

## 通信用電源の話 ～直流 48V の安全性と+極接地～

株式会社NTTファシリティーズ総合研究所  
EHS&S研究センター 上級研究員  
山下 隆司

通信用電源は現在でも主流は直流 48V である。この直流 48V については以前の当コラムで、音声伝送用の電源として初期の電話機に内蔵されていた一次電池に代えて、電話局から電話機に給電するようになった時から使われており、その伝送距離や安全性を考慮してこの電圧になった、と述べた。さらに、この時には触れなかったが、正確にいうと+極側が接地されている「直流-48V」が使われている。

通信用の直流-48V について、その発祥についてしばしば疑問を持たれることがあるため、今回はこの点について述べる。ただし直流-48V が使用され始めたのは 100 年以上前であり、その発祥について明確に記述されたものが残っているわけではないので、あくまでも筆者が耳にしたことにデータの裏付けを行って、「おそらくこのような理由であろう」という形でまとめたものである。その点をご了解いただきたい。

まず 48V という電圧の安全性について述べる。直流 48V は電話の加入者線（電話線）経由で電話機に給電されているため、万一電話機の利用者が電話線に直接触れた場合にも安全であることが望ましい。感電時の人体への影響は、人体に流れる電流値とその周波数、人体内を流れるルートで決まるとされている。電流値が大きくなると流れる時間も大きな要素となる。周波数の影響については、商用交流の周波数（50Hz または 60Hz）付近が最も危険で、直流や高周波になると危険性が下がるといわれているが、人体への影響の話なので、直流や周波数を変化させたときの危険性についての定量的なデータがしっかりと揃っていないわけではない。従ってここでは、安全側を見て商用交流の周波数での危険性について述べることにする。商用交流は最も身近であることから、感電事故の実際の事例や危険性に関する判断事例が比較的多く揃っている。

人体への危険性という点では、電流が流れることによる心臓への影響が最も大きいと考えられており、商用交流に触れて感電した場合の心臓の反応を基準に危険性が述べられていることが多い。それによると、1～5mA 程度まではピリッと感じるが、苦痛など生理的な影響を与えない範囲である。10～20mA になると苦痛を伴うショックが起こり、筋肉の収縮による感電場所からの離脱の限界とされている。50mA 程度になると心臓の機能が低下して

呼吸困難になるなど、生命への危険が起こり始める電流である。従って電流値では10~20mA程度以下に抑えておく必要がある。

これに対して対象部位の電圧という点ではどうだろうか。人体の抵抗値が決まっていれば、単純に先ほどの10~20mAの電流値に人体の抵抗値をかけ合わせればよいが、人体の抵抗値は特にその接触部分の状況で大きくばらつく。感電する場面の最も一般的な状況として、手指で商用交流に接触して、腕や胴体、足を経由して大地に感電電流が流れる場合を考える。人体の抵抗値のうち、特に人体が商用交流に接触する部分（主に手指）の抵抗値と人体から大地に流れる部分（主に足裏と地面）の抵抗値は大きく変化する。裸足で濡れた地面に立ち、素手で対象部位に接触した場合は最も危険だが、通常の靴を履くだけで大きく改善できる。このように危険な電圧について一概に述べることは難しい。

そこで目安程度であるが以下に簡単に計算してみる。まず人体の内部組織の抵抗は1k $\Omega$ 程度でほぼ一定値とされており、接触抵抗は乾燥時には100k $\Omega$ ~1M $\Omega$ 程度であるが、湿潤時は500 $\Omega$ 程度まで低下するといわれている。この条件では、人体抵抗は最低値で1.5k $\Omega$ になり、感電電流を先ほどの10~20mA程度に抑えることとすると、対象部位の電圧は、15~30Vと計算できる。生命の危険が及ぶ電流である50mAを基準にすれば、75Vとなる。従って48Vという電圧は、湿潤時の悪条件において、感電の苦痛は覚えるが、生命に危険が及ぶまでには至らない電圧である（靴を履いた状態であればこれらの反応はさらに緩和される）。

以上の議論は商用交流を前提としたもので、直流の方が人体の反応は軽微（同じ電流値であれば商用交流の方が直流より5倍程度反応が大きいとの文献もある）であるとか、男性と女性では男性の反応の方が軽微であるという報告もある。何より接触状況によって異なるため、人体への危険性についてはばらつきの要素が大きい。従ってあまり確定的な印象を持つことは危険だが、48Vという電圧は最悪条件を考慮してもおおむね安全な電圧領域と考えられる。

次に-48V電源の+極接地の理由について考えてみる。通信用電源の48Vは先に述べたように、電話機の通話用の電源とするために電話局から電話線を通じて電話機に供給している。電話線（=給電線）は、例えば落雷の誘導電流が流れた時などに危険が無いよう片線が接地（大地に接続）されている。接地されていないと電話線の電圧が危険な電圧に上昇する可能性があるが、片線を接地して誘導電流を大地に速やかに流すようにすれば、電話線の電圧は供給電圧である48Vから大きく上昇しないためである。これは家庭に供給されている商用交流でも同様で、片線が接地されている。

ただし、電話機の利用者宅で片線を接地していると、電話線に流れる電流以外に大地を流れる迷走電流（電話線という本来流れるべきルート以外を流れる電流）の影響で接地部分の金属（銅、アルミ、鉄など）が腐食する可能性がある。腐食は金属がイオン化して流出し、酸素と結合して酸化物を形成することであるが、+極接地と-極接地では状況が異なる。イオン化した金属は+に帯電しているため、-極接地の場合はイオン化した金属が大地に流れ出してしまうが、+極接地の場合は大地には流出しない。これは-極接地の場合は金属の腐食が進行するが、+極接地の場合は腐食が進行しないことを表している。

電源の送出側（電話局等）では接地極に流れる迷走電流の向きは逆になるため、接地極には腐食しにくい金属を使うなどの配慮が必要であるが、電話機側では+極接地の場合は接地極の腐食を気にする必要性が少なくなる。最初にも述べたとおり、このような根拠については明確に記述したものがあってもいいが、少なくとも接地極の違いによる金属腐食の可能性が明らかに異なるため、これが+極接地が妥当な理由と考えてよいのではないかとと思われる。

もともと電話局からの給電は、現在のようなスマートフォンや携帯電話がなく固定電話が唯一の通信手段であった時代に、停電時にも使用できるように設計されたものである。現在でもアナログ回線や ISDN 回線（何れも銅線を使用したいわゆるメタル回線）では、通信ビル等から給電されているため、停電時でも電話機で「かける・受ける」という基本機能は使用できるようになっているが、あまり知られていないかもしれない。もちろん、停電時は留守番電話機能等の付加機能や液晶ディスプレイ等の表示、コードレス受話器等は使用できず、通常時とは異なる呼出音が鳴るなどの違いがあるので注意が必要である。

(2021年1月8日 山下 隆司)

※掲載された論文・コラムなどの著作権は株式会社NTTファシリティーズ総合研究所にあります。これらの情報を無断で複製・転載することを禁止いたします。また、論文・コラムなどの内容を根拠として、自社事業や研究・実験等へ適用・展開を行った場合の結果・影響に対しては、いかなる責任を負うものでもありません。

ご利用になりたい場合は、「お問い合わせ」ページよりご連絡・ご相談ください。