

電力・エネルギー

電力・エネルギー関係の事業環境は、内外共に依然厳しい状態で推移している。我が国の総需要電力量は、昭和62年度前半に前年同期比5.3%の伸びを示したものの、今後10年間では年率2.3%程度の伸びと予測されている。しかし、総需要電力量の伸びは依然として総エネルギー需要の伸びを上回るものと予想され、更に、情報化の進展をはじめとする社会の高度化・多様化とともに、電力の質に対する要求もますます強まるものと思われる。こうした状況に対して日立グループでは、燃料の多様化、設備運用の最適合理化、高信頼化など、電力供給の効率化、経済性、安定化に関する技術開発を行い、各方面のニーズにこたえている。

原子力委員会が策定した「原子力開発利用長期計画」に示されているように、我が国のエネルギー需給で原子力の果たすべき役割は、21世紀に向けてますます大きくなるものと予測されている。

改良標準型軽水炉は、東京電力株式会社納め福島第二原子力発電所4号機及び中部電力株式会社納め浜岡原子力発電所3号機(タービン・発電機設備を納入)が昭和62年8月に相次いで完成した。更に、中国電力株式会社島根原子力発電所2号機と東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所5号機を鋭意建設中である。

第三次改良標準化計画の一環であるABWR(改良型沸騰水型原子炉)は、安全性、運転性、建設性、経済性など抜本的な改善が図られており、各種新技術の確証・実証試験から実プラントの詳細設計の段階へと進んできている。また、次世代型軽水炉についても経済性のよりいっそうの向上、ウラン資源節約などのニーズにこたえるべく基本構想の検討を進めている。

新型動力炉では、高速増殖原型炉「もんじゅ発電所」の建設と実証炉の開発計画に参加している。また、新型転換炉・実証炉の開発やウラン濃縮、再処理、プルトニウム燃料製造設備など原子燃料サイクルの開発計画にも積極的に参加している。

核融合関係では、日立製作所エネルギー研究所内に「日立トカマク2号機“HT-2”」を完成させ、次期核融合実験装置に向けての研究開発を進めている。

火力発電設備は、原子力発電の着実な増加とともに、ミドル用あるいはピークロード用としての運用が多くなった。そのため、運用の高度化が最重点課題の一つとなっており、新設プラントばかりだけでなく、既

設プラントについても新技術適用の改造による機能の向上が図られている。

ボイラ設備としては、中部電力株式会社尾鷲三田火力発電所3号缶500 MWと東京電力株式会社東扇島火力発電所1号缶1,000 MWが62年に相次いで運転を開始した。これらのボイラには毎日起動・停止を伴う運用性向上のための火炉スパイラル化や高機能デジタル制御システムなどの新技術が採用されている。こうした技術は、今後増加が予想される石炭火力でも最重要な技術で、各種の環境対応技術とともに国内はもとより海外からも注目を集めている。また、蒸気タービンでも、高性能翼形の採用に合わせて、40インチ、52インチの長翼を開発し、画期的な性能の向上を実現した。

LNGの高度利用を図るための大容量コンバインドプラントでは、セラミックスコーティングの採用などによるガスタービンの信頼性向上と、低NO_x燃焼器の開発を進めている。

水力発電関係では、九州電力株式会社天山発電所納め308 MWポンプ水車・発電電動機2台が営業運転に入った。ポンプ水車の揚程が600 mを超えた我が国初の記録品である。また、電源開発株式会社只見発電所納め65.8 MW世界最大容量のバルブ水車・発電機が工場完成した。一方、関西電力株式会社と共同研究を進めている可変速揚水発電システムについては、成発電所に設置した22 MVA実証プラント機が現地性能試験を終え、引き続き長期性能検証試験に入っている。今後の系統安定化や経済運用に向けての実用化が期待される。

送変電関係では、東京電力株式会社新京葉変電所納め500 kVバンク容量1,500 MVAの高インピーダンス単巻変圧器、同新佐原変電所納め550 kV、8 kAガス絶縁複合開閉装置などが工場完成した。いずれも最近の高精度解析技術と実器製作に先立つ細密検証試験によって信頼性のいっそうの向上を図ったものである。

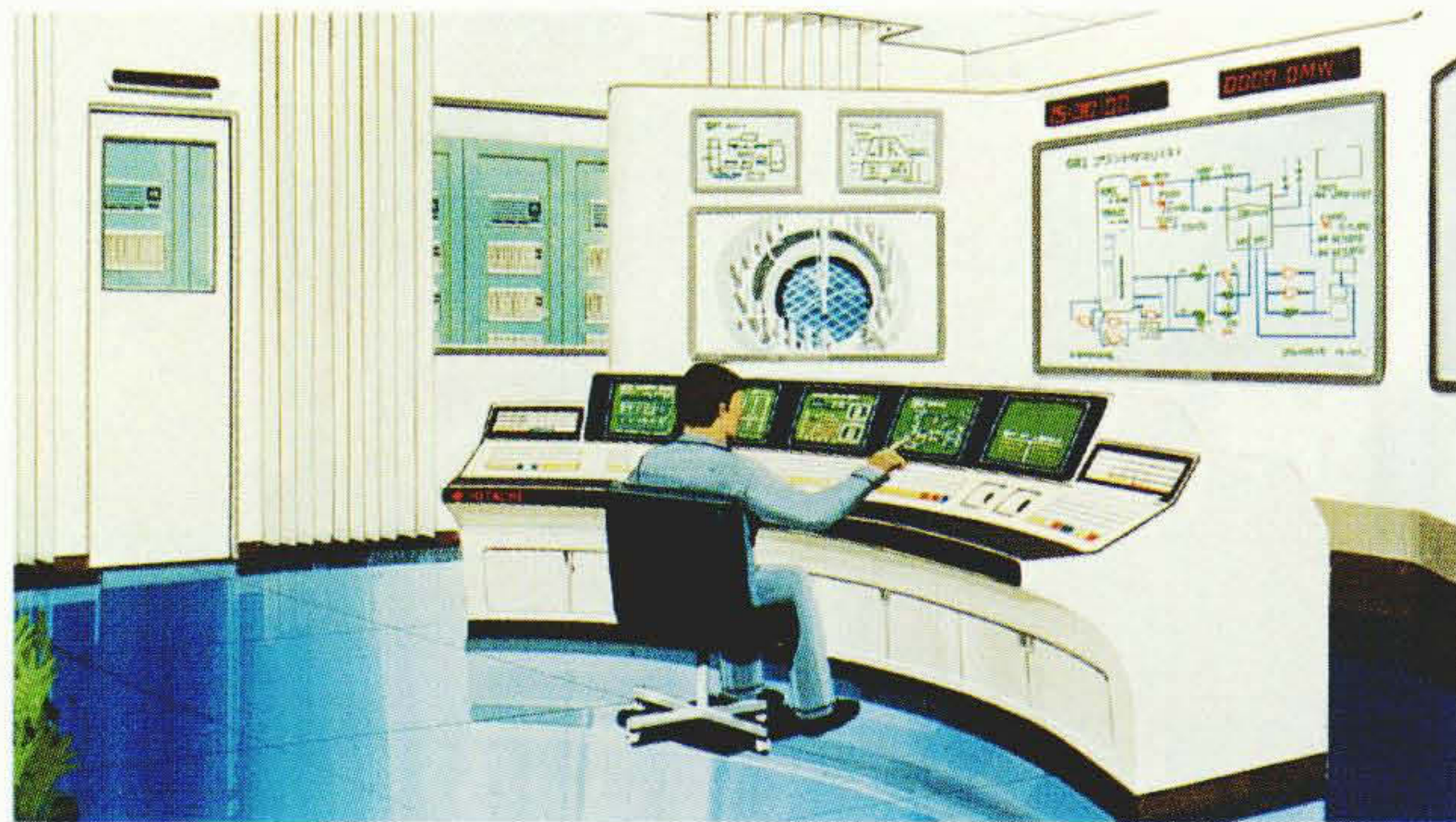
設備運用の自動化・高度化については、中国電力株式会社中央給電指令所納めの自動給電システム、東京電力株式会社大島給電所納めの給電所設備総合自動化実証システム、関西電力株式会社中央給電指令所納めの給電訓練用シミュレータ、九州電力株式会社小倉営業所納めの配電自動化システムなどがある。

ABWR 新技術実用化への展開

ABWR(改良型沸騰水型原子炉)は、開発段階を終了、通商産業省第三次改良標準化プラントに認定され、実プロジェクトの詳細設計段階に移り、新技術も着実に確認・実証され実用化している。

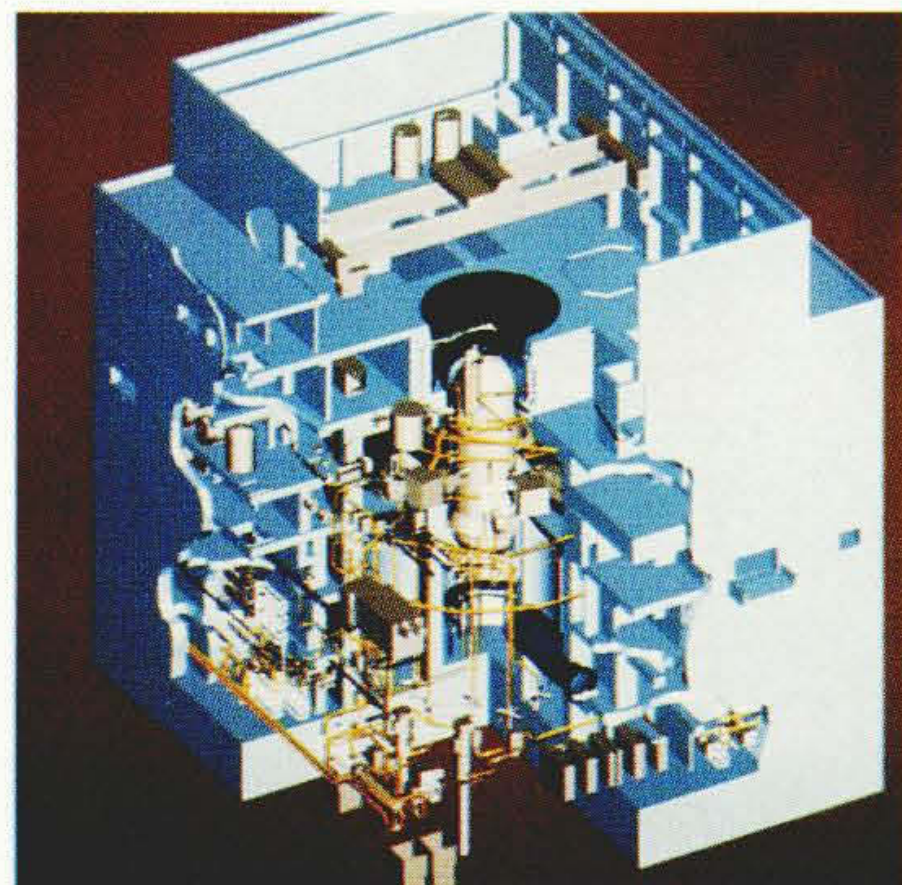
日立製作所は、東京電力株式会社をはじめ、BWRユーザー電力会社の指導、支援の下、米国GE社、株式会社東芝との国際共同研究によって、軽水炉の理想像に近いABWRの開発に成功した。安全性、運転性、建設性のほか、プラント熱効率も著しく向上し、格段の経済性とあいまって国内外の原子力市場を大いに活性化するものと期待している。これらの優れた特性を生みだした新技術とその実用化への展開は以下のとおりで、実プラントの詳細設計・建設に向け着実に進展している。

(1) 原子炉格納容器は鋼製に替え、鉄筋コンクリート製建屋一体形構造とした。万一の重大事故にも耐えられる堅固なもので、かつ原子炉建屋のコンパクト化を実現する画期的な構造である。昭和62年9月その実証試験に成功し、今後は、設計基準の確立、実設計推進・建設具体化に進む。

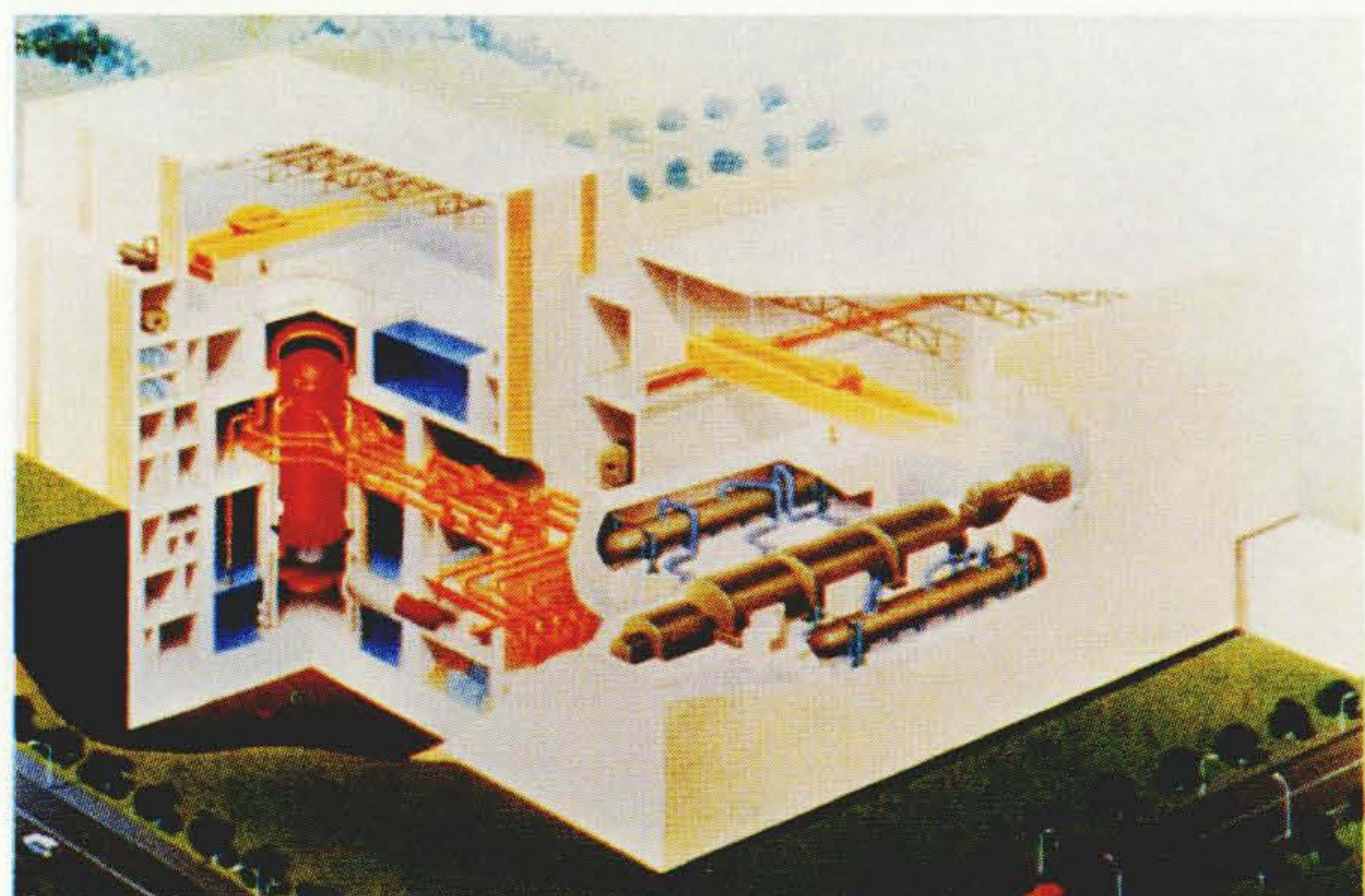


中央制御室(NUCamm-90)

自動化技術を駆使した制御室は、出力の急激な変動にも迅速に対応できる。



建屋一体型鉄筋コンクリート製原子炉格納容器格納容器と建屋の一体化により著しくコンパクトな原子炉建屋が可能となった。



軽水炉の理想像を極限まで追求した原子炉、それがABWRである。

(2) 原子炉水の循環は、従来の大型ポンプによる外部ループ方式から小型のポンプ内蔵方式に変更し、プラント出力変動に対する追従性、保守性、安全性を著しく向上させている。内蔵ポンプは、社内試験、国の確認試験を経てその性能は十分確認されており、今後の実証試験によって更に国産ポンプの優秀性、プラント性能の信頼性を示すことになるであろう。

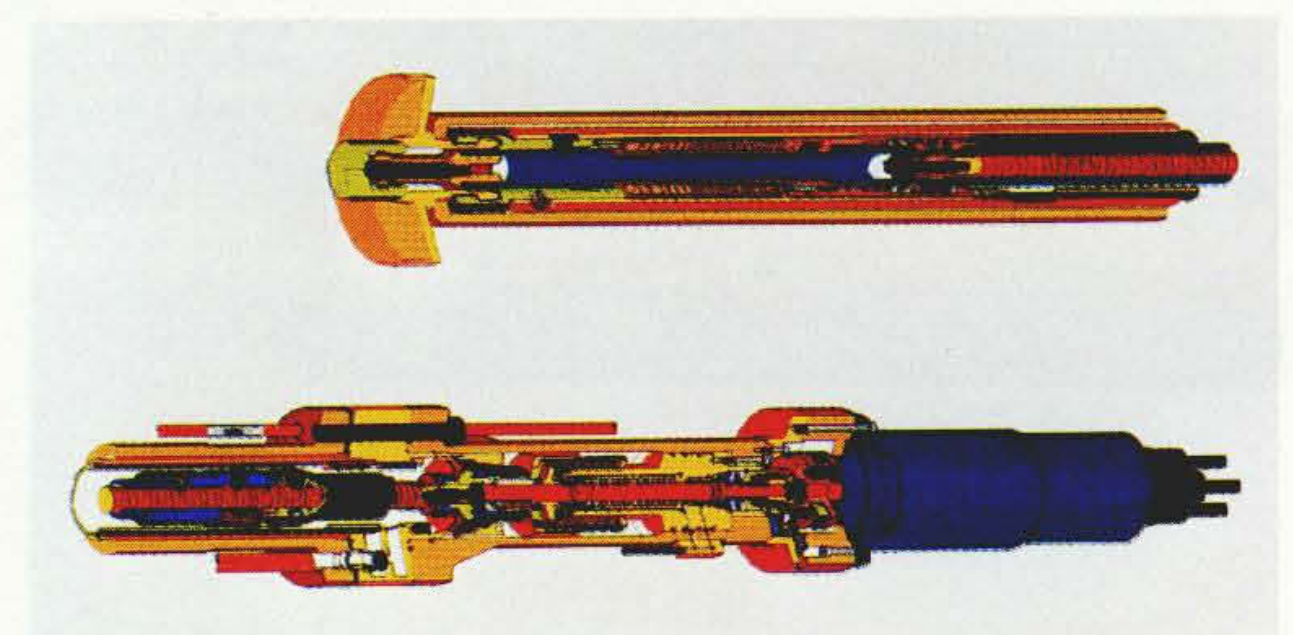
(3) 原子炉の制御は、電動・水圧両用駆動方式を採用することで微駆動も可能となり、出力応答性、燃料信頼性の著しい向上をもたらしている。装置は米国の実プラントでの実証試験を終了、実用性を証明した。

(4) ABWRは、大容量で高い熱効率を達成しており、スケールメリットの点でも優れている。52インチ長翼タービンは、湿分分離加熱器などの組合せによって従来比約1%高の熱効率向上を達成した。これらの機器は社内試験を完了し、いつでも実用化できる状態にある。

(5) 中央制御室は、自動化技術を駆使した新型盤で構成、出力変動や日負荷の追従性、運転性に富んでいる。



日立型高性能原子炉内蔵ポンプ



微駆動可能な制御棒駆動装置

高性能インターナルポンプと微駆動制御装置は、安全で運転・保守が容易な上、燃料経済性の大幅な向上をもたらす。

1,100 MW原子力発電設備の完成

昭和62年8月に相次いで運転に入った東京電力株式会社
納め福島第二原子力発電所4号機、及び中部電力株式会社
納め浜岡3号機について紹介する。

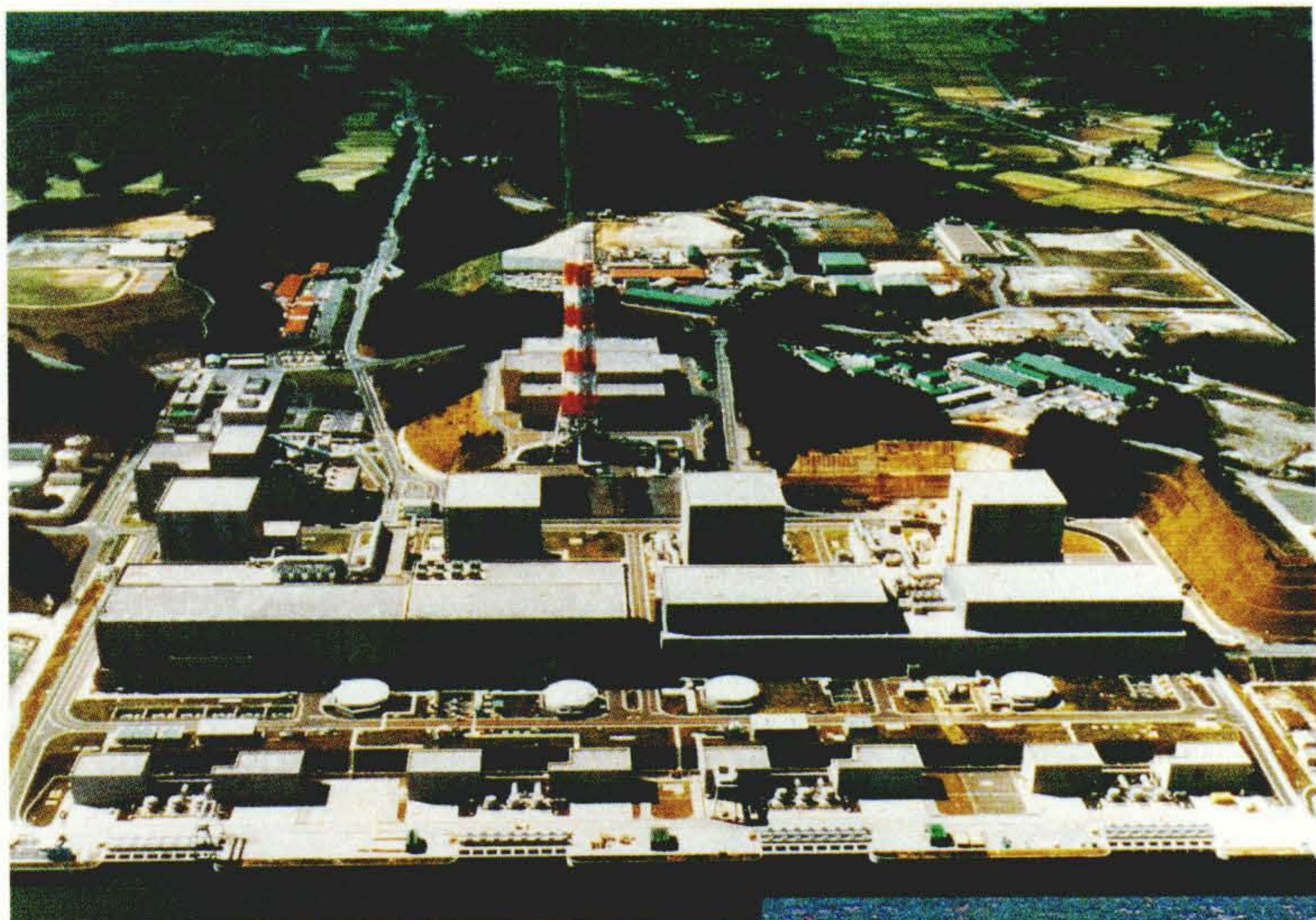
1. 東京電力株式会社納め福島第二原子力発電所4号機
本プラントは国内最大級の電気出力1,100 MW沸騰水型原子力発電設備として昭和55年12月着工し、61年10月燃料装荷、同年12月から起動試験に入っていた。建設途中、電力需要の低迷による19箇月の運転繰延べがあったが、62年8月に営業運転を開始した。本プラントは同サイトにある日立製作所納め先行機に比べ次の特徴を備えている。(1)昭和50年から官民一体で進められた改良標準化の第一次、第二次改良項目を全面的に採用した。(2)低圧タービン一体鍛造ロータを採用することによって信頼性、保守性などのいっそうの向上を図った。(3)上下2領域炉心の軸方向出力分布平坦化の特徴を活用して、低燃焼時発電機併入後19時間という短時間で定格出力に到達することができた。(4)給水鉄クラッド濃度条件と放射能挙動の関係を解明し、仮説モデルに基づき給水鉄注入により炉水放射能を低下させた。(5)新型中央監視システムの導入によってマンマシン性の画期的向上を図った。(6)静止型励磁方式の採用によって運転性能を飛躍的に向

上させた。

2. 中部電力株式会社納め浜岡原子力発電所第3号機

本プラントは国内最大級の電気出力1,100 MW沸騰水型原子力発電設備として昭和57年11月着工し、61年10月燃料装荷、62年1月から起動試験に入っていた。本プラントは原子力設備、廃棄物処理設備を株式会社東芝、タービン設備を日立製作所が受注し、昭和58年2月の岩盤検査以来54箇月という短期間で建設を終え62年8月に営業運転を開始した。本プラントは信頼性向上及び稼働率向上策として、次の主な特徴を備えている。

- (1) 低圧タービン一体鍛造ロータの採用
- (2) 復水器冷却管にチタンを採用
- (3) 低圧タービン43インチ最終段長翼の採用
- (4) 復水器ボール洗浄装置の全自動化
- (5) 主タービンガバナ及び原子炉給水ポンプ駆動タービンガバナのデジタル制御装置の採用
- (6) タービン系計装の多重化



東京電力株式会社福島第二原子力発電所
(右端が4号機)



中部電力株式会社浜岡原子力発電所
(右側が3号機)

原子力発電所の建設状況

日立製作所は、現在2基のBWR及び1基のFBR原子力発電所を鋭意建設中である。ここに、これらプラントの近況について報告する。

(1) 中国電力株式会社納め島根原子力発電所2号機

当発電設備は、電気出力82万kW、MARK-1改良標準型で、昭和59年7月着工以来、60年12月原子炉格納容器耐圧、62年10月原子炉压力容器耐圧を経て、64年2月の運開を目指して、順調に工事が進んでいる。現在、建物は完成しており、機器、電気品についてもほぼ据付けが完了している。燃料装荷前の各系統、機器の機能試験を鋭意実施中である。

(2) 東京電力株式会社納め柏崎刈羽原子力発電所5号機

炉心を収容するRPV(原子炉压力容器)が完成し、昭和62年10月2日原子炉建屋へ世界最大級移動式クレーンによってつり込まれた。大型移動式クレーンによってRPVを直接つり込む方式は国内初で、建屋が最上階まででき上がってからつり込む従来方式に比べ、建屋のでき上がりを待たず、建屋に荷重をかけることなく外側からつり込めることが特徴であり、関係者の注目を集めた。

(3) 動力炉・核燃料開発事業団納め高速増殖炉もんじゅ

発電所(電気出力約280 MW)

当発電所は、昭和62年4月26日格納容器耐圧試験が終了し、66年4月の機器据付完了に向け現地工事がいよいよ本格化してきた。日立製作所は61年10月建設所を開設し、FBR特有の設備であるライナの据付工事を、建築工事と並行して進めている。一方、63年4月からの大型機器現地搬入に向けて、冷却系の主要設備である中間熱交換器、主循環ポンプ、オーバーフロータンク及びダンプタンクなどの工場製作を鋭意進めており建設最盛期を迎えつつある。



東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所5号機の原子炉压力容器つり込み

BWR原子炉格納容器の耐震実証試験

BWR原子炉格納容器の地震に対する健全性及び設計手法の妥当性を確認するため、多度津工学試験所の大型高性能振動台により耐震信頼性実証試験が実施された。

通商産業省の委託により財団法人原子力工学試験センターで実施している原子力発電所の耐震信頼性実証試験の一環として、このたび代表的なBWR電気出力1,100 MW級プラントに実績のあるマークII改良標準型原子炉格納容器の耐震実証試験を実施した。この試験体は、縮尺 $\frac{1}{3.2}$ の大型モデルであり、昭和58年以来日立製作所が設計・製作工事を行ってきたものである。全高17 m(支持構造体を含む)、直径9 m、板厚12 mm、質量360 tの試験体は、実機と同様の厳しい品質管理のもとで製作され、財団法人原子力工学試験センター・多度津工学試験所の世界最大級の容量を持つ1,000 t大型高性能振動台上に据え付けられた。

我が国の高地震地帯に想定される基準地震動の応答波による加振試験を実施し、更に耐力床上での加力試験などを経て、格納容器試験体の構造・強度の健全性を確認した。また、加振前後に実施した漏えい率試験によって格納容器試験体の耐漏えい機能が地震後にも保持されて

いることを確認した。

試験体には、地震時での振動特性や応力が計測できるように、多数の加速度計及びひずみ計などを取り付けており、今後設計手法の妥当性を評価する上で貴重な試験データを得ることができた。



電気出力1,100 MW級
BWR原子炉格納容器試験体
(全高17 m、直径9 m、質量
360 t)

プルトニウム燃料製造設備(PFPF)

FBR(高速増殖炉)用プルトニウム燃料の製造設備が動力炉・核燃料開発事業団によって建設されたが、日立製作所もこれに参画し、昭和61年納入完了した。

(1) 開発経過

プルトニウム燃料[MOX (Mixed Oxide)燃料：二酸化ウランと二酸化プルトニウムの混合燃料]製造に関する研究開発は、昭和40年以来、動力炉・核燃料開発事業団東海事業所プルトニウム燃料第一開発室及び第二開発室で続けられてきた。昭和47年に操業が開始された第二開発室は、我が国唯一のMOX燃料製造設備として、FBR (Fast Breeder Reactor) 実験炉「常陽」及び新型転換炉(ATR：Advanced Thermal Reactor)原型炉「ふげん」の運転に必要な燃料を製造供給してきた。

今回新たに上記第二開発室に隣接する地にFBR原型炉「もんじゅ」用燃料製造を目的としたプルトニウム燃料製造施設が建設されたが、日立製作所もこのプロジェクトに参画し、本FBR用PFPF (Plutonium Fuel Production Facility：製造能力 5 tMOX/年)の主工程設備であるペレット製造工程設備及び加工組立工程設備を昭和58年に、更に両工程設備を統括制御する工程制御計算機を昭和59年に受注し、昭和61年に納入完了した。

(2) FBR用PFPFの概要

日立製作所が納入したペレット製造工程設備及び加工組立工程設備の製造フローを図1に示す。二酸化ウラン粉末、二酸化プルトニウム粉末、添加剤及び集合体組立に必要な各種部材を外部から受け入れ、粉末の混合・造粒・分級・成型・焼結・研削・脱ガス・各種検査を行い製品ペレットを製造する。製品ペレットは更に燃料被覆管中に挿入の上、端栓を用いて溶接により端部を密封され燃料要素となる。最終的には、複数の燃料要素を組み合わせて燃料集合体として製品化され、使用まで貯蔵・保管される。

本設備の特徴は以下のとおりである。

- (1) 被ばく低減・生産性向上、信頼性向上のため、各設備機器は遠隔自動運転される。制御システムとしては、各工程設備機器が工程制御室に設置されている工程制御計算機により制御される各機器ごとの制御装置(シーケンサ)により動作し、各工程制御計算機は、中央管理計算機で統括される3階層の大規模な高度分散型制御システムが採用された。
- (2) 世界でも初めての遠隔自動運転のPFPF設備のため二酸化ウラン・プルトニウム粉末の取扱い、ペレット成型性、連続炉によるペレット焼結、ペレット研削、ペレット外観検査、ペレットの被覆管への充てん、端栓溶接、集合体組立などの各所に、これまでの動力炉・核燃料開発事業団の技術成果を反映した高度技術が取り入れられた。
- (3) またメンテナンス時は、核物質を工程室から保管設

備へ搬出するなど従事者の被ばく低減を配慮した構造設計が採用された。

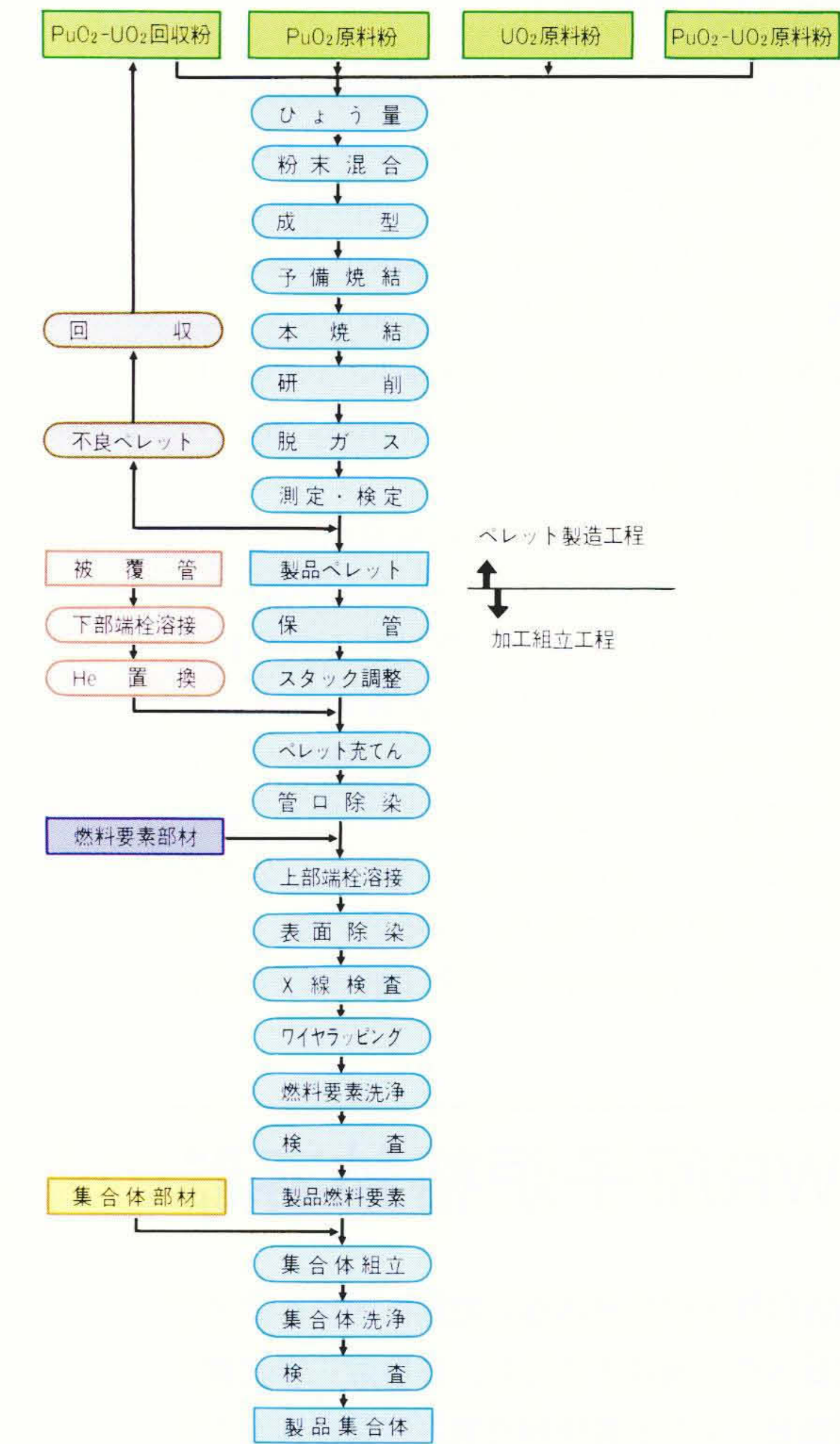


図1 FBR用PFPF (Plutonium Fuel Production Facility) 製造フロー

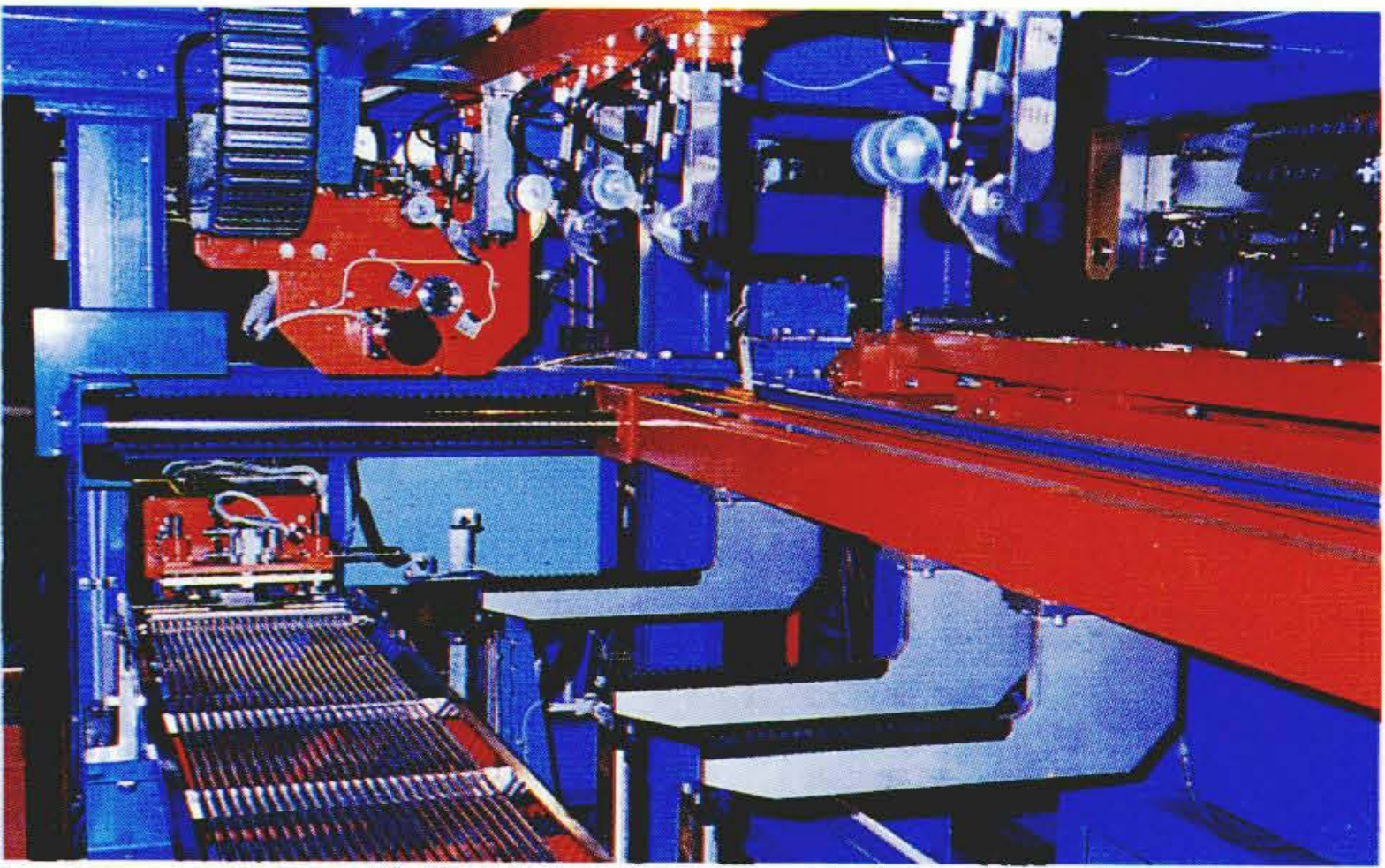


図2 FBR用PFPF設備(例)

動力試験炉の解体実地試験

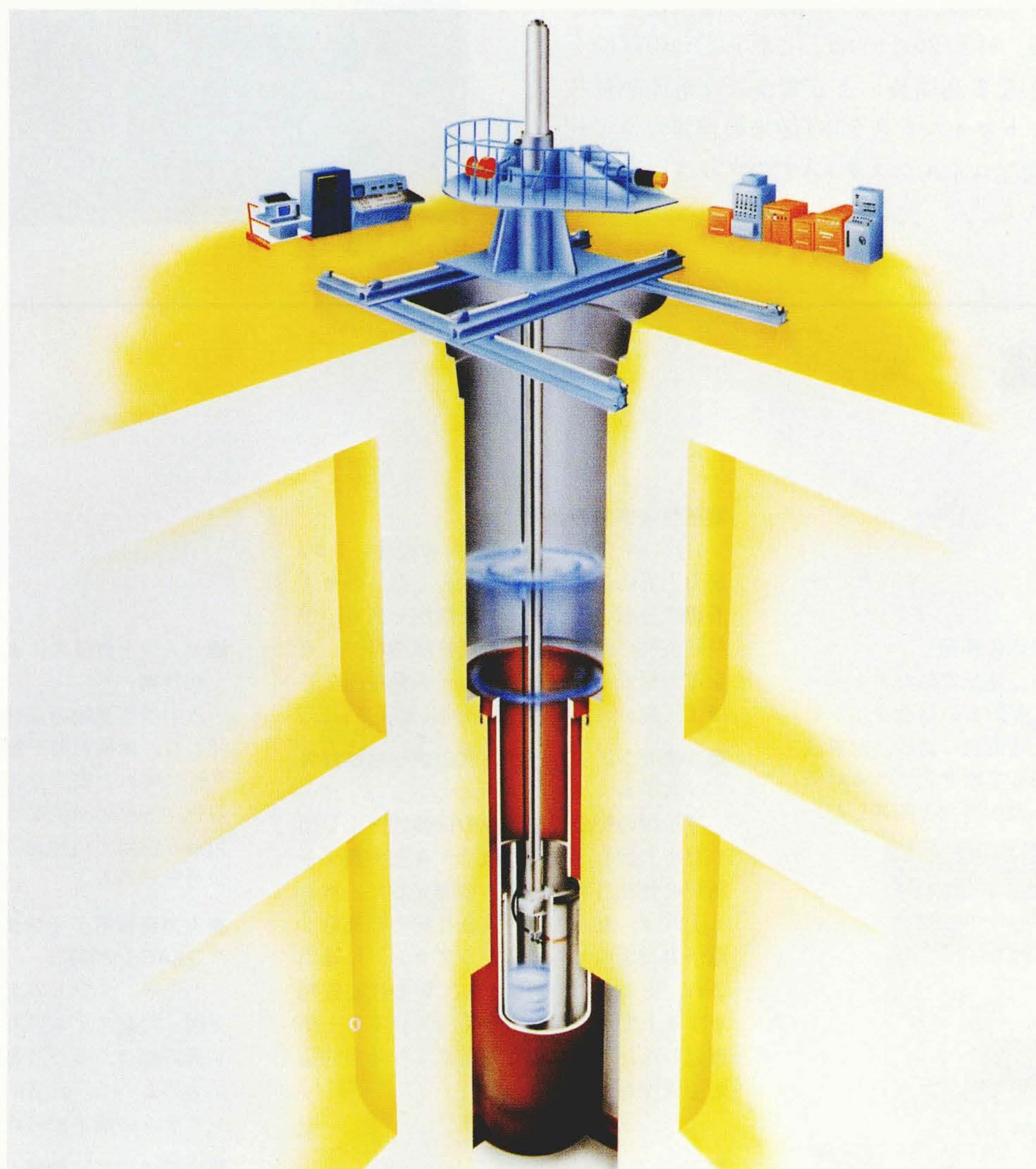
原子炉炉心の切断解体撤去のための遠隔自動切断機を開発し、実機を模擬した試験装置による試験を終了した。本装置は動力試験炉の炉心解体に使用される。

日本原子力研究所動力試験炉の解体実地試験は、科学技術庁の委託によって進められている我が国初の本格的原子炉解体工事であり、昭和61年度から同67年度(予定)にわたり実施されている。

放射能が最も高く、形状も複雑な炉心部の解体に使用されるプラズマアーク遠隔自動切断装置は、日本原子力研究所の指導によって開発されたもので、原子炉上部に

置かれたトーチ支持駆動装置により、昇降軸先端の切断トーチを自由に操作することができる。実機炉心の形状を模擬した実物大の試験装置による試験によって、水深8 m下で厚さ70 mmのステンレス鋼板の切断が可能であることが実証され、今後の実地解体に使用される予定である。

なお、最新の解体技術を駆使した本解体実地試験は、今後本格化される実用炉の解体技術を実証するものとして世界各国の注目を集めており、日立製作所は最も重要な工事の一つである炉心解体を円滑に実施するため鋭意研究・開発を推進している。

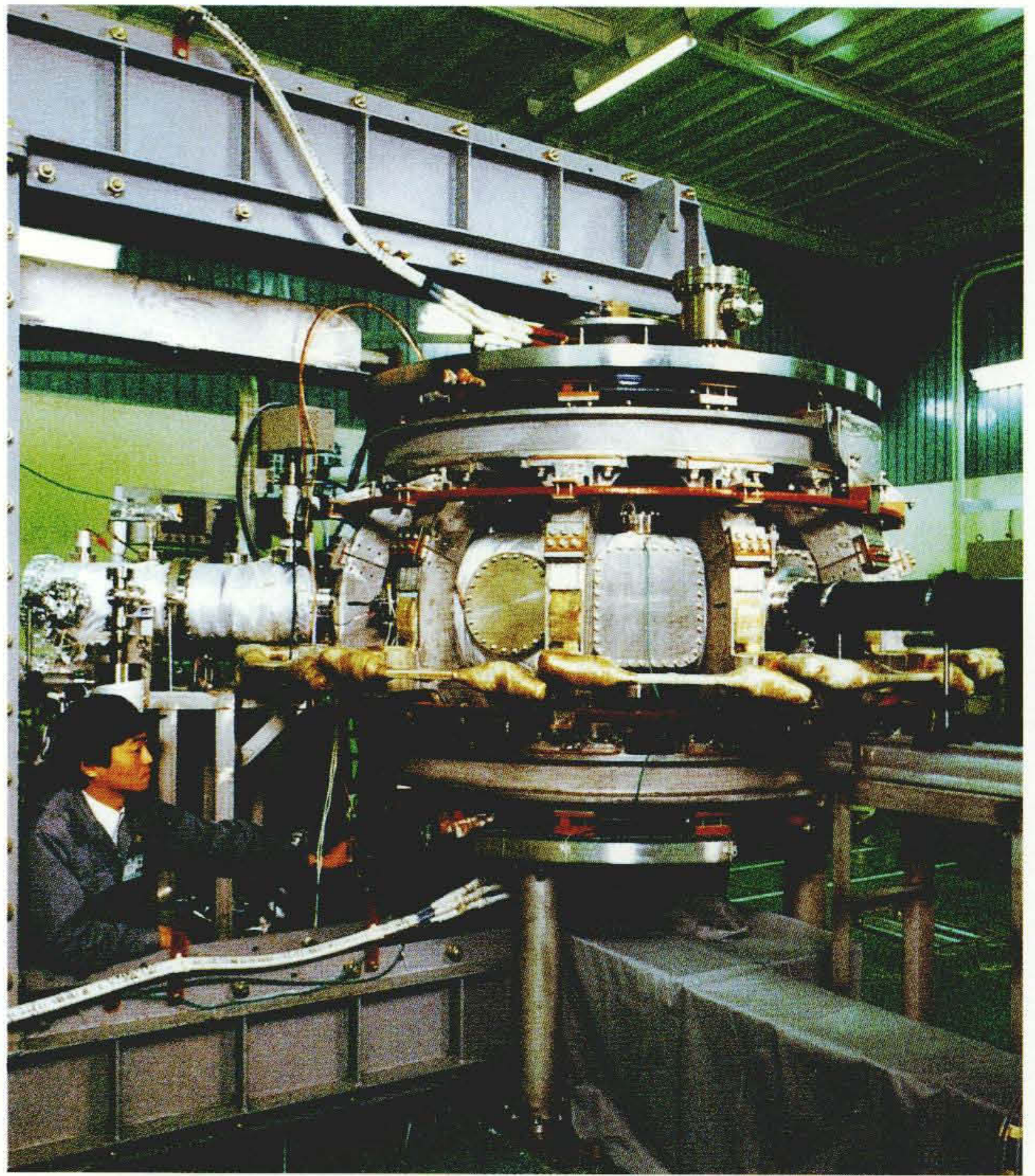


プラズマアーク遠隔自動切断装置概念図

日立トカマク2号機“HT-2”

核融合炉実現に向けた技術開発に活用するため小型トカマク“HT-2”を製作した。本装置では、高周波によるプラズマ電流駆動技術とプラズマ形状制御技術を開発する。

核融合炉実現に向けた技術開発を強力に推進するため、トカマク型プラズマ実験装置、日立トカマク(HT-2)を製作した。写真にその外観を示す。核融合の研究開発は世界各国で競って進められており、ECの大型トカマクJETは昭和62年臨界条件(プラズマへの入力と核反応出力が等しくなる条件)を達成した。そして我が国でも、同年10月日本原子力研究所の臨界プラズマ試験装置JT-60が臨界条件を達成した。核融合開発は、いよいよ核融合エネルギーを電気エネルギーに転換することができるかどうかを、工学的に実証する段階を迎えようとしている。核融合炉を建設するためには、多くの技術開発課題があるが、なかでもトカマクの連続運転化と炉構造の簡素化が最重要開発課題である。HT-2の目的は、これら二つの課題を解決する決め手となる高周波によるプラズマ電流駆動技術と、ハイブリッドコイルシステム(従来の複雑なコイル群を統合した簡素なコイルシステム)でのプラズマ形状制御技術の開発である。

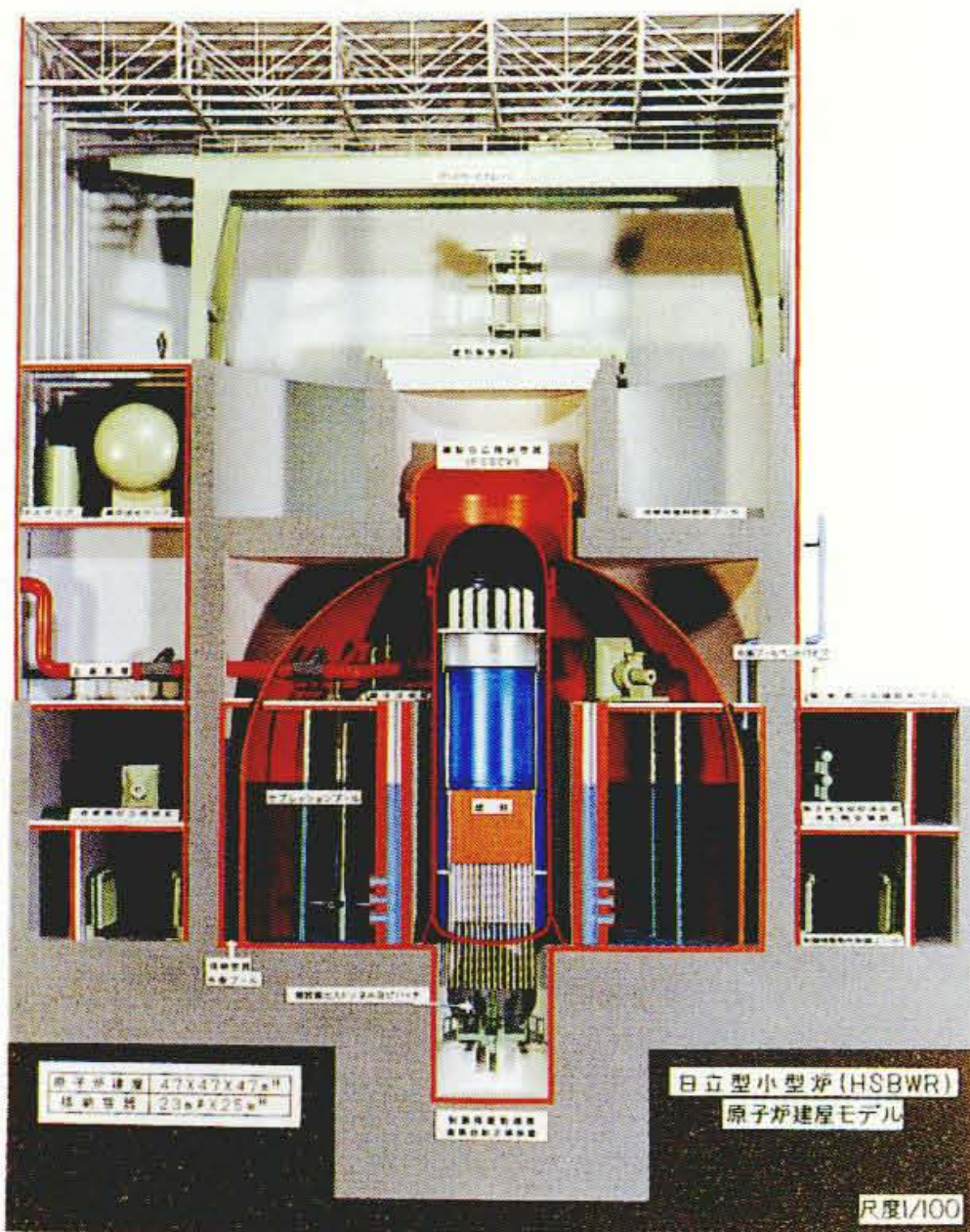


HT-2の外観

技術抄録

■日立型中小型炉概念の開発

最近の軽水炉技術、運転実績などをベースに、中小型化による固有の特徴を生かして、簡素で安全性、建設性に富み、耐震設計容易でサイトに限らず標準化できる経済的な自然循環式中小型炉概念を開発した。



■高性能燃料の装荷

ジルコニウムで内張りした被覆管により、出力上昇時の運転特性を改善した。合せて濃縮度分布の工夫により燃焼度を高め、燃料経済性の向上を図った高性能燃料が、東京電力株式会社福島第二原子力発電所2号機に、我が国で初めて本格的に装荷された。

■3次元シミュレータ方式の炉心性能計算システム

原子炉の炉心性能監視の信頼性向上を図るため、炉心3次元拡散モデルを内蔵する新炉心性能計算システムを開発した。本システムは、東京電力株式会社納め福島第二原子力発電所4号機ほか2プラントに適用され、その運用実績によって炉心性能監視をする上で十分な精度を持っていることが確認された。これにより従来より効率的な炉心管理が可能となった。

■BWR用長寿命制御棒

寿命を従来型の約3倍に伸ばした日立新型制御棒を開発した。中性子吸収材として、従来のボロンカーバイドに代えてハフニウムを採用したものである。これにより、制御棒の取替本数を減少でき、廃棄物量の削減と定期検査期間の短縮が可能となる。

■セメントガラスによる放射性廃棄物の固化技術

放射性廃棄物の最終処分用固化技術を開発した。無機材料を使用しているため、耐久性に優れた安全な技術であり、廃棄物との化学的反応が少なく、原子力発電所、使用済み燃料再処理施設などへの幅広い適用が可能である。

■火力発電所デジタル制御システム“HIACS-3000”

ハード、ソフトの両面から保守性の向上を図ったシステムである。調整制御と補機制御の融合、及び計算機とのネットワーク結合によって、経済的で信頼性の高い制御システムの構築が可能である。

■中間操作型可動翼ポンプ

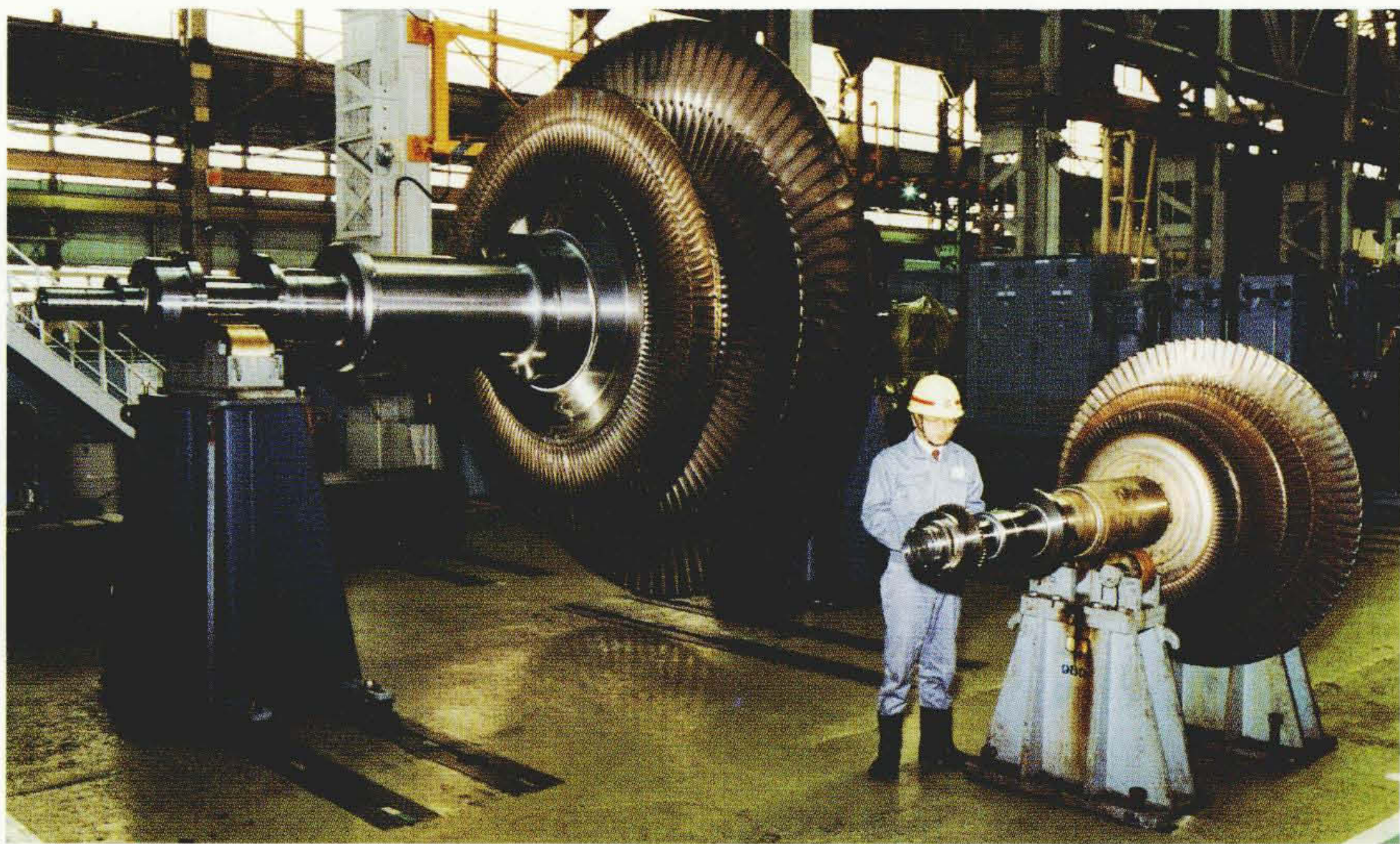
中間操作型機械式可動翼循環水ポンプが稼動した。これにより、稼動中の油圧式に機械式を加えて、中間操作型のシリーズを完成した。運転方法及び出力容量に応じた型式選定が可能で、顧客のニーズに適合した製品を提供できる。

3,600 min⁻¹ 蒸気タービン用チタン合金製40インチ長翼

日立製作所は中部電力株式会社と共同で、次期700 MW級火力用蒸気タービンの高効率化を目指して、3,600 min⁻¹用では世界最長となる40インチ長翼を開発した。

蒸気タービンの熱効率向上には、最終段翼の長大化が最も効果の大きい手段であり、従来から新しい長翼の開発が蒸気タービン技術進歩の主要なテーマである。

しかし、長翼の開発には翼の遠心力増加に見合った高強度材料の開発が伴わなければならない。今までの最長の33.5インチ長翼に使用している12Cr-Ni-V鋼では40インチ長翼の遠心力に耐えることができないので、比重の小さいチタン合金を用いて翼自体及びこれを支えるロータの応力軽減を図った。開発した40インチ長翼の性能と信頼性は、実物大試験タービン(2段構成)と $\frac{1}{2.5}$ 縮小モデルタービン(3段構成)による回転試験を実施して確認した。また、耐エロージョン特性や翼根部の破断強度については要素試験により確認した。



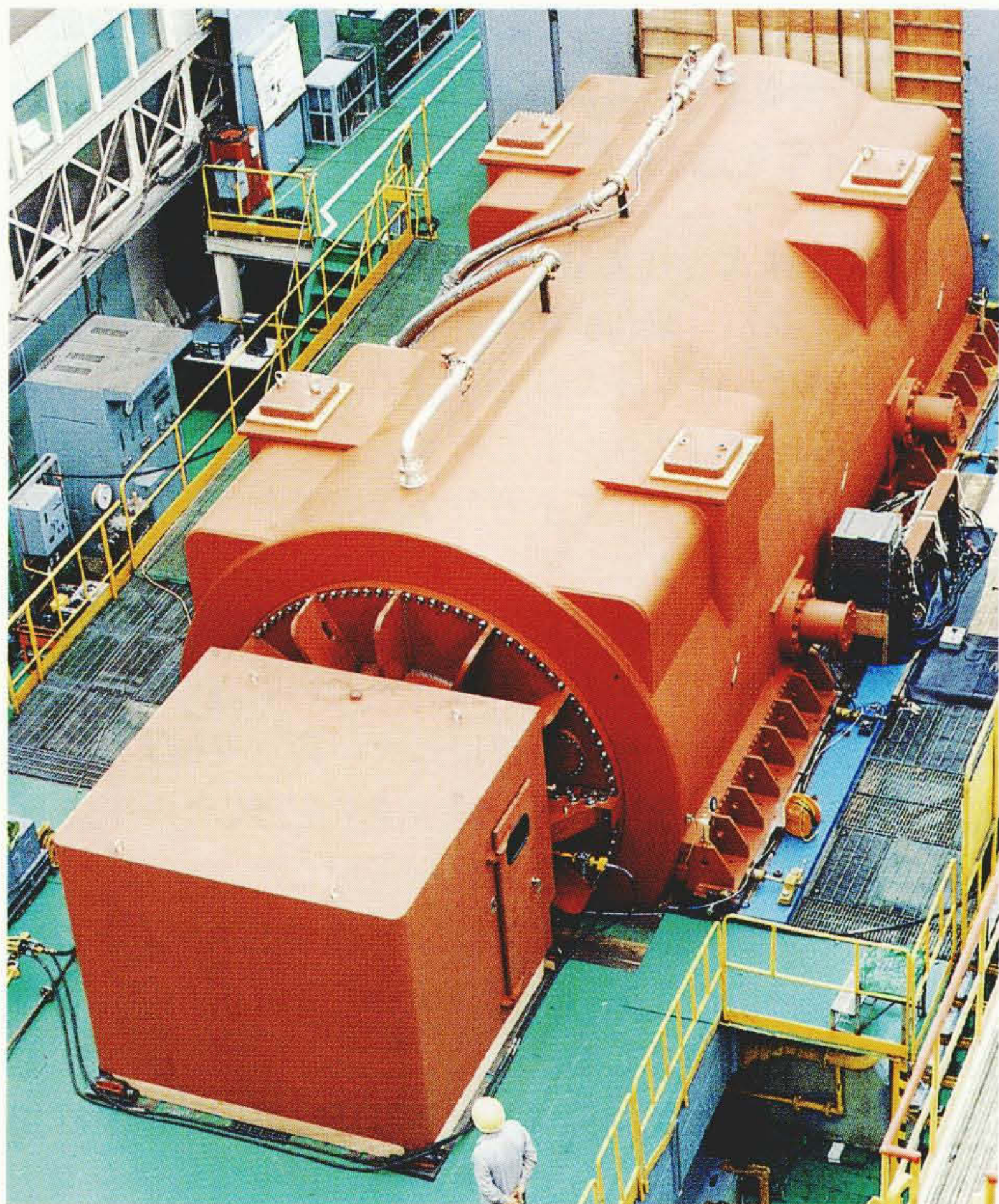
40インチチタン長翼の回転実証試験用モデルロータ 後方：実物大モデルロータ(L-0, L-1段構成), 前方： $\frac{1}{2.5}$ 縮小モデルロータ(L-0, L-1, L-2段構成)

火力最大容量778 MVAタービン発電機

九州電力株式会社松浦発電所納め778 MVAタービン発電機1号が完成した。国内最大級容量火力機であり、また頻度の高い起動・停止運用に対応した中間負荷対応機である。

原子力発電が好調な運転でベース負荷を担っている現在、火力機は高効率大容量機といえどもDSS(高頻度停止・起動)運用として使用される場合が多い。DSS運用を行うとその頻繁な起動・停止のため繰返し応力による各部の疲労強度が問題となる。本機は回転子軸材としてNi-Cr-Mo-V鋼を採用し強度及びじん(靱)性の向上を図っている。また、軸ねじり振動に弱いとされる主軸ジャーナル部の調質熱処理温度を、他の部分より若干下げる2段調質法による軸ねじり耐力向上、繰返し疲労の影響を受けやすいウェッジ、極間接続線等の形状改善による疲労強度の向上など、DSSに対応した種々の最新技術が盛り込まれている。

長年培われてきた日立発電機技術の粋を集めて製作された本機は、工場試験で効率を含む諸性能の点で良好な結果を得ており、九州での活躍が期待されている。



順調に工場試験を終えた九州電力株式会社松浦発電所納め778 MVA火力発電機

ガスタービン用高温脱硝装置

ムーンライト計画・高効率ガスタービンの高温排ガスを対象とした脱硝装置を開発し、環境規制値を十分満足する性能を実証した。

ガスタービンから排出される高温の排ガスを対象とした脱硝装置を開発した。既存の脱硝技術はボイラの排ガスを対象として、300～350℃の中温域で反応活性を持つ触媒を用いるもので、ガスタービンの高温排ガス(約600℃)には適用できない。そこで、500℃以上の高温で作用するNH₃とH₂O₂による無触媒の気相還元脱硝法と、500～600℃の高温でも高い活性を持つ触媒を用いた触媒脱硝法を組み合わせたガスタービン用の新しい高温脱硝法を開発した。また、今回これを通商産業省工業技術院ムーンライト計画の高効率ガスタービンパイロットプラントに適用し、ガスタービン用の高温脱硝装置として世界で初めて、実規模での高い脱硝性能を実証した。本装置の主な性能は以下のとおりである。

- (1) 処理ガス量：167 m³N/s
- (2) 排ガス温度：581℃
- (3) 入口NO_x：49 ppm(15 %O₂)
- (4) 出口NO_x：7.3 ppm(15 %O₂)-規制値15 ppm

- (5) 脱硝率：85 %
- (6) 流出NH₃：1.2 ppm-規制値10 ppm
- (7) 圧力損失：1,000 Pa

本装置はガスタービン本体とともに東京電力株式会社袖ヶ浦火力発電所内に据え付けられ、約3年間にわたる運転期間中、有意な性能劣化もなく、常に規制値を十分下回る運転を続け、高効率ガスタービン発電システムのクリーンエネルギー化に寄与した。



脱硝装置の外観(高効率ガスタービン技術研究組合提供)

1,000 MW火力用変圧運転ベンソンボイラ

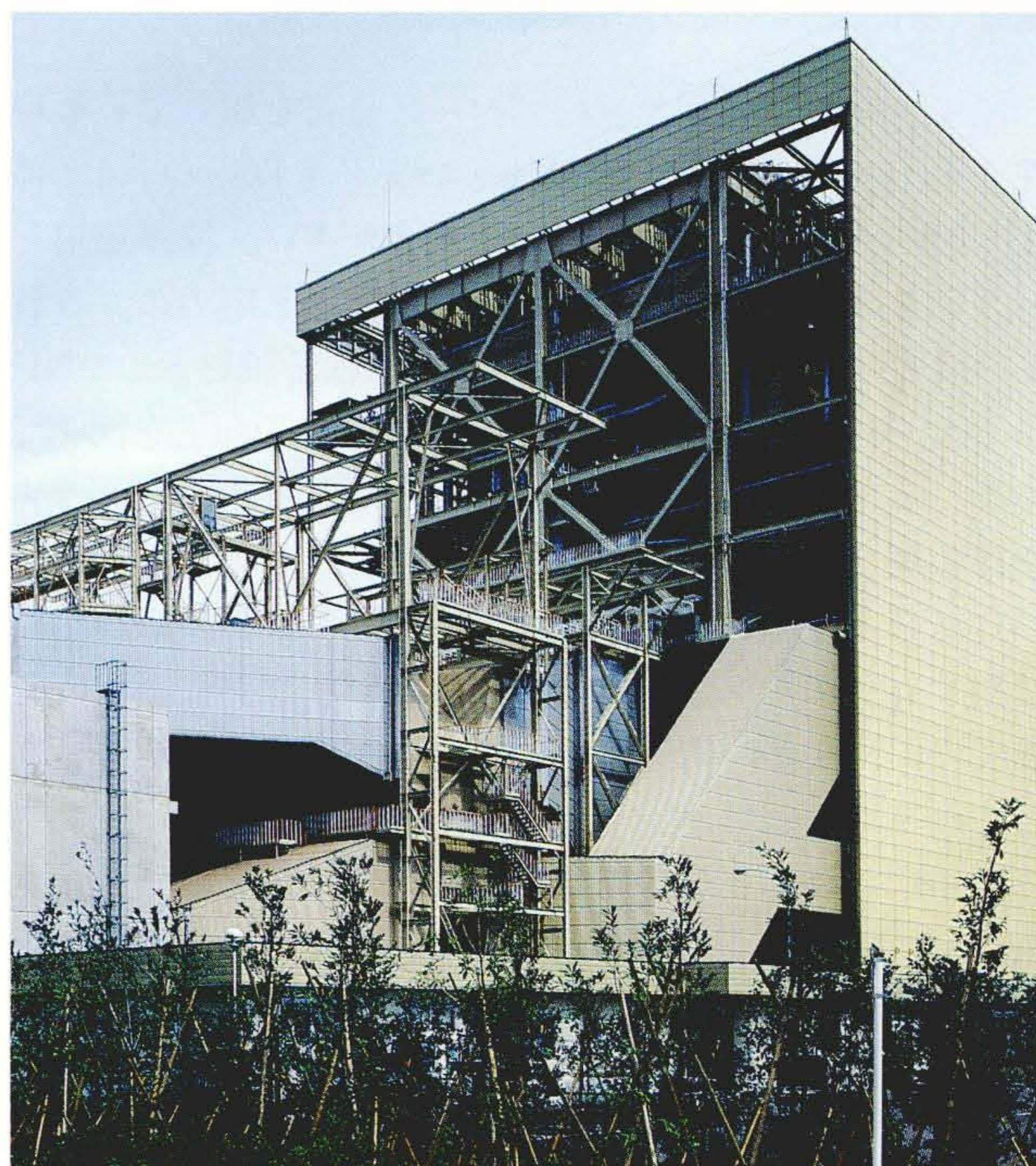
変圧運転用としては世界最大容量であり、かつ最新の低NO_x技術を取り入れた1,000 MW火力用LNG燃焼ベンソンボイラを完成した。

東京電力株式会社東扇島火力発電所納め1号機1,000 MW用ボイラが、昭和62年9月18日営業運転に入った。

本1号機は、世界最大容量のLNG(液化天然ガス)専焼超臨界圧変圧運転プラントであり、また大需要地に隣接する都市形発電所として不可欠な環境保全対策にも万全の努力を払っている。

本ボイラの主な特徴を以下に述べる。

- (1) 変圧運転用スパイラル水冷壁形火炉構造の大形化のため、フラット火炉構造の採用、火炉荷重支持方法の最適化、スパイラル水冷壁への給水流量配分の均一化を図り、変圧運転ボイラの大容量化を実現した。
- (2) 最新の燃焼理論に基づく低NO_x燃焼システムと外部脱硝装置の併用により、排出NO_x濃度を10 ppm以下に維持する運用を可能にした。
- (3) 総合デジタル制御システム“HIACS-3000”を採用して、CRTオペレーションなどの計算機支援技術を最大限に取り入れ、運転操作性の向上と小人数での運転を可能にした。



東京電力株式会社東扇島火力発電所1号機ボイラ設備

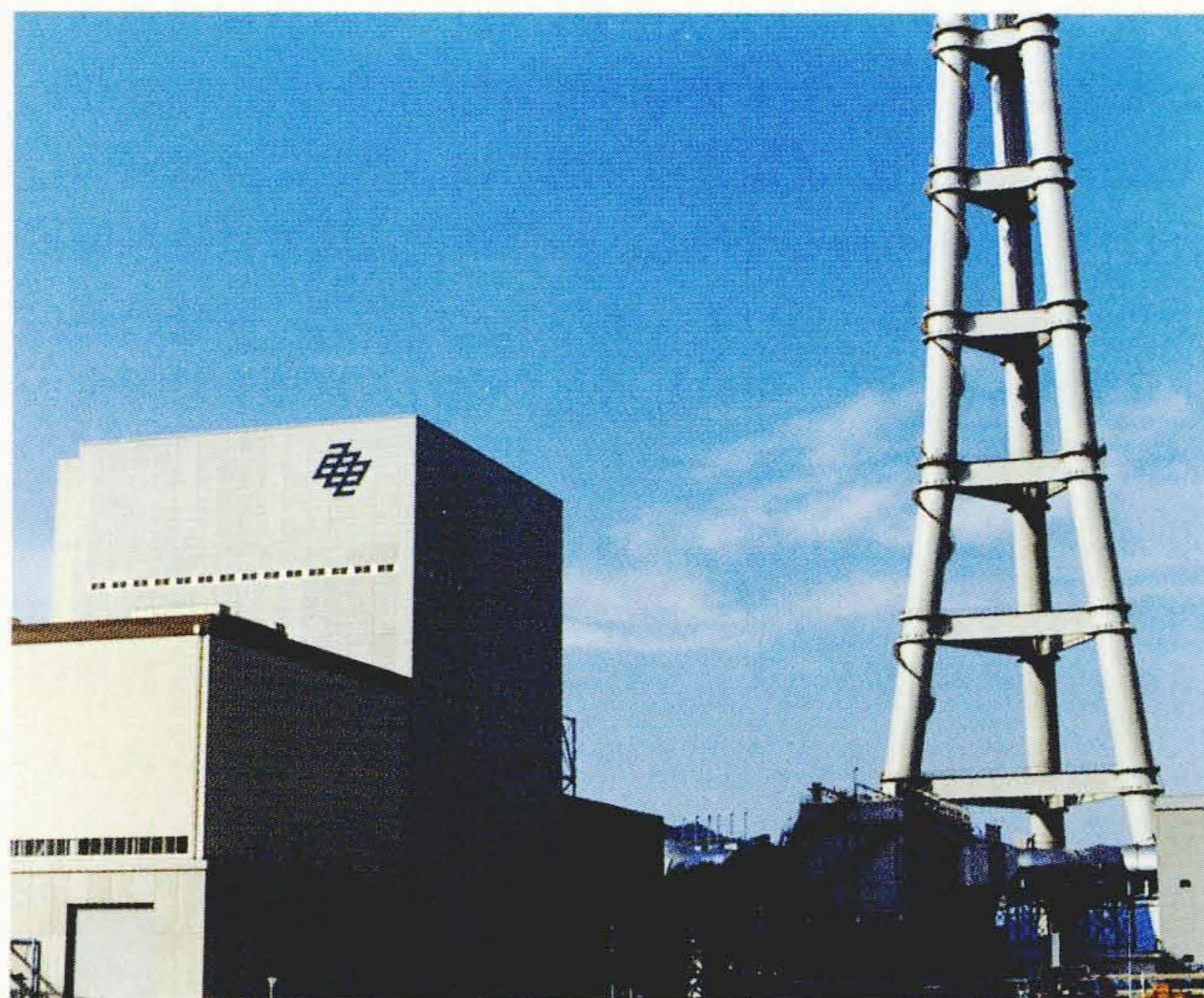
500 MW高効率中間負荷火力用ベンソンボイラ

中部電力株式会社としては、最後の石油火力である尾鷲三田火力発電所3号機用500 MW超臨界圧変圧運転ベンソンボイラを完成した。

本3号機は、IEA(国際エネルギー機関)の勧告を受けて中部電力株式会社にとっては最後の石油火力となったことから、これまで蓄積した技術、ノウハウを結集し、高効率で信頼性の高い設備として、計画、建設が進められてきた。

本ボイラの最大蒸発量は1,650 t/hで、主な特徴を以下に述べる。

- (1) 排ガス温度の低減、再熱蒸気系の圧力損失低減、所内動力低減などによって、高効率化を図った。
- (2) 起動時間90分以下(ホットスタート)、負荷変化率7%(50%~100%タービン負荷)及び最低運用負荷10%タービン負荷の設計として、中間負荷火力としての運用性を向上させた。
- (3) 高度な自動化設備と制御装置を採用することによって、ワンマンコントロールを可能とした。
- (4) 信頼性を確保しながら、通風機、空気予熱器、ボイラ循環ポンプなどの主要補機を一系列化して、系統の簡略化を図った。



中部電力株式会社尾鷲三田火力発電所3号機ボイラ設備

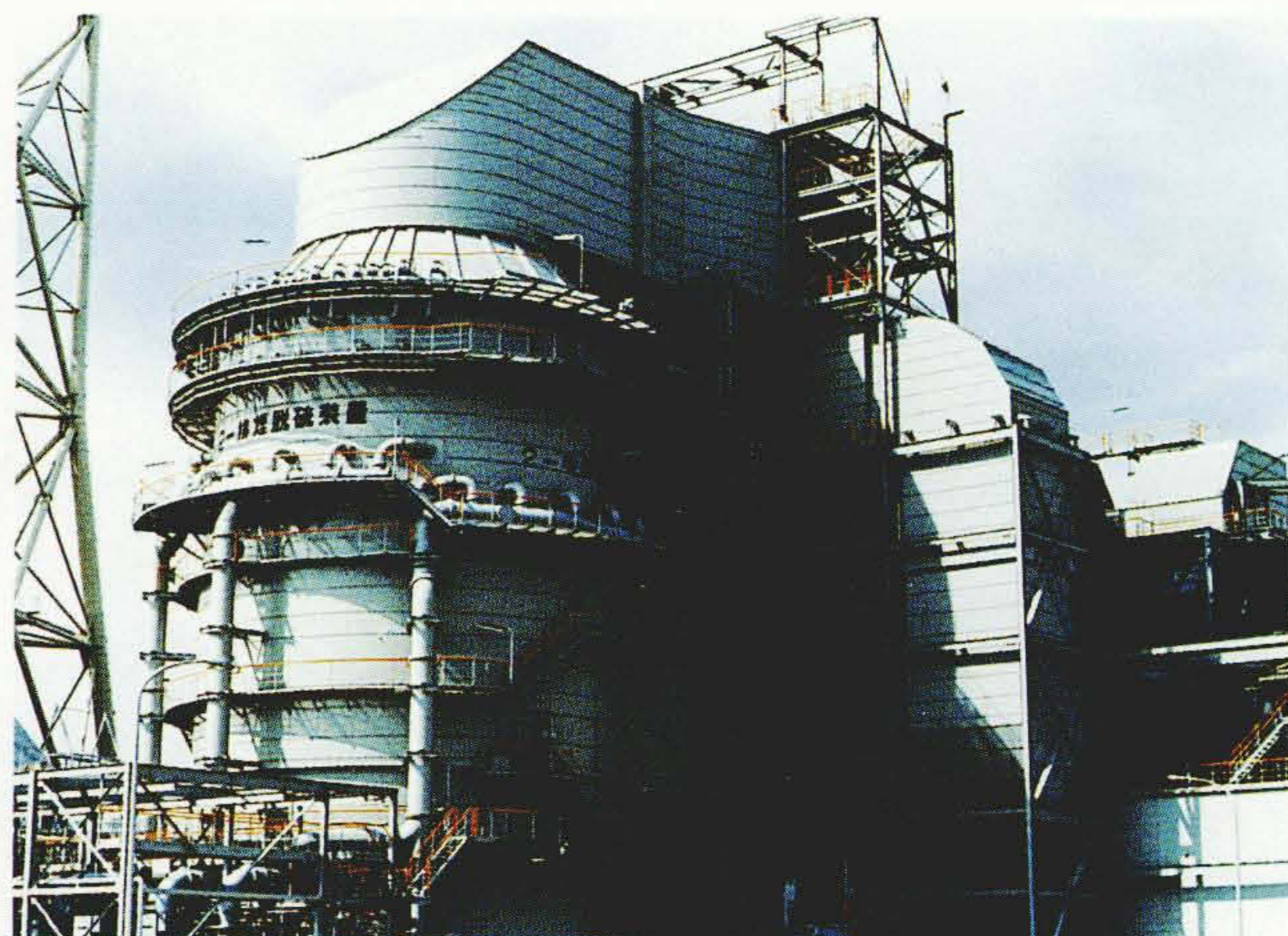
600 MW火力用排煙脱硫装置

関西電力株式会社赤穂発電所2号機用排煙脱硫装置は、本格的なDSS(高頻度起動・停止)運用プラントであり、全自動の起動・停止と高速負荷追従性を図ったものである。

本排煙脱硫装置は、低圧力損失形の冷却塔とスプレー方式の吸収塔を組み合わせたもので、高効率の吸収性能を持ち、更に、DSS運用を図るため最新の技術を駆使して完成させた排煙脱硫装置である。

関西電力株式会社赤穂発電所は、電力消費量がピークとなるときに対応する火力発電所として運用されるので、その排煙処理設備として使用される排煙脱硫装置には、迅速な起動・停止と高速負荷変化への追従性が特に要求される。

このため、プラントの起動・停止操作には、全系統がシーケンシャルに運転できるように全自動化を図っている。また、高速負荷変化への追従性を高めるために、吸収剤を負荷に先行させて供給するなどの制御システムを採用している。本排煙脱硫装置は、昭和62年12月の営業運転を目指して試運転中である。



関西電力株式会社赤穂発電所2号機用排煙脱硫装置

65.8 MWバルブ水車・発電機

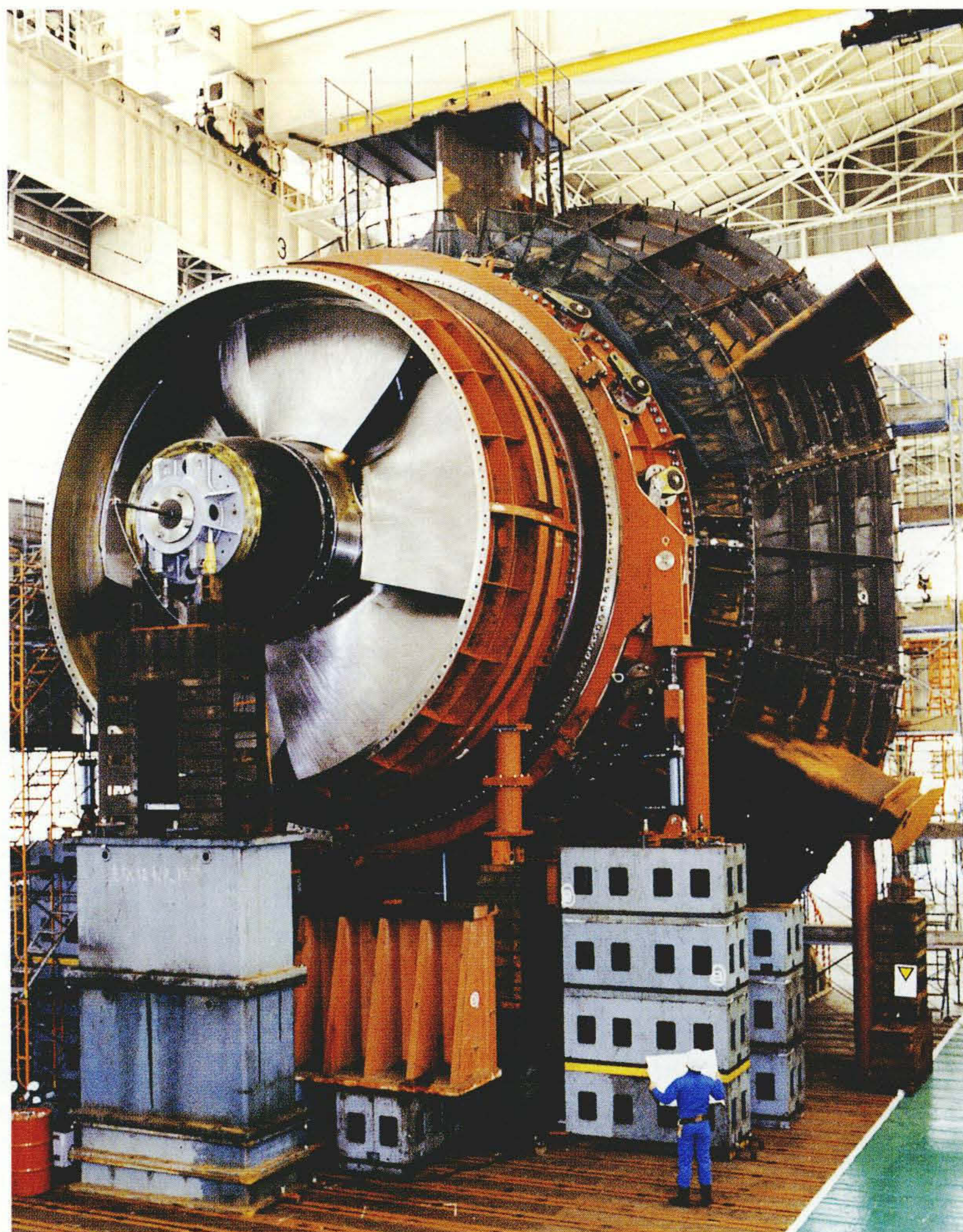
世界最大容量の電源開発株式会社納めバルブ水車・発電機が工場完成した。極低落差水力地点の経済的開発に役立つものとして注目されており、鋭意現地据付中である。

円筒形水車(チューブラ水車)の一種であるバルブ水車は、バルブ(電球)形のケーシングの中に水車と発電機を収め、ステーパーン及びその他支持部材で水中に設置される。この水車は低落差大流量に適し、その直線状流路による高効率特性、土木費用の低減(掘削量少)、高速化による機器小形化、流路建屋寸法の縮小など、発電所の総合経済性を高め得る機種で、極低落差地域では立て軸機よりも有利となっている。また最近の設計、製作技術の進歩とあいまって、更に経済化の図れる単機容量増大への努力が払われている。一方、クリーンで応答性が良く電力調整能力に優れている利点があり、貴重な国産エネルギーである水力発電は1973年のオイルショック以来、その必要性が再確認され、従来、開発が不利とされていた極低落差地点を経済的に開発する計画が進められている。これらを背景として建設されている電源開発株式会社只見発電所用65.8 MWバルブ水車・発電機は、米国ロ

ックアイランド発電所53 MWをしのぐ世界最大容量機であるが、技術的には次のような問題点があった。(1)低落差大流量のために、各部が大形化し剛性が低下しやすい。(2)その心臓部が流水中に設置されたバルブに収められ、かつ流水中の限られたスペースでバルブを支持する構造のため、強度、剛性を確保しにくいなど。

そこで、本機の開発に当たっては水車性能の開発や発電機の最適通風方式の検討に加え、これらの問題点の解決に重点をおき、下記の開発研究を行った。(1) $\frac{1}{8}$ 縮尺比総合強度模型試験(静的荷重試験、熱荷重試験、固有振動数測定、振動応答試験、バルブ支持部材の荷重分担、荷重伝達部コンクリート応力測定など)、(2) $\frac{1}{4}$ 縮尺比部分模型による局部応力、疲労強度試験

この結果、中空6本ステーパーン、T形配置の両端固定バルブ支え、防振ステーから成るバルブ支持部材の静的動的応力及び変位はいずれも高い安全性を持っており、振動応答性や共振などにも問題のないことが確認され、実機水車・発電機の設計、製作に反映された。本バルブ水車・発電機は、昭和64年8月の運転開始を目指し、鋭意現地据付け中である。



65.8 MWバルブ水車の工場組立

高揚程ポンプ水車・発電電動機運転開始

ポンプ揚程601.7 mと国内最高記録品の九州電力株式会社天山発電所納め308 MWポンプ水車及び発電電動機2台が営業運転に入り順調に運転されている。

九州電力株式会社天山発電所納め308 MWフランス形ポンプ水車用316 MVA発電電動機が、1号機は昭和61年12月に、2号機は昭和62年5月にそれぞれ営業運転に入った。

これらの1号機、2号機は、国内最高揚程のポンプ水車を持つ大容量揚水発電設備で、九州電力株式会社との特性、構造・強度、始動方式などについての共同研究を経て、昭和56年から設計・製作、据付・調整を進めてきたものである。

主な特徴は下記のとおりである。

- (1) ポンプ水車の揚程が国内で初めて600 mを越えた記録機である。
- (2) ランナ多段シールの採用によって従来機に比べランナシール部の漏水損失を50 %以下に低減し効率向上を図った。
- (3) 発電電動機は、水流モデルによる通風解析、二層式推力軸受の採用などによってコンパクト化と損失の低減を図った。

- (4) 始動方式は、2台に対し一組みのサイリスタ始動装置を設置するとともに、同期始動も可能なものとした。



308 MWポンプ水車ランナ現地つり込み

高インピーダンス500 kV変圧器

系統事故時の故障電流を抑制でき、無効電力調整を効果的に
行える三次電圧調整装置を備えた高インピーダンス500 kV、
1,500 kV/3 MVA単相単巻変圧器を完成した。

増大する系統の事故時の故障電流増加を抑制するため、高インピーダンスの500 kV変圧器が要求されている。高インピーダンス変圧器は電圧変動幅が大きく、これを補償する高範囲のタップ幅が必要であり、また増大する三次電圧変動を補償する三次電圧調整装置が必要となる。

その1号器として、東京電力株式会社新京葉変電所納め500 kV、1,500 kV/3 MVA変圧器を完成した。この変圧器は、三次電圧調整装置の設置によって調相設備が効果的に利用しているほか、インピーダンス増加に伴う巻線内の漏れ磁束の増加によって、変圧器内部の金具類の温度上昇が増大するので、発生損失低減、冷却効率向上を図るための種々の方策が採用されている。実器製作に先行し試作

器による過酷細密試験を実施し、十分な信頼性のあることを確認した。

また、本変圧器は他の変圧器に用変圧器の超々

器で開発した局部加熱防止技術も広く応用でき、今後の発電所大容量化にも対応可能となった。



500 kV、1,500 kV/3 MVA高インピーダンス変圧器工場試験

550 kV，8 kAガス複合開閉装置

電力需要の増大に対応する大容量ガス複合開閉装置の技術開発を進め、据付け面積の縮小化とエアレス化を図った550 kV，8 kAガス複合開閉装置を完成した。

ガス複合開閉装置はガス絶縁開閉装置と同様、在来形気中開閉設備に比較して据付面積の縮小化が可能であり、急速に適用拡大されてきている。

日立製作所では既に550 kV，12 kA自冷式ガス複合開閉装置の開発を完了しているが、今回更に接地系の誘導電流解析、温度上昇解析、高精度電界解析技術などを駆使して信頼性を向上させた、東京電力株式会社新佐原変電所納め550 kV，8 kAガス複合開閉装置を完成した。

本ガス複合開閉装置は保守の省略化を考慮して、油圧操作形2点切りガス遮断器、電動ばね操作形断路器・接地開閉器を採用し、併せて接地方式として多点接地方式を採用することにより誘導サージを低減している。更に、高性能酸化亜鉛避雷器(制限電圧1,220→870 kV，10 kAで)を採用し、絶縁信頼性の向上を図っているほか、長距離大電流送電線に対応した吸込形接地開閉器を新規開発し適用している。



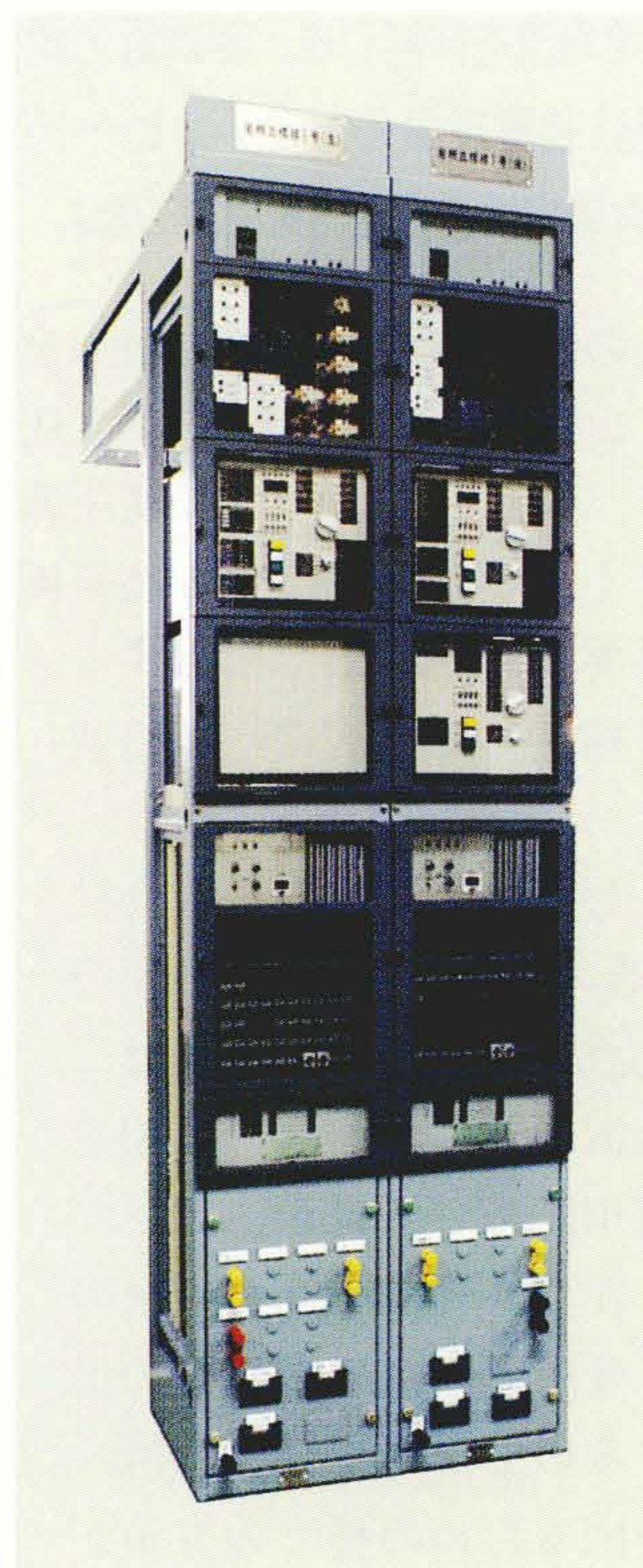
550 kV，8 kAガス複合開閉装置(三相通電試験中の実景)

OPGW伝送デジタル電流差動リレー装置

OPGWを伝送路とした光伝送方式によるデジタル電流差動リレー装置を開発し製品化した。本装置は、伝送品質の高い光伝送方式を採用し、高信頼度化を図っている。

電力需要の増大に伴い、安定した電力供給を維持するためには、保護リレーシステムのいっそうの高性能化、高機能化、高信頼度化が必要である。これらにこたえるため、OPGW(光ファイバ内蔵架空地線)を伝送路としたデジタル電流差動リレーシステムを開発した。この新システムの特長は次に述べるとおりである。

- (1) 高抵抗接地系での地絡故障を高感度に検出できるような零相電流による差動リレー方式を適用した。
- (2) 電力供給の安定化を目的として、高速多相再閉路方式を適用した。
- (3) 適用系統は平行2回線5端子対応を可能とした。
- (4) 伝送路は伝送品質に優れた光伝送としたOPGWを適用した。
- (5) 情報伝送ルートは、各変電所のループ伝送及び上りと下りの2ルート伝送とし、片ルート「断」時の対応を図った。



給電所設備総合自動化システム

日立製作所は東京電力株式会社と共同で、HIDIC-V 90/50を中核に地方供給系統設備の総合自動化による高効率化を目指した超大形・高信頼度の制御用計算機システムを開発した。

東京電力株式会社では地方供給系統の運用各部門が一体となり、より自動化を推し進めた設備総合自動化システムを開発した。日立製作所では、同社との共同研究により地方供給系統運用のかなめとなる店所給電自動化システムを開発した。実証試験装置として同社大島給電所に納入され、運用を開始している。

このシステムは、HIDIC-V90/50の2台系システムを2系列化し、600 Mバイト大容量DISC 10台から構成される超大形の高信頼度システムとして実現したもので、次のような機能を備えている。

(1) 業務機能上系統運用の効率向上を目指し指令と操作を一体化する、(2) ふくそう化した複雑な系統状態を的確

に把握し運用するため、漢字CRT、OCR、音声出力装置など新技術を採用し、マンマシン機能の充実を図った。

また、(1) 系統事故自動復旧論理の開発及び系統事故情報の関連部門への自動伝達、(2) プログラム、ファイル類を二重化することによって両系列オンライン運転状態での訓練機能を可能にするなどの最新技術を搭載しており、今後の地方供給系統の高効率運用、需要家へのサービス向上に大きく役立つものと期待されている。



実証試験を開始した東京電力株式会社大島給電所納め店所給電自動化システム

技術抄録

■オーストリアVKG, NEWAG社向け排煙脱硝装置

日立製作所独自の板状触媒を採用した405 MW, 320 MW石炭燃焼ボイラ用排煙脱硝装置が昭和62年3月に完成し、好調に営業運転を開始した。このプラントは、排ガス全量処理のヨーロッパ向け第1号機として注目されている。



■ベネズエラEDELCA GURI II発電所納め730 MWフランス水車10台運転開始

本機は過去にその例を見ない超大形機である。1976年の設計着手以来、次々に革新的な技術を開発して製作してきた。同発電所の総出力は既設水車10台と合わせ10 GW {1万MW} で、世界最大の発電所がここに完成した。

■四国電力株式会社麻変電所納め変電設備のオンライン形診断装置

最近の変電所では、機器の密閉化と無人化が進み、従来とは異なる保守・点検手法が要求されるようになった。本装置は、こうした要求にこたえて開発したものである。最新のセンサ技術、デジタル信号処理技術、光伝送技術などを駆使したオンライン形診断装置で、従来の解体点検を主とした予防保全と異なり、運転中の機器の予防保全を可能にしている。

■420 kV 1点切りガス遮断器

日立製作所ではガス遮断器の小形化と信頼性向上を図るため、遮断部ユニットの高電圧、大容量化を推進している。既に世界に先駆けてパフア式362 kV 1点切り遮断器を開発し製品化しているが、今回更に420 kV 1点切り遮断器を開発した。絶縁回復シミュレーション技術を駆使した高性能絶縁ノズルの開発によって可能としたものである。

■柱上開閉器遠方監視制御装置

柱上開閉器遠方監視制御装置の製品化を完了した。6.6 kV配電線路そのものを情報伝送路とする、日立製作所独自の零相キャリア伝送方式を適用したものである。本装置には、事故点自動検出機能も設けており、停電時の短時間復旧を可能としている。

■中国電力株式会社中央給電指令所納め自動給電システム

本システムは、制御用計算機HIDIC-V 90/50とはん(汎)用計算機HITAC M-220 KXそれぞれの特長を生かして構成したものである。LANによる給電情報サービス機能の向上を図った新しいタイプのシステムであり、昭和62年10月より運転を開始した。

■100 kW離島用太陽光発電システム

九州電力株式会社納め100 kW離島用太陽光発電システムが、昭和62年6月に運転研究を開始した。ディーゼル発電機と太陽光インバータの並列運転を特徴とする離島用太陽光発電システムであり、今後の研究の進展が期待される。