

電力・エネルギー

原子力

水力発電設備

火力発電設備

送変電機器

石油情勢は国際的な需給逼迫の傾向にあり、我が国としてもこれまでの過度の石油依存体質を改め、石油代替エネルギー利用促進を図り、長期的視点に立ったエネルギー転換対策を展開していくことが国家的課題となっている。

日立製作所では、このようなエネルギー環境の動向に対応した新製品、新技術の開発を高信頼性、高効率化に留意しながら活発に推進している。

原子力発電機器では、信頼性、保守性、運転制御性のいっそうの向上を目指した新製品の開発が進められており、1,100MW沸騰水型原子力発電所用“MARK II”改良型原子炉格納容器の建設が進められており、新型制御盤“NUCamm-80”、再循環流量制御系流体継手などが開発された。核融合装置では、臨界プラズマ試験装置“JT-60”の主要部であるトロイダル磁場コイルの製作が順調に進行している。

水力発電機器では、米国ヘルムス発電所納め414MW、揚程531.6mの世界最大級高揚程フランシス形ポンプ水車をはじめ、大形水力発電機器を多数製作し、出荷した。また最新鋭の水車模型試験設備が完成し、現在800～1,000m級二段ポンプ水車の研究、開発などに威力を発揮している。

火力発電機器では、石炭火力への対応、中間負荷運用、高信頼性、高効率化、エレクトロニクス化などが主要な課題である。東京電力株式会社納め広野火力2号缶ベンソンボイラ、日本国有鉄道納めのF9形大形ガスタービンを含む141.3MWコンバインドサイクル、北海道電力株式会社納め苫東厚真火力発電所1号機用350MW石炭燃焼ボイラ及び総合排煙処理装置などが製作され、現地建設中である。蒸気タービンの高効率化と併せて、更に信頼性の高いロータ素材など新技術の開発が進んでいる。火力発電所総合デジタル制御システム、中低温排熱利用油・フロン発電システムなどの開発も進められ、実用機の設計が確立した。

送変電機器では、電源開発株式会社の北海道・本州電力連系設備用に納入した交直変換装置(第1期150MW)が無事運転に入った。これは、我が国最初の送電線路をもつ直流送電設備である。また、500kVガス絶縁機器を製品化して各所に納入し、更に、ガス絶縁機器用酸化亜鉛避雷器のシリーズ化を完成した。米国のボンネビル電力庁向けに完成した550kV分路リアクトルは、国内製作の記録品である。

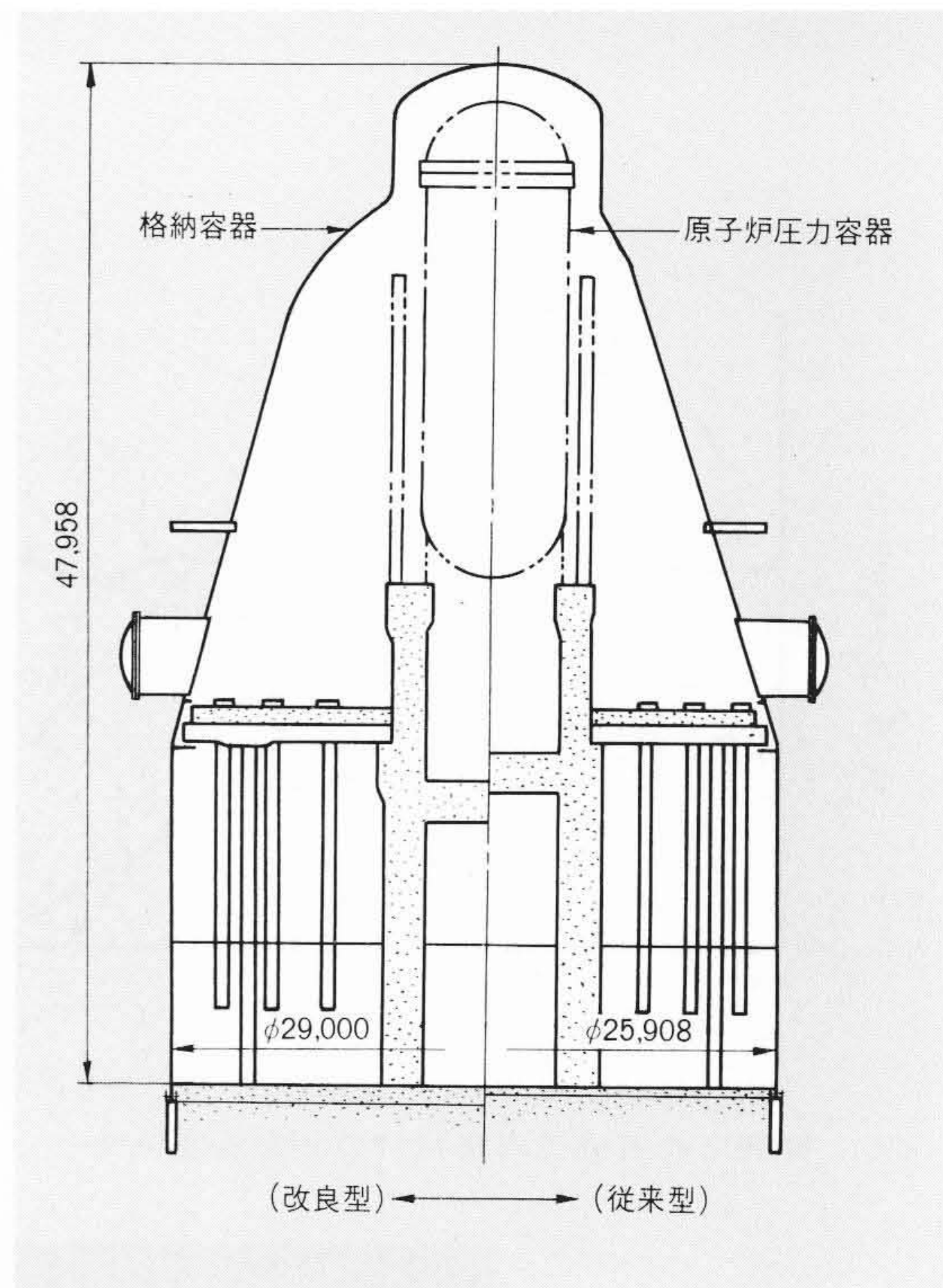


図1 格納容器比較図

原子力

沸騰水型原子力発電所用 “MARK-II”改良型原子炉格納 容器1号機の開発

原子炉安全上最も重要な設備である格納容器について、これまでの建設運転経験をもとに従来の設計に改良を加え、標準化する作業が進められてきた。日立製作所が設計・製作を担当し、現在据付中の東京電力株式会社福島第二原子力発電所2号機(2F-2)の格納容器は、この改良型格納容器の国内第1号機である。この格納容器には、内部に収納されている機器の保守点検作業を容易にし被曝量の低減を図るために、格納容器の直径を大きくし内部空間に余裕をもたせたこと、逃し安全弁と制御棒の専用搬出入口を設けたこと、従来の材料より強度の高い高張力鋼の採用、底部ライナプレート溶接部の構造改良、ステンレス鋼製ダイヤフラムフロアシールベローズの採用などをはじめ、随所に品質向上を目的とした新設計が盛り込まれている。また製作面では、自動溶接機の開発により現地溶接を大幅に自動化している。工程短縮の面でも、6,500ton・m超大形ジブクレーンの設置により据付単位を大形化しているのをはじめ、建設時の機材搬入及び換気専用の貫通部を設けていること、底部ライナプレートの上方に工事用仕切床を設けて、底部ライナプレートの据付と原子炉圧力容器ペダスタル及びダイヤフラムフロアの据付

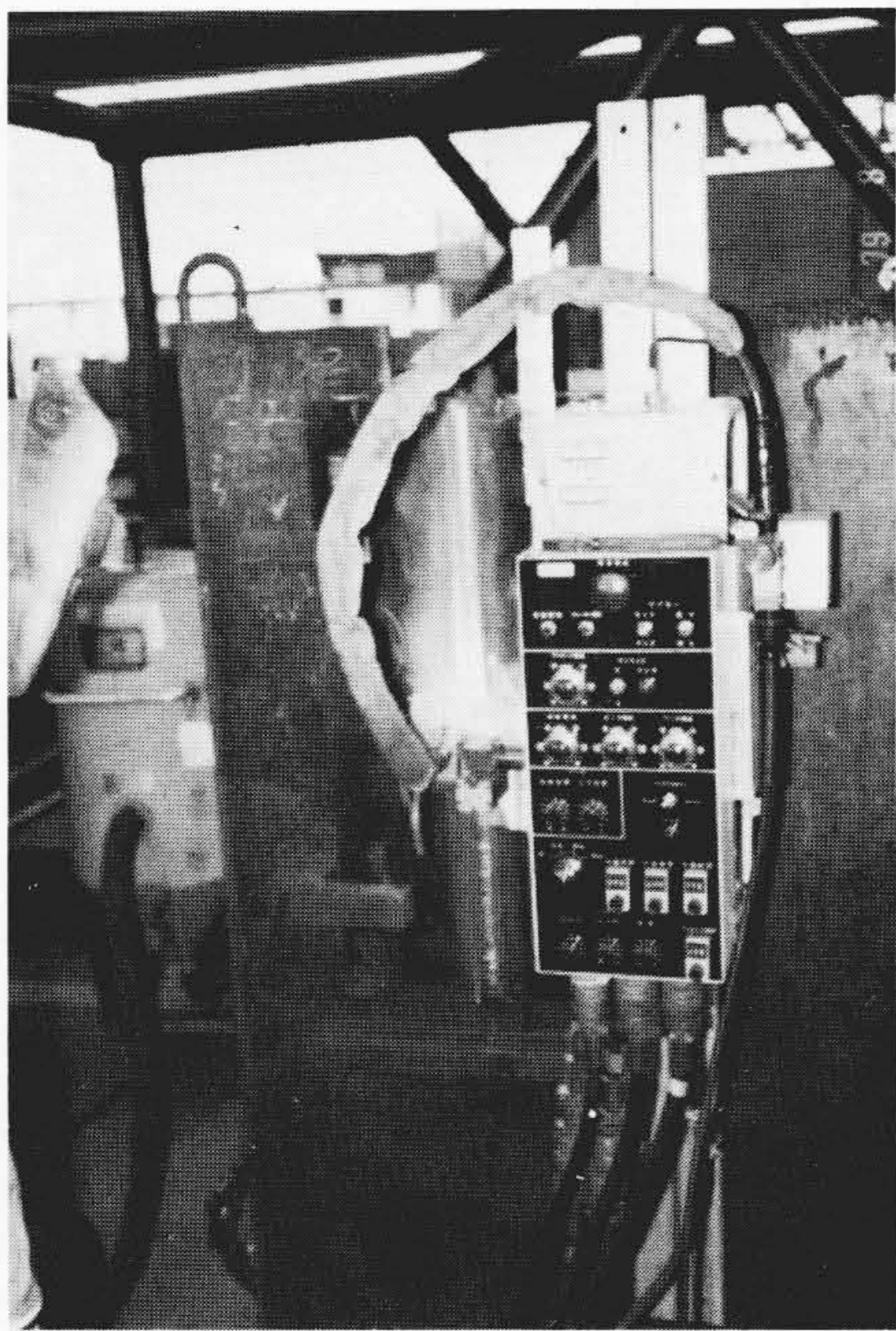


図2 自動溶接機

を併行して進めるなどの工夫を凝らしている。これらの工夫により、2F-2の建設工程は従来の類似プラントよりも9箇月短縮され、現在57箇月を予定している。

図1に改良型と従来型の格納容器の比較を、図2に2F-2用に開発された自動溶接機を示す。

沸騰水型原子力発電所中央監視制御システム “NUCamm-80”の開発

沸騰水型原子力発電所の中央監視制御は、ユニット容量の増大、各種システムの強化などにより、ますます大規模化し、プラント運転上抜本的な改善が望まれていた。

NUCamm-80は、プラントの運転信頼性・稼働率の大幅向上と、運転員の負担軽減・省力化を主目的に開発した従来機能を一新する中央監視制御システムである。

本システムは、人間工学的に配慮された中央監視制御盤(図3)を中心に構成され、運転情報の集約化と操作の自動化を合理的に調和させている。その結果、通常運転監視範囲は従来の約 $\frac{1}{3}$ に縮減され、運転操作性を著しく高めるとともに一人制御も可能とし、更に、各種診断・予測技術を駆使し、プラントの健全性監視と異常時対応機能を飛躍的に向上させた。

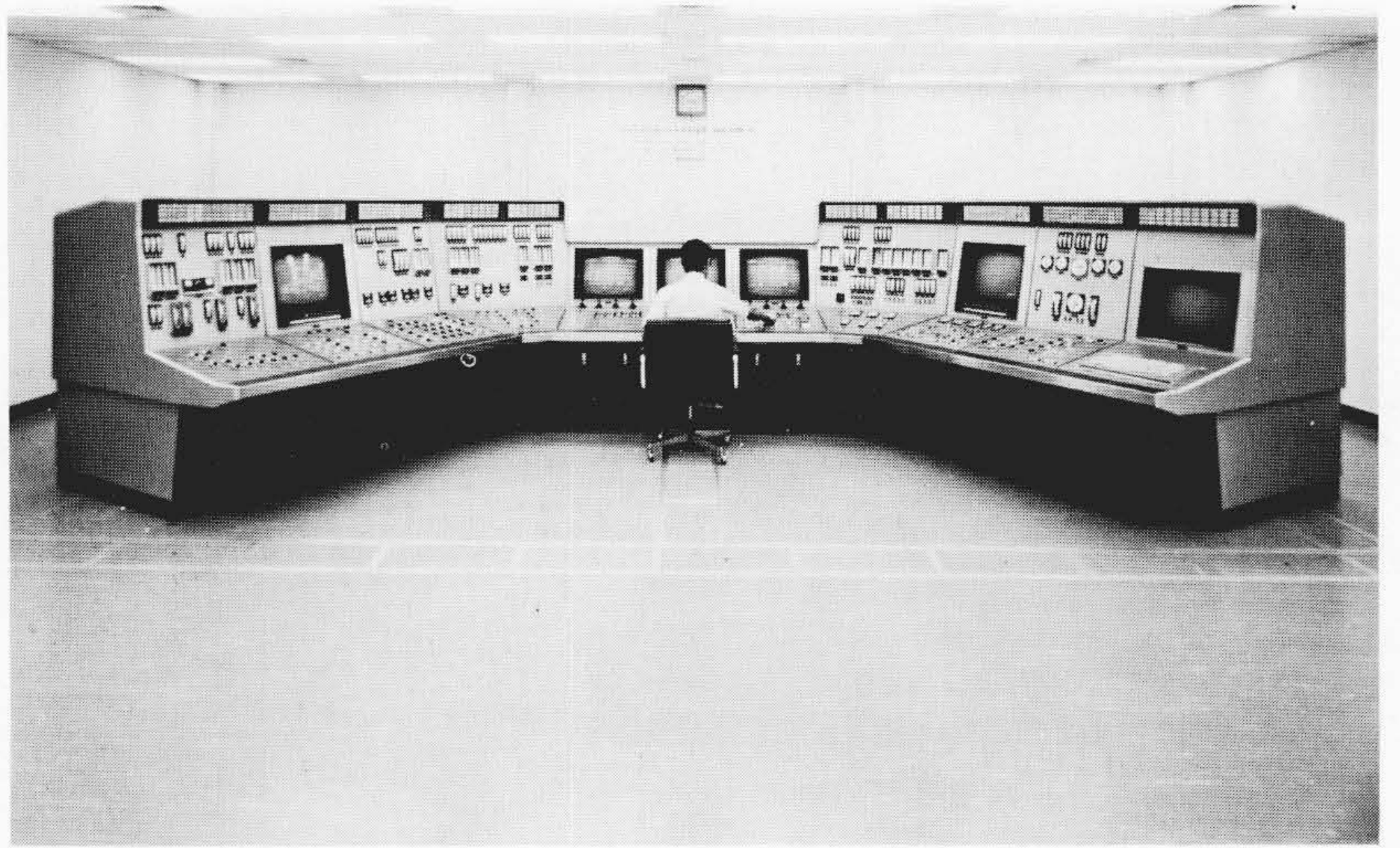


図3 “NUCamm-80”オペレーターズコンソール

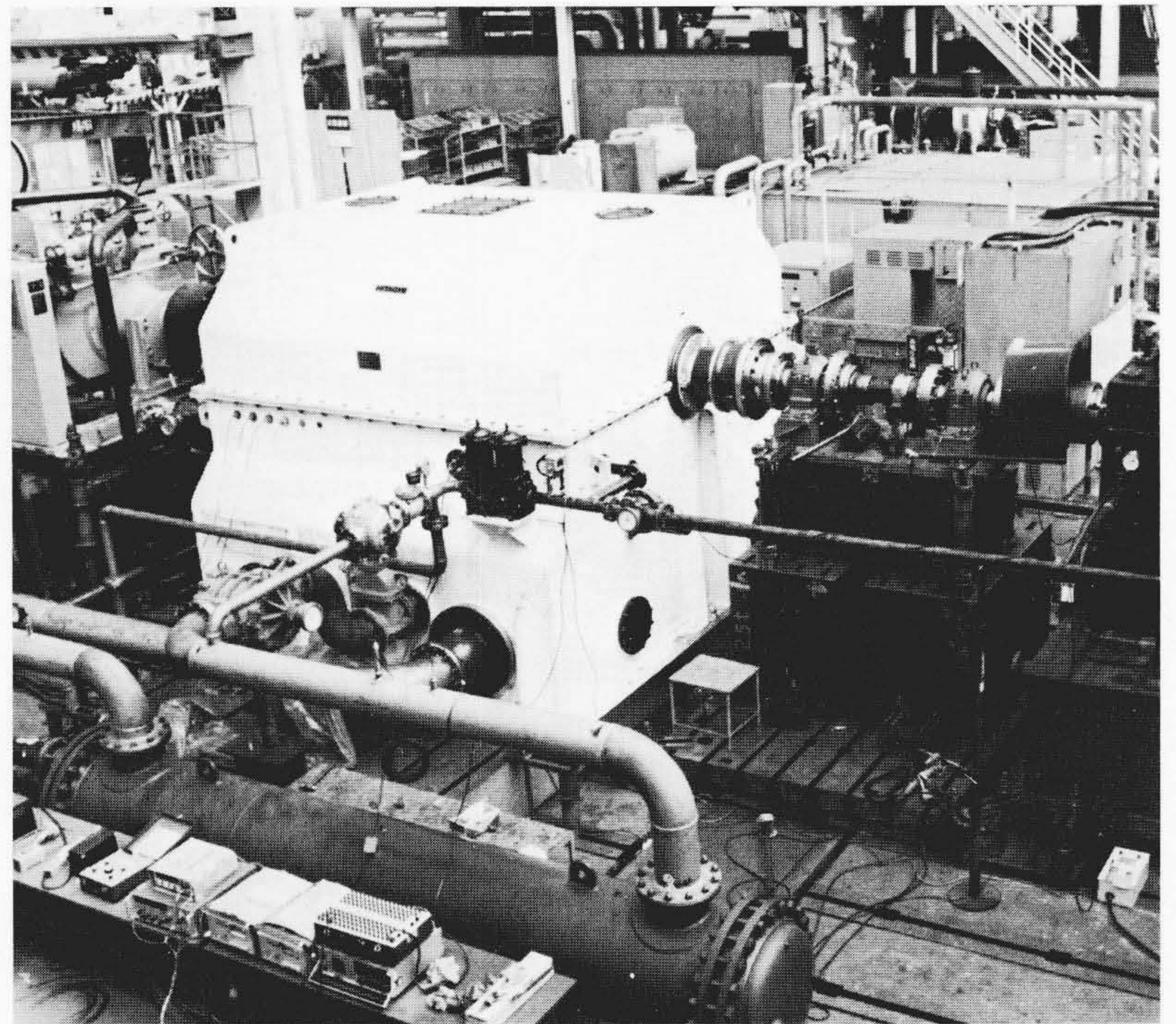


図4 実負荷模擬試験中の可変速形流体継手

沸騰水型原子炉再循環流量制御系流体継手装置の開発

このたび国内最大級の出力1,100MW沸騰水型原子力発電設備原子炉再循環流量制御系M-G(電動機-発電機)セット用流体継手を開発した(図4)。この流体継手は、透明モデルなどによる基礎研究の成果をもとに設計を行ない、万全の品質管理と細心の注意をもって製作し、種々の厳しい実負荷模擬試験を実施して、高い水準の特性と十分な信頼性を確認した。特に原子炉の出力制御に要求される速度制御特性での安定性を世界に先駆けて満足することに成功した。

本開発の完成により、東京電力株式会社福島第二原子力発電所2号機のM-Gセットに、2台の採用が決定した。

主な仕様を表1に示す。

表1 主な仕様

項目	仕様
形式	可変速形流体継手
羽根車呼び径	1,580mm
定格入力	7,280kW/990rpm
定格出力	6,910kW/960rpm
定格滑り率	3%
変速範囲	188~960rpm

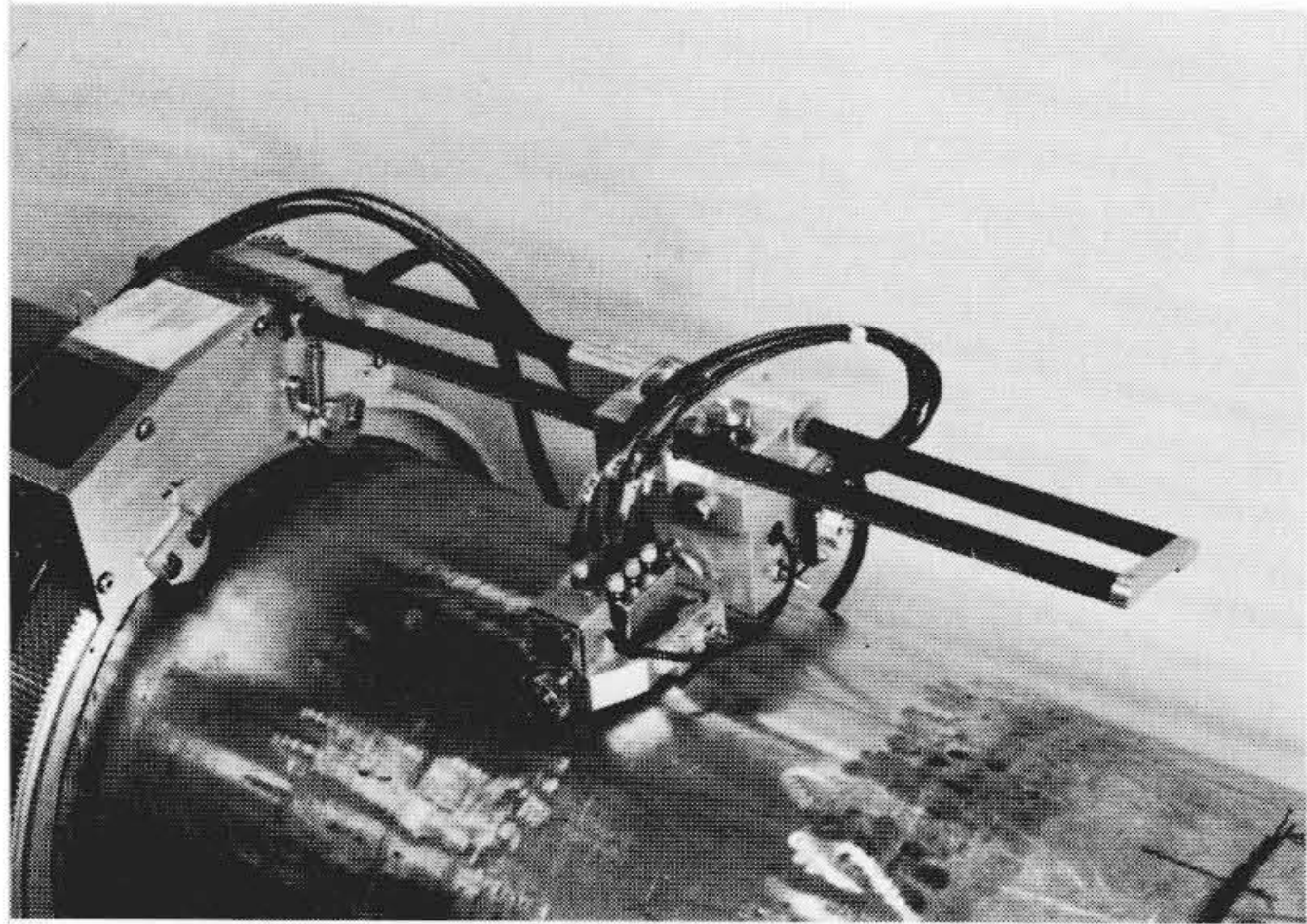


図5 半自動超音波探傷装置駆動部

沸騰水型原子炉用高効率サービス機器の開発

定期検査期間短縮、被曝低減、廃棄物減容などを目的としたサービス機器を開発したが、主なものを以下に紹介する。

(1) 供用期間中検査用半自動超音波探傷装置

従来は手動、又は全自動超音波探傷装置が用いられているが、これら両者の長所を生かした半自動超音波探傷装置を開発した(図5)。次にその特長を述べる。(a)手動と同じ手の感触をもたせた。(b)直管とエルボとの継手も探傷可能とした。(c)データ収録、処理はコンピュータ処理とした。

(2) 改良 SHIPPING 装置

燃料集合体の漏れの有無を炉内で検査するSHIPPING装置は、従来の4集合体同時検査であったが、これを改良して16集合体とし、かつ半自動化した。次にその特長を述べる。(a)温水注入による検査精度の向上。(b)16体用シッパの採用、採水、サンプル水の処理及び分析工程の半自動化。

(3) 耐圧形スチームラインプラグ

主蒸気ラインへの炉水流入防止用プラグは、従来単一形が用いられていたが、これを改良して全数4台をフレームに取り付け一体構造とした。この特長を次に述べる。(a)プラグ取付状態で、主蒸気内側隔離弁の漏れ試験が可能。(b)プラグ着脱操作の遠隔自動化。(c)定期検査期間の短縮。

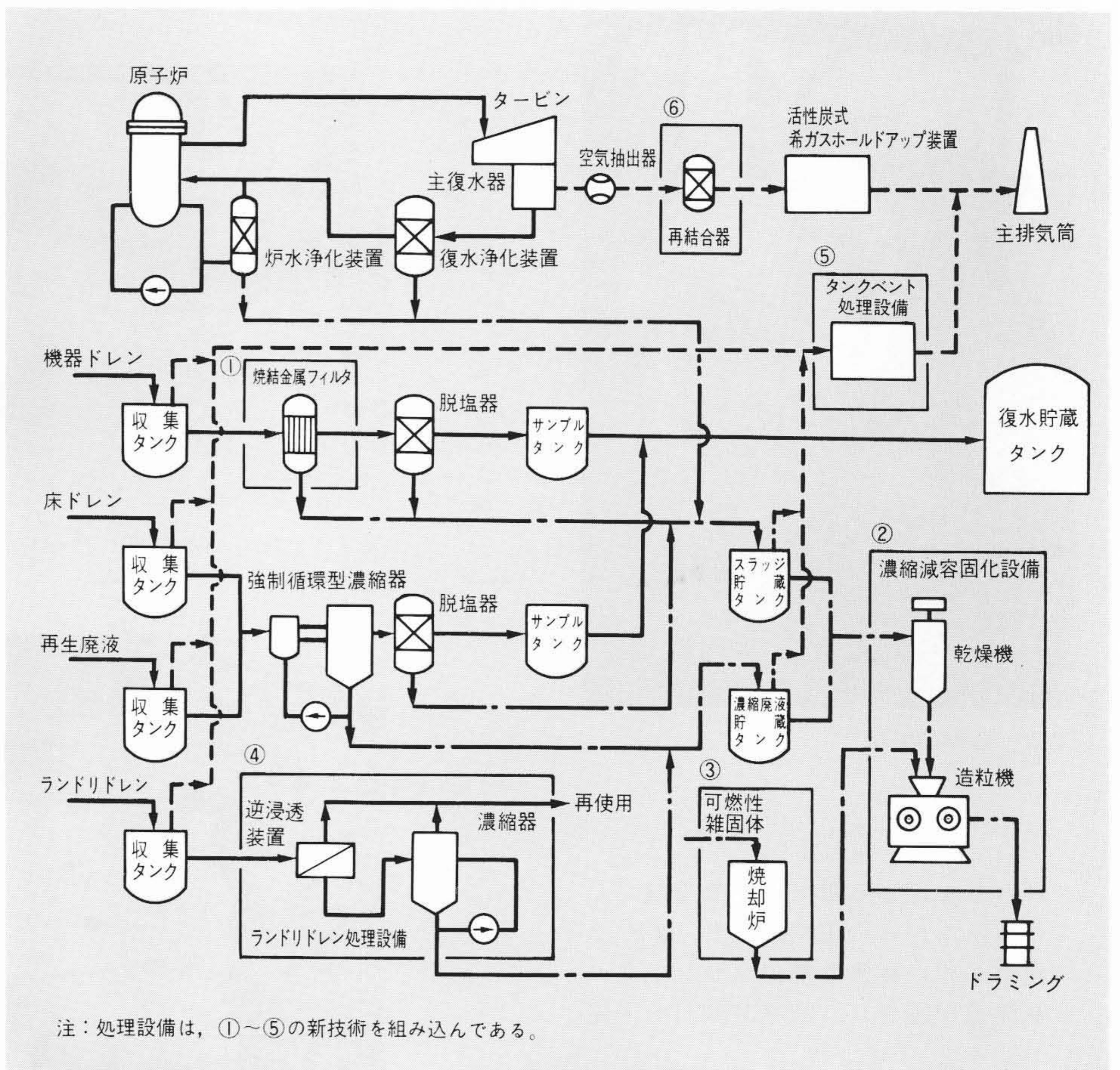


図6 放射性廃棄物処理設備フローシート

(4) 燃料チャネルカッター

従来、廃棄物として使用済み燃料貯蔵プールに保管されていた燃料チャネルを、限られた保管スペースに効率良く貯蔵する水中遠隔切断による減容装置を開発した。

放射性廃棄物処理新技术の開発

従来採用されてきた放射性廃棄物処理技術について、(1)廃棄物発生量の低減、(2)作業員の被曝量低減、(3)信頼性の向上の三つの観点から見直しを進めてきた結果、今までに図6のフローシートに示す5件の新技术について実用化の見通しを得た。機器ドレン処理設備では非助材形の焼結金属フィルタの使用により、また濃縮減容固化設備及び焼却設備では減容処理により廃棄物発生量を低減する。従来、処理対象外であったランドリドレン、タンクベントは処理することにより被曝量を低減する。再結合体では金属触媒の採用により信頼性を向上させる。これらの新技术については、日立製作所の研究所

及び実プラントでの実証試験により性能確認をしており、建設中及び建設計画中のプラントに適応することが可能になりつつある。

新型転換炉「ふげん」原子力発電所の完成

ナショナルプロジェクトとして動力炉・核燃料開発事業団が福井県敦賀市に建設中であった新型転換炉原型炉「ふげん」(電気出力165MW)は昭和54年3月20日所定の官庁試験に合格し、正式運転を始めた。

「ふげん」は自主開発技術によって完成された我が国最初の発電用原子力プラントであり、また燃料にプルトニウムを使用した世界最初の熱中性子型原子炉であり、現在まで好調に稼働を続けている。

日立製作所は、原子炉本体、電気設備などを担当するとともに、主務会社として炉心設計、安全計画、動特性などのソフト業務を実施した。

機能・起動試験の結果、各種炉特性及びプラント特性で予測値と実績値とが

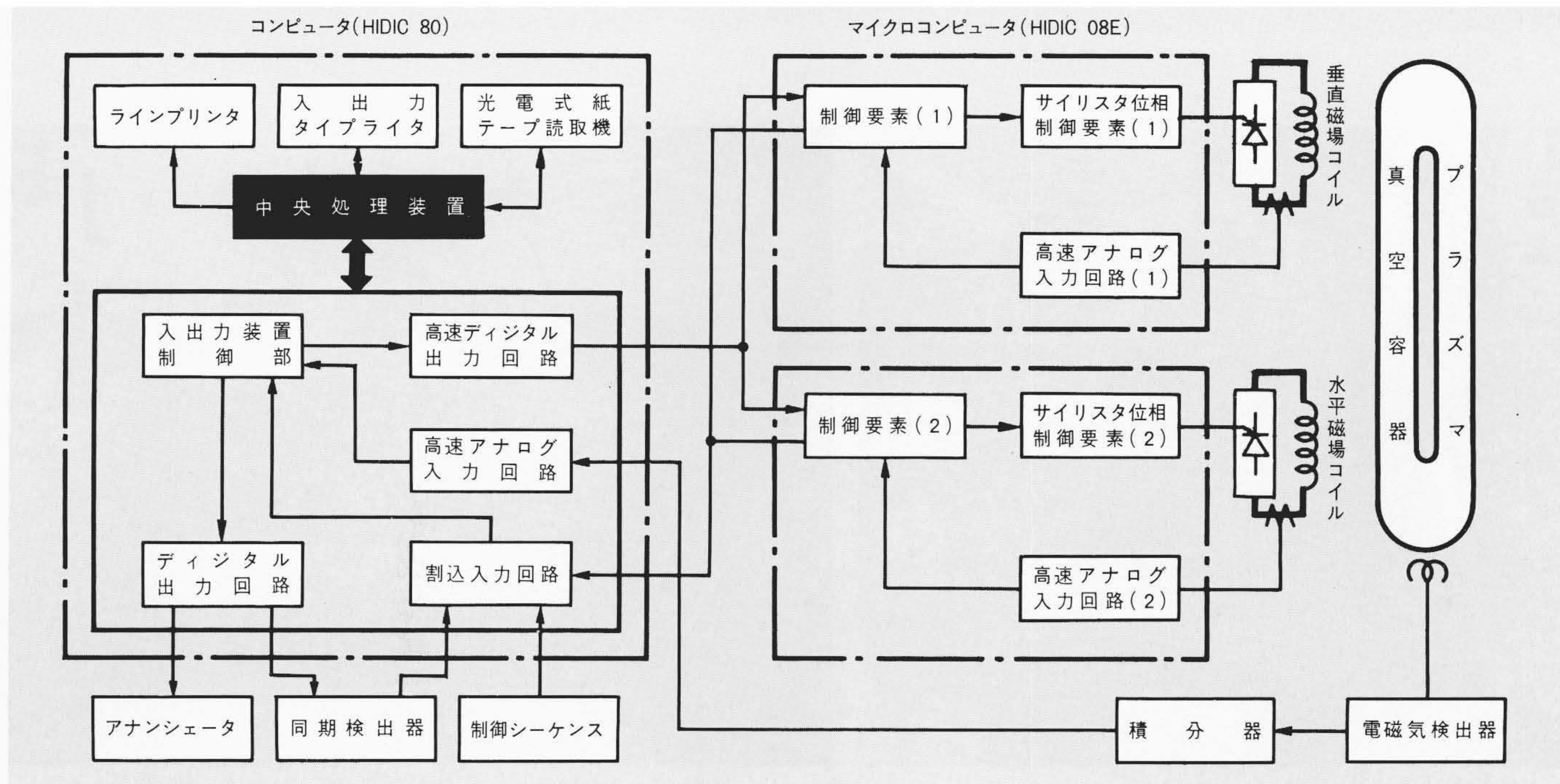


図8 JFT-2 プラズマ制御装置システム構成

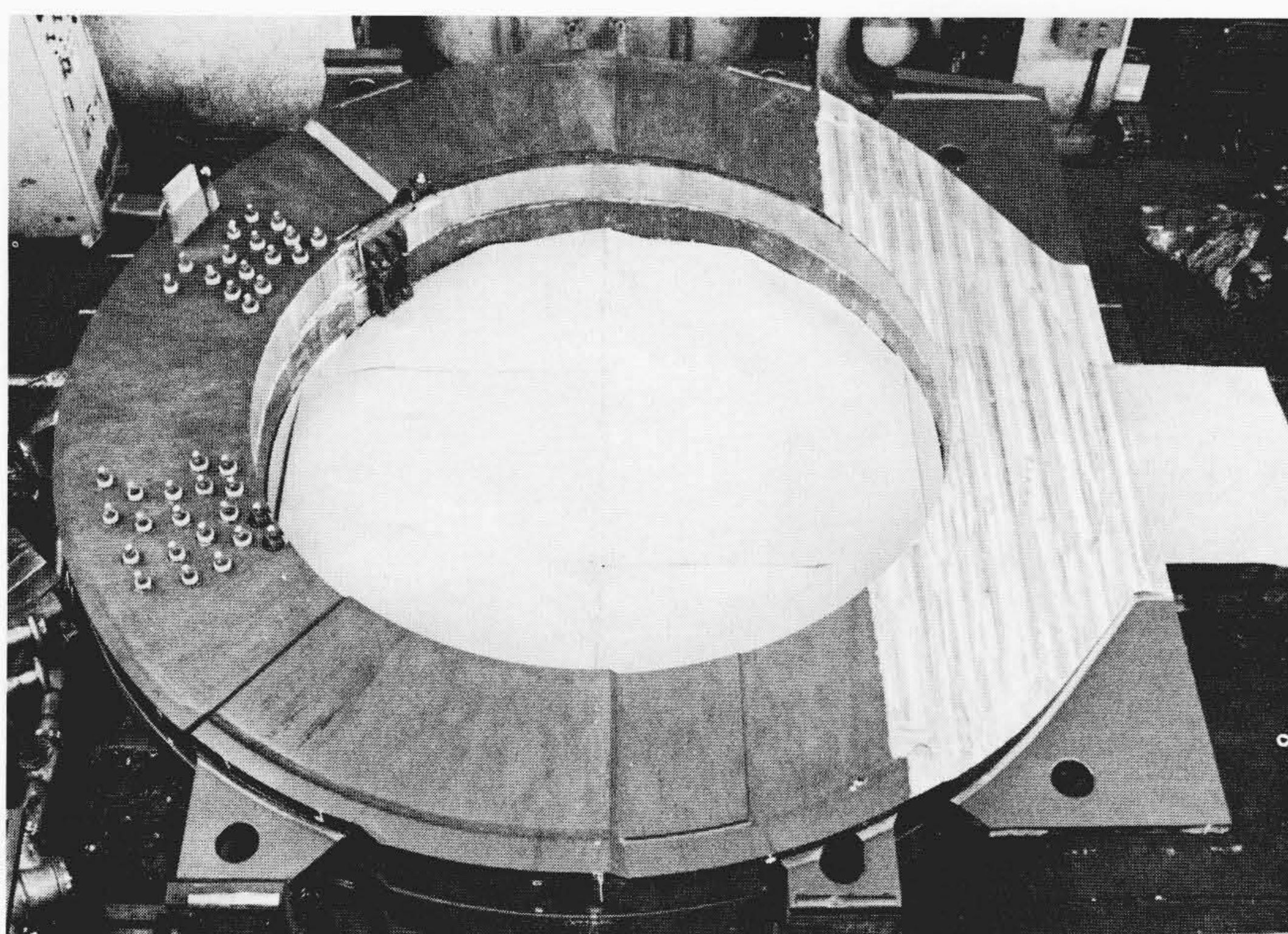


図7 完成したトロイダル磁場コイルの単位コイル

良く一致し、顧客から好評を得ている。

新型転換炉実証炉の概念設計の完成について次に述べる。

動力炉・核燃料開発事業団は、「ふげん」の次世代として実証炉（電気出力600MW）の設計を実施しており、日立製作所は主契約会社としてこの計画に参加している。昭和54年3月実証炉の概念設計が完成し、実証炉の設計基本方針がまとまった。次いで原子力プラント全体をまとめる調整設計を主契約会社として現在進行中で、昭和55年9月に完成の予定である。

実証炉では「ふげん」の開発、試験及び運転の経験に基づきその良い点を更に伸ばし、改善すべきものは改良し、

大型化のための研究開発を実施し信頼性を高め、稼働率の向上をねらった安全な原子炉を計画している。

日本原子力研究所納め“JT-60”用トロイダル磁場コイルの製作

臨界プラズマ試験装置“JT-60”は、日本原子力研究所で建設を進めている核融合研究用設備である。日立製作所は、昭和53年4月にその本体を受注し設計製作を進めているが、その主要部となるトロイダル磁場コイルの一部が完成した(図7)。トロイダル磁場コイルは18個をトーラス状に配列し、プ

ラズマの中心で4.5 Tの磁場を発生するもので、トーラス中心に向く電磁力の求心力成分は全体で10万tにも達する。導体には大断面(16.4~34.9mm×270mm)の無酸素銅と銀入無酸素銅を使用し、交互に接続してコイルを形成している。

また、コイルの支持には高強度の高マンガン非磁性鋼を採用している。1個目のコイルを用いての模擬試験及び2個目以降のコイル製作も順調に進行している。

核融合試験装置“JFT-2”プラズマ位置制御システムの開発

プラズマ制御技術の研究開発は、トカマク型核融合装置開発上の重要なテーマであり、これまでプラズマ制御用サイリスタ電源の制御にはアナログ方式が使用されてきた。しかし、アナログ方式ではプラズマ制御に要求される多様な制御を高精度、高速度で行なうことは困難であり、新しく直接デジタル制御方式の装置を開発し、日本原子力研究所のトーラス装置JFT-2に適用して所期の成果を得た。

図8にプラズマ制御装置のシステム構成を示す。同図に示すようにコンピュータ(HIDIC 80)及びマイクロコンピュータ(HIDIC 08E)から成り、トロイダルコイル、サイリスタ電源の構成が変わっても容易に対応でき、制御機能の拡張が可能な構成としている。

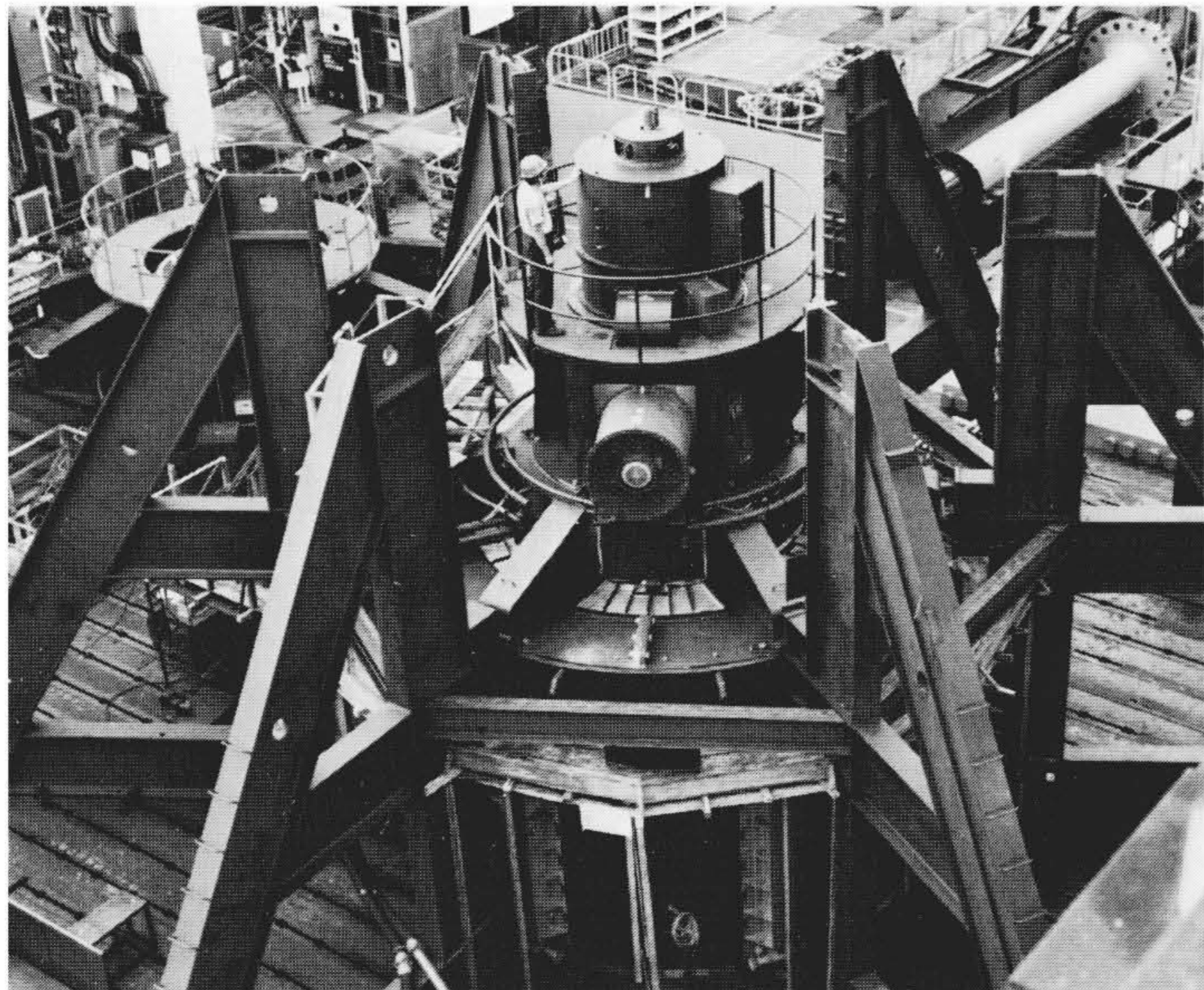


図9 工場回転試験中の330MVA発電機

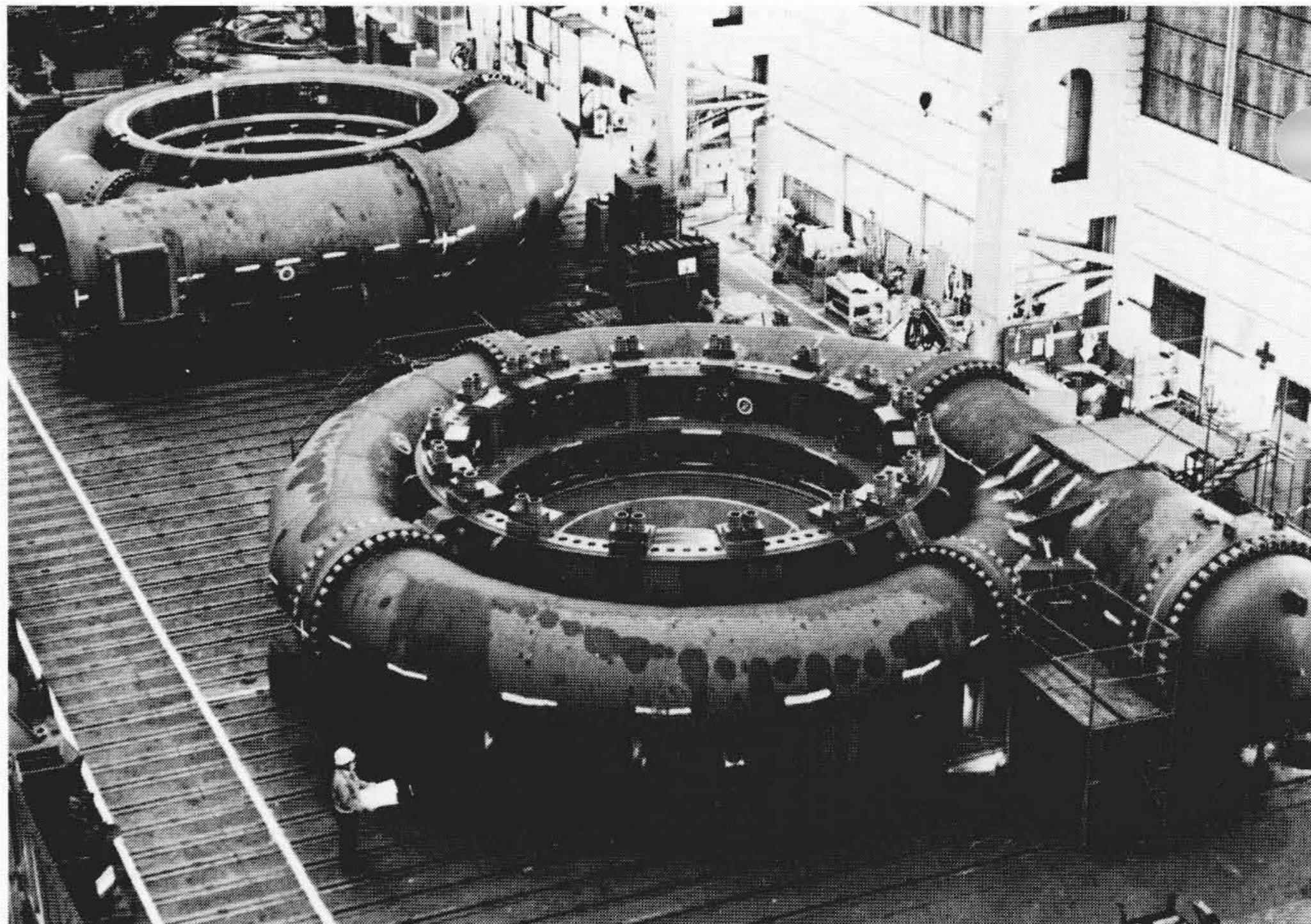


図10 大容量フランシス形ポンプ水車ケーシング耐圧試験

ヘリオトロンE電源用330MVA 発電機の完成

京都大学ヘリオトロン核融合研究センター納めヘリオトロンE電源用330MVA発電機は、プラズマを強磁場により閉じ込めるための電力用であり、直結誘導電動機駆動式で約10分周期の間欠負荷運転となる。回転速度は650～500rpmであり、立て軸高速大容量機としての構造、性能両面の特長を随所に備えている。例えば、軸剛性の高いマッシュプロータ、複列Tテール式くら形磁極の採用、また、軸受は高速高荷重用二層式推力軸受を使用し、別置形油循環電動ポンプにより冷却するなどの新機軸の設計を行ない、昭和53年工場完成し、現在据付中である。これらの技術は、今後の超高速大容量揚水発電設備の設計にそのまま適用されるものである。図9に工場回転試験中の実況を示す。

水力発電設備 大容量揚水発電機器の完成

米国ヘルムス発電所納め414MW、揚程531.6mの世界最大級の大容量フランシス形ポンプ水車が完成した。

ケーシングはフランジ構造であり、シールパッキングに独自の構造を採用することにより、試験圧力115kg/cm²の工場水圧試験を完了した(図10)。また、

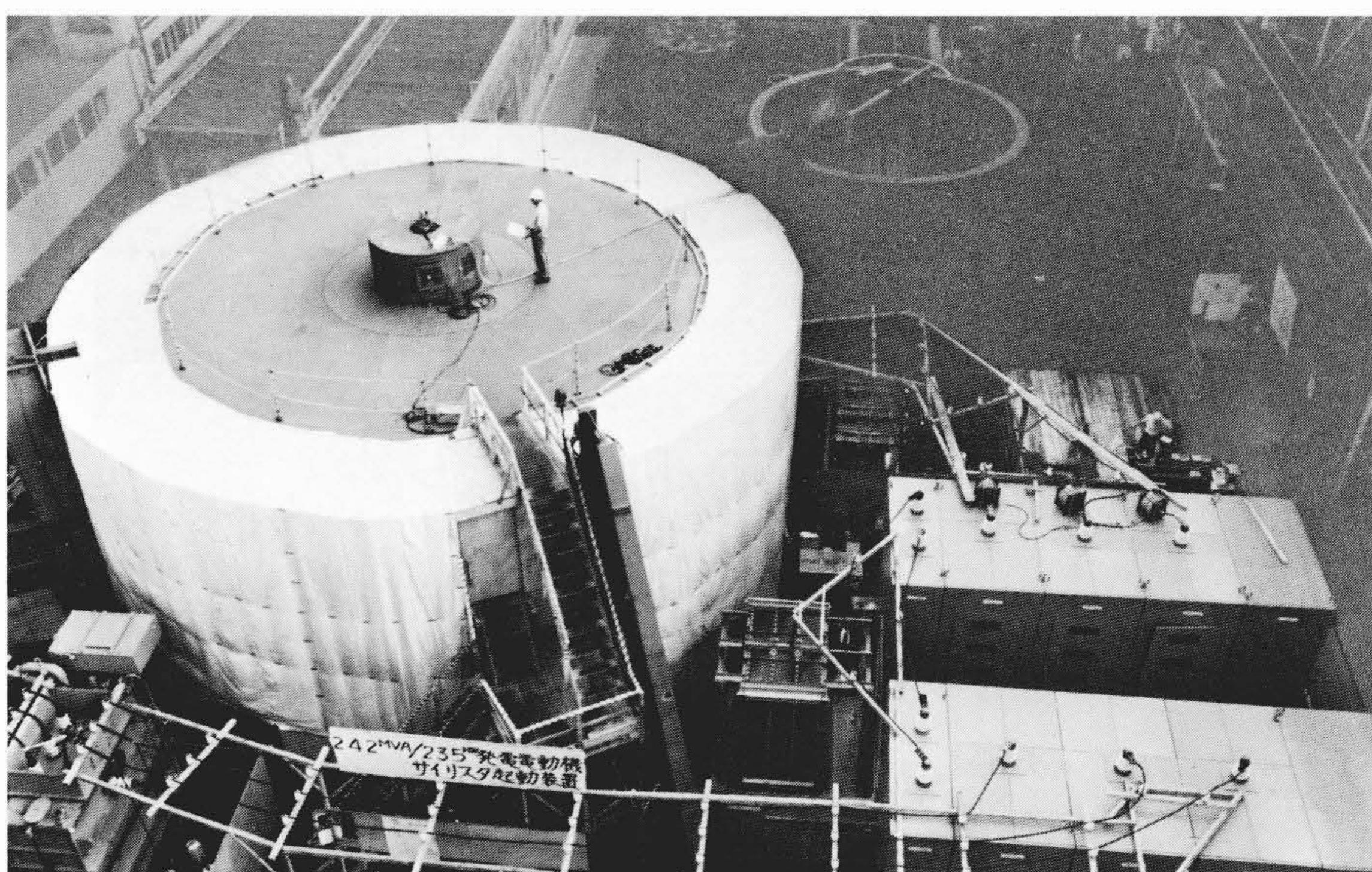


図11 発電電動機との組合せ試験中のサイリスタ起動装置

多段シール構造のランナ、弱点ピン切損警報装置の二重化、ガイドペーン摩擦制動装置、ポンプ運転、水車運転各各別に安全側に作動するガバナ腰折れ装置など、日立製作所のもつ技術を総結集して、性能向上、信頼性向上が図られている。

先年度完成した揚水発電機器としては、このほかにインド国ナガルジュナサガール発電所納め120MWポンプ水車、中部電力株式会社奥矢作第二発電所納め267MWポンプ水車及び290MVA発電電動機、並びに東北電力株式会社第二沼沢発電所納め236MWポンプ水車及び242MVA発電電動機、米国グランドクーリー発電所納め53.5MVA発電電動機がある。

揚水発電所発電電動機用サイリスタ起動装置の完成

東北電力株式会社第二沼沢発電所納め242,000kVA発電電動機用14,000kWサイリスタ起動装置が、昭和54年9月に工場完成した(図11)。本起動方式は、従来の直結電動機起動方式と比較して振動、保守など数多くの点で優れており、今後の大容量揚水発電所では主流となると考えられる。本装置の主な特長を次に述べる。

- (1) 回生制動機能をもっているため、停止時間の短縮とともに電力の回収ができる。
- (2) 電氣的ノイズ防止及び絶縁上の有利性を考慮し、高電圧部とゲート制御

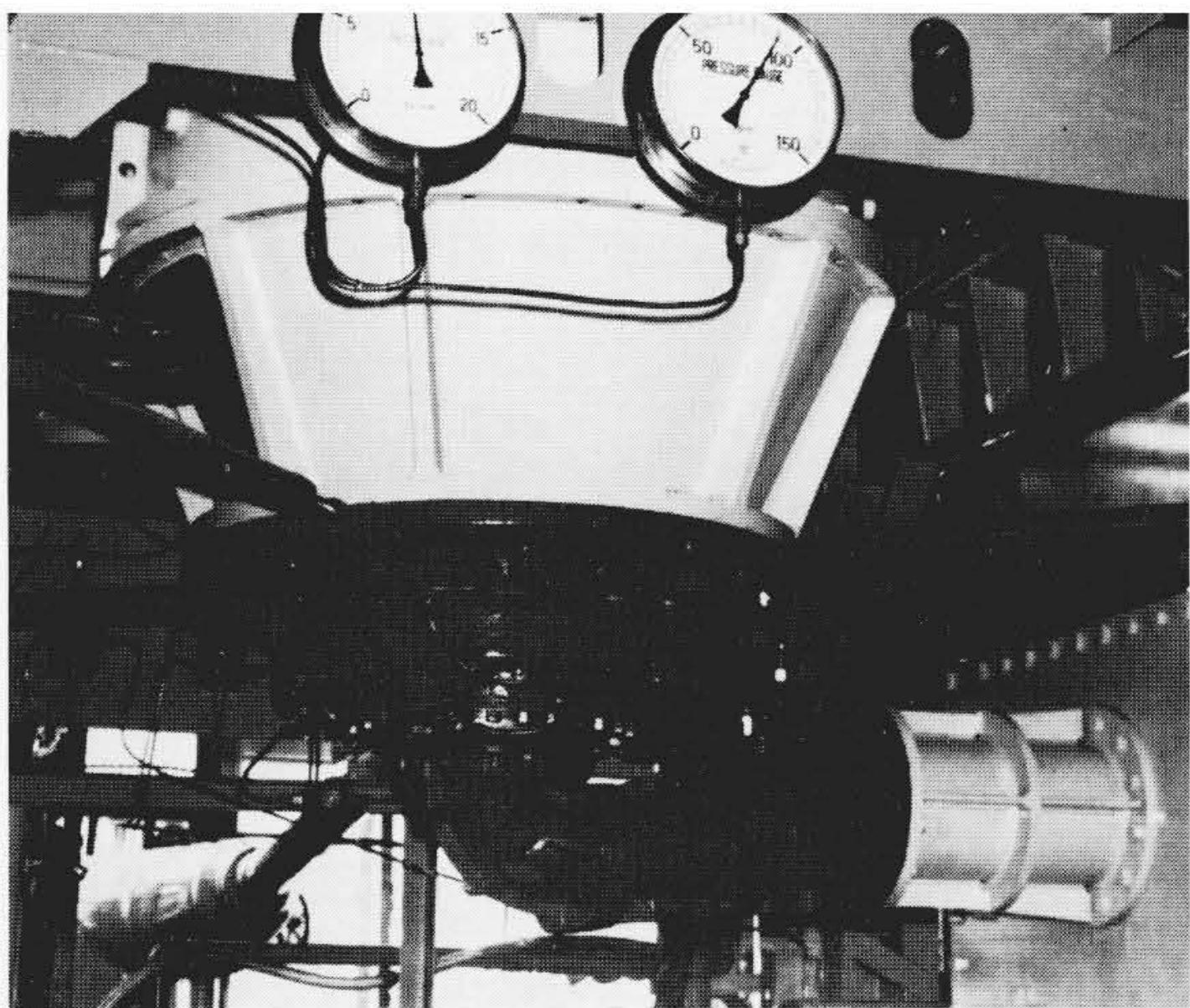


図12 700～800m級超高落差ポンプ水車の800m実揚程試験

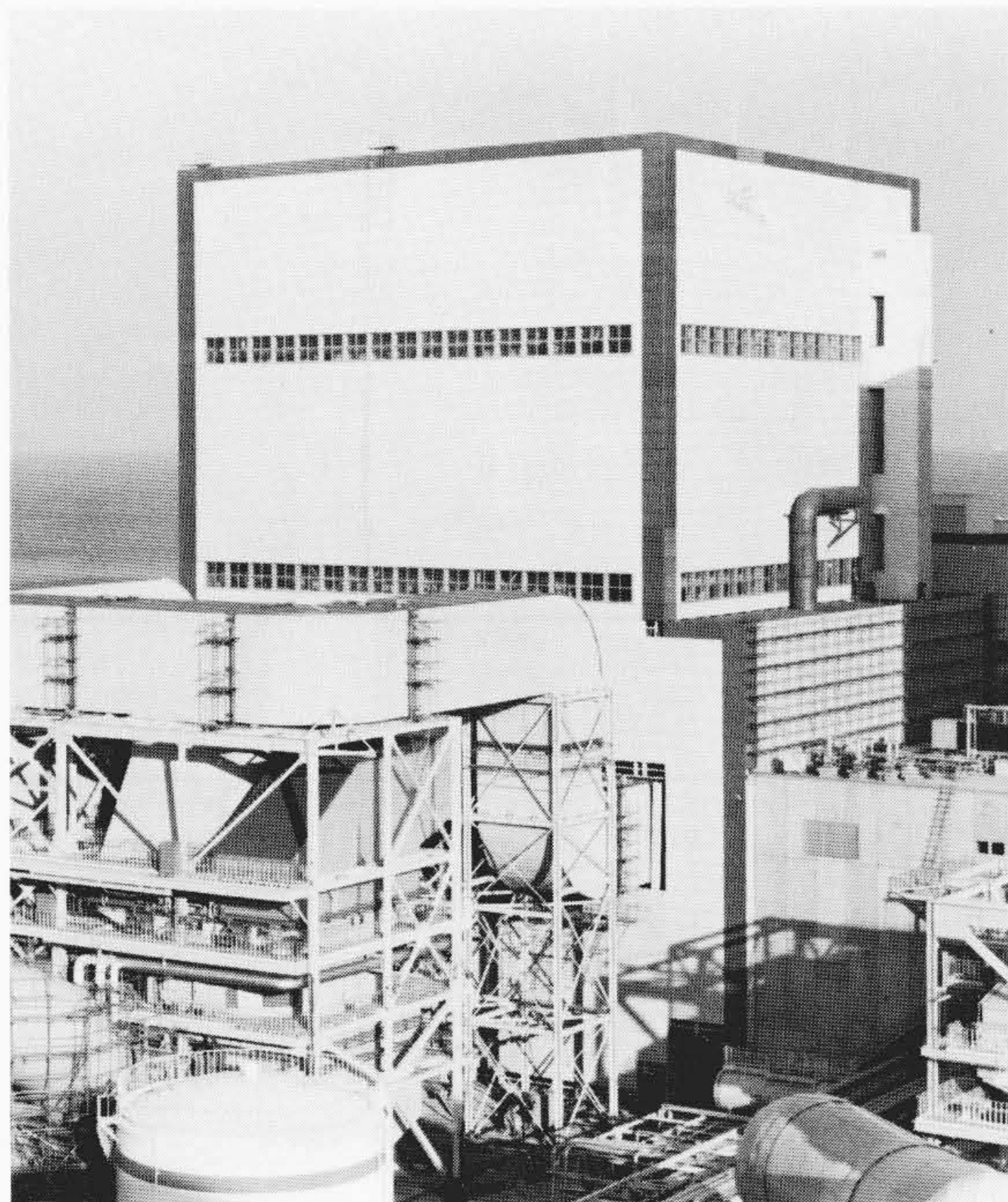


図13 広野火力発電所 2号ボイラの外観(建設中)

装置間の信号に光信号を使用した。

(3) ゲート回路など重要部分を二重化し信頼性向上を図った。

(4) 日立製作所独自のサイリスタ転流失敗防止回路など、新制御・保護方式を採用した。

700～800m級超高落差ポンプ水車の開発

大容量火力発電所、原子力発電所の建設とともに、揚水発電所の開発が精力的に行なわれ、600m級までの揚水発電技術は実用の域に達している。更に揚水発電所の経済的な開発を目指して、ますます高落差、高速化する傾向にあり、昭和50年から700～800m級単段ポンプ水車の研究開発を行なってきた。すなわち、模型試験による水力特性の

検討、構造強度解析、振動防止対策、過渡現象解析などの研究を行なうとともに、800mの実揚程試験(図12)を実施して実機運転に最も近い運転状態を確認し、実機の設計、製作可能の見通しを得た。なお、800～1,000m級二段ポンプ水車についても併せて研究中である。

火力発電設備

中間負荷火力発電所用ベンソンボイラの建設

東京電力株式会社広野火力発電所2号缶には、中間負荷火力に適した出力600MWのB & W貫流変圧形再熱式ボイラが採用され、昭和54年5月水压試験を完了し昭和55年7月運転開始を目標に現在鋭意建設中である(図13)。本

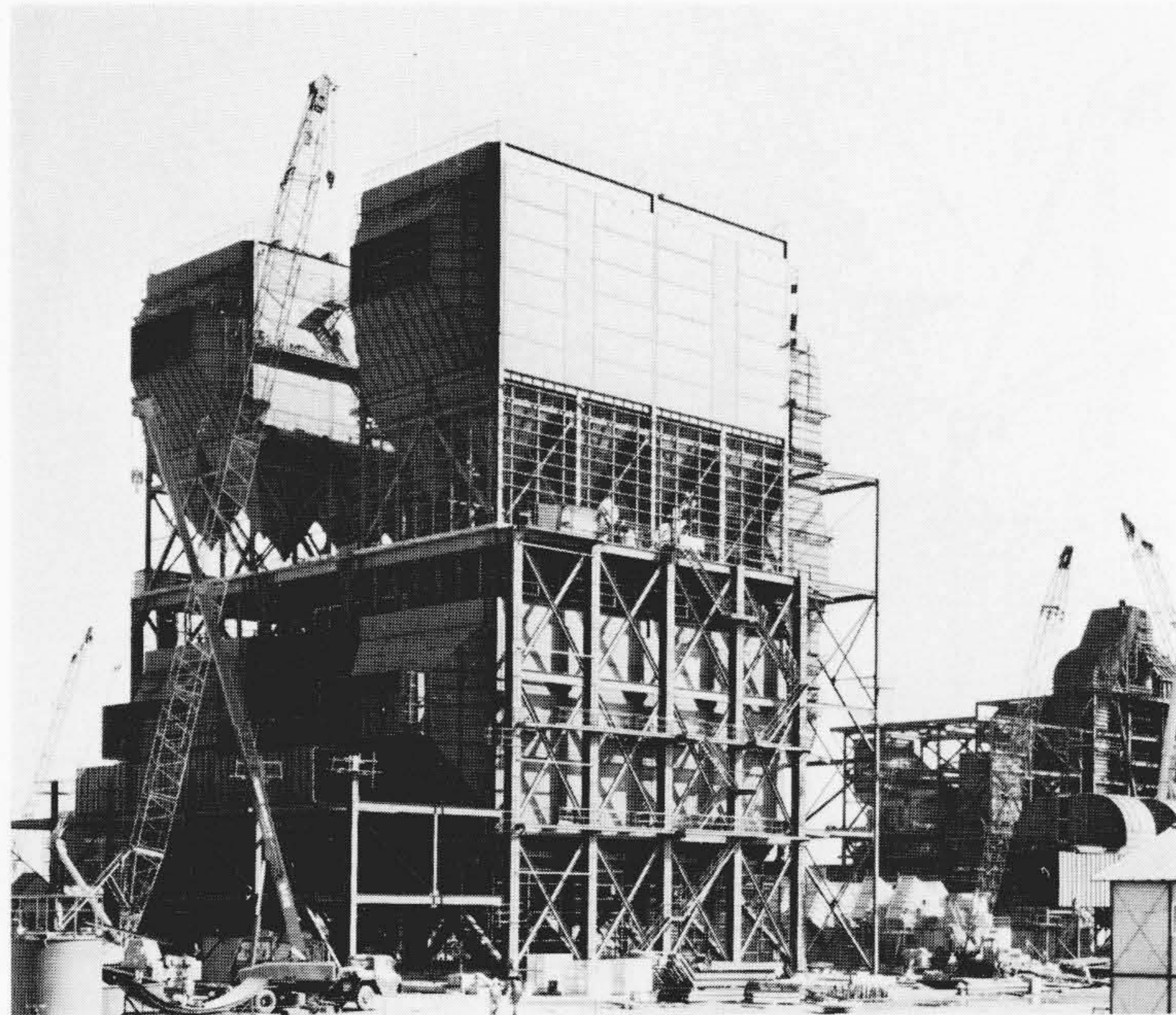


図14 北海道電力株式会社苫東厚真発電所1号機納め高温電気集塵装置(建設中)

ボイラは、原子力の増加に伴う火力発電設備の役割の変化に対応するため、頻繁な起動・停止特性の向上や最低負荷の低減を考慮した設計がなされており、電源構成の中で重要な位置付けをなす大容量ボイラとして注目されている。主な特長として、本ボイラの火炉水壁は、すべての水壁管が火炉を周回するスパイラル構造であり、各水壁管が均一な熱負荷を受けるので、変圧運転による管内流体側の著しい物性値変化に対しても流動の安定が図れる。また、再循環ポンプを設置してケーシング出口部に設けた気水分離器からの缶水を循環して熱回収を図るとともに火炉流量を確保している。

石炭火力発電所用排煙処理システム

最近、石油の代替エネルギーとして石炭が見直され、大容量石炭火力発電所の建設計画が増加しているが、その計画の中で環境対策が大きな比重を占めており、特に石炭燃焼ボイラの排煙処理がその焦点であり、煤塵、NO_x、SO_xの総合処理が不可欠とされているが、北海道電力株式会社苫東厚真発電所1号機 350MW石炭火力発電プラント用として、高温電気集塵装置、脱硝装置及び脱硫装置により構成された我が国初の石炭火力総合排煙処理システムの建設工事が開始された。

本システムは、煙突からの排煙の排



図15 北海道電力株式会社苫東厚真発電所1号機納め排煙脱硝装置(建設中)

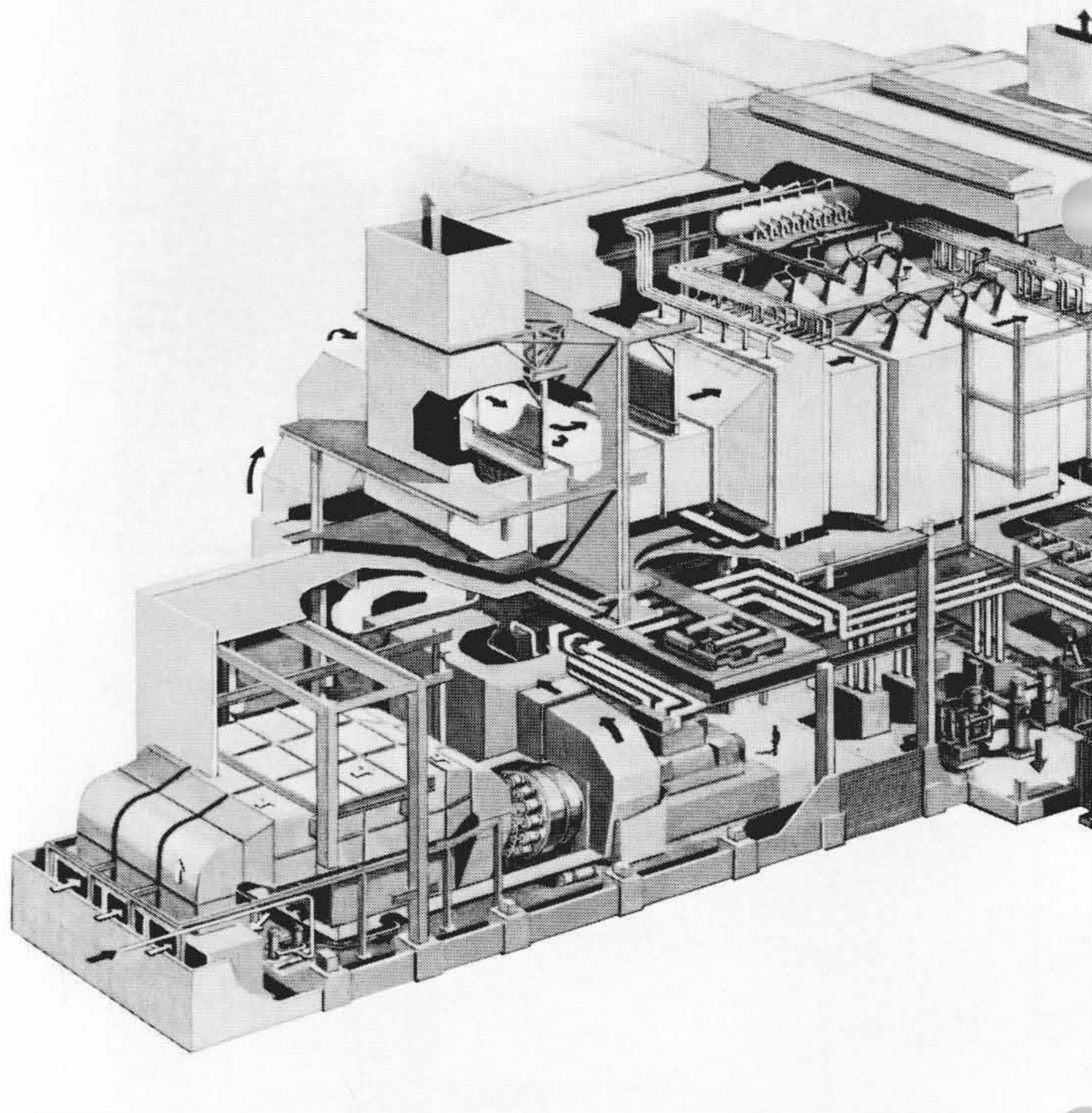


図16 日本国有鉄道川崎発電所向け
141.3MWコンバインドサイクルプラント

出規制値を満足し、かつ発電プラントの運転変動に追従できる特性を備えている。システム構成機器のうち、高温電気集塵装置と脱硝装置は、単一装置としても石炭火力発電所用としては国内第1号機である。

電気集塵装置はシステム上より高温方式を採用し、2階建構造（高さ約50m）として、設置スペースのコンパクト化を図っている（図14）。

脱硝装置は、乾式アンモニア接触還元分解法であり、高温電気集塵装置後段側設置とし、厚さ1mmの高性能板状触媒及びダウンフロー方式を採用し、ダスト対策に万全を期し長期安定運転を図っている（図15）。

脱硫装置は、湿式石灰石-石膏法であり、スート分離方式による性能の向上と副生石膏の品質向上を図り、かつ排ガス再加熱装置には、ガス-ガスヒータを採用して省エネルギーを図っている。

なお、本システムの設備容量は、排出規制の面から高温電気集塵装置は全量処理、脱硝及び脱硫装置は部分処理となっている。

また、本システム以外の環境設備として、灰処理装置、排水処理装置などの各種装置や騒音対策としての防音エンジニアリングなどの技術も確立しており、大気汚染防止、水質汚濁防止、廃棄物処理、騒音防止など広範囲にまたがるいわゆる総合環境対策システムも納入できる体制を整えている。

表2 運転開始した火力蒸気タービン発電設備(昭和54年度)

納入先	基数	タービン		発電機		特徴
		出力 (kW)	回転数 (rpm)	容量 (kVA)	電圧 (V)	
東京電力株式会社 (姉ヶ崎火力発電所)	1	600,000	3,000	2×350,000	18,000	LNG(液化天然ガス)焚き
フィリピン	1	350,000	3,600	438,000	21,000	静止励磁最大容量機
シンガポール	3	250,000	3,000	294,118	16,000	高効率タービン
韓国	1	200,000	3,600	260,000	21,000	高効率タービン
キューバ	1	169,000	3,600	185,882	17,000	鉄骨架台
カナダ	1	165,000	3,600	183,333	16,000	スプリング架台

大容量蒸気タービン及び発電機の運転開始

昭和54年度は東京電力株式会社姉ヶ崎火力発電所納め600MW蒸気タービン発電設備、あるいは運転を開始した輸出最大容量機であるフィリピン国マニラ電力納め350MWの蒸気タービン発電設備が続々と営業運転に入り、好調に運転されている。これらの蒸気タービン及び発電機は、表2に示すような特長をもち、運転、輸送、架台条件など異なる顧客のニーズに対応して設計、製作されたものである。

また、これら7台の輸出火力タービン発電機の励磁方式は、すべて分巻自励静止形励磁方式で、この方式が多用されるとともに更に大容量機へ適用される傾向にある。

国内初の排熱回収式コンバインドサイクル発電プラントの建設

“HISTAG”プラントは、大容量ガスタービン(70～90MW級)と排熱回収熱交換器及び蒸気タービンによって構成される排熱回収式コンバインドサイクル発電プラントであり、従来の超臨界圧大形火力プラントよりも高効率でプラントの運用性にも優れ、省エネルギー・中間負荷運用時代に最適な発電プラントである。日立製作所は既にこの開発を完了し、現在国内初の排熱回収式コンバインドサイクル発電プラントとして、日本国有鉄道川崎発電所向けに建設中である（図16）。

本プラントの主な特長を次に述べる。
(1) 最大出力は、コンバインド運転時ガスタービン97.1MW、蒸気タービン

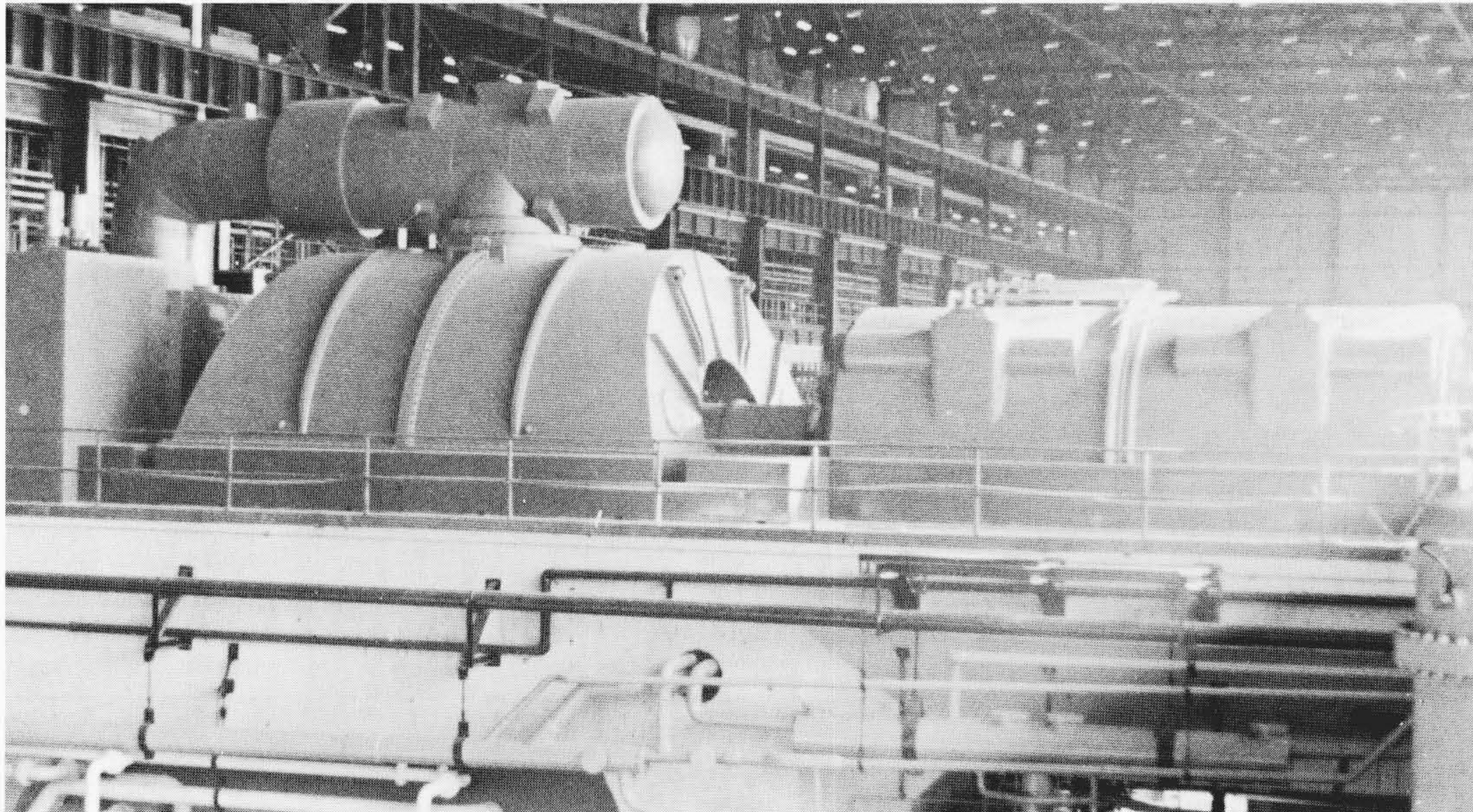
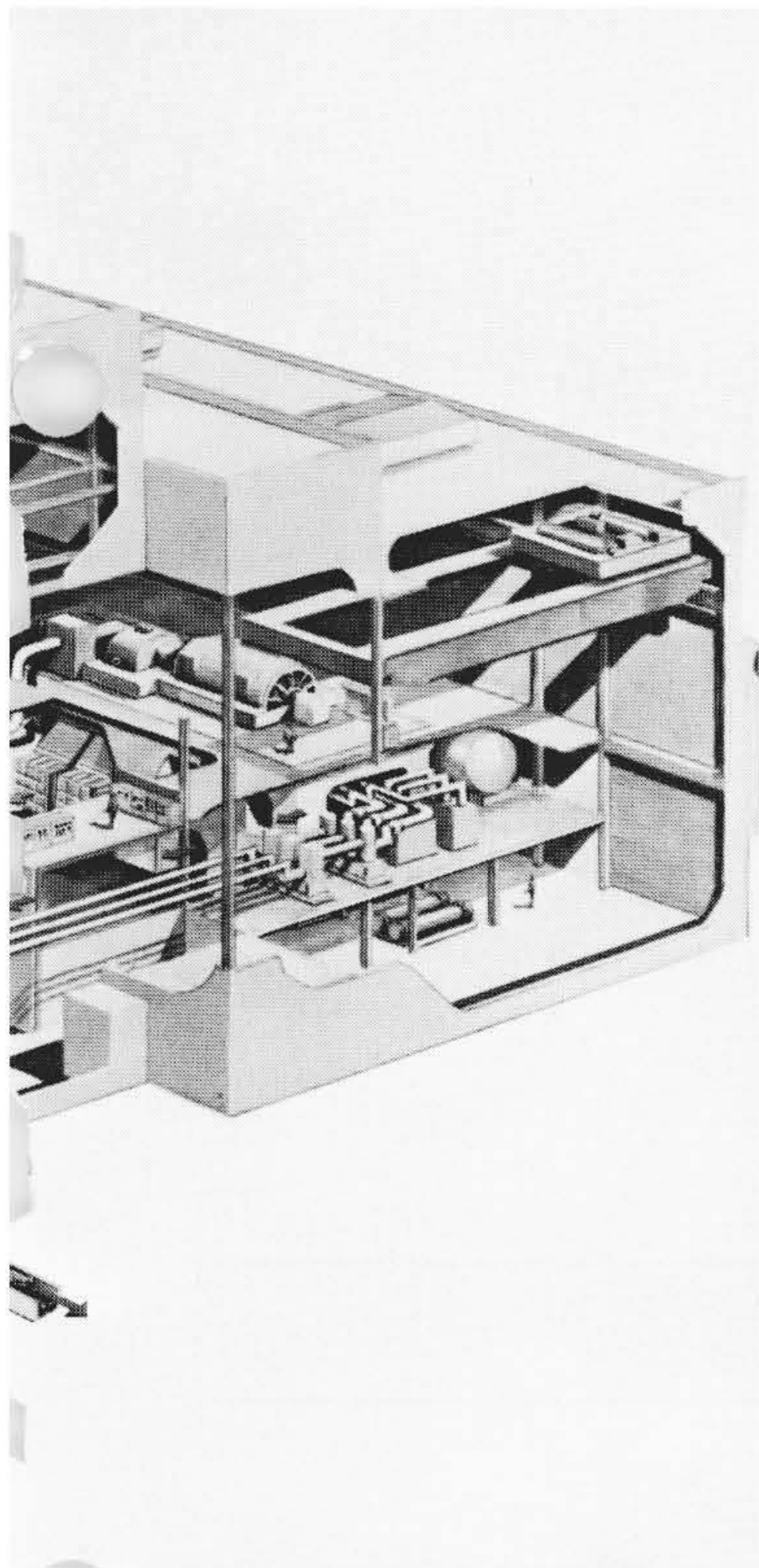


図17 シンガポール電力局セノコ発電所納め250MW火力発電設備

44.2MW 合計141.3MWである。

- (2) 発電端最大熱効率は40.1%である。
- (3) 起動時間は60分以内（ホットスタート）である。
- (4) 排熱回収熱交換器に排煙脱硝装置を組み込み窒素酸化物減少対策を実施した。

なお、本プラントは既設60MW火力発電設備を撤去し、その跡の限られたスペース内に旧設備の発電機、冷却水設備、建物などを流用するいわゆるリプレースを行ない、大幅な出力、熱効率の向上を図ったものである。

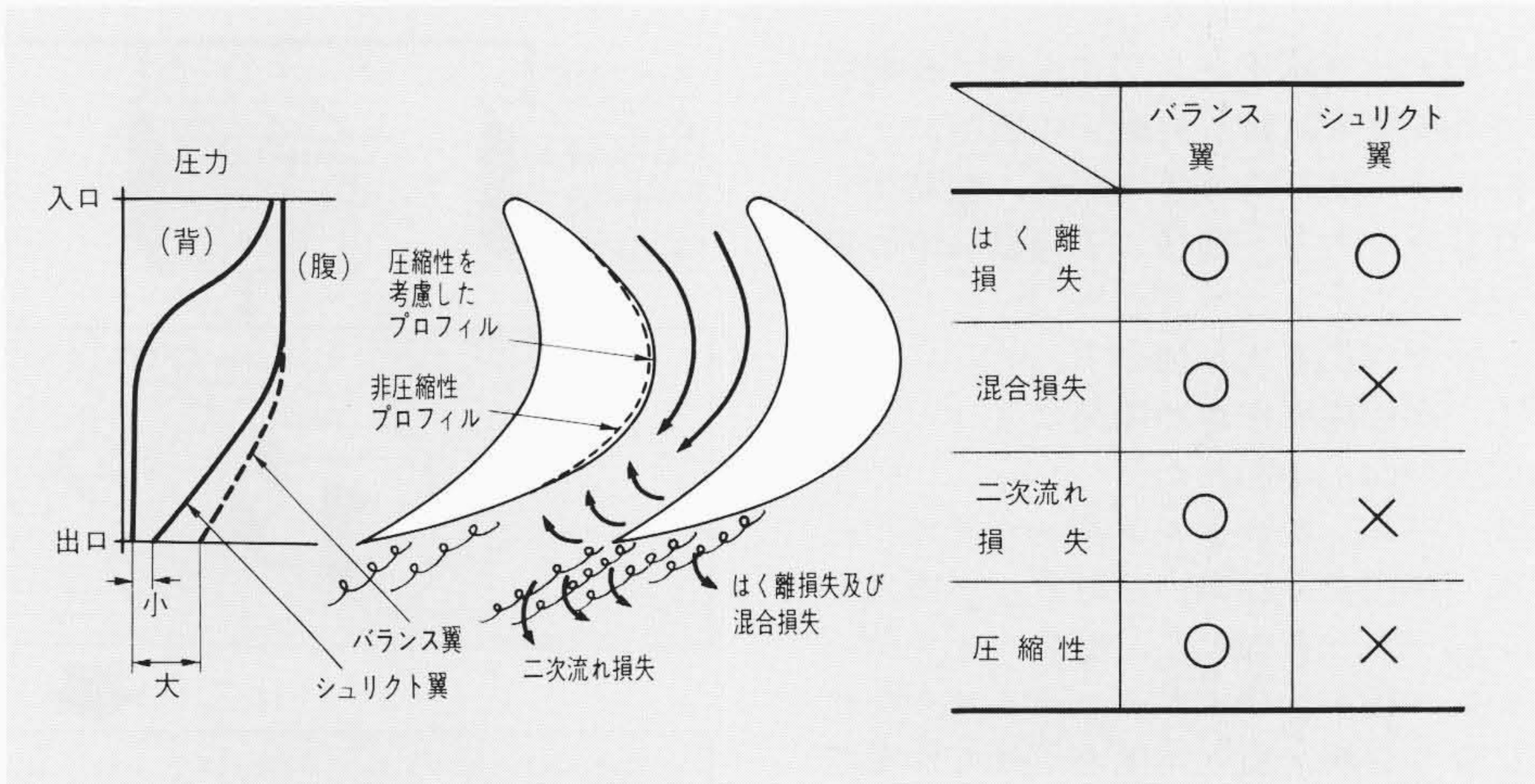


図18 バランス翼の特長

シンガポール電力局納めセノコ発電所完成

シンガポール電力局セノコ発電所向け第2期工事3×250MW火力発電設備は、各ユニットすべて所定の性能が確認されそれぞれ昭和54年1月、7月

及び昭和54年12月に契約納期どおりに営業運転を開始した。本火力発電設備はボイラ、タービンプラント機器からなり第1期工事3×120MWに引き続いて日立製作所が受注したものである。主な仕様を表3に示す。

機で真価を発揮してゆくと考える。

一方、タービン熱効率向上技術としては、従来の静止部分への対策に加えて、動翼についても損失を著しく低減した翼形を開発済みである。この新しい翼形によれば、段落効率を約1%向上でき、高圧タービンの適用が可能である(図18)。

表3 主な仕様

設 備	仕 様
ボ イ ラ	795 T/h, ゲージ圧力176kg/cm ² 541/541°C
タービン	250MW, ゲージ圧力169kg/cm ² 538/538°C, 3,000rpm
発 電 機	294MVA, 16kV, 直接水冷却式, 静止励磁方式

蒸気タービン新技術

ロータ素材はタービン設計製作技術の中で最も重要なポイントであるが、日立製作所では最近大容量タービン向けとして経年曲り現象を防止した高信頼性ロータ素材(高・中圧用)の製造管理法を確立した。

高信頼性ロータ素材は、中容量機への適用も可能で、今後、中間負荷火力

新形ボイラ給水ポンプの完成

オーストラリア国クィーンズランド州電力庁納め 275MW石炭専焼火力発電所向け新形ボイラ給水ポンプを完成した。本機は次に述べる内容を含め、全面的にモデルチェンジを行ない、高効率及び保守性を向上させた新バーレ

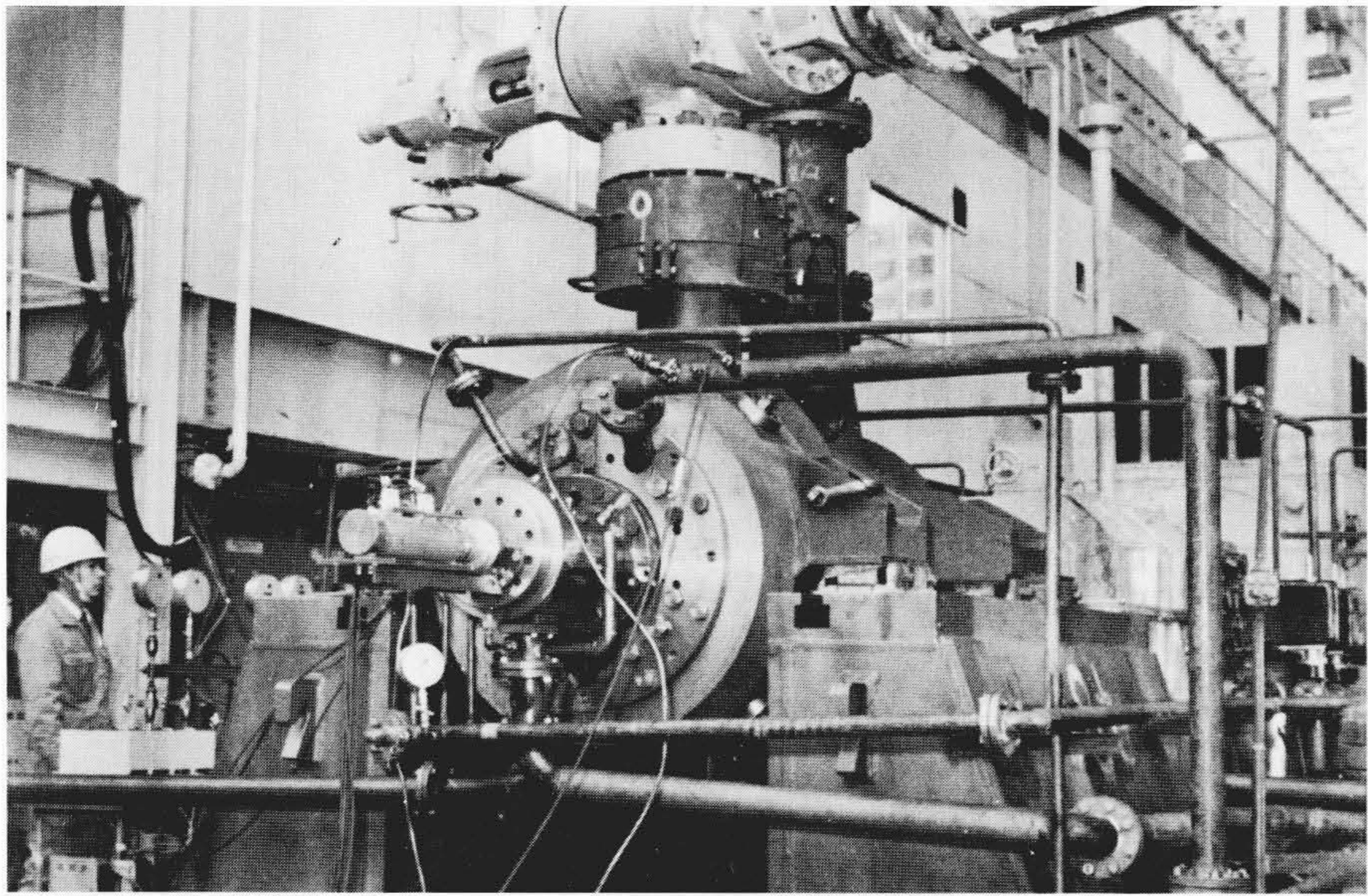


図19 工場試験中の新形ボイラ給水ポンプ

ル形ボイラ給水ポンプであり、長期間の各種要素試験、実機大の模型による信頼性確認試験を経て開発、製品化したものである。図19に工場試験中の実況を示す。

- 主な特長を次に述べる。
- (1) 高性能羽根車の開発によりポンプ効率の向上が図れた。
 - (2) バレルケーシングヘッドカバー部の構造を、従来の締付ボルト方式をシャーキー方式とし、更にインナーケーシング部を一体とするカートリッジ化により分解、組立時間を短縮し作業能率の向上が図れた。
 - (3) 羽根車段数の低減を図り、軸受スパンを短縮するとともに軸剛性を高めることにより、軸振動及び軸強度に対する信頼性を向上させ、ポンプの小形・軽量化が図れた。

表4に主な仕様を示す。

表4 主な仕様

項 目	仕 様	
	タービン駆動	電動機駆動
形 式	バレル形多段ディフューザポンプ	
吸 込 口 径	350mm	250mm
吐出し口径	350mm	250mm
吐 出 し 量	1,008t/h	504t/h
全 揚 程	198kgf/cm ²	201.7kgf/cm ²
回 転 数	6,000rpm	6,000rpm
原動機出力	8,210kW	4,165kW
台 数	2	2

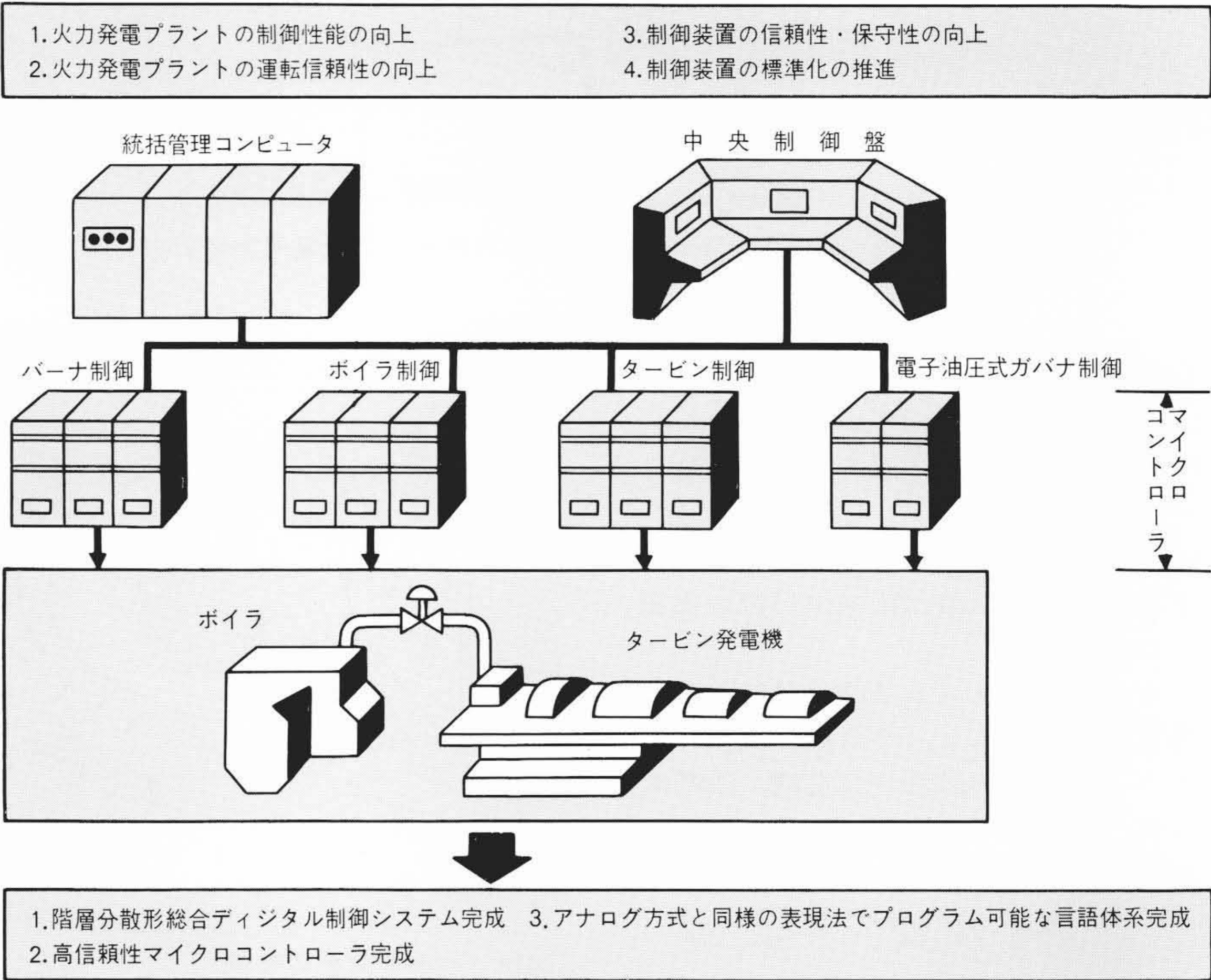


図20 火力発電所総合デジタル制御システム

火力発電所総合デジタル制御システム

火力発電所総合デジタル制御システム(図20)を世界に先駆けて完成し、火力発電所の全自動化に十分対応できる形になった。

技術的特長を次に述べる。

- (1) 制御性能の飛躍的向上
負荷変化率の向上、起動時間の短縮などを予測適応制御、熱応力管理制御などを導入し可能とした。
- (2) 高信頼性の実現
故障自己診断機能をもたせ、多重化構成、機能分散による故障の局所化を行ない、MTBF(平均故障間隔)を従来の3倍以上とした。
- (3) 保守性の向上

プリントカード単位の故障表示を行ない、保守ツールによる対話形式の保守を可能とし、MDT(Mean Down Time)を従来の $\frac{1}{3}$ 以下とした。

- (4) 標準化の推進
ハードウェア、ソフトウェアの標準化を可能とした。
現在新設火力発電プラント及び既設火力発電プラントの自動化、設備更新に対して多くの受注実績をもっている。今後ますますの発展が期待される。

中低温廃熱利用油・フロン発電システムの開発

従来温度レベルが低く、利用困難とされてきた400℃以下の中低温領域の廃

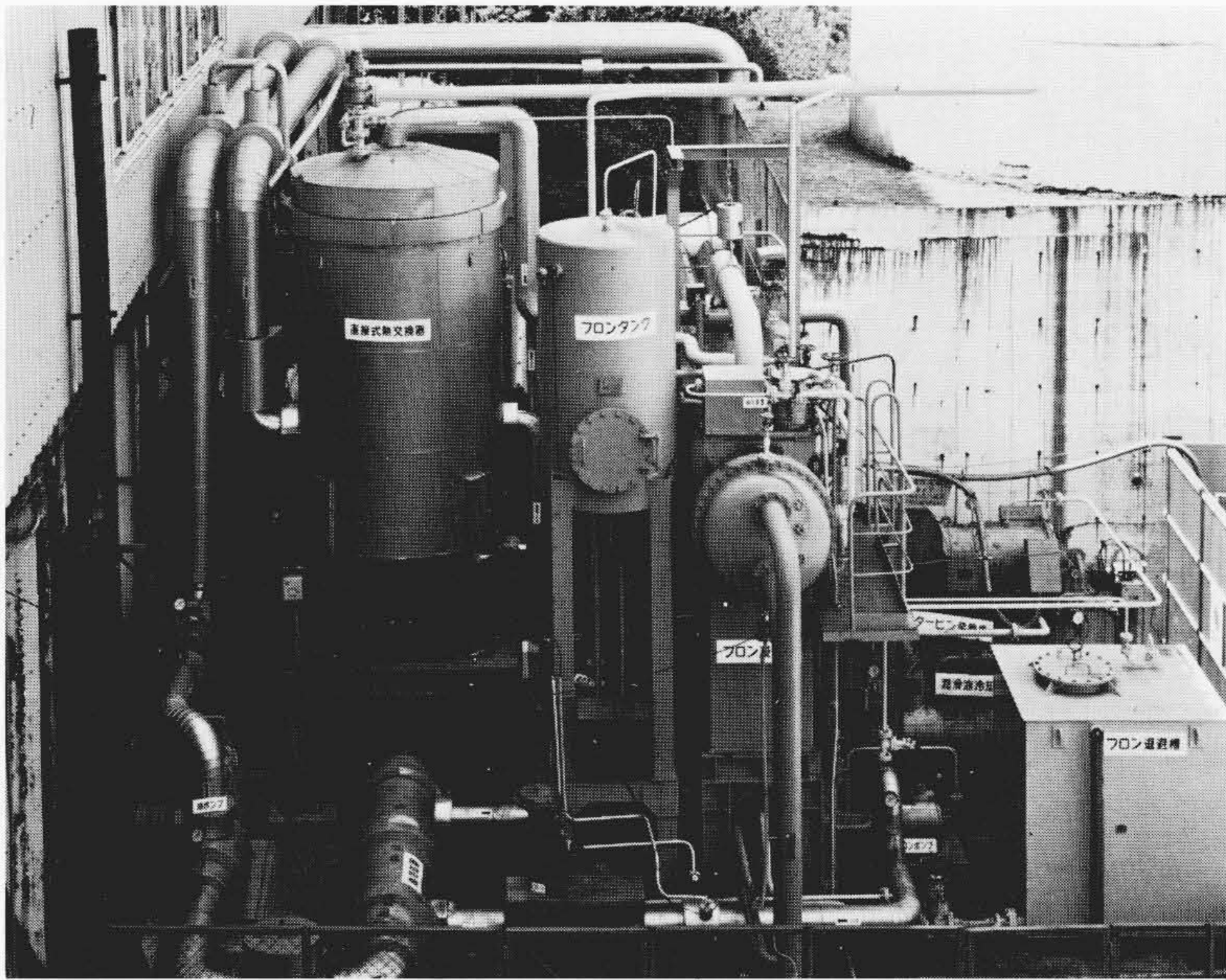


図21 油・フロン廃熱発電システム実験装置

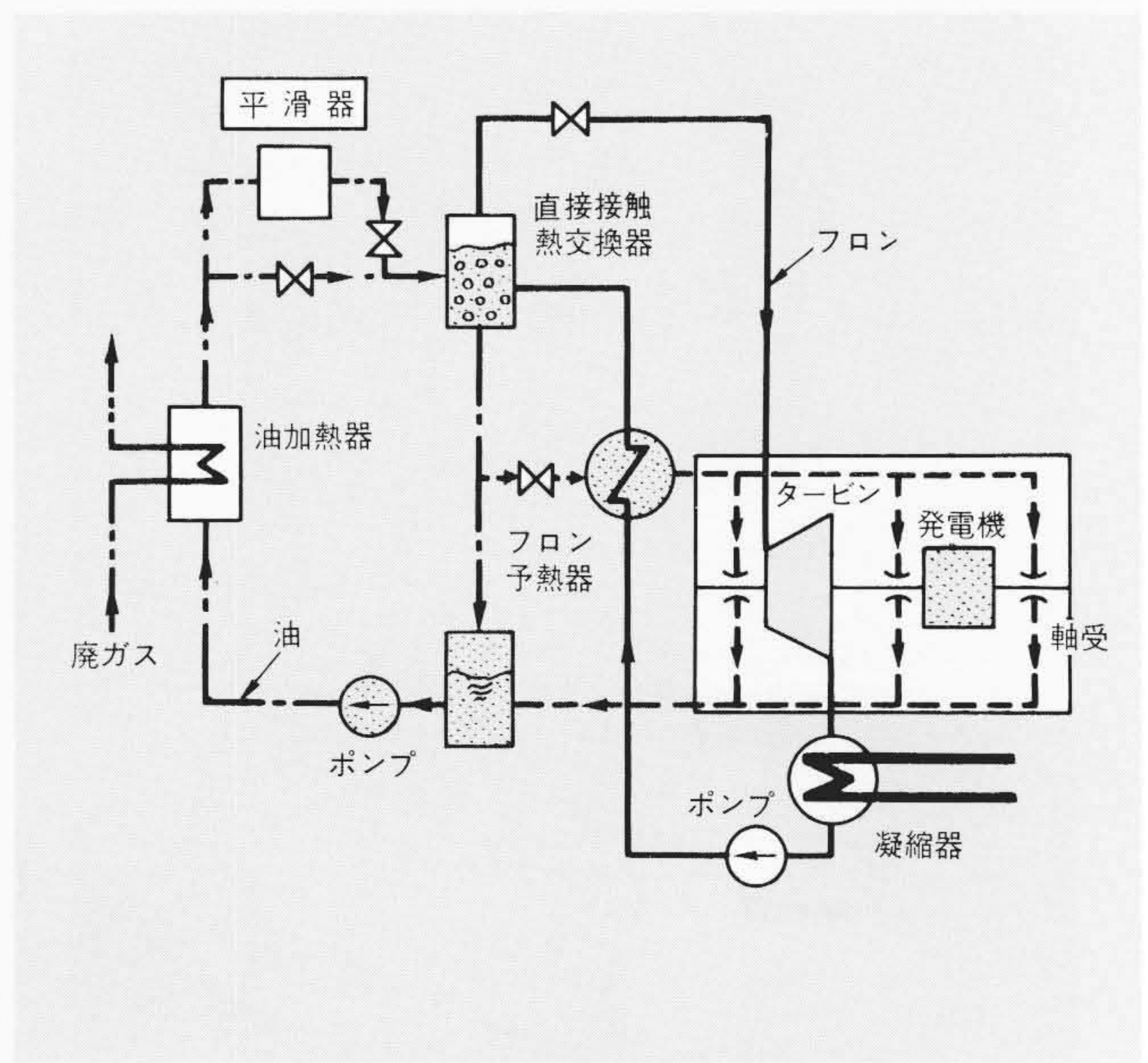


図22 油・フロン廃熱発電システム系統図

熱回収装置として、図21に示すような油・フロン廃熱発電システムの150kWパイロットプラントを開発し、新日本製鐵株式会社と共同して実験を完了し、実機化への基礎データを得ることができた。

この油・フロン廃熱発電システムは、図22に示すように廃熱をまず中間媒体である耐熱性油で回収し、この高温油により直接熱交換器で高压フロン蒸気を発生させ、タービン及び発電機を駆動し発電するもので、石油高価格時代に対応し中低温廃ガスから電力を回収する有力な手段として十分期待できるものである。本システムは、300℃で蒸気サイクルと比較して10～20%効率が高く、100,000～700,000Nm³/hの排ガスから約1,000～10,000kWの電力回収が可能である。

本システムは、(1)廃熱から中間熱媒体油で熱回収するためフロンの局部過熱を防止でき、変動の大きい廃熱の、平滑化作用も行なうので適用温度域が広い。(2)軸受潤滑に中間媒体油を用い、タービン、発電機を一体で気密パッケージに収納し、回転軸が外部に出ないリークレス構造としたので、フロン漏れを完全に防止できるなどの特長がある。

なお本システムの直接熱交換器の高性能化については、別途通商産業省工業技術院から研究受託しており、この成果を組み入れて実機化を進めていく予定である。

送変電機器

電源開発株式会社北海道・本州間電力連系設備(第1期)の完成

北海道・本州間電力連系設備は最終仕様が送電電力600MW、直流電圧±250kVで計画されているが、昭和54年12月から150MW、125kVで運転が開始された。日立製作所はこれにサイリスタバルブ(図23)、変換器用変圧器、直流リアクトルなどをはじめとする交直変換機器、及び制御保護装置を納入した。サイリスタバルブは、ゲート点弧に光結合方式を用いた空気絶縁風冷式とし、世界最大級の4kV、1,500Aのサイリスタ素子で構成した。避雷器は酸化亜鉛素子で構成し、直流回路用は直列ギャップ付、交流回路用はギャップなしとした。直流送電線には帰路導体が設けられているが、その地絡アークの強制消弧用として直流1,200Aをしゃ断可能とする直流しゃ断器の実用化を達成した。

500kVガス複合開閉装置の完成

最近、電力系統の増大に伴い小形・高性能の500kVガス絶縁機器が要求されている。72～300kV 2,500台以上の納入実績を基に500kVガス絶縁機器を製品化し、このたび関西電力株式会社ほか電力会社5社に29台を納入し、一部運転に入った。しゃ断部ユニットは既開発300kV、50kAのしゃ断部を適用



図23 空気絶縁風冷式サイリスタバルブ

し一相4点で構成した。操作器の構成、動作原理も同じである。また絶縁性能では、運転電圧の130%の条件で長期課電を行なった。更に500kV、50kA、12,000Aを自冷式で開発し系列化に加えた(図24)。主な特長は、(1)パツファ形の採用により構造が簡単である。(2)接地タンク構造のため重心位置が低く耐震性に優れている。(3)接地タンク構造及び直線配置構成のため、地上から保守点検が容易である。(4)ブッシングの取外しだけで本体は一体輸送でき、現地据付作業が簡単である。

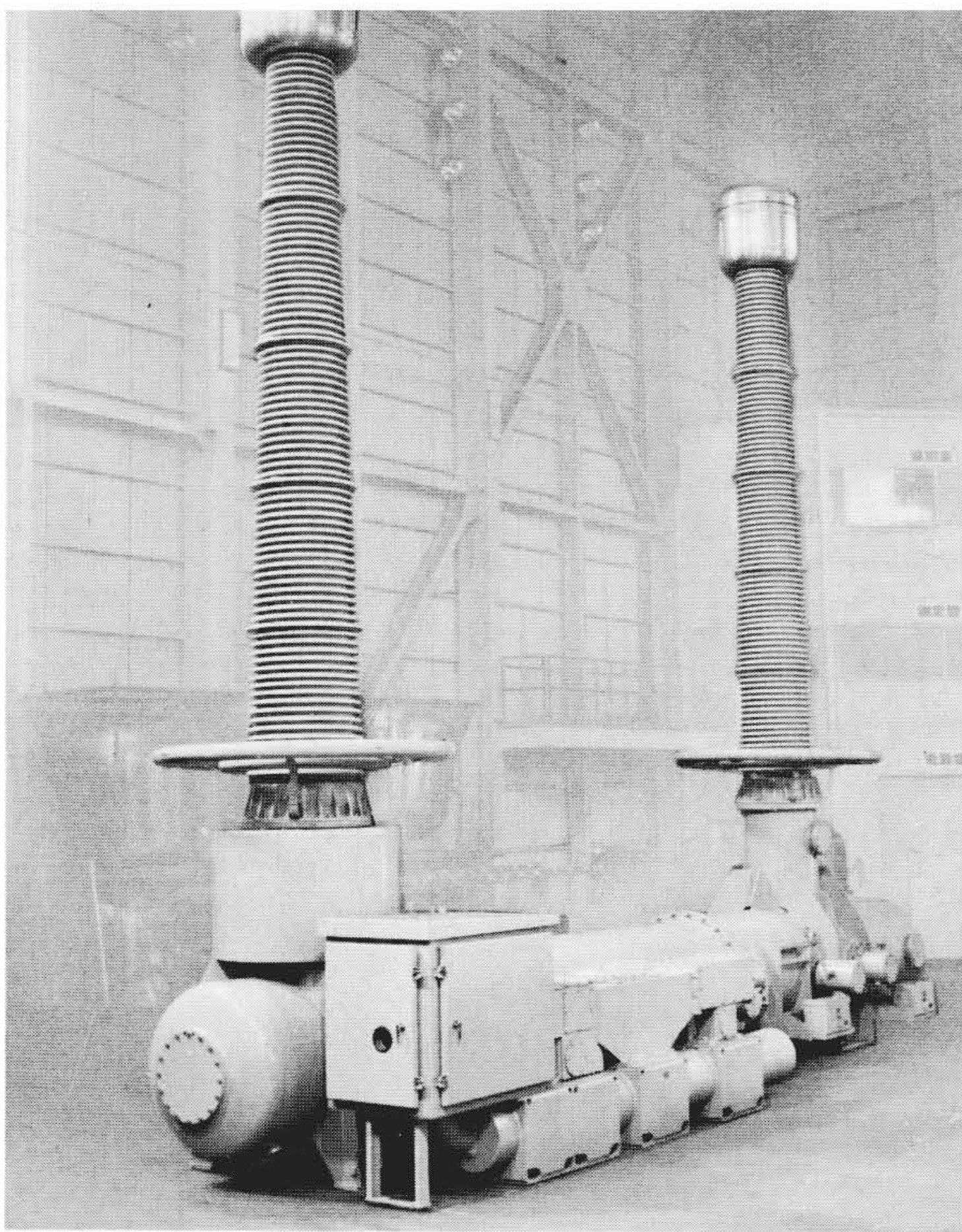


図24 500kV, 50kA 12,000A 2サイクルガス複合開閉装置

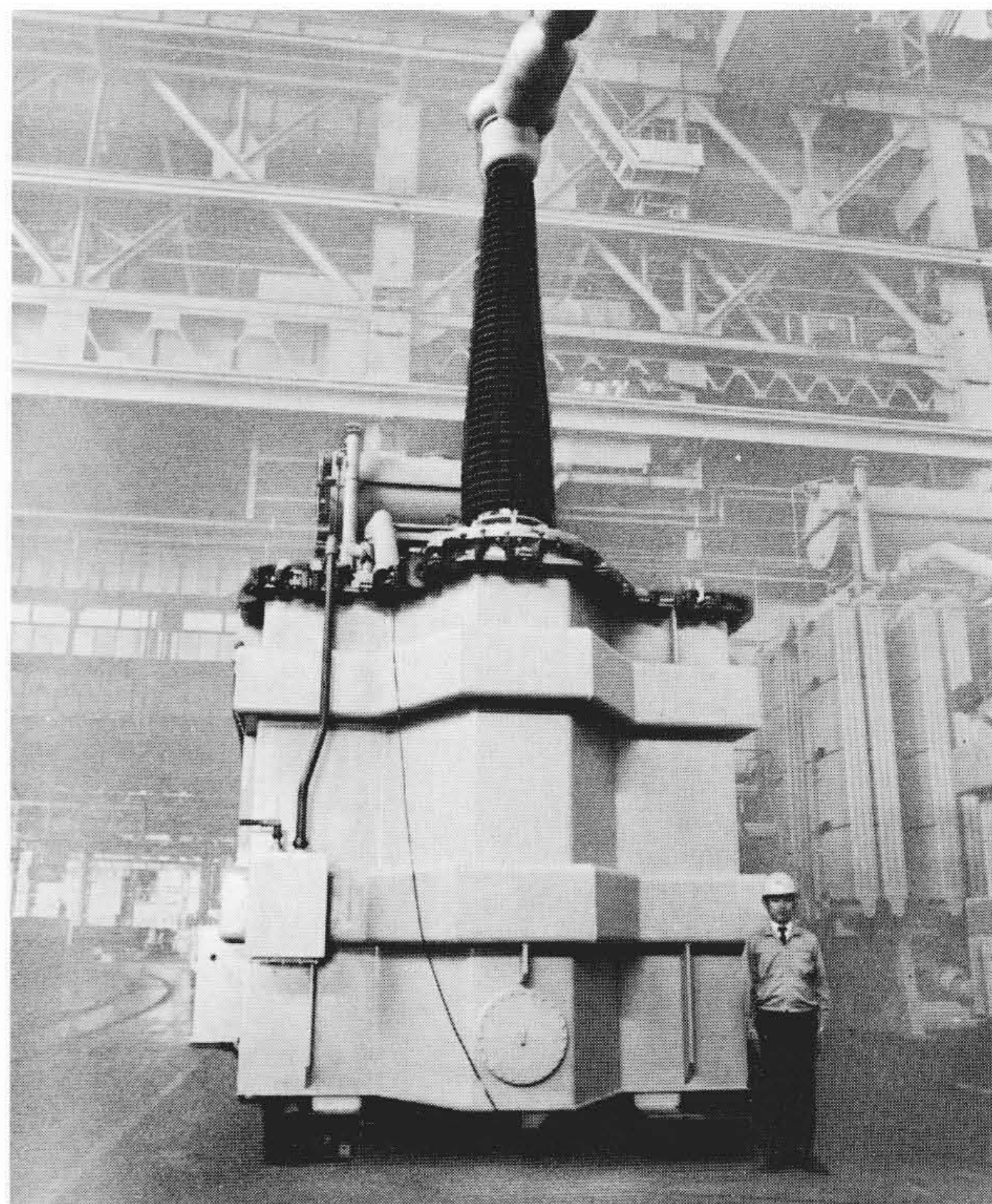


図26 工場試験中の550kV, 180/3MVA単相分路リアクトル

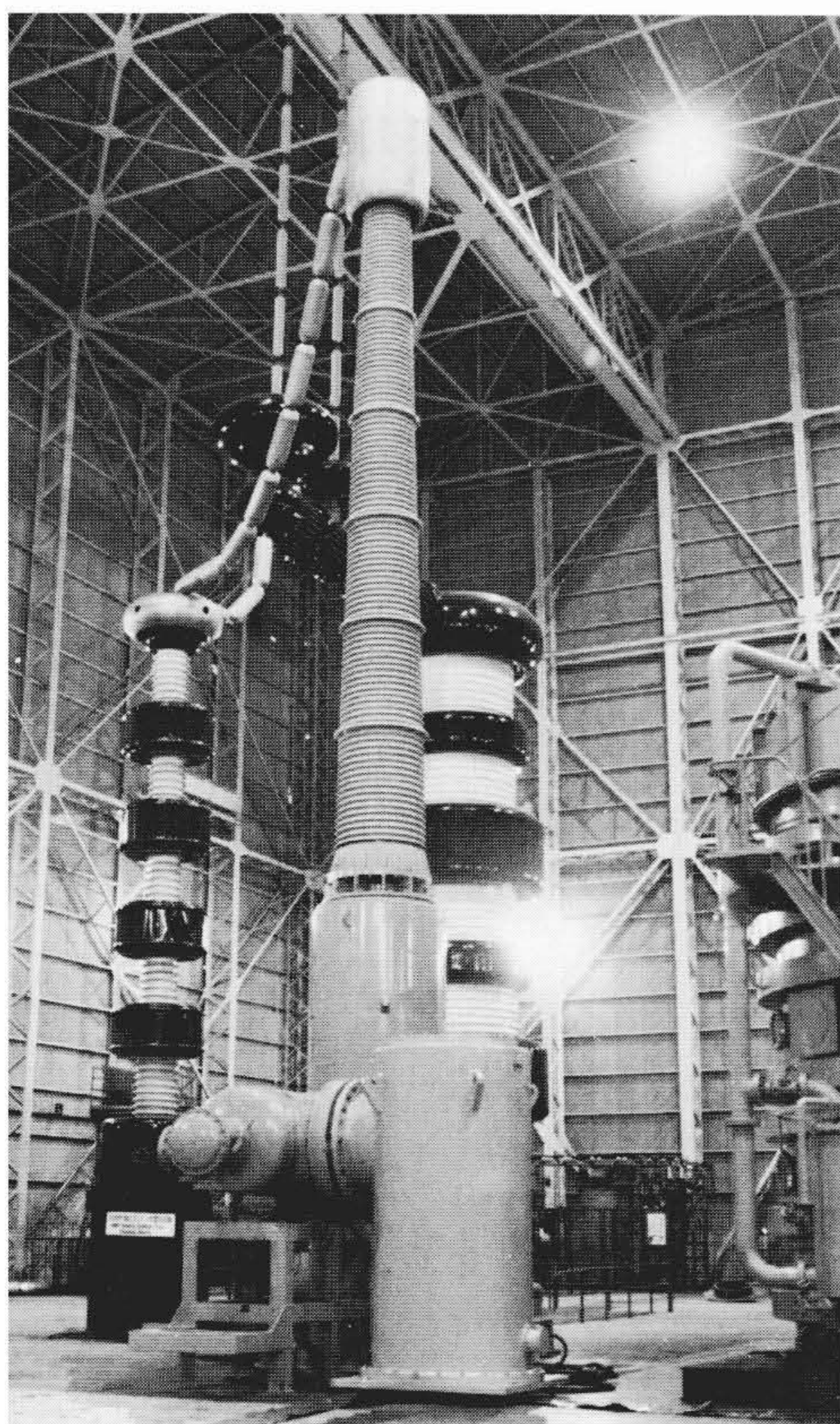


図25 工場試験中の420kVタンク形酸化亜鉛避雷器

タンク形酸化亜鉛避雷器

直列ギャップ部を省略した酸化亜鉛避雷器が大幅に普及しつつある。なかでもガス絶縁開閉装置用タンク形酸化亜鉛避雷器は、酸化亜鉛素子をSF₆ガス中に封入するため、SF₆ガスのもつ絶縁能力を十分に活用でき、小形で構造簡単な避雷器が実現できる。今回84～

420kVタンク形酸化亜鉛避雷器(ZLA)を開発し、系列化を完成した(図25)。その主な特長は、(1)強力な放電耐量をもつドーナツ形酸化亜鉛素子の採用により組立構造を単純化した。(2)タンクの接地電位による本体素子間の電位の乱れに対して、同心リング状分割形シールドを開発し、電位を均一化した。(3)無発弧避雷器で保護特性が安定している。(4)多重雷に対する処理能力がある。

550kV, 180/3MVA単相分路リアクトルの完成

このたび、米国ボンネビル電力庁(BPA)納め550kV, 180/3MVA(連続運転最大容量198/3MVA)分路リアクトル(図26)を完成した。国内で製作された分路リアクトルとしては電圧、バンク容量ともに最大である。この分路リアクトルは磁気シールド付空心形構造を採用し、巻線構造、冷却構造などには、これまでの超々高圧・大容量変圧器の製作で経験のある構造を採り入れ、また、内部の漏れ磁束分布、中身及びタンクの振動などに関しては、各種の要素モデル、実規模モデルで検証した解析法により解析し、更に、九州電力株式会社納め66kV, 100MVA分路リアクトルの製作経験をもとに完成したものである。今後は、国内向け超高圧・大容量リアクトルなどへの適用拡大が期待できる。

275kV, 680MVA三相負荷時タップ切換変圧器の納入

このたび、東北電力株式会社秋田火力発電所向け275kV, 680MVA三相負荷時タップ切換変圧器を完成納入した(図27)。

本変圧器は負荷時タップ切換器内蔵形としては我が国でも最大級の容量である。また防音壁不付で80ホン以下の騒音仕様もこのクラスでは初めてである。

負荷時タップ切換変圧器としての大容量化に対処するため、巻線はすべて転位電線を使用し、構造、配置を改良して負荷損を低減している。

一方、防音壁不付で80ホン以下の騒音仕様に対処し、鉄心及びタンクは既に要素モデルにより検証済みの計算手法を駆使して、電源周波数との共振を完全に避け振動の少ない寸法諸元としている。

発電機主回路しゃ断器及び相反転断路器

水力発電所、揚水発電所の発電機単機容量の増大に伴い、発電機主回路に使用されるしゃ断器及び相反転断路器の大容量化に対処するため、今回定格電圧24kV, 定格電流10,000A, 定格しゃ断電流63kAのガスしゃ断器と同回路に使用する相反転断路器を製品化した。図28に示すように、しゃ断器及び相反転断路器は相分離母線に直結できる構

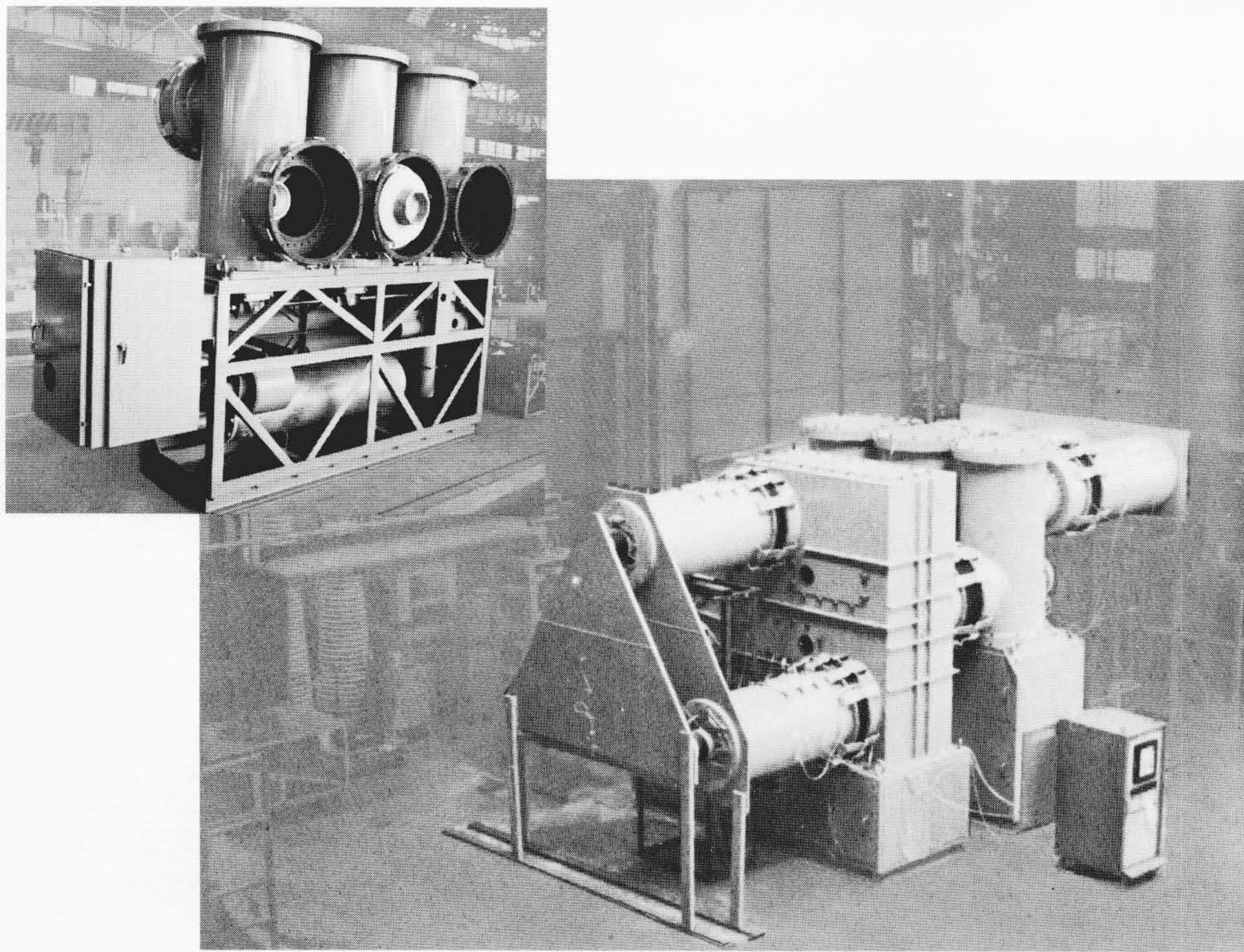


図28 発電機主回路しゃ断器及び相反転断路器(相分離母線と組み合わせた温度試験状況)

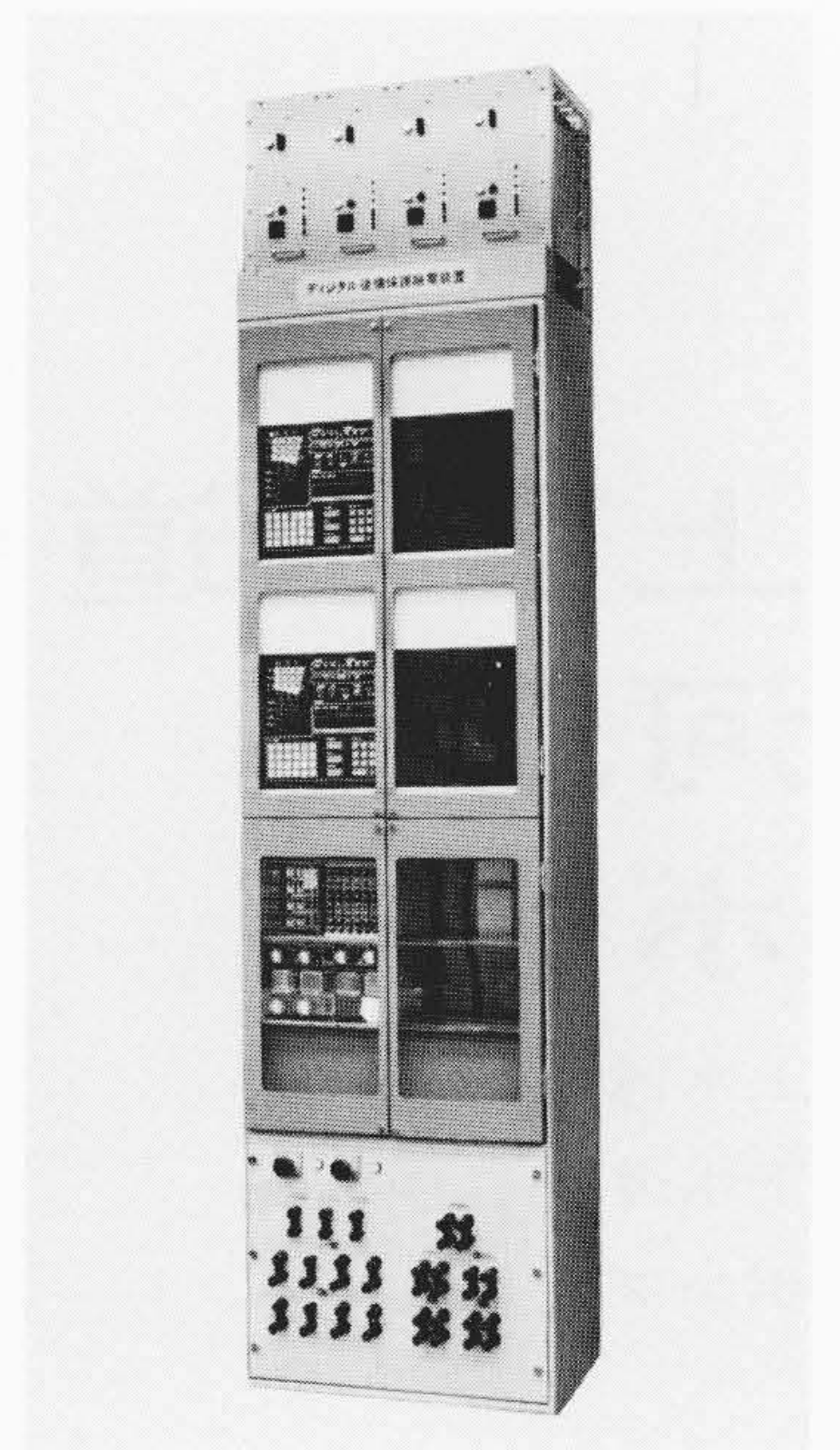


図29 超高压送電線後備保護用デジタル形保護継電装置

造であるため、これらを取納するキュービクルは不要となる。また縦形構造の採用により、機器の据付面積は大幅に縮小され、発電所機器構成の単純化、建設・設備費用の低減、信頼度の向上など多くの利点が得られる。既に、東北電力株式会社、北陸電力株式会社及び日本国有鉄道から合計5台を受注し、鋭意製作中である。

送電線用デジタル形保護継電装置

最近、デジタル形保護継電装置に対する顧客の要望が高まっており、これに応ずるため、専用機指向マイクロコンピュータを中心に構成した装置を開発した。本装置は、日立製作所技術をベースに電力会社の意向を反映し、信頼性・保守性の向上及び小形化を図ったもので、次の特長をもっている。

(1) 毎サンプリングのリレー演算の相

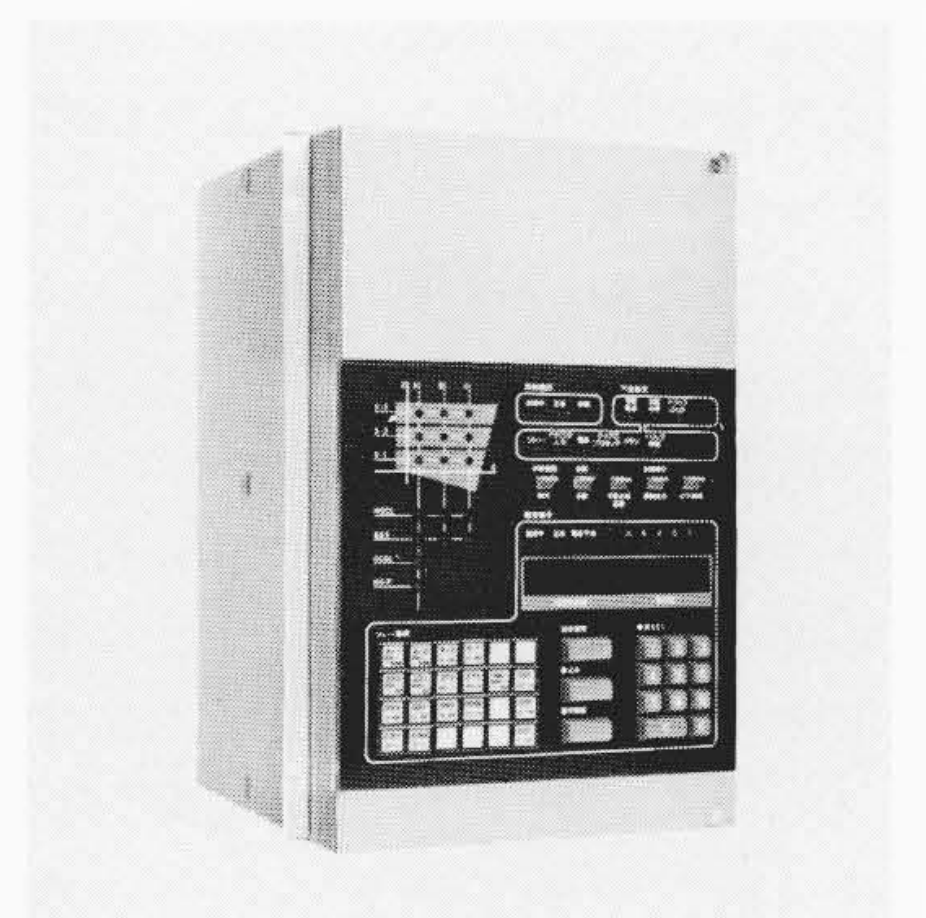


図30 デジタル形保護継電装置の整定・表示ユニット

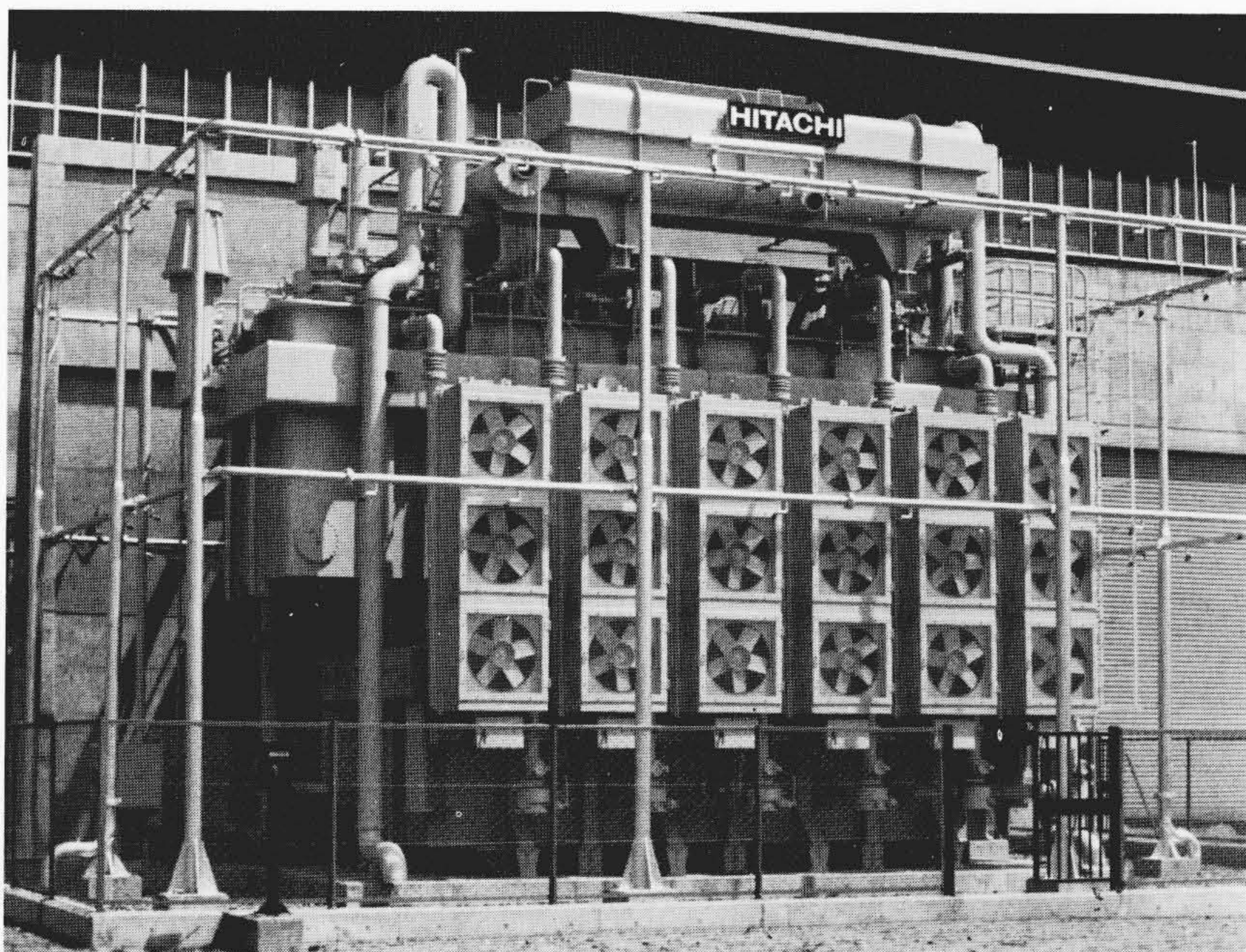


図27 275kV、680MVA三相負荷時タップ切換変圧器

間を縫って、システム内を漏れなく点検するサイクルスチール点検方式を開発・適用し、自動監視の高度化を達成した。

(2) リレー盤内を垂直に二分してそれぞれに1回線分を取容し、合計で2回線分を1架に実装できる(現行の $\frac{1}{2}$ 以下)。
(3) 演算原理の一本化、プラグインカードの標準系列化によりソフトウェア、ハードウェアとも、どのような保護方式、電圧階級にも共通的に使用できるようになっている。

現在、超高压送電線後備保護用(図29参照)を中部電力株式会社東部開閉所に、回線選択継電装置を東京電力株式会社佐野自動制御所に設置して、それぞれ275kV東部幹線、66kV葛生線を保護対象とした実系統試験を行なっている。図30に本装置の整定・表示ユニットを示す。