

電力・エネルギー

1994年夏の電力需給は記録的な猛暑と大口電力の回復基調により、全電力会社で過去最大電力を記録した。発電設備の平均予備率も4%台に低下し、電源および電力流通設備の着実な増強が行われるものと考えられる。

原子力関係では東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所4号機を完成した。ABWR(改良型沸騰水型原子炉, 1,350 MW級)初号機である同社柏崎刈羽原子力発電所6,7号機の建設工事は、1996年および1997年の運転開始を目指して順調に進捗している。

火力関係では相馬共同火力発電株式会社100万kW変圧運転石炭火力発電設備, 中国電力株式会社柳井発電所2-1号系列350 MWコンバインド発電設備, および東京電力株式会社ならびに中部電力株式会社排気再燃型コンバインドサイクル発電設備が営業運転に入り、高い熱効率と運用性を達成した。

送変電関係では広域連携に対応し、中国電力株式会社新西広島変電所に50万V GIS(ガス絶縁開閉装置)および基幹系変電所監視制御運転保守支援システムなどを、九州電力株式会社苓北発電所に22-50万V切換可能な二重定格電圧変圧器を納入した。また、東京電力株式会社に100万V変電システム対応のGIS実証器を納入した。

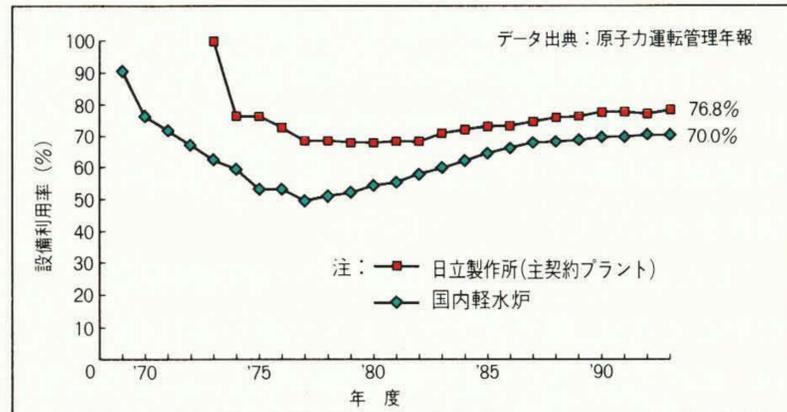
BWRプラントの高稼働率実績

各電力会社の努力により、原子力発電プラントは順調に運転され高稼働率(設備利用率)を維持している。日立製作所の納入設備も堅調に推移し、国内軽水炉平均を上回る信頼性を達成している。

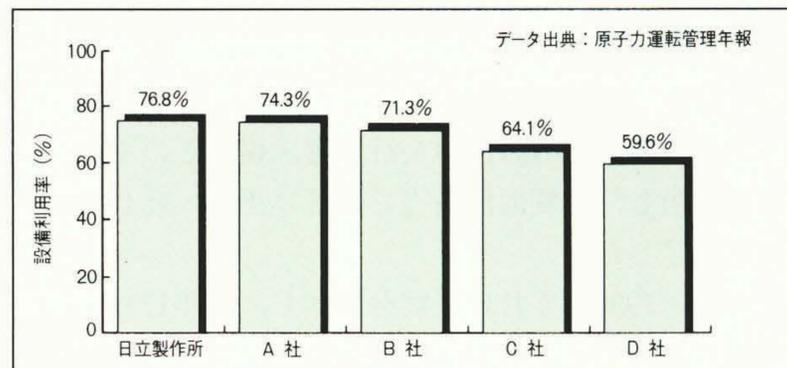
わが国の商用原子力発電設備の主流である軽水炉は現在46基である。これらの設備利用率は近年70%台で順調に推移するに至っている。設備利用率の構成要素のうち、発電損失要因のほとんどは法令に基づく定期検査によるもので、故障・トラブルに伴う設備利用率の低下は、近年では1%未満と極めて低い水準にある。

これまで日立製作所は、プラントメーカーとして8基の主契約プラント(沸騰水型軽水炉)を納入するとともに、合計15基の保守を分担している。これらのプラントは、原子力高信頼化を図るための各種委員会活動の推進や、ライフサイクル全般に渡る幅広い総合信頼性管理活動により、国内軽水炉平均を上回る高稼働率を維持している。

今後、さらに高稼働率向上を図るため、定期検査期間の短縮化というユーザーのニーズにこたえつつ、信頼性の高い製品(作り)とサービスの提供を積極的に展開していく。



(a) 国内BWRプラント累積設備利用率推移(1993年度末現在)



(b) 国内軽水炉主契約メーカー別累積設備利用率(1993年度末現在)

柏崎刈羽原子力発電所 4号機の完成

1987年2月に着工した1,100 MW級BWR-5型の最新鋭機である東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所4号機は、1994年8月に完成し運転に入った。



東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所4号機

東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所4号機(電気出力1,100 MW, 沸騰水型原子炉, MARK-II改良標準型)は、1994年8月に完成し、その後も順調に運転中の最新鋭機である。主な特徴は次のとおりである。

- (1) プラントの運転性、保守性、建設性の向上を設計段階から創り込むため、当初から三次元CADシステムを全面的に活用し、また、工法面でも大型移動式クレーンの活用をさらに進めた大ブロック・モジュール工法を大幅に適用して、工期を短縮
- (2) 原子炉には、燃焼度を高めるジルコニウムライナ型高燃焼度燃料を用い、運転性、経済性を向上
- (3) 原子炉冷却材再循環ポンプには、静止型可変周波数電源装置、改良型ケーシングカバーなどを適用
- (4) 原子炉格納容器内には移動式監視装置を設置
- (5) 復水ろ過装置には、中空糸膜フィルタを採用
- (6) プロセス計算機は演算処理性能を向上した中央演算処理装置を採用するとともに、ウィンドウ機能をサポートするCRT表示装置を適用し、操作性を向上

高速増殖原型炉「もんじゅ」初臨界達成

国家プロジェクトである高速増殖原型炉「もんじゅ」は1994年4月5日初臨界を達成した。日立製作所は、その開発に積極的に参画している。

動力炉・核燃料開発事業団の高速増殖原型炉「もんじゅ」(福井県敦賀市、電気出力280 MW)は、1994年4月5日、168体の燃料集合体が装荷された炉心から最後の制御棒がゆっくり引き上げられ、午前10時1分に初臨界を達成した。

「もんじゅ」の臨界試験は動力炉・核燃料開発事業団が中心となり、原子力プラントメーカー4社(日立製作所、株式会社東芝、富士電機株式会社、三菱重工業株式会社)と高速炉エンジニアリング株式会社が協力して進めてきた。

日立製作所は1次主冷却系中間熱交換器、循環ポンプ、配管、制御棒駆動機構、ブランケット燃料集合体、蒸気発生器(過熱器)、中央計算機設備などの主要な設備を担当し、全期間無災害で据付け工事・総合機能試験を完了した。

今後、1995年4月に発電を開始し、同年12月に本格運転に入る予定である。



喜びに包まれる「もんじゅ」の関係者
〔写真提供：動力炉・核燃料開発事業団〕

ABWR(改良型沸騰水型原子力発電設備)の建設状況

世界最初のABWR(1,356 MW)である東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所6,7号機は、それぞれ1991年9月と1992年2月に着工以来順調に建設が進められている。



東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所6,7号機建設現場

日立製作所は東京電力株式会社の指導のもと、株式会社東芝、GETSCO社と共同建設体制を組み、建設を推進している。

1994年は400トンの湿分分離加熱器の搬入(6号機)、原子炉格納容器鋼製ライナの据付け(7号機)をほぼ終え、同年10月からタービン建屋(6号機)天井クレーンの稼動とともに、タービン本体の据付け作業を開始し、1995年6月の通商産業省(ロ)項使用前検査、その後の本組み立てに入る。7号機の原子炉設備では大型ブロック・モジュール工法を採用し、650トンの原子炉しゃへい壁・配管サポート構造物・配管一体モジュール、機械-建築鉄筋複合モジュールなどの搬入に大型クローラークレーンが活躍し、工期確保に寄与している。1995年1月には中央制御室に制御盤を搬入、同年5月には心臓部の原子炉圧力容器を吊り込む予定であり、ABWRの今後の標準となるために各種の合理化工法を取り入れた建設を進めている。

原子燃料サイクル施設の建設

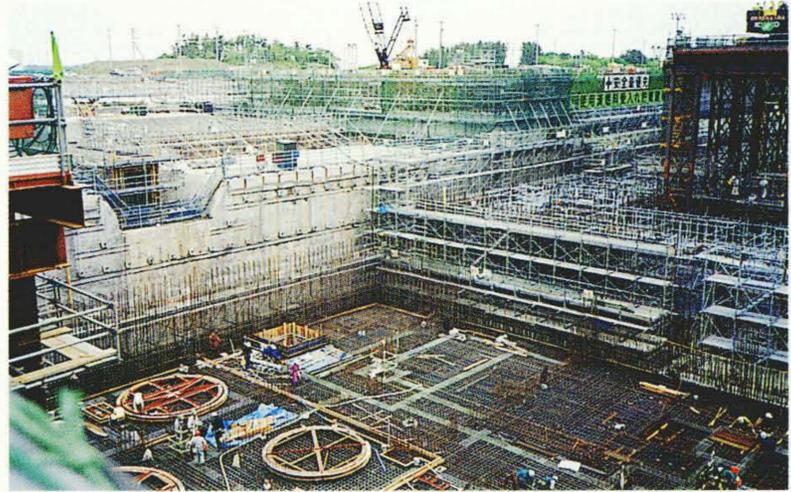
日本原燃株式会社が青森県六ヶ所村に建設中の軽水炉燃料再処理施設のうち、日立製作所は使用済燃料の受入れ施設・貯蔵施設、分離施設などを主に分担している。

日本原燃株式会社は、原子燃料サイクル国産化確立のためのかなめとなる軽水炉燃料再処理施設を1993年4月、青森県六ヶ所村に建設を開始した。

上記施設のうち、先行して建設が進んでいる使用済燃料の受入れ施設および貯蔵施設では、日立製作所が株式会社東芝、三菱重工業株式会社と協調し、主要部である燃料移送設備・貯蔵設備などを担当するとともに、幹事会社として全体まとめ業務を遂行している。

この施設は使用済燃料の貯蔵容量3,000 tを持つ国内初の大規模貯蔵施設であり、大型の燃料貯蔵プールを採用するとともに、燃料取扱い性の効率化のため複数体移送可能なバスケット、水中台車など軽水炉の実績を踏まえた新技術を開発・実証し採用している。

上記と合わせて、高速炉燃料再処理技術開発の一環として動力炉・核燃料開発事業団で計画中的のリサイクル機器試験施設(RETf)の建設計画に参画し、建設準備作業を鋭意進めている。



日本原燃株式会社使用済燃料の受入れ施設および貯蔵施設の建設状況(1994年5月撮影)

ATR実証炉建設計画の進展

ATR(新型転換炉)実証炉は、国家プロジェクトとして電源開発株式会社が青森県大間町に建設準備を進めており、日立製作所は主務会社を務めている。



電源開発株式会社大間原子力発電所(ATR実証炉)の完成予想図(2000年代初頭の運転開始を目指している。)

ATRはわが国が自主開発した最初の動力炉であり、プルトニウム、回収ウランなどを柔軟かつ効率的に利用できるという特長を持っている。

原型炉「ふげん」は、本格運転を開始して以来15年余りにわたり順調な運転を継続しており、熱中性子炉でのウラン・プルトニウム混合酸化物(MOX)燃料利用世界最大量の実績を持つ。

実証炉(電気出力606 MW)は電源開発株式会社が青森県大間町への建設を準備中で、その目的は大容量化に伴う技術と経済性の実証である。日立製作所は主務会社として全体計画を取りまとめるとともに、原子炉本体・補機冷却系設備・空調設備・中央計算機および電気・計測設備などの設計を担当している。

また、通商産業省が電源開発株式会社に委託している「ATR技術確証試験」にも積極的に参加し、ATR特有設備の信頼性および安全上重要な設備の機能確認を実施するとともに、安全審査の準備を進めている。

東北電力株式会社女川原子力発電所のサイトバンカ設備

東北電力株式会社女川原子力発電所の放射性固体廃棄物を貯蔵保管するサイトバンカ設備が、1993年10月に竣工し、現在順調に稼動中である。

女川原子力発電所の運転に伴って発生する、使用済み燃料チャンネルボックス、使用済み制御棒などの放射性固体廃棄物(以下、廃棄物と言う。)を貯蔵保管するサイトバンカ設備が、1991年9月の着工以来25か月間の工期を無事故、無災害で完了、1993年10月に竣工、廃棄物受け入れを開始し、順調に稼動している。

この設備は、廃棄物を貯蔵保管するコンクリート造ステンレス鋼ライニング内張りの貯蔵プール、貯蔵ラック、および廃棄物を移送する固体廃棄物移送容器などで構成する。特徴は次のとおりである。

- (1) 貯蔵プールに、容積約700 m³と約500 m³の2プール方式を採用し、おのこのプール単独に廃棄物が貯蔵保管でき、貯蔵方式の運用面での裕度を持つ。
- (2) 固体廃棄物移送容器は直径2 m、高さ5.5 mの国内最大容量であり、従来のステンレス鋼、鉛鋳造から炭素鋼鍛造、ステンレスオーバーレイ構造とするなど、新技術の適用を図っている。



貯蔵プールと固体廃棄物移送容器

ABWR建設工事の合理化

建設工法革新のため、ハード、ソフトの両面に最新技術を導入した先駆的な超大型モジュール工法を採用することにより、ABWR建設の高度化を推進している。



原子炉格納容器内設備

原子力発電所の建設工事に際しては、建築会社との協力によって高度化を推進してきた。特に近年のコンピュータ技術と大型移動式クレーンを活用した超大型モジュール工法の開発は、現地作業員不足の解消と建設工期の短縮に大いに貢献している。

大型移動式クレーンによる東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所7号機原子炉格納容器内設備の超大型モジュールつり込み状況を示す。鋼製架構、機器配管、各種サポート、電線管、遮へい壁などを含んだモジュールの総質量は、650トンに達する画期的なものである。この工法の適用により、原子炉格納容器内作業の先行消化が可能となった。

この他、7号機では、RCCVライナ、RPVペデスタル、トップスラブライナなどを超大型モジュール化し、大型移動式クレーンを用いての一括搬入とした。これらは、今後のABWR建設での先駆的な工法と言える。

BWR予防保全技術センターの完成

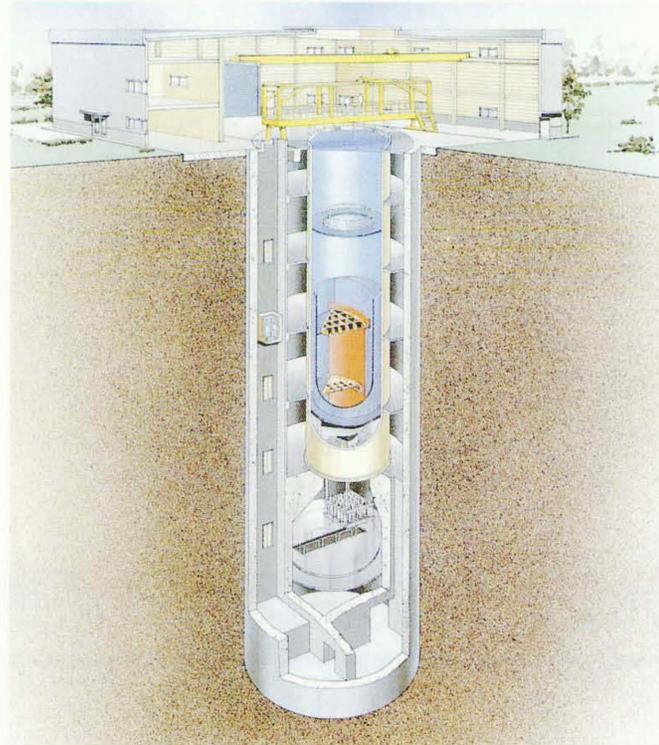
BWR炉内機器の予防保全技術の高信頼化を目指し、日立製作所日立工場内に原子炉の実規模モデルを持つBWR予防保全技術センターを1994年10月に完成させた。

今回完成させた設備は、実際の原子炉を模擬したモックアップモデル、これを収納するコンクリート製地下ピット(地下約36 m)、地上階の天井クレーン、作業台車などを持っており、BWR(沸騰水型原子炉)予防保全技術センターとして、技術開発・作業訓練に活用していく。

この設備では、特に高精度の施工が要求されるとともに、作業環境の制約の多い原子炉内機器の点検・補修などの予防保全技術・工法の確証試験・訓練を実規模のモックアップモデルで行えることができ、他に類を見ないものである。

主な特徴は次のとおりである。

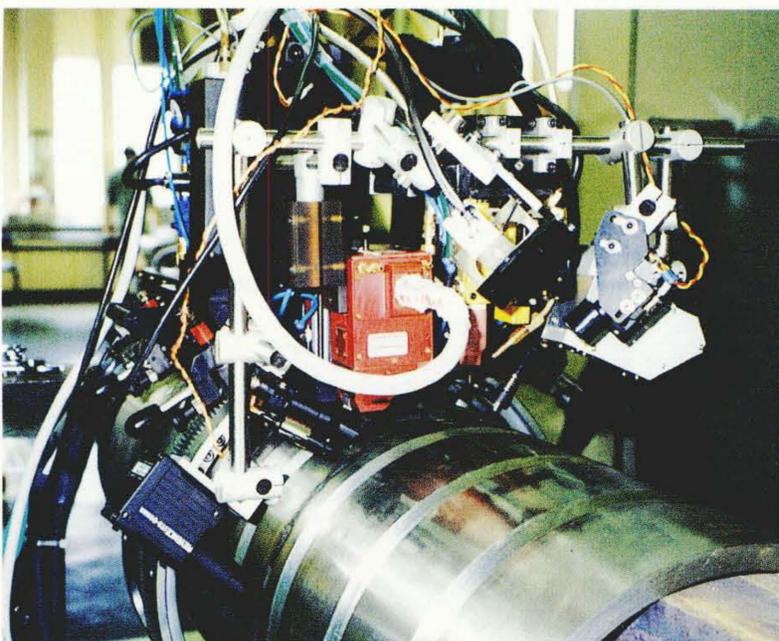
- (1) 原子炉圧力容器モックアップモデル(実寸大の炉内構造物も収納)
- (2) 実機作業環境模擬(原子炉運転床、下部室を模擬し、原子炉上下間の連携作業訓練が可能)



BWR予防保全技術センター

全自動溶接システム

溶接作業の無人化、および高効率化を目的とした全自動溶接システムを開発した。これにより、溶接品質の安定と線量低減効果を図ることができる。



全自動溶接システム(ヘッド回り)

開発した全自動溶接システムは、ステンレス配管の全姿勢TIG溶接を対象とし、アークスタートボタンを押してから最終溶接完了までの一連の作業を全自動で行うものである。

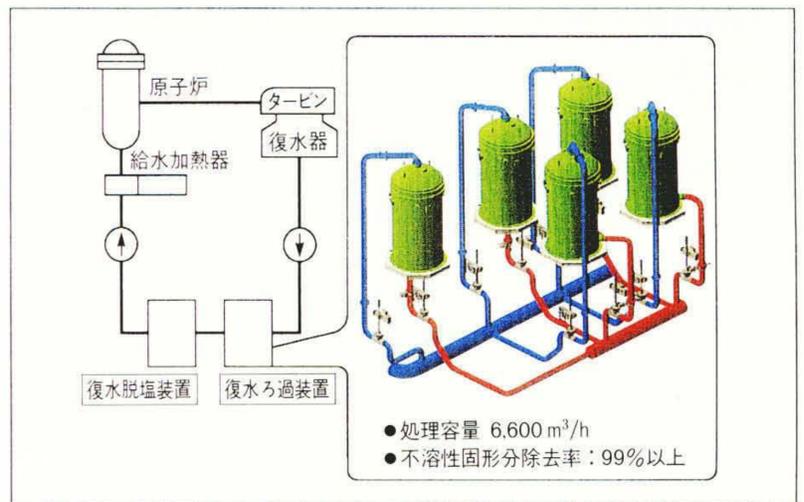
このシステムは、溶接前の開先形状や積層時に前層のビード形状を認識する光切断センサ、初層裏波溶接制御用直視カメラ、各パス終了後の表面品質確認用スポットセンサなどを搭載している。適応溶接条件制御ソフトおよび異常診断ソフトなどを開発し、同時にアクチュエータの小型・軽量化(高さ300 mm以下、単品質量20 kg以下)を図った。

このシステムにより、熟練者でなくても信頼度の高い溶接ができ、しかも原子力プラントの現地作業での線量低減効果が得られる。

復水中空糸膜フィルタシステム

原子力発電所の復水ろ過装置として、処理容量が世界最大級である6,600 m³/hの中空糸膜フィルタ設備を、営業運転を開始した東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第4号機および中部電力株式会社浜岡原子力発電所第4号機に適用している。

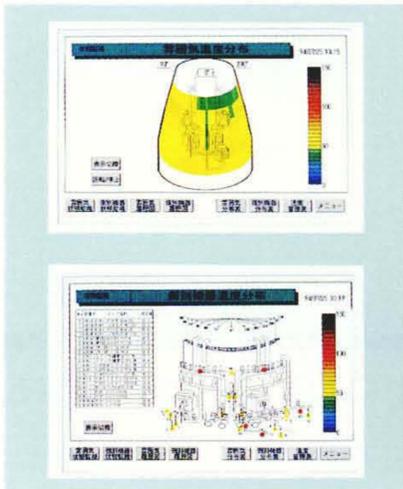
従来の樹脂型フィルタに比べ、廃棄物発生量の低減に寄与している。発電所向け中空糸膜フィルタは膜の孔径が0.1 μmと小さく、復水中の鉄さびなどの不溶性固形分を99%以上物理的に除去することが可能であり、また逆洗と呼ばれる洗浄で再生を行いながら使うことができるなどの特徴を持つ。



中空糸膜フィルタの外観

光ファイバによる原子炉格納容器内温度監視

画面表示例



設備監視装置外観



光ファイバ格納容器内温度監視装置

この装置は、ラマン散乱光の温度依存性を利用した光ファイバ分布型温度測定装置をベースに原子炉格納容器内雰囲気・機器の温度監視装置として、日本原子力発電株式会社および日立電線株式会社と共同で開発したもので、格納容器内に光ケーブルを環状に布設した雰囲気温度監視や、光ファイバによるスポット検出器により、配管などの機器温度監視を行うことができる。

光ファイバ温度監視装置は、1本の光ファイバで多数の温度計測が行えるとともに、既存の温度計測系の代替手段としても十分な性能を持っており、すでに1994年7月から東海第二発電所で運用を開始している。

運転員向け教育システム

原子力発電所の新人運転員から熟練運転員まで一貫した学習ができるように、ゲーム感覚と理解度に応じた教育を特徴とした2種類の教育システムを実現した。

新人運転員向けは、ゲームの機能を取り入れるなど、学習意欲を重視したものになっている。システムは、学習者が主人公となって質問に正しく答えることで勝利を収め、停止していた原子力発電所を復旧し、安全・安定運転を確保するというストーリーになっている。熟練運転員向けは、高度な運転手順の教育を対象としており、各人の理解度に応じて、カリキュラムが自動的に変更され、学習の進捗状況に見合った教育が可能となっている。



新人運転員向け教育システム

最新鋭1,000 MW石炭専焼変圧運転発電設備

相馬共同火力発電株式会社新地発電所1号機が完成し、営業運転を開始した。新地発電所は、1,000 MW石炭専焼としてはわが国初の変圧運転システムを採用した最新鋭大型プラントである。

相馬共同火力発電株式会社新地発電所1号機が1994年7月から営業運転を開始した。

新地発電所1号機は最新鋭大型プラントであり、1,000 MW石炭専焼火力としては、わが国初の変圧運転システムを採用し、負荷変化に対応して高効率運転ができるように運転操作を全面的に自動化している。

ボイラ、タービン発電機、環境設備を一括受注し、トータルシステムとして計画設計、建設を行った。性能試験では、定格出力1,000 MWの計画発電端効率41.9%に対し、実績43.18%と計画値を上回る高効率が見られ、所内率も4.66%と低い値が確認された。また、プラント起動特性は8時間停止後起動で点火から定格負荷までの起動時間が計算機による全自動で162分(計画184分)を達成できた。

この設備の特徴は次のとおりである。

(1) 高効率および運用性を考慮して、変圧運転貫流ボイラを採用し、海外炭燃焼ボイラの特徴である炭種変化、経時的汚れによるボイラ特性の変化に対応して、

主蒸気温度制御に三段過熱低減装置を採用した。また、高効率燃焼と環境保全のために、日立-NRバーナ、多炭種適用の観点からMPS118ミルにインバータ制御式回転分級機を採用した。

(2) 蒸気タービンは実績の多い41インチ長翼を用いた再熱式クロスコンパウンド型4車室機とし、バランス動翼などの新技術を採用して高効率化を図っている。循環ポンプには可動翼式を採用し、部分負荷時の動力低減を図った。

(3) 運転・保守の信頼性・安全性および省力化を図るため、制御用計算機を中核とした総合自動化システムを構築し、広範囲なCRTオペレーションを採用した。

(4) 周辺地域への環境を考慮した最新の脱硫装置、脱硝装置、電気集じん装置を設置し、大気環境保全を図っている。

(5) 安全、信頼性を重視し、ボイラ鉄骨と並行して耐圧部、ダクト、バンカ、歩廊の搬入、組み立てを行う同期化工法を採用した。



相馬共同火力発電株式会社新地発電所1号機

1,300°C級高性能コンバインドサイクル発電設備

中国電力株式会社柳井発電所2-1号系列350 MW高性能コンバインドサイクル発電設備(2軸)が完成し、1994年3月から営業運転を開始した。1号系列700 MWと合わせ、計1,050 MWが稼動となった。

中国電力株式会社柳井発電所2-1号系列コンバインドサイクル発電設備350 MW(2軸)が、1994年3月から営業運転に入り、順調に稼動している。燃料は、クリーンエネルギーのLNG(液化天然ガス)を採用している。

この発電所は、1号系列700 MW(6軸、燃焼温度1,100°C級)と合わせ、合計1,050 MWが稼動となった。現在建設を鋭意推進中である2-2号系列350 MW(2軸、1996年1月営業運転予定)が完成すると、合計1,400 MWの中国電力株式会社管内で最大かつ最新鋭の火力発電所となる。

2-1号系列の発電設備は、熱効率の向上を目指し、わが国初の燃焼温度1,300°C級大容量高性能ガスタービン(MS7001F)を採用したACC(アドバンストコンバインドサイクル)プラントである。また、配置には一軸型で下方吸気、軸流排気方式を採用し、最適かつ省スペース化を図っている。

圧縮機は空気流量増加に伴って段数を18段とし、さ

らに損失を低くおさえるため翼形状に遷音速設計を適用し、高性能化を図っている。同時に、ガスタービンにはリターンフロー冷却翼を採用し高温・高効率化を実現している。

排熱回収ボイラは、非再熱、自然循環方式複圧(二重化)システムとし、伝熱管には多量の排ガス熱量を効率よく回収するため新たに開発した高性能セレイテッドフィンチューブを採用した。このような効率向上施策により、大気温度20°Cで47.2%の高効率を達成した。

環境保全の観点からは、クリーンなLNG使用に加え高効率化達成によってCO₂発生量を抑制している。また燃焼器では、広い負荷範囲で予混合燃焼を可能にした二段燃焼方式の乾式低NO_x燃焼器を採用しており、さらに排熱回収ボイラには脱硝触媒を内蔵した構造を採用し、低NO_x化を図っている。

この発電設備には、以上に加えて排熱回収ボイラのモジュール工法など、さまざまな最新技術が採用されている。



中国電力株式会社柳井発電所の全景

排気再燃型コンバインドサイクル発電設備

東京電力株式会社五井火力発電所6号機排気再燃型コンバインドサイクル発電設備が完成し、既設改造によるわが国初のシステムとして営業運転を開始した。

東京電力株式会社五井火力発電所納め6号機排気再燃型コンバインドサイクル発電設備は、短期間での出力増強を目的とし、既設汽力発電設備に新設ガスタービンを組み合わせたわが国初のシステムとして短工期で完成させ、1994年7月に営業運転を開始した。

このシステムは、ガスタービン排ガス全量をボイラの燃焼用空気として利用するコンバインドサイクル発電設備である。主な特徴は次のとおりである。

- (1) 発電出力増強：既設汽力発電設備350 MW
新設ガスタービン126 MW
総合発電出力476 MW
- (2) 発電効率向上：改造前後の相対値7.8%向上、
絶対値3.0%向上
- (3) 環境対策：低NO_x燃焼ガスタービン
排煙脱硝装置



東京電力株式会社五井火力発電所6号機の全景

出力854 MW排気再燃型コンバインドサイクル発電設備

中部電力株式会社知多火力発電所6号機および知多第二火力発電所1号機排気再燃型コンバインドサイクル発電設備が完成し、1994年9月から営業運転に入った。



出力854 MW排気再燃型コンバインドサイクル発電設備

中部電力株式会社知多火力発電所納め6号機および知多第二火力発電所納め1号機排気再燃型コンバインドサイクル発電設備は据付け、試運転を完了し、1994年9月に営業運転を開始した。

このプラントは出力700 MWの既設ガス燃焼火力発電設備に最新鋭のF7FA型ガスタービンを追設し、短期間で出力増強と効率向上を図った世界最大容量の排気再燃型コンバインドサイクル発電設備である。

1992年11月に工事着工以来、順調に工事を進め、1994年5月ガスタービン初点火を完了し、同年9月に営業運転に入った。

- (1) 汽力単独およびコンバインド運転可能なシステム
- (2) 1,300°C級高効率F7FA型ガスタービンの採用
- (3) わが国最高レベルの乾式低NO_x燃焼器採用による環境への配慮

などの特徴を持つ。なお、現在知多火力発電所納め5号機も順調に工事を推進している。

出力156 MW石炭火力タービン発電機設備

沖縄電力株式会社具志川火力発電所第1号機156 MWタービン発電機設備が完成し、1994年3月から営業運転を開始した。

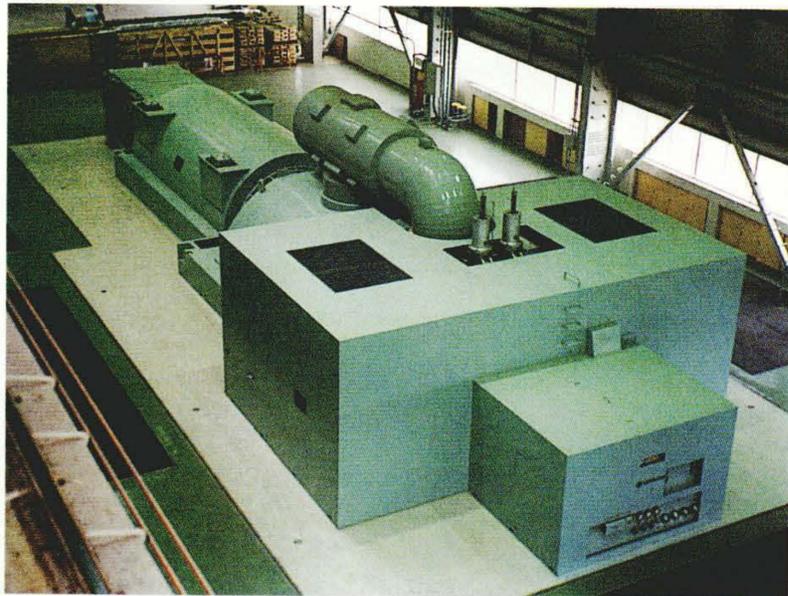
沖縄電力株式会社具志川火力発電所納め第1号タービン発電機設備は、電力需要の増加への対応と電力の安定供給を図る目的で建設された石炭火力発電所であり、営業運転開始後順調に稼動中である。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 系統事故時の所内単独運転を行うため、タービンバイパスシステムを採用
- (2) ホットスタート時の起動時間の短縮のため、中圧起動方式を採用

主な設備の仕様は次のとおりである。

- (1) 蒸気タービン：TCDF-26インチ，156 MW
16.57 MPa-566/538℃
- (2) 発電機：水素冷却横置円筒回転界磁形，184 MVA



沖縄電力株式会社具志川火力発電所第1号タービン発電機

35 MWガスタービン発電設備

キグナス石油精製株式会社川崎工場ガスタービン発電所は、1994年7月から運転を開始した。



35 MWガスタービン発電所全景

キグナス石油精製株式会社川崎工場ガスタービン発電設備は、据付け、試運転を完了し、1994年7月に運転を開始した。

この設備は、1993年6月に基礎工事着工以来、建設工事が順調に進み、1994年5月にガスタービン初点火を行い、同年6月に試運転を無事終了し、同年7月に運転を開始した。主な特徴は次のとおりである。

- (1) ガスタービンは、実績の多いPG6541B型を採用し、高効率、高信頼化を図った。
- (2) 燃料ガス性状の幅広い変動を考慮した燃料系システムを採用した。
- (3) 環境保全対策として、ガスタービンに蒸気噴射を行うとともに、乾式アンモニア接触還元法による脱硝装置を設けた。
- (4) 起動、停止時の省力化を図った。

経年火力制御設備近代化

中国電力株式会社水島発電所第1, 2, 3号機制御設備の近代化工事が完成し, 30年以上稼動したプラントでの最新火力プラント並みの運転操作が可能となった。

水島発電所第1号機125 MWおよび第2号機156 MW石炭燃焼ユニット設備の制御設備近代化工事は, 1992年9月に着工し, 約9か月の据付け試運転調整を経て1993年6月に終了した。続いて第3号機350 MW重油燃焼ユニット設備は, 1993年10月着工から, 約8か月余りの工期で, 1994年6月に給電渡し完了となった。これにより, 建設以来30年以上稼動したプラントでの最新の火力プラント並みの運転操作が可能となった。

主な特徴は次のとおりである。

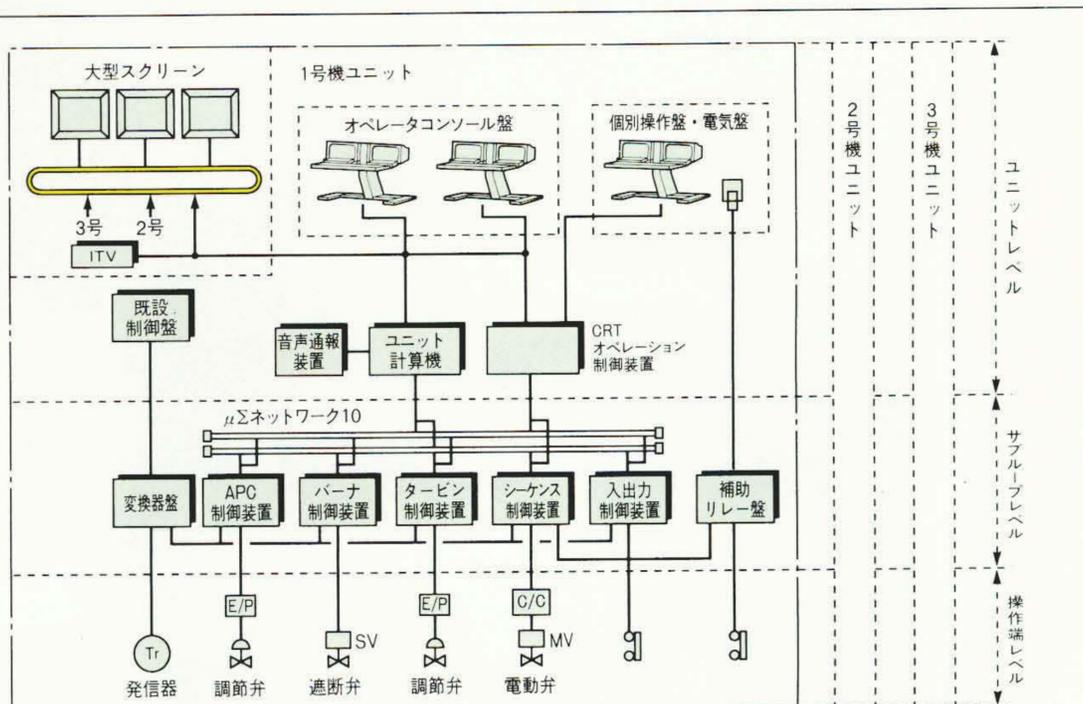
- (1) 既設手動操作プラントからユニット起動停止を含めた全自動化運転の実現
- (2) 既設3ユニット中央制御室の集中化と少人数運転の実現
- (3) 大型ディスプレイ装置と全面CRTオペレーションなどの最新の制御技術導入とデジタル制御装置の採用
- (4) 負荷変化率, 起動時間などの運用性の向上達成
- (5) パトロール・定例操作・特殊操作の省力化の実現

システム構成と特徴は次のとおりである

- (1) このシステムでは, プラントの総合監視, 制御, 自動化の中核であるユニット計算機, 運転操作をすべてCRT, キーボードで行うためのCRTオペレーション制御装置, および情報の共用化と視認性の向上を目的とした大型スクリーンなどを中央に配置した。サブグループ制御にはボイラ制御装置, タービン制御装置, シーケンス制御装置, ローカル制御装置および入出力制御装置に最新のデジタル制御装置を全面採用した。以上のユニット計算機, CRTオペレーション制御装置とサブグループ制御装置間は, 高速のユニットネットワークで結合し, 階層型機能分散方式による総合デジタル制御システムを構築した。
- (2) 1, 2, 3号機制御設備の集中化に伴って新設した中央制御室は, オペレータの操作性, 監視性および情報の共有, コミュニケーションを十分に図ることができる。人を大切にする居住空間としてとらえ, 快適な職場環境と最先端マンマシンシステムとの調和を図った。



中国電力株式会社水島発電所新中央制御室



注：略語説明

ITV (工業用テレビ), E/P (電空変換器), C/C (コントロールセンタ), SV (電磁弁), MV (電動弁)

実証試験用1,000 kVガス絶縁開閉装置

実証試験に供される1,000kV GIS(実証器)が工場で完成した。精密な工場試験を良好に終了し、予定通り現地に搬入した。1995年度の試験開始に向けて現地据付け作業が進められている。

東京電力株式会社UHV機器試験場で1995年度から1,000 kV変電機器の実証試験が予定されている。1,000 kV系統特有現象や構造の大型化に対応する必要性から、実証器製作に先立ち実器相当の試作器を製作し、基本性能、実用性能および信頼性を確認する各種検証を行った。

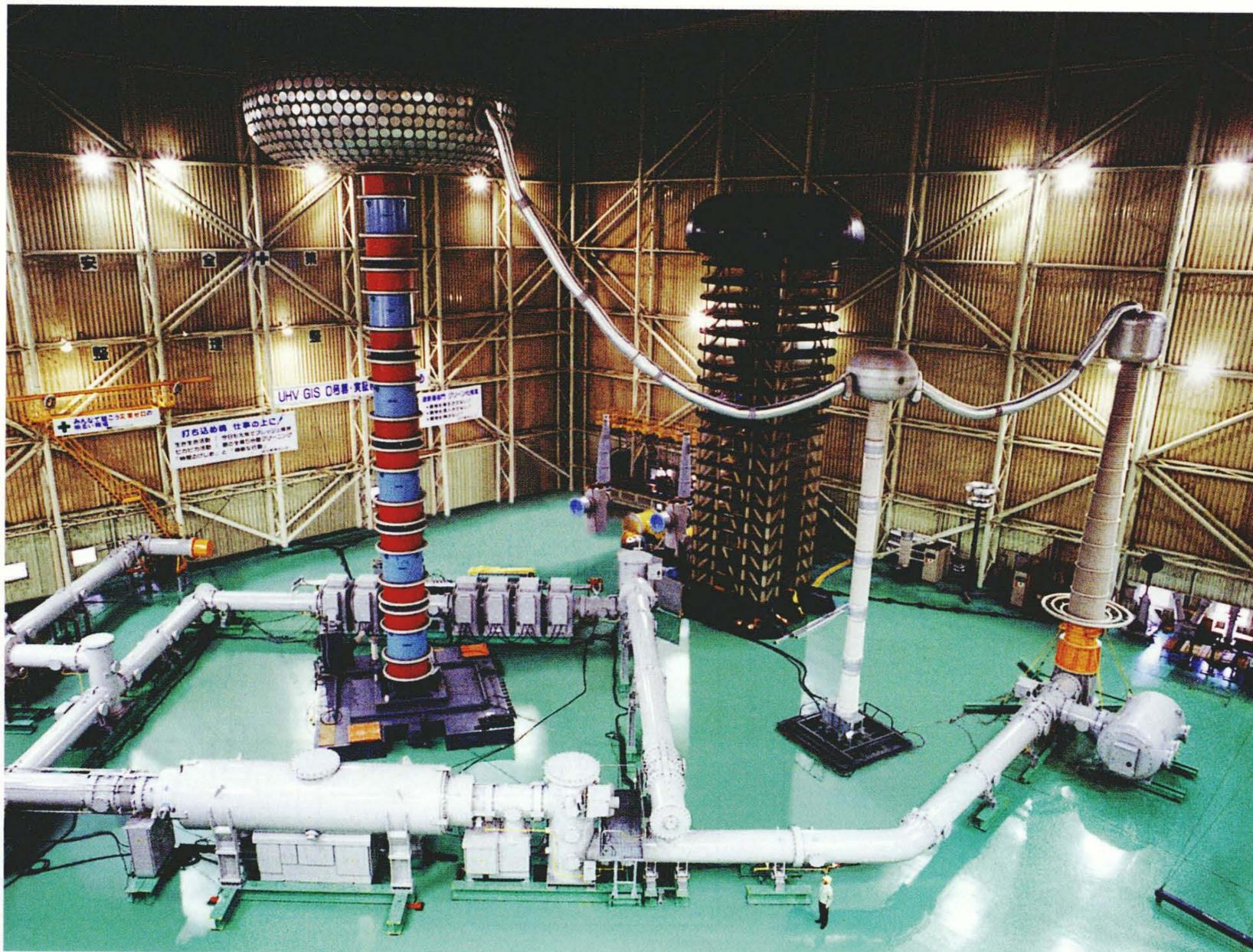
今回製作した実証器は、実証試験が可能な最小単位(母線、送電線回線、および変圧器回線の一部)であるが、採来UHV変電所を想定した据付け性、保守性などを考慮した構造としている。

現地搬入に先立って実施した精密な工場試験では各種性能を確認するとともに、GIS総合組み立てを行って取合部等の確認、リレー盤との組み合わせによる遮断器、高速接地開閉器の動作協調の確認などを行った。さらに、電源CTを具備する課通電試験回路をGISに接続させ、通電試験を実施したほか、現地据付け・組み立て性確認試験として現地組み立てと同一工法にて組み立てを行い、その作業性を検証している。現在、1995

年度の試験開始に向けて現地で順調に据付け作業が行われている。

このGISの特徴は次のとおりである。

- (1) 遮断器：500 kV器と同様な投入サージ抑制のための抵抗投入方式に加え、抵抗遮断方式を新たに採用して遮断サージの抑制を図った。
- (2) 断路器：開閉時に抵抗を挿入して開閉サージを抑制する方式を採用した。
- (3) 高速接地開閉器：遮断責務に後追い事故時の故障電流からの誘導も考慮している。また、接地側端子などの合理的な構造および配置を検討した。
- (4) 避雷器：電流通電ほかによるスクリーニングを実施した。統計的評価を行い、十分なエネルギー耐量を確認した。
- (5) 光PD：中間電極を設けコンデンサ分圧する方式とした。
- (6) 空心CT：母線保護用CTに磁気飽和のない空心CTを採用した。



1,000 kV GIS 工場総組試験状況

220-500 kV切換可能な二重定格電圧変圧器

送電系統の電圧変更に伴う電圧切換が可能な二重定格電圧を持った25/225-520 kV, 730 MVA主変圧器および220-500/66 kV, 250 MVA連絡変圧器を完成し, 九州電力株式会社苓北発電所に1994年4月に納入した。

近年, 電力の安定供給, 送電系統の多様化から将来を見通した電源計画が必要となり, 二つの定格電圧を持った系統が計画されてきている。

九州電力株式会社苓北発電所第1号機は当初220 kVで運用し, 2号機建設時点で500 kVに昇圧される計画である。これに対し, 日立製作所は220 kVから500 kVへの電圧切換が可能な二重定格電圧を持った730 MVA主変圧器1台, 250 MVA連絡変圧器2台を完成し1994年4月に納入した。

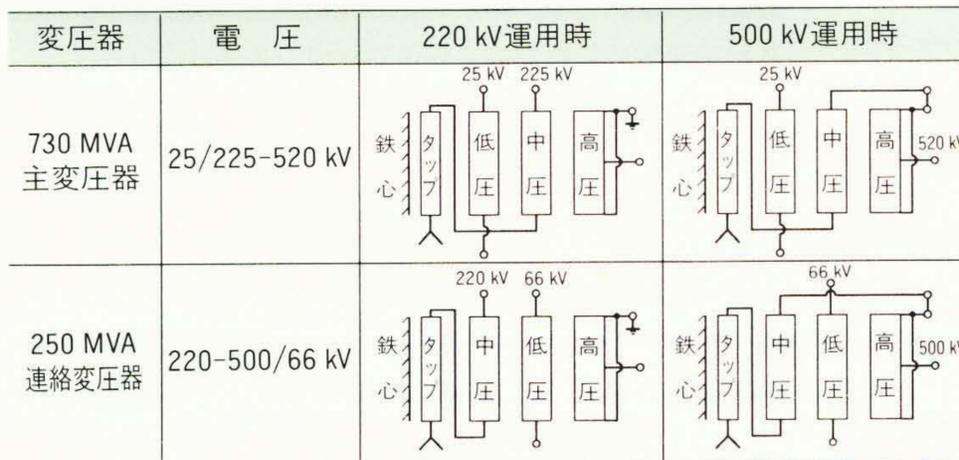
電圧切換が必要な巻線としては, 500 kV変電所用単巻変圧器で多数実績を持つ巻線配置構成を採用した。インピーダンス仕様の違いから連絡変圧器は主変圧器と異なる巻線配置構成とした。

また, 220 kVおよび500 kV端子はSF₆ガス母線によ

る引出しとし, 500 kVへの昇圧時の結線換えはすべてSF₆ガス母線側で行う外部切換方式を採用した。これにより, 500 kV昇圧時の油抜き, 内部結線換えを不要とし, 切換工事に伴う工程長の短縮, および信頼性の向上を図った。

二重定格電圧変圧器の主な仕様

	主変圧器	連絡変圧器
定格容量	730 MVA	250 MVA
定格電圧	25/225-520 kV	220-500/66 kV
%インピーダンス	12% at 225 kV 19% at 520 kV	16% at 220 kV 12% at 500 kV
騒音レベル	70ホン	60ホン



巻線配置と結線
(500 kV変電所用単巻変圧器で多数実績を持つ巻線配置構成を採用した。)

25/225-520 kV, 730 MVA主変圧器工場試験の外観(絶縁試験を行うため, 220 kVおよび500 kV試験用ブッシングを設けている。)



基幹系変電所監視制御運転保守支援システムの完成

複雑化する基幹系変電所の運転・保守業務への対応を目的とした変電所監視制御運転保守支援システムを完成し、中国電力株式会社新西広島変電所に1993年12月に納入した。

近年、良質な電力の供給および供給信頼度の向上が重要となり、基幹系変電所では電力系統・変電設備の信頼性向上が大きな課題となるため、変電所の運転・保守業務はますます複雑化・高度化してきている。

増大する運転員・保守員への負担を軽減するために給電情報・設備情報などを統合し、豊富な情報処理と業務の省力化を目的とする高度な支援機能を持つ監視制御運転保守支援システムを開発し、中国電力株式会社の基幹系変電所である新西広島変電所に1993年12月に納入した。

このシステムの特徴は次のとおりである。

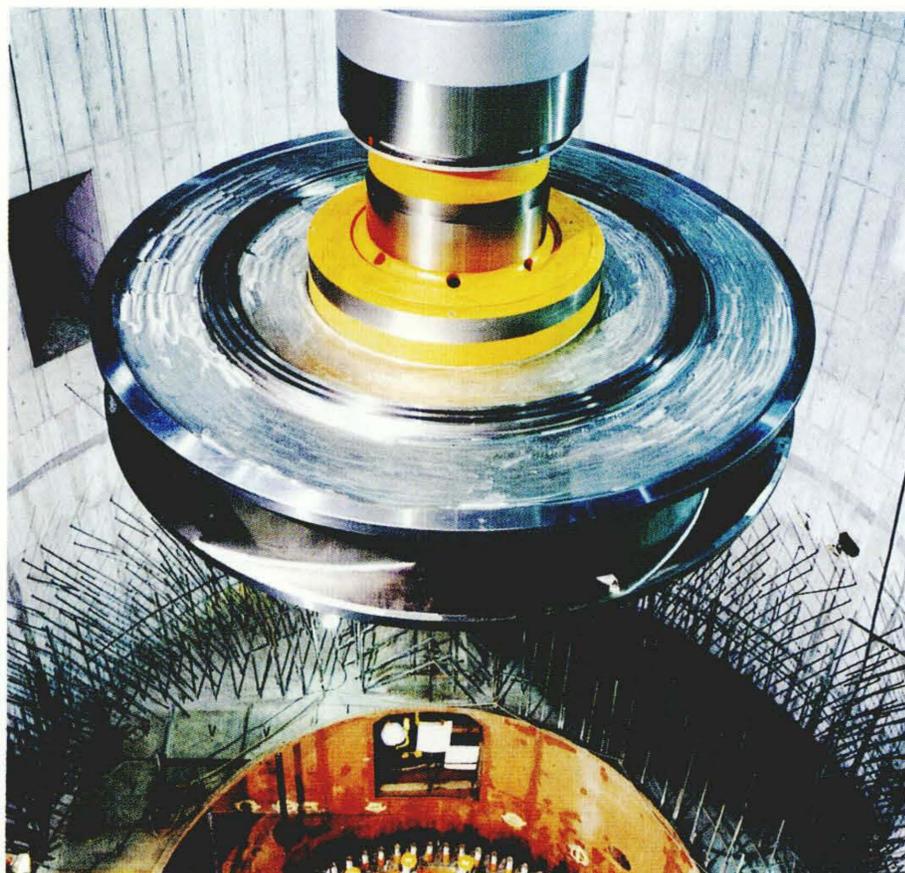
- (1) 二重化した主計算機と訓練試験用計算機による高信頼度運転を実現した。
- (2) 従来、人間の経験によって行っていた事故処置を計算機で支援し、運転員の負担を大幅に軽減した。
- (3) 汎用LANによる変電機器とのインタフェースを採用し、システムの標準化を図った。



基幹系変電所監視制御運転保守支援システム

大容量揚水発電所が稼動

東京電力株式会社塩原発電所納め1,2号機600 MW、および中部電力株式会社奥美濃発電所納め1,2号機500 MWが夏のピーク電力対応で続々営業運転に入った。



東京電力株式会社塩原発電所1号機
308 MWポンプ水車ランナつり込み

1983年の着工から11年にわたり建設が進められていた東京電力株式会社塩原発電所納めの1,2号機が1994年6月に営業運転に入った。この発電所に納められた308 MW, 338 m, 375 r/minのポンプ水車は世界最高レベルの高比速度機であり、高速化による機器の小型化が図られている。

中部電力株式会社奥美濃発電所も1985年から建設が進められ、その1,2号機が1994年7月に営業運転に入った。この発電所へ納入された279 MVA, 514 r/minの発電電動機は、高速機対応のリングリムや複列Tテール磁極取付の回転子構造を採用している。

水車用電動サーボモータの複数台同期制御方式の開発

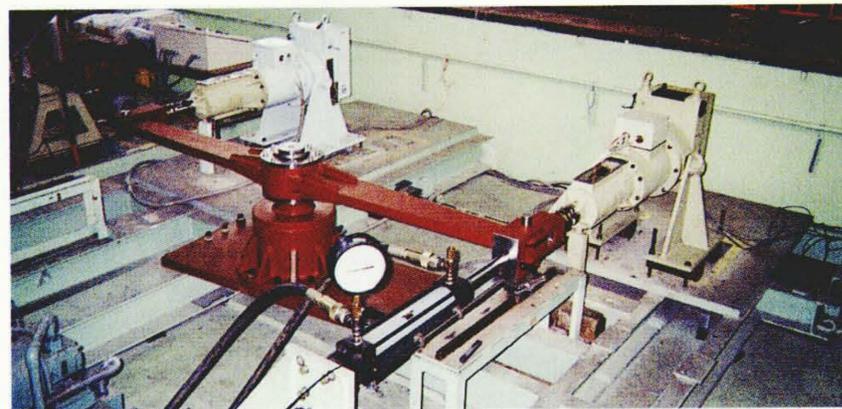
水力発電設備のオイルレス化可能範囲の拡大を目的として、従来の電動サーボモータの操作力を倍増できる複動式電動サーボモータの同期制御方式を開発した。

水力発電所では、油による環境汚染の防止および保守の簡略化などの観点から、水車ガイドベーンの駆動装置に電動サーボモータを採用して設備のオイルレス化を図り、効果を上げている。しかし、従来の電動サーボモータではモータ推力の伝達機構の強度に限界があり、現状でのオイルレス化可能範囲は水車出力でおよそ20 MW以下である。

今回、オイルレス化可能範囲の拡大要求に対応するため、複数台の電動サーボモータを連結し操作力を倍

増させることができる複動式電動サーボモータの同期制御方式を開発し、製品化を進めている。この開発により、水車出力50 MWクラスまで適用できる見込みであり、国内水力発電所の約7割がオイルレス化可能となる。

開発品は、複数の電動サーボモータが均等に負荷を分担するため確実に操作力が倍増でき、制御の安定性が得られるなど、新技術を駆使したシステム構成となっている。



工場試験設備

水力発電所・変電所用大規模集中監視制御システム

水力発電所、変電所、周波数変換所を集中的に監視制御する発電所・変電所用集中監視制御システムを開発し、電源開発株式会社中地域制御所に納入した。



水力発電所・変電所用大規模集中監視制御システム

季節や時刻によって刻々と変化する電力需要に対応するため、発電所や変電所の統括的な制御がますます重要になってきている。このため、水力発電所などのさまざまな電力設備運転状況を監視し集中制御するシステムを開発し、電源開発株式会社の中部、関西、北陸地域の電力設備の監視制御を行う同社の中地域制御所に納入した。

このシステムは、制御用計算機HIDIC V90/75(2台)、HIDIC V90/45(2台)、AI用マシン(2台)、マンマシン性に優れた、高精細ディスプレイ(13台)などによって構成する大規模高信頼性システムである。

システムの特徴は次のとおりである。

- (1) エキスパートシステムによる系統事故復旧の作成、機器事故発生時の初期対応業務支援の採用
- (2) 人間工学に配慮し指令室をトータルにデザイン
- (3) 各速報類の自動ファクシミリ伝送、各発電所への端末情報伝送

東北電力株式会社能代火力発電所納め100 MVA静止形無効電力補償装置

系統事故時の基幹送電線の電力動揺を抑制し、電力の安定化を図るため、100 MVA静止形無効電力補償装置を東北電力株式会社能代火力発電所に納入した。

東北電力株式会社では、広域融通電力の拡大などにより、基幹送電線が常態的に重潮流となることが予想されている。特に、系統の末端に位置する能代火力発電所は、系統事故時の影響を受けやすく、基幹送電線の電力動揺が大きくなる恐れがある。

この対策として、1994年7月、能代火力発電所に電力動揺抑制を主目的とした静止形無効電力補償装置(SVC: Static Var Compensator)を納入した。このSVCはわが国で初めて発電所に設置されたものである。

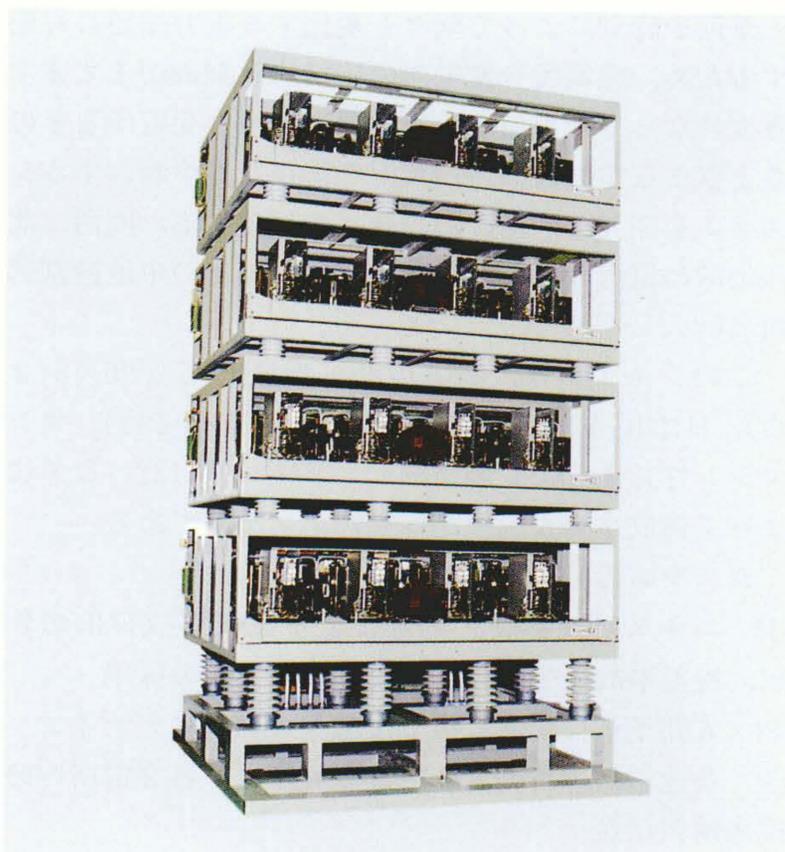
- (1) 制御方式は、線路潮流の変化に応じて制御する ΔP 制御と、系統電圧の変化に応じて制御する ΔV 制御を併用し、安定した運転を実現した。
- (2) サイリスタバルブ、変圧器、リアクトル他の機器監視を実施し、保守点検の省力化を実現した。
- (3) 制御装置は、32ビットマイコンの採用とその二重化により、高速応答性と高信頼性を実現した。



東北電力株式会社能代火力発電所納め
100 MVAサイリスタバルブ

電力用・大容量自励式変換器の部分モデルの試作

直流送電または系統安定化用高性能変換器の実現に向け、GTO(ゲートターンオフサイリスタ)を採用した自励式変換器の部分モデル(1アーム相当分)を試作した。



300 MW級自励式変換器の1アーム相当部分モデル(1/48)

自励式変換器は、他励式変換器に比べ交流系統の電圧に依存せずに変換できるため、系統の末端での直流連系などへの適用が期待されている。

通商産業省・資源エネルギー庁の補助事業である「連系強化技術開発」の中で、東京電力株式会社を中心とした電力各社によって「高性能交直変換器技術開発」が進められ、受託によって300 MW級三相自励式変換器の1アーム相当(GTO16直列)のモデル〔直流定格電圧：38.4 kV, 最大遮断電流：2,700 Ap(連続値ではない)〕の試作、試験を1993年および1994年度に実施した。

素子を多数個直列接続した場合の課題として素子の電圧分担の均一化がある。各素子の電流遮断特性が同一でないため、GTOターンオフ時に各素子の電圧分担に不平衡が発生し、それが過大であると素子耐圧以上になって素子破壊に至るためである。今回の試作では、各GTOへのゲート信号のタイミングを高精度に調整することにより、電圧分担不平衡要因を補正し、電圧分担の均一化を図っている。

中部電力株式会社納め基幹系統安定度維持システム

500 kV系統の安定度維持のためにオンライン演算型の新系統安定化システムを開発し、中部電力株式会社に納入した。

中部電力株式会社の500 kV系統を対象としたオンライン過度安定度計算による安定度維持システムとして、新系統安定化システム(TSCシステム：Transient Stability Controller System)を納入した。

このシステムは、500 kV系統での故障発生時に一部の電源を高速に遮断することにより、広範囲な発電機群の脱調を回避するものである。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) オンラインデータをもとに処理しているため、任意な系統構成に追従した最適な安定化制御が実施できる。
- (2) 9台のRISC計算サーバによる並列演算処理方式の採用、およびスクリーニング手法の採用により、安定度計算の高速化を図っている。
- (3) 系統拡充に対し、データ変更や計算サーバの追加により、容易に対応できる。また、対象系統の変更もデータ変更により、容易に対応できる。



中部電力株式会社納め基幹系統安定度維持システム
(主計算機・解析用エンジン)

高性能・第二世代デジタル保護リレー

高度マンマシン技術、高速・高精度デジタル化技術などの最新技術を駆使し、高信頼度で使いやすくコンパクトな第二世代デジタル保護リレーを開発した。



第二世代デジタル保護リレー

東京電力株式会社と共同で、高度化する基幹送電線や変電所機器(母線、変圧器など)の保護を対象とした第二世代デジタル保護リレーを開発した。

この装置は、これまで実際に運用して蓄積してきたデジタル保護リレー技術の実績を基盤に、より高速のマイクロプロセッサやAD(アナログデジタル)変換器などの最新の技術を採用して高性能化を図ったものである。

基本性能面での主な特徴は次のとおりである。

- (1) 事故検出能力などのための演算処理能力が、従来のものに比較して約10倍以上に向上した。
- (2) データのAD変換を4倍、データサンプリング周波数を8倍に向上し、演算精度を格段に向上させた。
- (3) フラットディスプレイによる対話形操作機能により、整定値設定や動作確認などを効率よく行うことができる。
- (4) 処理性能向上に伴い、装置のコンパクト化を図ることができた(約40%減)。