

通信用電源の話 ～交流給電の接地系～

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

前回のコラムでは、通信ビルにおける直流給電を前提とした接地系について述べたが、今回は交流給電の接地系をとりあげる。もともと通信ネットワーク設備の主要部分（通信機能に直接関与する部分）は直流給電で動作しており、交流給電は主要部分以外の附帯設備向けという位置づけで、直流給電に比べて使用する電力量も少なかった。ただし附帯設備とは言っても、動作が停止すると通信サービスに何らかの影響を与えるため、交流給電もなるべく高信頼となるよう、直流48Vからインバータで交流100Vに変換して給電するのが標準的である。直流48V給電では+側を接地しているが、交流給電では給電線のいずれも接地することはなく、絶縁（非接地）状態で給電している。

そもそも給電線のいずれも接地していない（非接地の）場合、給電線（直流では2本、交流では2本または3本）の1線が地絡（接地電位に接触）した場合でも、過大電流が流れるような事故には至らない。誤って人が給電線に接触した場合でも、人体を伝って大地（接地電位）に電流が流れにくいため、感電事故の危険性は小さいというメリットがある。しかし、給電系が大地から“浮いて”いるため、給電系全体の電位が確定せず、誘導雑音等に影響される可能性がある。また、交流系において高圧トランスの高圧・低圧巻線が接触した場合（混触事故）のように、給電線に高電圧部分が接触した場合には、通常は低電圧であるはずの給電線に高電圧が発生するという危険性がある。

給電線のいずれか1線を接地した場合は、接地していない方の給電線が地絡すると過大電流が流れる事故に発展する。また接地していない方の給電線に人が誤って接触した場合には、大地（接地電位）に電流が流れるルートができるため、感電の危険性が高い。しかし、給電線が高電圧部分と接触した場合には、大地に電流が逃げるため、その電流を検出して回路を遮断することで、非接地の場合と比べて安全性を担保することができるというメリットがある。

直流48Vは片線（+側）を接地しているため、接地していない方の給電線に接触した場合には大地への電流ルートができるが、大地との電位差は給電電圧の48Vを超えることはないので、感電する危険性は低い。また、電話局から加入者宅までの電話線に落雷等によって過大電圧が発生した場合でも、サージアブゾーバを併用して大地へ雷サージ電流を逃がすことにより、急な電圧上昇を抑えられる。これに対して通信ビル内の交流給電では、

通信ビル内の限られた給電であり、直流 48V から変換していることもあって、落雷や商用電源からの誘導雷の影響も含めて過大電圧が重畳する可能性が少ないため非接地の給電で問題ないのである。

現在は IP 系のネットワークが主流になり、通信ビルでもデータセンターのように交流で動作する設備が大量に設置される事例も増えてきた。この場合には直流 48V から交流に変換して給電するのではなく、大容量の交流無停電電源装置（UPS）を用いた交流給電となっている。このような場合でも、通信ビルの接地系は前回コラムで記載したような統合接地に基づいて設計するのが基本であるが、交流系が主体となった場合には少し考慮すべき点がある。

直流給電の場合、整流装置は入力交流電源と出力の直流 48V 間は回路構成上絶縁されており、入力側の交流電源の接地条件に関わらず整流装置の出力側を自由に接地電位と定めることができる。これに対して交流給電系で用いられる最近の UPS は、高効率化と小形化のために変換回路（整流器とインバータ）をトランスレスとする場合があり、さらにバイパス回路が UPS の入力側と出力側を直結するため、通常は非絶縁と考えておいた方がよく、UPS の出力側の接地は入力側の接地状況によって限定される場合がある。これは UPS 出力側の接地状況を、直流給電系の整流装置のように自由に選択できないことを意味する。

数 100kVA 以上の大容量 UPS では高圧入力となることが多く、UPS 内部（変換回路とバイパス回路のそれぞれの系統）に AC6.6kV を AC200V に変圧するような高圧トランスが内蔵されるので、この場合は UPS 入力側の接地状況は UPS 出力側に影響しない。容量の小さい UPS においても、UPS 入力側の接地状況の影響を受けないように入力側や出力側にトランスを挿入することがある。

接地系を検討する上で、大容量の UPS の出力形式として三相 3 線式と三相 4 線式の違いは大きく影響する。国内で主に用いられてきた三相 3 線式は、3 台のインバータを Δ 状に接続し、その接続点から三相の出力を取り出す構成である。この構成では、出力の何れか 1 線を接地することはせず、通常は非接地の状態では給電する。接地する場合には出力側に Δ -Y 変換のトランスを追加し、Y 巻線の中点を接地する。

海外で主に用いられており、近年では国内でも適用例がある三相 4 線式 UPS は、3 台のインバータを Y 状に接続し、中性点の接地電位とその他の三相出力を合わせて 4 線を取り出す方式である。この UPS では UPS 入力側の接地電位と、UPS 内部の直流バスの片線、及び出力の中性点が接続され、UPS の出力は接地が決まった状態で給電する。この UPS は出力の相間電圧が 400V 系、中性点（接地電位）と各相の電圧が 230V 系というように、トランスを介さずに 2 種類の電圧が供給でき、海外に多い 230V 系の設備に直接給電できることがメリットとなっている。国内では 230V で給電できる設備が少ないため、結局出力側にトランスを追加して使用することになり、本来のメリットが得にくい、UPS の内部で接地電位がし

っかり固定されていることは、誘導ノイズの影響を受けにくい可能性がある。

一例として、電源ケーブルに接地端子を持つ海外製の設備に対して、国内仕様の非接地のUPSから給電した場合に、ルータ間の接続試験で正常性が確認できない事例があった（国内仕様のルータでは問題は生じなかった）。これは非絶縁のUPSからのコモンモードノイズの影響であった可能性が高く、最終的には給電系にノイズカットトランスを挿入して解決できたが、接地・非接地の違いはこのようなノイズ起因によるトラブルを発生させる可能性がある。

交流給電系が主体となった場合の給電系では、直流給電系で1線を接地したような明確な必要性はなく、また整流装置と異なりUPS入力側の接地状況に影響される可能性があるため、トランスの有無を含め、接地・非接地の特徴を十分考慮して接地系の設計を行う必要がある。

(2021年5月10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写・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。