

通信用電源の話 ～直流 48V 給電は高信頼～

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

直流 48V^{*1} 給電は、通信用電源に要求される「高信頼」という特性を実現しやすい方式である。

初期の通信用電源は、直流 48V の組電池（約 2V の単電池を直列に接続したもの）を 2 組設置し、1 日単位で交互に充電・放電を繰り返すものであった。蓄電池は現在と異なり開放型の鉛蓄電池であり、補水等のメンテナンスが必要だが、電解液量や比重などにより電池の状態を目視で点検しやすいものでもあった。従って給電システムは充電が完了した蓄電池と給電線だけであり、しかも 1 日単位で放電できる容量を持っていたため電圧低下が緩やかで、特別の電圧安定化が必要ないという意味でもシンプルな構成であった。さらに蓄電池の内部インピーダンスが低いため、短時間であれば給電先で短絡等の事故が発生しても電流を供給でき、短絡回復（事故発生部分のヒューズでの切り離し、または短絡物質の溶融による回復など）後は継続して給電することができた。このように給電系の構成要素が少なく、電源側（蓄電池）が自らダウンする可能性が少ないシステムであったことが「高信頼」の所以である。

その後電話需要の拡大に伴って直流 48V の供給電力が増大したため蓄電池容量が膨大となり、充電する電動発電機も大容量のものが必要となった。このことから、電動発電機で蓄電池を充電しながら、負荷である通信ネットワーク機器にも電力を供給するという「浮動充電方式」が導入されることとなった。実際には時間帯によって交互充放電方式と浮動充電方式を使い分けるという時期を挟んで、1954 年以降は全て、現在も使用されているような浮動充電方式が導入されていくこととなった（前者を部分浮動充電方式、後者を全浮動充電方式と呼ぶ）。

交互充放電方式では 2 組の蓄電池がそれぞれ負荷の通信ネットワーク機器に 1 日（24 時間）給電する容量が必要なのに対して、浮動充電方式では蓄電池からは停電時のみ給電すればよいため、蓄電池容量を劇的に少なくすることができた。24 時間放電の蓄電池 2 組に比べて、現在のように標準の停電バックアップ時間である 3 時間の蓄電池と比べると、蓄電池容量は 1/16 となるため、この方式変更による蓄電池容量の低減効果は大きかった。

この方式が実現できた背景には、初期の電動発電機の電圧安定化技術が改良され、安定度の高い自動電圧調整の技術が進展したことがあげられる。1940 年頃からは半導体であるセレン整流器が普及し始め、小容量の領域から電動発電機に代わるいわゆる「静止型」の整流装置^{*2}の導入が始まり、1955 年には大容量の領域でも静止型の整流装置が開発された。その後はセレン整流器に比べて小型で耐電圧の大きいシリコンダイオード、電圧制御機能のあるサイリスタ、高周波で動作するバイポーラトランジスタ、電界効果トランジスタ（MOSFET）、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（IGBT）を採用した、小型で損失の少ない整流装置へと続いていく。

現在の直流給電系は、商用交流を整流して直流 48V を出力する整流装置、整流装置の出力側に接続される短時間バックアップの蓄電池、負荷設備への給電線と、長時間停電のバックアップとしてのエンジン発電機で構成されている。比較的電力容量が少ない通信ネットワーク機器（ボックス局等）では、エンジン発電機を設置する代わりに、長時間放電ができる大容量の蓄電池を設置したり、移動発電機の接続端子を準備している場合もある。

浮動充電方式の整流装置と蓄電池で構成される直流 48V システムは、1980 年代後半までは通信ビルの 1 階や地下 1 階の電力室に集中設置され、電力室から通信ネットワーク機器が設置される通信機械室までは、銅またはアルミ製の板状導体で共通に配線していた（これを集中給電方式という）。現在では、整流装置や蓄電池は通信ネットワーク機器の機能群（交換機や伝送装置など）ごとに設置される分散給電方式が主流であるが、ここでは集中給電方式の前提で直流 48V 給電の信頼性について考えてみたい。

蓄電池は標準的には 3 時間バックアップのため、初期の頃の 1 日単位で放電する電池と比べると容量が小さく、従って放電に伴う電圧低下も大きい。負荷の通信ネットワーク機器には定格電圧 48V に対して 43V 以上の電圧を給電する必要があるため、何らかの方法で蓄電池電圧の低下を補償する機能が必要となる。電圧低下を補償する方法としては、放電に従って蓄電池の直列数を増やしていく方法、放電初期はダイオードなどを通して電圧を下げておき放電に従ってダイオードを短絡して電圧を上げる方法、低下した分の電圧を DC-DC コンバータで追加する方法などがある。また長時間停電にはエンジン発電機を起動して給電する。

標準的な直流 48V 給電方式は、初期の組電池だけで給電するという構成に比べて、給電継続のためには複数の設備が関係しており、その分給電信頼度を低下させる可能性がある。しかし停電のほとんどは短時間停電ということもあり、短時間停電や負荷短絡など非常に短時間のトラブルに対しては、蓄電池と給電線だけが寄与する非常にシンプルな給電系と考えてよい。集中給電のシステムでは 3 時間保持の蓄電池とは言っても容量が大きいため、

負荷側で短絡事故があっても、短絡部分がヒューズ等で切り離されれば（ヒューズを遮断するエネルギーは蓄電池から供給される）、電圧低下の影響は限定的である。給電には板状導体が使われていたことから、ケーブル配線のように過電流で発熱・発火する可能性がないため、組電池を含めて 48V の給電側には過電流による遮断機能が無く、給電側がダウンする可能性が非常に小さいことも高信頼の要因である。

一方長時間停電の場合は、蓄電池電圧の補償機能やエンジン発電機の起動など、給電を継続するために関係する設備が増えてくる。基本的には蓄電池でバックアップしている間にエンジン発電機を起動して給電を継続するが、停電からエンジン発電機の給電に切り替わる時間（交流電源が停止している時間）は、システムが正常に動作した場合は、大規模な通信ビルでも 10 分程度以下であるため、蓄電池で余裕をもってバックアップできる。蓄電池の保持時間を 3 時間としているのは、万一エンジン発電機が起動しなかった場合に保守者が駆けつけて再起動の対応を行う時間と、エンジン発電機が故障で復旧しなかった場合に移動用電源車が当該ビルに駆けつけて給電する時間を見込んでいる。このように単に装置の故障確率を下げるだけでなく、故障発生時の復旧オペレーションを含めて、通常考えられる範囲では「絶対に落ちない」レベルに給電信頼度を確保しているのが、通信用の直流 48V なのである。

- *1 直流 48V（定格電圧であり、実際には 43V～53V の範囲で変動する）は、加入者線（銅線）を經由して電話局から電話機へ供給されることから、電話機内で必要な電力を確保することと安全性を考慮してこの電圧が採用されたと考えられる。直流で 60V 以下の電圧であれば、直接接触しても通常の状態では人体に影響を与えないと言われている。また電話局内の通信装置への給電には直流 48V 以外に直流 21V も存在した。
- *2 整流装置は商用交流を整流して安定な直流電圧を出力する装置である。蓄電池を充電しながら負荷に給電する場合は浮動用整流装置（または単に整流装置）、充電専用で用いる場合は充電用整流装置と呼ぶ。整流装置は整流器という場合もあるが、半導体素子としての「セレン整流器」で用いる整流器という表現と混同する可能性があるため、ここでは整流装置とした。

（2020 年 3 月 2 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。