険性が高いことを示している。

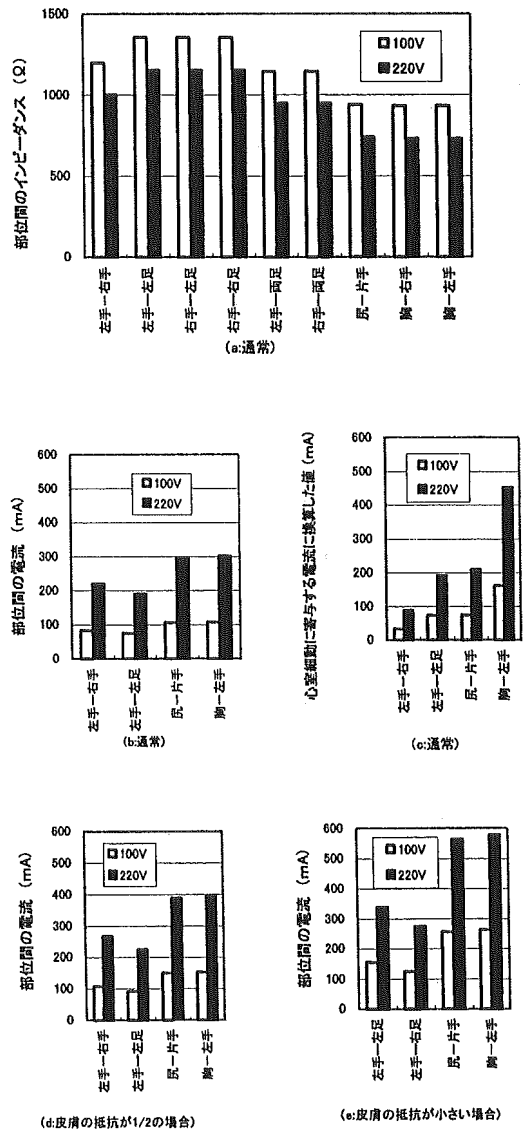


図 1 100/220V 電路における感電危険性の比較

### 参考文献

1) 配電電圧昇圧と電線地中化推進のための提言, 「電線地下埋設等検討委員会」活動報告, 2001 年 3 月, (社)日本電機工業会