

富士電機における施設電源技術の現状と展開

八島 荘市(やしま そういち)

定由 征次(さだよし せいじ)

① まえがき

エネルギーは現代社会にとって不可欠であり、その消費量が生活文化のバロメータとも見なされているが、石油、ガスなどの各種エネルギー源の中でも電気は最も利用しやすいエネルギー形態としてあらゆる産業活動、人間活動の中に取り込まれている。

しかし、最近はよく言われるように、素材形の重厚長大から電子・精密・薬品などの軽薄短小へと先端技術の移行が進み、同時にサービス産業、情報産業などの第三次産業が発展しつつあり、また、都市の地域開発化、都市ビルの高層化、インテリジェント化、更には内需拡大、社会資本の充実を目指した公会堂、図書館、美術館といった公益施設が増加してくると、電気の需要構造にも変化をしてきた。

例えば、最近数年の各種電力の伸び率は、大口電力では0~3%、業務用電力では3~10%、小口電力では2~8%で推移しており、10年前には60~70%を占めていた大口電力が次第に減少して、昭和61年度年間約4,000億kWhの電力需要のうち、業務用電力と小口電力の合計が40%以上を占めるに至り、⁽¹⁾産業構造の変化をうかがわせる。

このような背景における需要家電源は、従来のいわゆる大形の工場電源とはやや異なった範ちゅうの電源としてとらえる必要が生じてくる。すなわち、その使用電気の量は別としても、その使用目的ないしは影響が一単位工場、一需要家に限定されない、より広範囲、より社会性の強いいわば「量より質」を要求される電気のウエートが大きい点である。

今回はこのような工場や、ビル施設、公益施設など電気の質を重視する最近の需要家における電源を探り上げたものであるが、昭和30年代からの高度経済成長期と軌を一にしたビルの大形化・現代化から既に30年以上、都市再開発の具現化と言われた最初の超高層ビルの完成からも20年を経ようとしている現在、施設電源技術は常に長期視点でとらえなければならない側面を持っていると言えよう。

② 長期視点の必要性

施設電源は、通常「建物付帯工事」と呼ばれる中に含めて考えられるが、建物のデザインや構造といった基本事項に比べると何か言葉自身に付け足しといったニュアンスを感じられないでもない。しかし、いったん建設されたビル・施設内の活動はすべて電気、空調、給排水といった付帯工事の出来いかんによってサポートされる訳であり、単に初期投資の枠組みが、いわゆる付帯工事部門を圧縮することは危険でさえある。事実、一見華やかな温泉ホテルでの火災事故の際などに、火災報知器や非常照明といった付帯工事の設備内容や管理内容の不備がクローズアップされるのは非常に残念である。

このことを施設電源にあてはめれば、電気の使用量は生産、生活スタイルの多様化やOA・FA機器導入により確実に増加してゆくから、平均電力や最大需要電力といった電源の量的増加に対する拡張性を十分考えておかねばならないことになる。それは変圧器や自家発電機の容量であり、配電線回路の遮断器の数であり、また増設改造などのモダニゼーションに対するロケーション上やレイアウト上のフレキシビリティである。

また、安定化電源であれば綿密な冗長度の検討による回路の信頼性レベルの問題と言える。

いずれにせよ、最近よく言われるビルのインテリジェント化とかアメニティ化といったテーマは、全体の中でやや等閑視されることもあった付帯関連の諸設備・工事を運用面、使用面において十分に検討し、充足化することから始まると言っても過言ではない。

③ 関連機器・システムの現状と展開

本特集の内容は受配電、自家用発電、安定化電源それにやや特殊ではあるがインバータ技術応用の高周波電源である。これら一見成熟機種と見られがちな電気機械システムも、時代の要請を受けて各種進歩改良がなされてきた。

例えば、



八島 荘市

昭和34年入社。産業用受配電、静電気応用、クリーンルームのシステム企画を経て、設備機器、施設電源技術を所管。現在、設備機器事業部副事業部長兼技術部長。



定由 征次

昭和33年入社。施設用電源設備(主としてUPS)の技術企画に従事。現在、設備機器事業部技術部課長。

- (1) 変圧器の不燃化を目指し、昭和49年斯界に先がけて発表したモールド変圧器は、電圧的には30kV級、単器容量7.5MVAまでその製作範囲を広げ、また用途に応じたコンパクトモルトラ[®]を世に出すとともに、最近6年間トップシェアを続けている。
 - (2) コンピュータ電源として不可欠なUPSも12年間のトップシェア製品であるが、昭和57年にはサイリスタ素子からパワートランジスタにモデルチェンジして大幅な小型化を図り、更に昭和60年には業界に先がけ入力高調波電流を従来の1/3以下に低減させたCVCF500-1XX[®]シリーズを完成させユーザー各位の好評を得ている。
 - (3) 最近増えつつある60/70kV級受変電に対して、GISの第3世代形と称すべきC-GIS FCG-80[®]シリーズが急速な普及をし始めてきた。
- 等々である。

これらの実績は富士電機の施設電源技術に対する顧客各位の信頼のたまものであり、ここではその現状と展開に触れたい。

3.1 回路方式の高レベル化、電圧の高圧化

現状の受電回路方式は一回線受電、常用・予備受電、スポットネットワーク(SNW)受電、ループ受電、それにまれではあるが平行二回線受電がある。技術的、経済的にそれぞれの長所や短所があるが、これらは所管電力会社との協議事項となっているから需要家が一方的に選択する訳にはいかない。最も一般的な方式は常用・予備受電であるが、電力会社では市街地などの高負荷密度地域への配電方式として、供給信頼度が高く、拡張性の大きい20/30kV級SNWシステムや60/70kVループ配電方式の整備を実施しているので、今後はこれらの高レベル回路方式がますます増えてくるものと思われる。この場合、電圧はおのずと定められるので20/30kV級SNW受電の小容量形も必要になろうし、C-GIS適用の施設電源も更に増えよう。

また、構内への配電回路は、従来は放射状を基本として重要負荷に対して予備回路を設けるような方法がほとんどであるが、負荷への全般的な信頼性向上を考えるとこのような予備回路付放射状システムは不経済であるとともに、具体的には送出し側受電変電所に配電線のすべてが集中し、その処理を困難にする。したがって、今後は二次変電所間に有機的に接続する配電系統のネットワーク化が必要であろうと考える。それはレギュラーネットワーク方式であったり、リングメイン方式であったりするであろうが、ネットワーク化による省スペース、高調波低減、電圧変動抑制、高信頼性といった特長は一方で系統の短絡容量を大きくする短所を持つ。そのため、ネットワークを大きく組む場合には、電圧を高圧化して遮断電流を抑える方が回路機器としても配線材としても経済的であるケースが多く、しかも配電口数が軽減されるメリットも大きい。

昭和61年度に通商産業省が策定した「エネルギー基盤高度化設備投資促進税制」でも、中小ビルなどでの100/200V単相三線式を230/400V三相四線式に昇圧普及させる税制

優遇措置を始めている。⁽²⁾富士電機は更に大形ビルや広地域の配電系において、6kVネットワーク化が進められるべきと考え、専用のリングメイン形配電盤を開発済みである。

3.2 不燃化機器の進展

電気機械器具に共通して必要な電気の絶縁性能は、通常、空気又は油に依存しているが、施設電源として特に望ましい小形化を意図してガス密閉構造が、また安全性を意図してオイルレス化が進んできた。前者についてはSF₆ガスが絶縁性能においても、電流遮断時の消弧性能においても優れているために、遮断器、開閉器類を一体化したGISとして60/70kV級以上に採用されてきたが、施設電源用として最適なC-GISを実用化し多数納入するとともに、20/30kV級のものも開発を終えて今後のニーズにこたえる所存である。

また、後者のオイルレス化に関しては難燃性、自己消火性を有するエポキシ樹脂を絶縁基材とするモールド変圧器の系列化や、油遮断器に代わる真空遮断器の系列化、固体絶縁技術の配電盤への応用など小形化・不燃化への努力を行っている。この結果、20/30kV級の受配電設備ではこのようなニーズ対応は容易になったが、次のステップとして既に実績の出来始めた60/70kV級ガス絶縁変圧器を実用的、経済的にプラシアップさせてC-GISと組み合わせた60/70kV級不燃化受配電設備を実現させることが急務と考える。

3.3 コジェネレーションシステム、電源の多様化

熱・電併給と邦訳されるコジェネレーションは、今や多方面で話題となっており、それは国家レベルからも、あるいは事業体レベルからも論じられているが、ここでは主として1個の需要家レベルで採り上げることとする。その場合、端的に言って採算性からの発想が第一になるが、普通ならば経済性とは相入れない高信頼性の見地からも、コジェネレーションシステムの推進をサポートできるという奇妙な一面を有していることが注目できる。それは従来は机上論段階であった電気、熱を総合したトータルエネルギーの発想が実務的に認知され始めたことによると見ることができる。すなわち、最近の施設内にはコンピュータなどの停電を嫌う負荷が増えているため、万一の買電系の長時間ストップを考慮してディーゼルエンジンやガスタービンで駆動される予備用の自家発電設備が計画される場合があり、これをコジェネレーションシステム的に拡張応用しようとする考え方である。この場合には発電設備の設備費は除外して、買電方式とのランニングコスト比較でよいので、いわゆるピークカット運転のみでメリットを出せるケースも多い。

次のステップは電源の信頼性という無形の評価は抜きにして、自家発電とそれに伴う排熱のトータルエネルギー利用を買電方式と比較するコジェネレーションシステムである。これは前記したように、オイルショックに端を発する国家規模での省エネルギー推進をそのきっかけと見ること

もできるが、全く逆に、昨今の原油価格低下、円高ドル安が促進ムードを高めており、更に自治体におけるごみ処理問題——都市ごみ焼却熱の有効利用、地域利用——とも関連付けられる。

これらの具体的な技術検討などに対する一般的な評価判定の手法はまだ確立されたとは言えないが、いずれにせよ富士電機は、個々のケースに対して電気・熱エネルギー需要をトータルで考え、コジェネレーションシステム化に対応したい。その場合に電気のみならず、富士電機の有する空調、給排水などの設備技術が有効であろう。

一方、需要負荷と電源の接近、つまり電源の分散化は電源の多様化を伴うと考えられているが、富士電機は例えば、小形・高効率・高速回転の自家発電機によって400Hzの発配電を行うとか、太陽光、燃料電池による直流の発配電の可能性などをハードウェア的、システム的に検討を加えたい。

3.4 新パワーデバイスによる高周波化

CVCFインバータなどの静止形電源装置は、小形軽量化を主眼にインバータ部のキャリヤ周波数の高周波化が進んでいる。

CVCFインバータの場合、バッテリー接続の関係から、高耐圧のデバイスの必要性は薄く、むしろ自己消弧能力や高速スイッチング性能に優れたデバイスが適している。

図1は各種デバイスの適用領域を制御電力と動作周波数とで表しており、⁽⁶⁾ CVCFインバータでは最大容量が数百kVAであり、現状ではバイポーラトランジスタが最適といえ、世の中の一般的な傾向になってきている。

また小容量UPSではパワーMOSFETを適用し、キャリヤ周波数を数十kHzに高め、出力フィルタや内部の絶縁変圧器などを大幅に小形化している。

パワーデバイスの進展は今後も休むことなく続くことから、これからも新デバイスの開発・適用が進み、キャリヤ周波数を更に高め、小形・高性能のCVCFインバータへと飛躍していく。

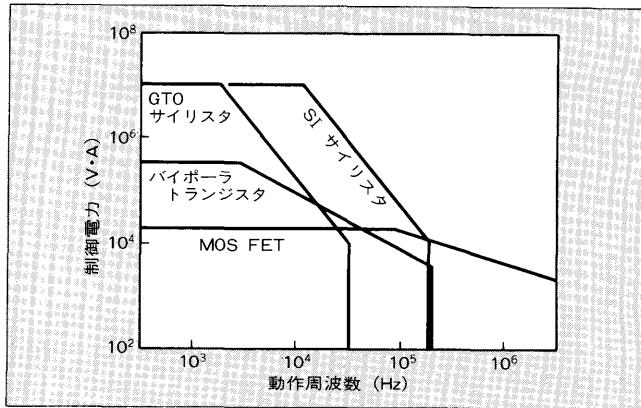
3.5 制御のデジタル化・高機能化

最近の制御デバイスの進展は著しく、施設用電源設備にもIC、カスタムLSI、マイクロコンピュータなどが使用され、電子化・デジタル制御化が進んでいる。

配線用遮断器(MCCB)や漏電遮断器(ELCB)などの低圧受配電機器はもちろんのこと、VCBやVSなどの高圧機器にもICが搭載されている。

特にCVCFインバータにおいては制御回路の信頼度が装置全体の信頼性を支配することから、新デバイスの適用と高集積技術を採用することにより、部品点数を削減して高信頼度化を実現するとともに、高度な高周波PWM制

図1 各種パワーデバイスと適用領域



御、出力過電流制御、商用同期無瞬断切換制御、並列冗長システム制御などを容易に実現している。この結果、試験調整の簡易化・自動化など製品性能の総合的安定化が図られている。

更に運転状態をマイクロコンピュータにて管理・記憶する機能を備えた故障診断モニタや遠隔地の間を電話回線を利用したリモートメンテナンスマニタなども実現しており、今後はAI機能を加えて本モニタの充実化を図る計画である。

4 あとがき

以上、富士電機の施設電源技術についてその現状と展開について概要を述べたが、これらの詳細は本特集の各論文を御参照願いたい。

マイクロエレクトロニクスなど技術革新は目覚ましく、こうした背景の中で富士電機の施設用電源技術も更に新しいシステム、新しい機器、新しい機能の開発を加えて、需要家電力の高信頼度化に貢献する所存である。

末筆ながらこれまで御愛顧頂いた顧客各位に深く感謝するとともに、今後共ユーザー各位の御指導・御鞭撻をお願いする次第である。

参考文献

- (1) 資源エネルギー庁編：電力需給の概要 1986
- (2) 都築秀明：400V級配電の展望、電気設備学会誌、Vol.6, No.10, p.2-5 (1986)
- (3) 早川一也ほか：都市エネルギー計画に関する研究、都市環境工学会誌 (1986/12)
- (4) 折原明男ほか：コジェネレーションシステムの設計と電気設備、電気設備学会誌、Vol.6, No.5, p.8-18 (1986)
- (5) 資源エネルギー庁編：21世紀のエネルギービジョン
- (6) 正田英介：電力用半導体デバイスを展望する、OHM, Vol.72, No.11, p.17-20 (1985)



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する商標または登録商標である場合があります。