

富士電機における最近の発電技術

上田 庸夫(うえだ つねお)

1 まえがき

我が国のエネルギー需給は、各分野における省エネルギーの普及、産業構造の変化により当面量的には緩和の状況にあるが、一方では社会の急速なサービス化、ソフト化、高度情報化への進展により、エネルギーに対するニーズはますます高度化、多様化してきている。電力は、使いやすさ、クリーン性、安全性、更には制御の容易さなどの利点があるためこのようなニーズにマッチしており、エネルギーの電力へのシフトが一層進んでゆくと考えられる。⁽¹⁾

電力供給設備に求められる技術も大容量・大規模化による経済性の効率化追求から、質及び変化に対応できる柔軟性が求められている。⁽²⁾ 発電設備についても従来のように建設期間の長い大容量のものばかりでなく、需要の増加に見合った比較的小さな規模の分散電源も重要視されてこよう。また、各分野におけるマイクロプロセッサの適用、OA 機器の普及拡大に伴い、万一の停電や瞬時の電圧低下などの影響が従来とは比べようもないほど大きなものとなってきており、コスト抑制に併せて電力の品質の一層の高度化、供給信頼度の向上が強く求められている。

このような背景のもとに、発電技術の分野においても高効率化、デジタル制御・保護技術、設備診断・予防保全技術、新エネルギーなどの開発、実用化が積極的に進められている。以下、これらの動向を織り込みながら富士電機の発電技術の概況を紹介する。

2 火力発電

火力発電の分野において、富士電機は事業用、自家用及び地熱発電に取り組んでいる。図1及び図2に富士電機における発電用蒸気タービン及びタービン発電機の単機最大容量の推移を示す。

(1) 国内事業用火力発電

国内事業用火力発電の今後の進むべき方向については、「新時代に対応した火力発電懇談会」の報告書で端的に示されているように、⁽³⁾ ①基底負荷分担からミドル、あるいは

ピーク負荷分担への移行②経年設備増加への対応③環境保全対策の強化④発電コストの抑制——である。

系統運用における基底負荷の分担が原子力に移行した結

図1 蒸気タービン単機容量の推移

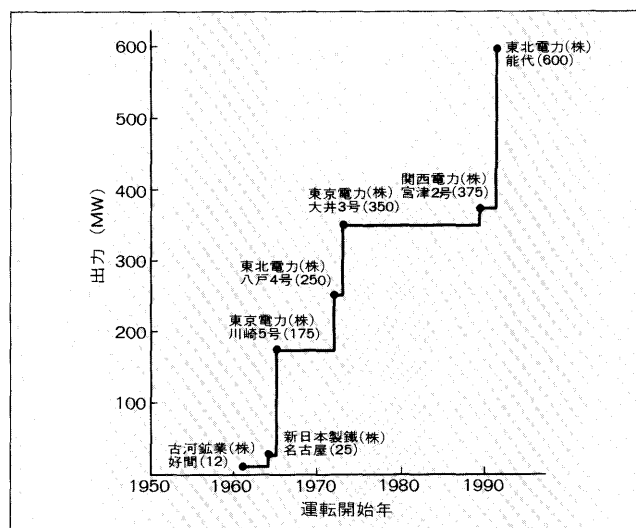
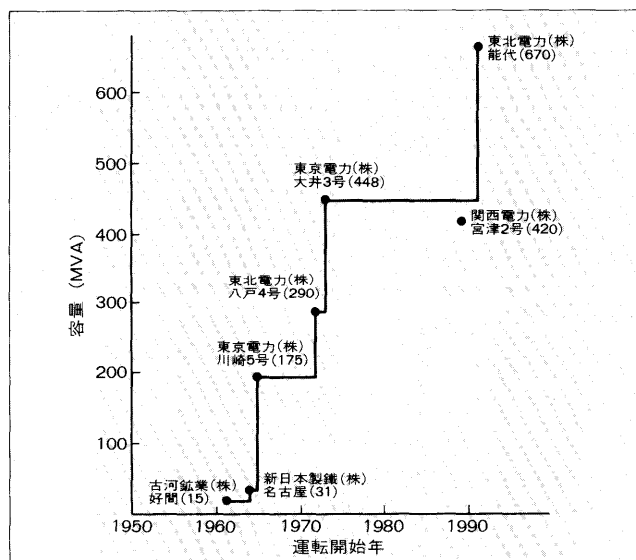


図2 タービン発電機単機容量の推移



上田 庸夫

昭和28年入社。水車設計、水力発電設備の企画を経て電力技術全般を所管。現在、エネルギー事業本部技師長。

果、火力発電に対する負荷調整機能の拡大が進められている。最近の新設火力発電設備は DSS 運用を前提に設計されているが、既設機の DSS 運用への改良も活発である。富士電機は、早くから火力発電の役割の変化に着目し、1973 年に国内初の変圧運転を採用した 350MW ユニットを、東京電力(株)大井火力発電所 3 号機に納入している。また、富士電機蒸気タービンの特徴である①全周噴射式つば形タービン②高・低圧タービンバイパスシステム③高・中圧タービンの剛性軸④中実ロータなどは、DSS プラントに適合した設計思想である。現在製作中の関西電力(株)宮津エネルギー研究所 2 号機向けタービンも、これらの特徴を生かした DSS 運用機である。

経年設備の長寿命化及び予防保全のためには、劣化部分の診断技術、特に非破壊検査あるいは運転中での測定と解析技術が重要である。富士電機では、鍛鋼材の非破壊による余寿命診断技術、軸ねじれトルク監視装置、各種の絶縁診断装置などを開発し、実用化している。

発電コストの低減の一つとして、プラント効率の向上は永続的課題であるが、タービン主蒸気温度 566℃ 級を 12% クロム不銹鋼の開発により、電源開発(株)石川石炭火力発電所で実現し、593℃ 級の実用化も高圧タービンロータにオーステナイト不銹鋼の採用により間近となった。タービン内部効率については、高効率新形翼の開発、翼列最適化などの手法により改善が進められている。

コンピュータによる自動化、運転制御性の向上に不可欠の制御装置のデジタル化について、特に大形事業用火力への適用を前提とした高機能、並びに高信頼度多重化制御システムの構成が可能なプログラマブルコントローラ (MICREX-F500) を開発完了し、ガバナ、AVR、ABS などに適用可能となった。

(2) 自家用火力発電

自家用火力発電分野で多くの納入実績を持つ富士電機では蒸気タービン、発電機共に多種の系列機を有し、ますます多様化するユーザーニーズに適合すべく、総合エンジニアリング力を駆使し、プラントの設計、建設を行っている。

特に、効率の高い反動タービン翼、信頼性の高いタービン剛性軸及び全含浸式絶縁方式による発電機などの特徴は、ユーザーの高い評価を得ている。

運転・制御面での今後の自家用火力の進む方向は、従来の制御・監視機器を CRT に置き換える、いわゆるボードレス化、並びに工場全体の各種ユーティリティを含めたエネルギー最適制御の実現である。これらは、富士電機の各種デジタル制御装置と自家用火力のみならず、産業各分野における制御エンジニアリング技術により可能となる。

(3) 地熱発電

地熱発電は、エネルギー源の多岐化のニーズから、環境対応を考慮しつつ、今後の需要は伸びていくことが予想されている。特に、今後は、圧倒的に埋蔵量の多い熱水の利用技術の開発が期待されている。富士電機では、従来の多段フラッシュ式に比べ、取得出力を大幅に改善できるターナルフロータービンの開発に取り組んでいる。

一方、地熱水中に含まれる多様な腐食性金属、あるいはガスに耐える材料の開発・改良に常時努力を払っている。

③ 水力発電

最近の新設水力発電所の規模は、総体的に中小容量化してきているが、海外向け設備では、単機 100MW を超える容量のものに対する需要も多い。また、最近の顕著な傾向として、国内外共に老朽設備について新技術を盛り込んだ更新・改修が活発化してきている。図 3 及び図 4 に富士電機における水車、水車発電機単機最大容量の推移を示す。

技術開発の面では従来から追求されている①効率向上②高速度化(高比速度化)に加えて、③メンテナンスフリー化④制御保護の高度化などを中心に進められている。

水車・発電機の効率改善及び高速度化は、他の手段によるコストダウンと同様に実質的な経済効果を高めることになるため、継続して積極的に進められている。ランナの開発には、従来から行われているコンピュータによる流れ解

図 3 水車単機容量の推移

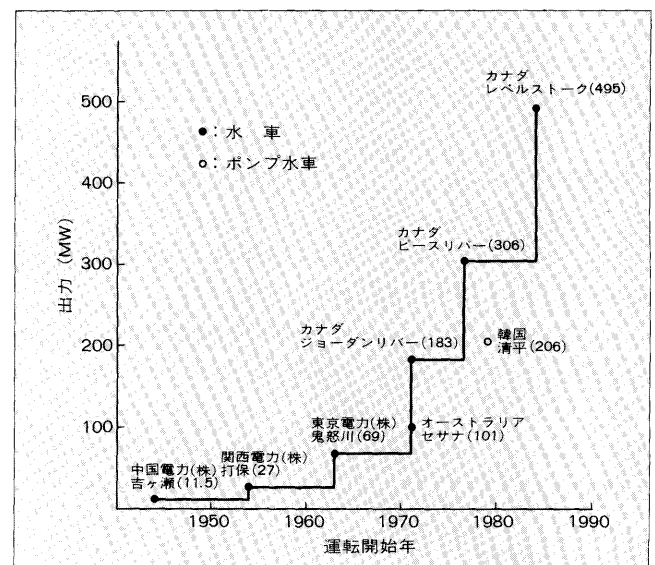
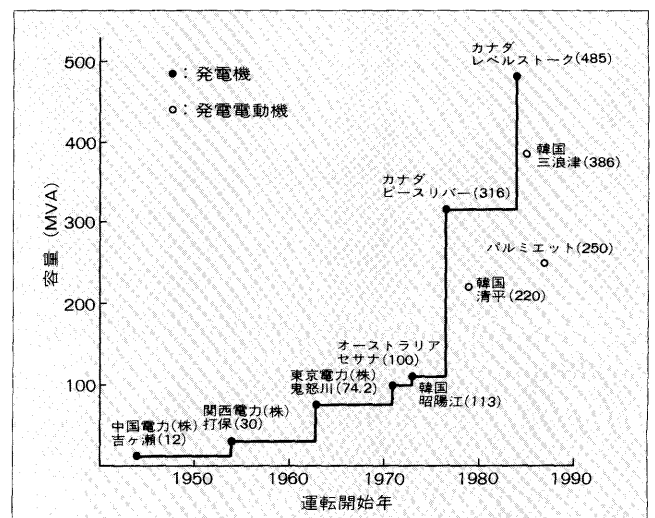


図 4 水車発電機単機容量の推移



析技術に加えて、最近ではレーザ流速計を使用することにより、ランナ前後の流速分布がより正確に計れるようになった。そのため、モデルテストの結果と解析結果との対比を行うことにより解析精度が大幅に高まり、これまで以上に性能の良いランナの開発が可能となった。パルプ水車でも、超低落差領域に適用可能な高効率3枚羽根ランナや高落差適用ペルトン水車に6ノズルの高比速度ランナを採用するなど、プラントの経済性を高める開発が進められている。海外プロジェクトでは、特に効率の金額評価が高い。昨今の円高環境のもとで、今後共日本メーカーが海外プロジェクトの受注を続けるためには、この面での技術開発はますます重要になってくると思われる。また、流込み式小水力発電所の発生電力量の向上を目的として開発された軽負荷ランナは、山梨県奈良田第三発電所(2,620kW、昭和60年運転開始)をはじめ国内の多くの発電所に採用され、期待どおりの成果が得られている。中小水力発電所は、大容量発電所に比べてkW当たりの建設費では不利になるので、運用・保守コストの一層の低減が求められる。電動操作式調速機(電動サーボ)、プラダ形圧油装置、水潤滑軸受、発電機風冷軸受などが開発され、最近ではこれらが標準として採用されるようになってきた。これらの装置は発電所のスペースの縮小化をも実現し、機器の簡素化とメンテナンスの容易化とも併せて小水力の経済性を大幅に向上させた。

水力発電所でも制御・保護装置に対する高機能化、高信頼度化、更には運転保守の自動化が強く求められるようになった。そのため、高機能プログラマブルコントローラを適用した監視・保護をも含めた総合デジタル化が進められている。また、小水力発電所においてはガバナ、AVRからなる制御装置と、保護装置をコンパクトにまとめた一体化盤の実現によりコストの低減と省スペースが実現された。更に保守の省力化、予防保全に関して富士電機では、発電所の監視システムを供給している。なお、本システムについては引き続きセンサの開発による監視項目の充実、判断アルゴリズムのレベルアップを図っている。

④ 原子力発電

昭和60年度に石油を抜いて発生電力量で我が国の電源構成の中で第一位を占めるまでになった原子力発電は、当面技術的に確立している軽水炉による拡大が計画されている。これまで原子力発電は基底負荷運転を行ってきたが、将来、電力系統の中でのウエートが更に高くなれば、かつての石油火力と同じように将来的にはある程度の負荷追従運転が必要となろう。また経済性の面で、発電所の延命化対策などの必要もでてくると思われる。

一方、ウラン燃料の有効利用のために21世紀をにらんだ長期的な計画として、高速増殖炉(FBR)の開発が核燃料サイクルの確立とともに国家的なプロジェクトとして進められている。富士電機も高速炉については、実験炉(常陽)及び原型炉(もんじゅ：電気出力300MW、昭和67年運転開始)に参画して燃料取扱設備、放射性廃棄物処理設備など

を担当し、もんじゅについては、現在設計・製作を進めている。また再処理工場向け各種自動化装置、放射線測定装置、放射性廃棄物処理設備などの開発を進めている。

⑤ 新エネルギー発電

石油代替エネルギーの開発を目的に新エネルギー、省エネルギー技術がそれぞれサンシャイン計画、ムーンライト計画として推進されてきた。現在実用に近い新エネルギー、新発電方式として太陽光発電と燃料電池発電があげられる。

富士電機は、新エネルギー総合開発機構(NEDO)の委託によりアモルファスシリコン太陽電池の開発を実施し、低コスト化、高効率化、大面積化の幅広い開発を進めている。太陽電池本体の開発に平行して利用技術の研究も進んでおり、NEDOによる1,000kW級プラントが運転に入っている。富士電機でも上記プラントのほかNEDOの委託により個人住宅用光発電システム、山間へき地用独立分散形光発電システム、山間林地保養施設用光発電システムなどを完成している。

燃料電池発電もNEDOを中心に開発が進められている。現在最も実用化に近いリン酸型燃料電池の実証プラント(低温低圧型、高温高圧型各1,000kW)が試運転に入っている。富士電機は低温低圧型を担当し、関西電力(株)境港発電所に納入している。更に次期計画として、離島用200kW燃料電池(設置点：沖縄電力(株))を受託し開発を進めている。また、東北電力(株)と共同研究により50kWリン酸型燃料電池発電設備(現在実証運転中)をはじめとして東京電力(株)、四国電力(株)などとの共同開発、共同研究を実施している。

コジェネレーション(熱併給発電)は、発電後の排熱を有効に利用することにより総合効率の大幅な向上が期待されることから、非常に注目されている。機器性能の向上、法規制の緩和など普及のための条件整備が進みつつある。特に燃料電池を適用したコジェネレーションに大きな期待が寄せられている。

⑥ あとがき

電力はいかなる時代になっても、生産及び市民生活の基底となるものである。これからも積極的に技術開発を進め、需要家の御要望にこたえて、経済性及び信頼性の高い設備・システムを供給する所存である。今後共各位の御協力と御指導をお願いする次第である。

参考文献

- (1) 通商産業省：21世紀エネルギービジョン(複合時代の幕開け)、p.110(1986)
- (2) 電力経営研究会：21世紀への電力供給設備形成の方向性、エネルギーフォーラム、No.384、p.90-95(1986)
- (3) 新時代に対応した火力発電懇談会：新時代に対応した火力発電の基本的方向、火力原子力発電、Vol.37、No.2(1986)



＊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。