コンパクト形受配電設備・機器の最近の動向

三二解説

中 瀬 光 博 (株)東芝 施設システム技術部

正 員 宮 地 泰 三 (株)東芝 府中工場スイッチギヤ部

1. まえがき

高度情報化社会を支えているものは、人々の飽くなく知識欲と利便性追求欲ではなからうか。いまや多くの情報は、知りたいと思えば、コンピュータの端末からデータベースを呼び出し、それを瞬時に知ることができる。例えば、施行を計画するとき、予算、趣味等々をインプットすれば、アクセスやホテルの予約まで可能となっている。これもすべてが高度情報化の結果であり、これらを支え、動かせるエネルギーはすべて電力である。加えて生活環境、執務環境の向上にも電気が不可欠であり、電力需要は増加の一途をたどっている。電力エネルギーは産地からそれぞれ高効率手段で需要場所まで送電され、そしてほとんどが需要家の敷地内で直接使用可能な姿（電圧）に変えられ、消費される。一般消費者にとって、電力エネルギーの一番身近なものは、いわゆるコンセントであり、その向こうはあまり多くを知らなくてよいが、そのためにビル内に数10～数100m²のスペースを必要とする場合、当事者はまず第一にその必要性とスペース縮小化について検討するであろう。

近年、ビルを代表とする都市部の負荷過密地域への配電方式としてスポットネットワーク方式が主流となっている（1989年3月までの全国のスポットネットワーク受電設備は346軒、合計契約電力は87万kW）。最近、スポットネットワーク受配電装置の縮小化研究において、必要な電気室スペースの従来比1/3化を達成し、省スペースを必要とする需要家への適用がクローズアップされている。

図1 業種と保有費例

本文では、この成果を最近の縮小化機器の動向と合せて解説する。

2. 受配電装置縮小化の要求

受配電装置は一般の企業において直接生産設備ではないが、生産（情報化産業においては、それが成り立つサービス）に不可欠な間接設備である。近年は企業のコスト競争が激化し、電源システムなどの間接設備にかけられる費用は年々制限されている。特にビルの場合は地価の高い都心に建設されるケースが多いため、直接生産に利用できないような場所に設置可能な受配電システム、言い換えればコンパクトで場所を選ばない柔軟性を有したシステムを要求される。一般にビルの場合、一次、二次産業に比べ設備スペースを縮小すれば、余剰スペースの直接生産部門などへの有効利用により、その経済効果が大きいといわれている。すなわち、コンパクト受配電システムには付加価値が生じる。図1に業種別の保有費比較を示す。

保有費＝減価償却費＋維持費

＋（設置スペース費＝現スペース費

－スペース削減による有効利用費）

3. 最近の動向

第一に電気室スペースの縮小化、加えて保守性の向上である。続いて絶縁機器に代表される密閉機器など

Compact Trends in Today's Middle-Voltage Power Receiving and Distributing Equipments.

By Mitsuhiro Nakase (Building System Engineering Dept., Toshiba Corp.) & Taizo Miyaji, Member (Fuchu Works, Toshiba Corp.)

キーワード：スポットネットワーク、SNW、ビル、縮小化

に多く見られる予防保全システムがあげられる。後者については、採用の一般化までには、コスト低減と安定動作に研究課題を残している。

3.1 特別高圧受配電装置

特高機器は、絶縁技術の著しい進歩によりその縮小化率が高い。絶縁媒体にはSF₆ガスを適用している。充電部が露出しないため風雨、じんあい、塩害などの自然環境の影響を受けず保守も容易である。

形態変化：オープン⇒ハウジング⇒GIS⇒CGIS

絶縁媒体：空気⇒複合⇒SF₆ガス

3.2 普通高圧受配電装置

特高では絶縁技術の進歩で大幅な縮小化が達成されたが、普通高圧クラスは遮断器によるところが大きい。一例として従来のOCBまたはMBBのような1台/面からVCB化による最大4台/面の構成が可能で、更にコンパクト形VCBや母線絶縁技術を組み合わせたF/F（フロントメンテ、フロントアクセス）化も実現し、特にビルに採用されている。

3.3 低圧配電装置

低圧における縮小化は絶縁に比べ、放熱が主な課題となる。放熱技術の研究も実用性を考えれば、現在のところヒートパイプやファンによる強制冷却程度が实际的であり、その縮小化は他の方法、すなわち合理的機器の配置や複合器具の採用により達成されている。

3.4 変圧器

変圧器は受配電装置の主要機器であり、単体として最も大きな機器のため小形化のニーズが大きい。またビルにおいては、不燃化、難燃化に対する要求が強い。難燃化については、昭和61年に通産省の資源エネルギー庁から(社)日本電気協会、電気技術調査委員会に『ケーブル類、変圧器類の難燃化対策』について調査検討依頼がなされ、その報告書で「複合用途ビルに施設する自家用電気工作物における変電設備などの難燃化指導要領（仮称）案」として「変圧器は乾式、モールド形、ガス絶縁形または難燃性絶縁油（発火点の温度が300℃以上のものをいう）入のものを使用すること。以下略」と答申されており、変圧器難燃化の動きが進んでいる。現在ビルにおいては、モールド形

乾式変圧器やガス絶縁変圧器の採用が一般化しつつあるが、まだ油入形とのコスト差があり、いっそうの努力が必要である。

図2に主な難燃性変圧器の歴史を示す。

3.5 受配電方式

都心部などの負荷過密地域においては、従来の1回線受電、常用-予備、ループ方式に代り、供給信頼性が高く、供給側、需要側共にトータルコストメリットがあるスポットネットワーク受配電方式が主流となっている。

4. ビル向コンパクト形受配電装置の概要

昭和44年2月、都心部の負荷過密地域への配電方式として、新宿に初めて22kVスポットネットワーク受電方式が導入され、既に23年余が経過した。図3にスポットネットワークの実績を示す。この方式は通常3回線の配電線で受電し、各回線に設置された受電変圧器を通して二次側をネットワーク母線で常時並列接続した方式である。図4にスポットネットワーク方式のスケトンを示す。特徴を要約すれば、

① 回線の停止、復電に対し全自動で遮断器を制御するため無停電で受電を継続でき、供給信頼度が非常に高い

② 受電設備の一次特高設備が簡素である、

③ 常用-予備方式やループ方式に比べ設備利用率が高い（供給側の利点）

である。このため各種ビル群へ広く採用されている。

このような特長のあるシステムについて、特高部と低圧部に分け、それぞれの区分で構成している機器の縮小化技術を研究した。

図5に縮小化技術のポイントを示す。

成果として図6に示すように電気室面積は従来比で約1/3となり、6kV2回線方式に匹敵する可能性もみえてきた。次に各主要機器の縮小化事例を紹介する。

1952年	3.3kV シリコン乾式変圧器
1960年	6.6kV-30kVA モールド形乾式変圧器
1967年	66kV-3,000kVA ガス絶縁変圧器
1972年	PCB使用禁止

図2 主な難燃性変圧器の歴史

図3 スポットネットワーク受配電装置の採用実績

図 4 スポットネットワーク受配電（SNW）の系統（二次電圧 400 V の系統を示す）

図 5 縮小化技術の技術ポイント

図 6 縮小形SNW 受配電設備

4.1 受電用断路器

最近の22/33kVの他の受電方式で一般化しているC-GIS（ガス絶縁式スイッチギヤ）の技術を応用、SF₆ガスを封入した断路器を採用した。この断路器は、密閉機器でありながら組み合わせた状態で変圧器一次巻線の絶縁抵抗測定が行える端子を備えている。

4.2 ネットワーク変圧器

ネットワーク変圧器は次のような特長を有している。

- ① 逆電力が遮断に必要な励磁特性を有する
- ② インピーダンスの裕度はJECの値より更に厳しい（+10%、-0%）

③ 1回線受電停止時を考慮した130%、8時間、年3回の過負荷耐量を有する

更に前述のとおり、不燃化が社会的要請となっており、ネットワーク変圧器については、次のような施策を採り、コンパクト化を図った。

(1) ガス絶縁化 SF_6 ガスは不燃性に加え、絶縁性、冷却性にも優れているためコンパクト化が可能である。またガス圧力を高めるほど、絶縁性能、冷却性能ともに向上するが、圧力容器の適用を受けない範囲で最適な封入ガス圧力を決めた。

(2) F種絶縁化 巻線の絶縁材料には耐熱性の高いポリアミド紙などを用い、耐熱クラスを従来のE種からF種に向上させるとともに、冷却性に優れた巻線構造を採用して、巻線自身の小形化を図った。また、従来よりガス温度を高く設定できるため、変圧器外部への放熱に必要な面積を低減することができ、放熱器の縮小化も可能となった。

なおF種絶縁化にあたっては、プロト器での評価とは別に、絶縁評価モデルおよび材料評価モデルによる SF_6 ガス中での基礎研究を実施し、信頼性を確認した。

(3) 断路器直結一体化 直結一体化に際しては、貫通ブッシングに耐熱エポキシ樹脂を用い、130%過負荷運転時の変圧器内部ガス温度上昇に対しても十分耐えるようにしている。

(4) 放熱器の上部配置 従来は変圧器の側面に配置して大きなスペースを占めていた放熱器を、本体タンクの上に取り付けて床面積の縮小化を図った。なお冷却方式はファンなどを用いない自冷(ガス自然対流循環)式として、保守の簡易化および信頼性向上を図った。

4.3 低圧部(プロテクタ、テイクオフ部)

415Vの低圧部は従来の前後面保守に代えて、保守スペースの削減、設置フリー化に有効な前面保守形構成(奥行700mm)とした。更にネットワークリレーをデジタル化することにより高感度化が図れるため、励磁電流が小さく、無負荷損失の少ない変圧器の採用が可能となった。このデジタルリレーは制御および監視機能・自己診断機能を具備し、周辺回路の簡素化が図れ、コージェネレーションと連系する機能を付加することも可能である。

図7にコンパクト形スポットネットワーク受配電装置の1バンク分の外形を示す(ガス断路器とガス絶縁変圧器を直結一体化した側より見た。その向こうはプロテクタ盤の背面となる)。

図 7

5. 今後の課題

総合的性能向上が進む一方で、今後も進行していくであろう技術者(人手)不足を補うためにも、保守性向上、願わくば完全無人化形受配電装置の出現が望まれる。加えて予防保全システムの確立とUNIT単位での交換、構築技術も要求される。

6. あとがき

スペースの総合的生産性を高めた利用方法について計画する場合、特に間接設備についてそのシステム、スペース、コストに対し十分な検討を必要とするが、それらのニーズにマッチした新しい受配電装置を紹介した。ますます高信頼性、高品質を要求される電力エネルギーであるがゆえに、技術者に任せておけば解決する問題ではなく、経営レベルでの深い理解が必要であろう。

(平成3年4月16日受付)

中 瀬 光 博

昭和43年(株)東芝入社。施設用電源システムの営業技術に従事。現在、施設システム技術部主務。

宮 地 泰 三 (正員)

昭和45年(株)東芝入社。低スイッチギヤの開発・設計に従事。現在府中工場スイッチギヤ部主査。