

電力・エネルギー

- 原子力発電設備 ●火力発電設備
- 水力発電設備 ●送変電機器
- エネルギー新技術

電力需要の長期見通しは、先進諸国では低伸長率が定着し、途上国では産油国でも急伸長に鈍化が見られる。我が国では、ここ2年間連続して需要が計画値を上回り、多少の明るさが感じられたものの、電力・エネルギー関係の事業環境は依然厳しい。このような状況の下に電力供給の効率化・経済化を目指して、燃料の多様化とともに設備運用の最適化が追求されており、日立グループもこれに対応した技術開発を積極的に推進している。

原子力発電では、軽水炉関係で東京電力株式会社福島第二原子力発電所2号機(1,100MW BWR)が完成し、昭和59年2月3日に営業運転に入った。本プラントは官民一体となって進めてきた改良標準化計画のベースプラントであり、日立独自の技術が数多く採用されている。この完成によって我が国軽水炉の信頼性、保守性がより高いレベルに達することが期待される、また国際協力のもとに進められているABWR(新型沸騰水型原子炉)では、いっそうの経済性を目指して最適化設計及び電力共通研究を実施中であり、昭和60年代実用化へのステップを固めつつある。

開発炉関係では、次世代原子力発電の主力とされているFBR(高速増殖炉)の原型炉である「もんじゅ」発電所の建設準備工事が本格的に進められている。実証炉についても電気事業連合会によるプラント概念設計が鋭意進められており、59年度には、特に経済性の向上を目指す合理化設計研究が開始された。一方、動力炉・核燃料開発事業団による「基本仕様選定のための設計研究」、電力中央研究所による「タンク型FBR実用化研究」も着々進行中である。

核融合関係では、日本原子力研究所が建設を進めている臨界プラズマ試験装置“JT-60”の据付が完了、現在総合機能試験を実施中で、昭和60年春の完成が待たれている。また、次期装置について、日本原子力研究所の核融合実験炉FERや国際トカマク炉INTORの概念設計に参画している。大学関係では、東京大学納め逆転磁場ピンチトラス装置“REPUTE- I”を完成、九州大学納め強磁場超電導トカマク型核融合装置“TRIAM-1 M”を製作中である。更に、超電導技術、中性粒子入射加熱技

術、高周波加熱技術などの先端技術の開発も進めている。

火力発電では、オーストラリア、クインズランド州タロン発電所の350MW石炭火力1号機が運転を開始した。引き続き同一機種9台が運転を開始する予定である。本プラントは、中間負荷運用と所内単独運転に対応するため、中圧タービン起動方式のタービンバイパス装置と、先行予測を組み入れたデジタル制御装置を採用し、ホットスタートで点火から全負荷まで70分の急速起動を可能としている。また、火力プラントの今後を左右する燃料の多様化、高効率化についても、鋭意、対応する新技術の開発に努めている。

水力発電では、米国ヘルムス発電所納め414MWポンプ水車及びベネズエラ、グリII発電所納め730MWフランシス水車の運転開始など、大容量水力発電機器に関する日立技術の成果が続々と実を結んでいる。前者は、現在運転中の揚水機としては世界最大容量機であり、後者も世界最大級の発電専用機である。また、低落差用水車の高性能化、高信頼化に努めている。

送変電関係では、UHV機器開発技術を適用した機器として九州電力株式会社新熊本変電所へ550kVガス絶縁開閉装置を納入した。小形・軽量化とともに経済性・信頼性の向上を図っている。また、直流送電では250kV、8,000Aの直流遮断器及び500kV、光直接点弧サイリスタバルブを開発し、将来の基幹送電用として適用可能な技術的見通しを得た。

エネルギー新技術関連としては、かねて製作中であった50MVA超電導発電機の完成が挙げられる。この成果は、次のステップへ反映することが期待される。石炭ガス化に関しては、新エネルギー総合開発機構委託の流動層ガス化炉による高カロリー石炭ガス化技術の開発で、当初目標を上回る特性が得られた。噴流層石炭ガス化技術の開発では、スケールアップ技術の要素研究が進展した。燃料電池発電システムの開発では、50kW級リン酸型燃料電池発電システムを完成した。太陽光発電システムの開発では、本年度中に200kWp学校用システムを完成する予定で建設を進めている。

原子力発電設備

沸騰水型原子力発電設備

1. 改良標準化ベースプラント東京電力株式会社福島第二原子力発電所2号機の完成

東京電力株式会社福島第二原子力発電所2号機は、国内最大級の電気出力1,100MW BWR(沸騰水型原子力発電設備)として昭和54年2月に着工した。以来、鋭意建設を進めてきたが昭和58年4月26日に初臨界に達し、その後の試運転での出力段階別試験も好調に進み、昭和59年2月3日に営業運転に入った。その間、着工から営業運転開始まで59箇月という我が国はもちろん、世界でも最短の建設工程を達成するとともに、起動試験中での計画外プラント停止皆無という記録をつくり、安全面では、第五種無災害表彰を受けるなど数々の記録を打ち立てた。本発電設備は信頼性、稼働率の向上、放射線被ばく低減により、軽水炉の定着化を図る目的で官民一体となって進められた改良標準化計画の成果を適用したベースプラントである。また、国産化率は99%に達している(トピックス2ページ参照)。表1にプラント基本仕様を示す。

- (1) 改良炉心の採用
- 燃料の熱的余裕の増大、プラント利用率の向上を目標として炉心の改良を

- 進めてきたが、その結果、上下2領域燃料及びグレーノーズ制御棒の独自技術を開発して適用し、極めて良好な運転実績を示している。
- (2) MARK-II改良型PCV(原子炉格納容器)
- 保守点検の作業性向上による作業員の放射線被ばく低減を図るため、格納容器の直径を大きくし、内部機器類の配置を改良した。
- (3) 放射線被ばく低減
- 自動化、省力化、遮へい強化、保守点検性向上などの改良設計を採り入れる一方、原子炉冷却水の鉄クラッド低減及びコバルト低減の対策を徹底して実施した。
- (4) 運転性の向上
- 中央制御室でのヒューマンファクタを考慮し、運転状況に応じた情報表示をするCRT6台を中央監視制御盤に配置した。また、負荷分散形マルチ計算機システムを開発し制御装置の信頼性向上、更に給水・再循環制御の協調した制御方式の採用により制御性の向上を図った。
- (5) 信頼性向上
- RPV(原子炉圧力容器)に狭開先溶接を適用し、溶接熱影響部の耐衝撃性を向上させた。また、下鏡一体鍛造法により溶接部を減少させた。一方、ISIとしてマルチ探触子及びデータ集録装置から成る日立式RPV自動ISI装置を導入した。

- (6) その他
- 表2に主要な設計仕様及び技術の改良点を示す。
2. 放射性廃液減容処理設備の完成
- 原子力発電所から発生する放射性廃棄物は、現在、発電所内に貯蔵保管されているが、発電所の運用年数とともに貯蔵量が増大している。日立製作所は、発生する廃棄物をできるだけ減容し、長期保管に対して物性上安定かつ最終処分へも柔軟に対応できる処理技術を開発してきた。本技術は、廃棄物を乾燥粉体化後造粒固化するものであるが、これを適用して東京電力株式会社福島第一原子力発電所の集中環境施設の一設備として放射性廃液減容処理設備を昭和59年6月に納入した。
- 本設備は新技術を適用した1号機であり、世界で初めて商業ベース発電所に採用されたもので以下の特徴をもっている。
- (1) 減容性向上：従来のセメント固化法の $\frac{1}{8}$
- (2) 安定貯蔵：ペレット化による廃棄物の安定化
- (3) 中間貯蔵：我が国の将来の最終処分法に柔軟に対応可能
- (トピックス3ページ参照)
3. サイトバンカ設備(放射性固体廃棄物貯蔵設備)の完成

中国電力株式会社島根原子力発電所納めサイトバンカ設備(放射性固体廃棄物貯蔵設備)が完成した(図1)。サイ

表1 プラント基本仕様

項目	仕		様
出力	熱 出 力		3,293MW
	電 気 出 力		1,100MW
炉心及び燃料	炉 心 設 計		上下 2 領域炉心
	燃料集合体		764
	燃 料		8 × 8
	制 御 棒 数		185
	チャンネルボックス		100mil
再循環系	炉心冷却水流量		4.83×10 ⁴ t/h
	ジェットポンプ数		20
	流 量 制 御		可変速度式
主蒸気系	蒸 気 流 量		6.41×10 ³ t/h
	逃し安全弁個数		18
タービン・発電機系	タービン型式		TC6F-4I in
	発電機容量		1,300MVA
	タービン制御		EHC
	主復水器細管		全チタン
	給 水 ポンプ	タービン駆動	50%× 2
		電動機駆動	25%× 2
	復水脱塩器		10塔(1 塔予備)
	復水炉過脱塩器		12塔(1 塔予備)
サービス機器	制御棒駆動機構交換機		自動(空気電動機)
	燃料取替機		自動
	供用期間中検査装置		自動(マルチ端触子式)

注：略語説明 EHC(Electro-Hydraulic Control System)

表2 主要な設計及び技術の改良

項 目		適用技術	目 的					信 頼 性 向 上	稼 働 率 向 上	被 ば く 低 減	保 守 性 向 上	運 転 性 向 上	合 理 化
1. 炉 心、 燃 料	(1)上下 2 領域燃料	○	◎	—	—	—	—						
	(2)グレーノーズ付制御棒	—	○	—	—	◎	—						
2. 原 子 炉 圧力容器	(1)狭開先ミグ溶接	◎	—	—	—	—	—						
	(2)下鏡一体鍛造化	—	—	○	◎	—	—						
	(3)CRDハウジング一体遠心鋳造化	◎	—	—	○	—	—						
3. 原 子 炉 補 機	(1)CUWポンプのキャンド型化	—	—	◎	—	—	—						
	(2)PLR系配管大型鍛造材	◎	—	—	○	—	—						
	(3)RHRポンプの軸長短縮化	◎	—	○	○	—	—						
	(4)PLRポンプ・電動機、M-Gセット国産化	◎	—	—	○	—	—						
	(5)TIP駆動機構の改良、国産化	○	—	◎	—	—	—						
	(6)Cf-Be-Sb型中性子源	◎	—	—	—	—	—						
4. タービン 補 機	(1)復水器冷却管のチタン化	◎	—	—	—	—	—						
	(2)バランスドダウンフロー復水器	◎	—	—	—	—	—						
	(3)T-RFPの国産化	◎	—	—	○	—	—						
	(4)主タービン周り改良	◎	—	—	—	○	—						
	(5)タービン発電機系計装多重化	◎	—	—	—	—	—						
5. 建設工法	(1)130tジグクレーン	—	—	—	—	—	◎						
	(2)大パネルプレハブ化	—	—	—	—	—	◎						
6. そ の 他	(1)メカニカルスナバの採用	—	—	—	◎	—	—						
	(2)曲げ管の採用	◎	—	—	○	—	—						
	(3) $\frac{1}{8}$ PCVモデル	—	—	—	—	—	◎						

注：記号及び略語説明
◎(主要な効果), ○(関連する効果)
CUW(Clean Up Water)
PLR(Primary Loop Recirculation)
RHRポンプ(Residual Heat Removal)
TIP(Traversing In-Core Probe System)
T-RFP(Turbine driver Reactor Feed Pump)

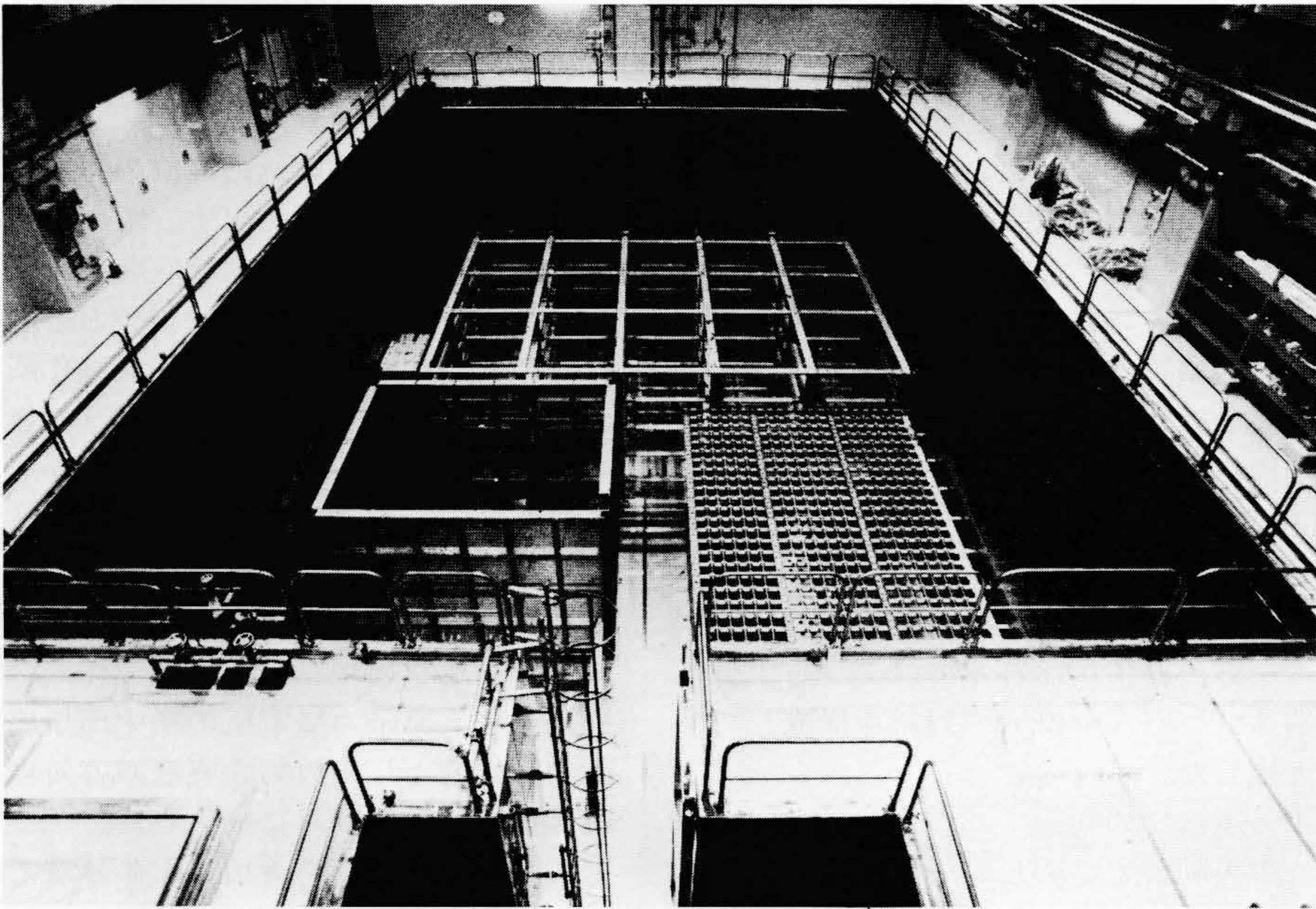


図1 中国電力株式会社島根原子力発電所納めサイトバンカ設備

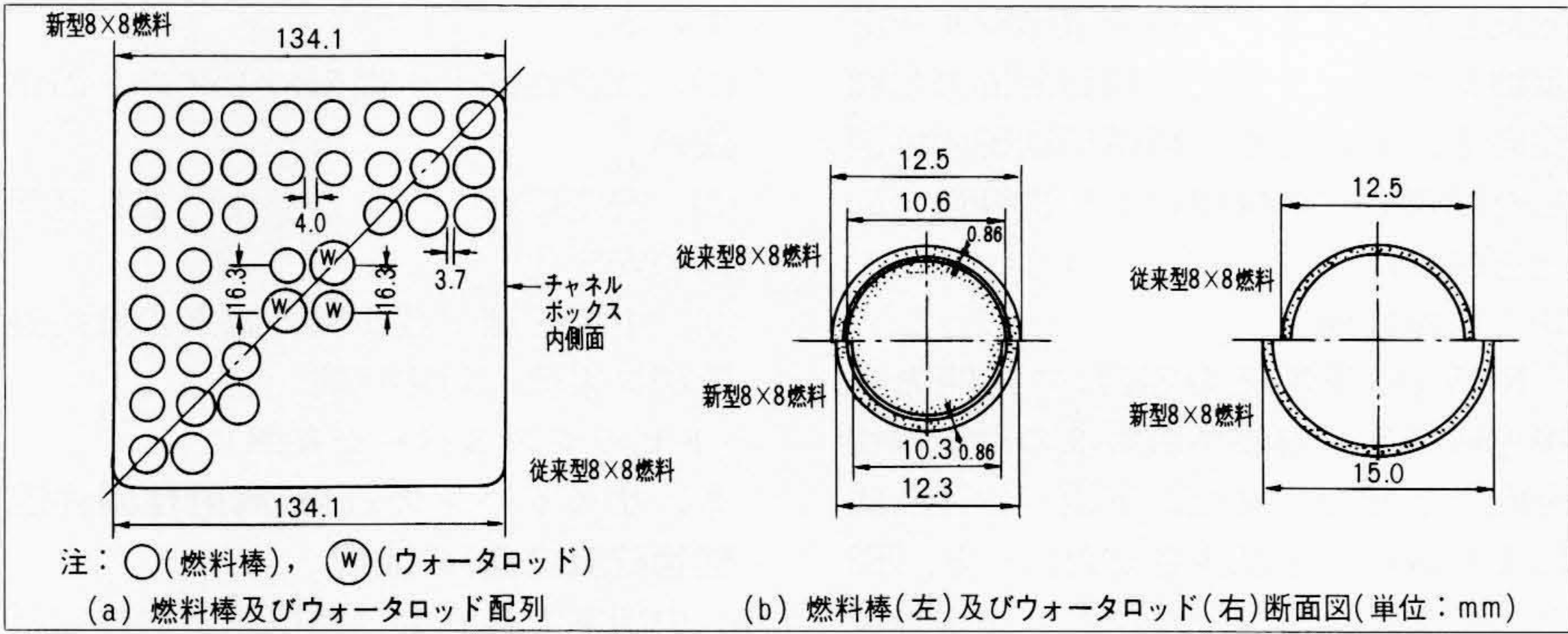


図2 新型8×8燃料と従来型8×8燃料の比較

トバンカ設備は、原子炉の運転に伴って発生する使用済み制御棒、チャンネルボックスなどの放射性固体廃棄物を、水中で貯蔵する設備である。

本設備は、昭和57年6月着工後24箇月の短工期で昭和59年5月に完成した。本設備の主体工事であるプールライニングの溶接作業には、軽量型自動溶接機を採用し、自動溶接範囲を拡大するなどの最新の生産技術を導入した。

本設備は日本原子力発電株式会社敦賀発電所納め(昭和52年運開)、東京電力株式会社福島第一原子力発電所納め(昭和55年運開)に次ぎ日立として3基めであり、次のような特徴をもっている。

- (1) 大容量・高密度化を図った貯蔵ラックを採用
- (2) プール水浄化系ろ過器に粉末樹脂プリコート方式を採用
- (3) 安全性及び信頼性の面で先行機の実績を反映

新型沸騰水型原子力発電所の開発

電気出力1,300MW級ABWR(Advanced Boiling Water Reactor)の開発設計を、東京電力株式会社の指導の下に米国GE社及び株式会社東芝とともに進めてきた。昭和58年に基本設計と技術評価を完了し、性能と経済性の両面で優れた特性をもつことが確認された。

昭和59年に入り、基本設計の技術的特徴を最大限に生かしながら、更に経済性を追求したプラントの実現を志向した最適化設計を開始し、基本仕様を確立した。表3に概要を示す。

開発設計と並行してABWRに採用される技術を確認するためのABWR電力共通研究を実施中で、研究の大半を完了している。国も財団法人原子力工学試験センターに委託して、インターナルポンプシステムの確証試験を進めている。これらの研究を通し、

表3 ABWRの主要仕様概要値

No.	項目	ABWR	BWR-5
1	電気出力	1,300MW級	1,100MW級
2	熱出力	3,926MW	3,293MW
3	燃料集合体数	872体	764体
4	再循環系構成	インターナルポンプ	外部ループポンプ及びジェットポンプ
5	制御棒駆動装置	電動・水圧式(FMCRD)	水圧式
6	非常用炉心冷却系	3区分	3区分
7	格納容器型式	鉄筋コンクリート製	鋼製

注：略語説明 FMCRD(Fine Motion Control Rod Drive)

ABWRの主要機器であるインターナルポンプ、電動微駆動の新型制御棒駆動装置、鉄筋コンクリート製格納容器、湿分分離再熱器などの性能と信頼性を確認している。

新型原子炉の開発

高速増殖炉「もんじゅ」発電所(電気出力280MW)は、動力炉・核燃料開発事業団により、現在福井県敦賀市白木地区で、敷地造成工事などの建設準備工事が鋭意進められている。日立製作所は、主循環ポンプほかの一次冷却システム及び機器、ナトリウム・ナトリウムの熱交換を行なう中間熱交換器、ナトリウム・蒸気の熱交換を行なう過熱器、中央計算機などを担当し、設工認(設計及び工事の方法の認可)、工認(工事計画の認可)に向け設計作業を推進しており、据付完了は昭和65年3月を予定している。

高速増殖実証炉(電気出力1,000MW級)については、軽水炉建設費の1.5倍以下を目標とした電気事業連合会のタンク型合理化設計研究及び電力中央研究所の実用化研究が開始された。日立製作所は、軸非均質炉心や埋込式建物概念などを盛り込んだタンク型プラント概念の検討、モデルによる耐震成立性確認試験の経験などを基に、これらの研究に参画中である。また、動力炉・核燃料開発事業団による実証炉基本仕様選定のための研究開発計画にも参加している。

電源開発株式会社で建設計画中の新型転換炉実証炉(電気出力600MW)は、昭和60年度設置許可申請を目指して、基本設計が進められている。日立製作所は炉心設計、安全評価、原子炉

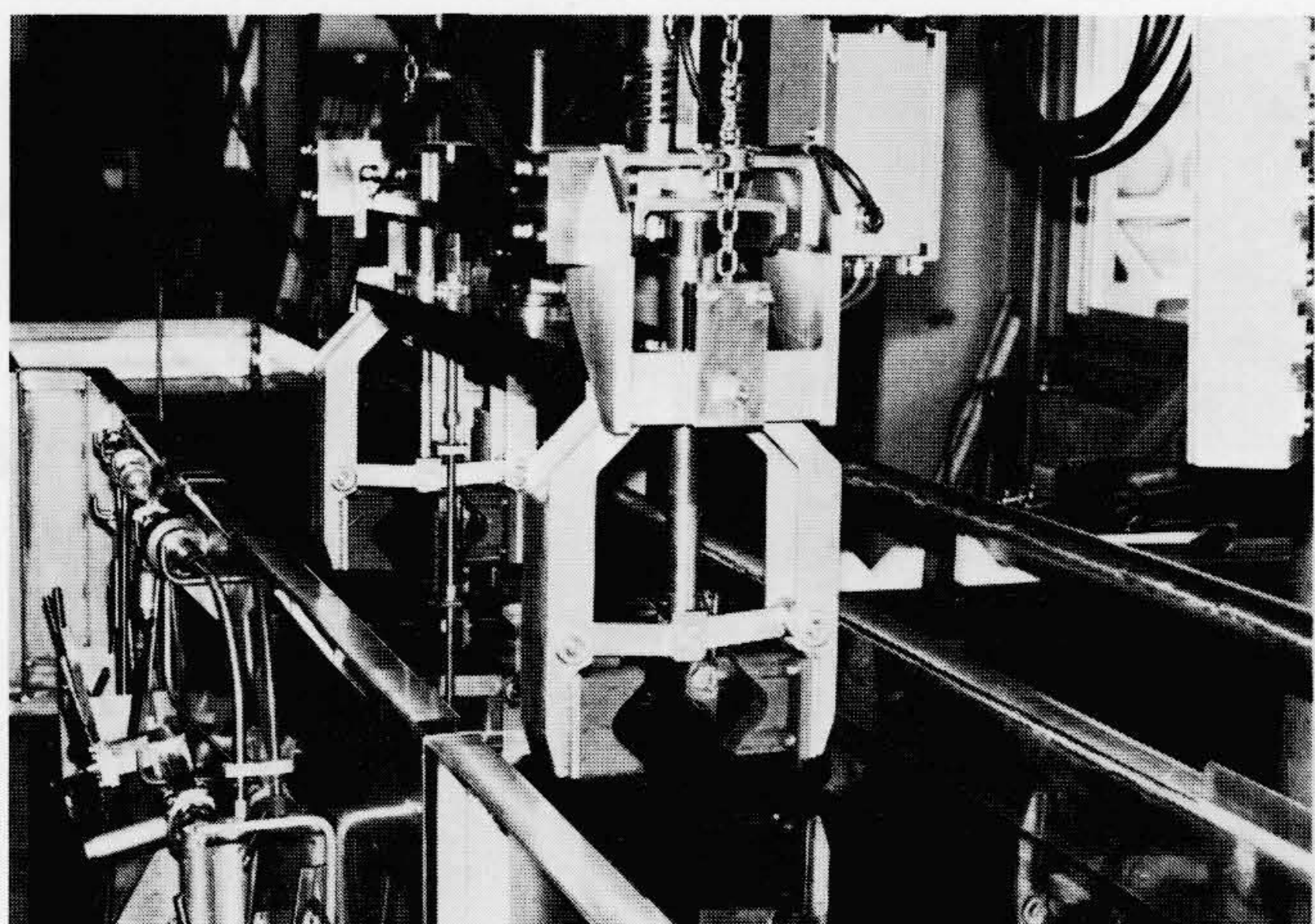


図3 CRD分解洗浄装置

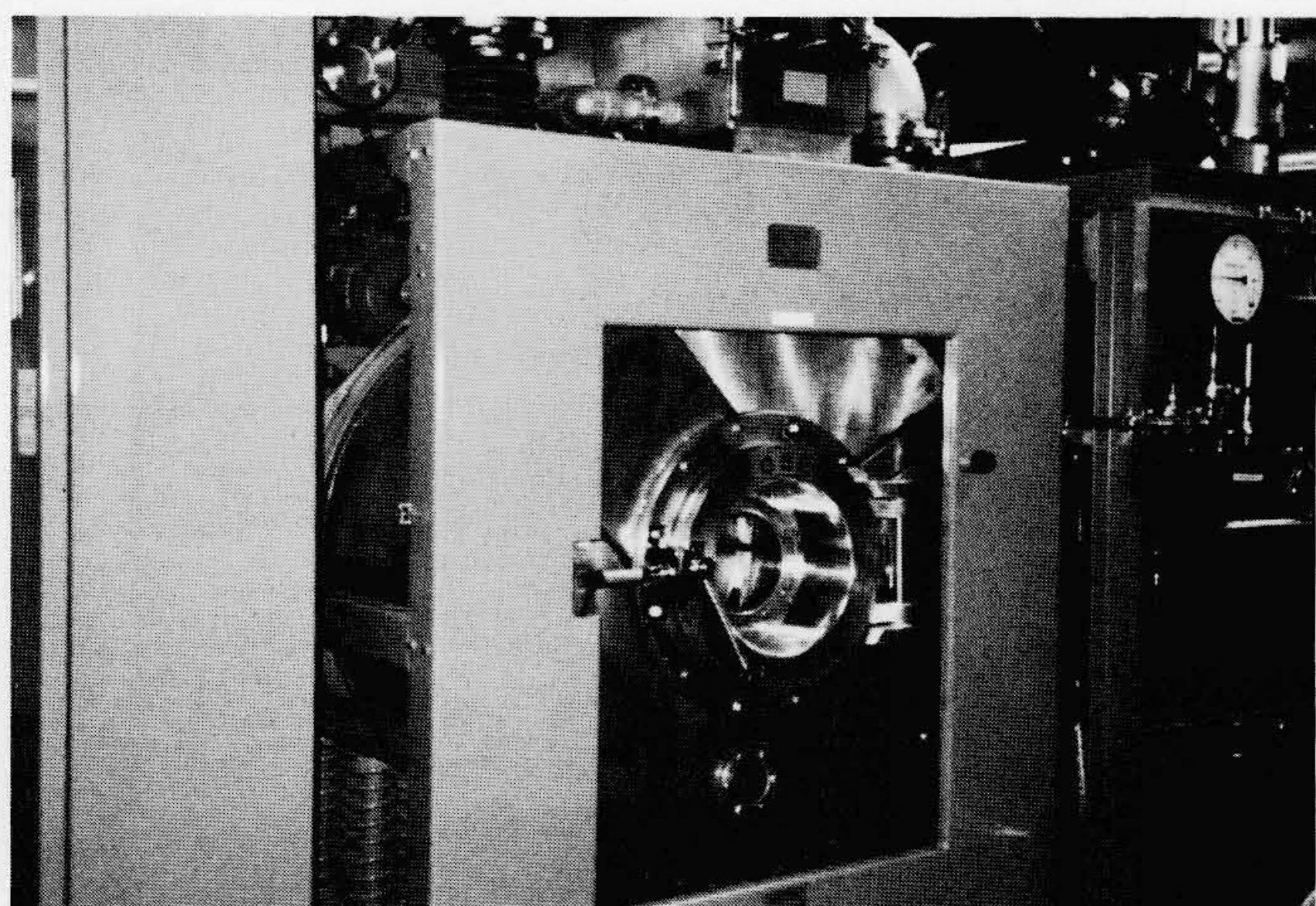


図4 関西電力株式会社美浜発電所3号機納めドライクリーニング装置の外観

本体設備、電気・計測制御設備などの設計を担当するとともに、主務会社としての業務を実施している。これと並行して動力炉・核燃料開発事業団の委託研究などにより、新型転換炉特有の設計コードの開発、原子炉本体設備などに関する研究開発を推進している。

その他新製品

1. 新型8×8燃料の完成

新型8×8燃料は、従来の8×8燃料に比較して燃料の出力分布をより平坦化し、バーンアウト特性を改善することによって信頼性の向上、及び運転余裕の増大を図ったものである。構造上は図2に示すように燃料棒を細径化し、ウォータロッドを太径化し、かつ本数を増加したことが特徴であり、更に封入ヘリウムガスを加圧し、スペーサを改良するなどの新設計を折り込んでいる。また長期間運転への対応を配慮して、取替燃料の濃縮度を従来の約2.7%から約3.0%に増加するとともに、上下二領域濃縮度・ガドリニア分布としている。本設計の最初の燃料として、昭和58年12月に東京電力株式会社福島第一原子力発電所4号機第5回取替燃料158体が納入され、現在順調に運転中である。

2. 制御棒駆動機構分解洗浄装置

CRD(制御棒駆動機構)の分解・洗浄作業は、従来数名の熟練作業員の手作業により行なわれていたが、このたび日立製作所は、放射線被ばくの低減及び作業の省力化を目的として、分解作業の機械化、洗浄作業及び運転操作の遠隔化を可能としたCRD分解洗浄装置を完成した(図3)。本装置の主な特長は、洗浄に高圧水を用いた自動シス

テムを採用し、洗浄によりはく離した放射性クラッドをフィルタユニットにより回収するとともに、分解水槽内の水を循環濾過して、装置及び作業場所の雰囲気線量率を低減するとともに、CRDの分解搬送などの重量物の取扱いを機械化した点にある。本装置は、東京電力株式会社福島第一原子力発電所4号機に納入され、第5回定期検査で使用された。

3. 原子力発電所向けドライクリーニング装置の納入

関西電力株式会社美浜発電所3号機納めドライクリーニング装置の据付けを、昭和59年7月に完了した(図4)。この装置は、原子力発電所内で着用される作業衣などを溶剤(フロン113)を用いて洗濯するもので、従来の水で洗濯する方式に比べ洗濯廃液を発生しないという大きな特長をもっている。本

装置の納入実績はこれで6機めであるが、原子力発電所内洗濯設備へのドライクリーニング装置の導入計画が活発になってきた。

4. 原子炉圧力容器用遠隔自動ボルト締付装置の開発

この装置は、原子力発電所の稼働率向上及び定期検査時の被ばく低減を目的としてバブコック日立株式会社で開発した装置で、定期検査工程のクリティカルパスとなるRPV(原子炉圧力容器)の上ぶた開閉作業のうち、ボルト清掃、ボルトテンショニング(締付け又は緩め)及びナット着脱作業を、4箇所と同時にかつ遠隔自動操作で行なうものでRPV上ぶたに固定した軌道に沿って駆動するステーションに上記作業を行なう装置をつり下げる構造(図5)となっている。このたびステーション1台分の部分試作及び実証試験を実施した。

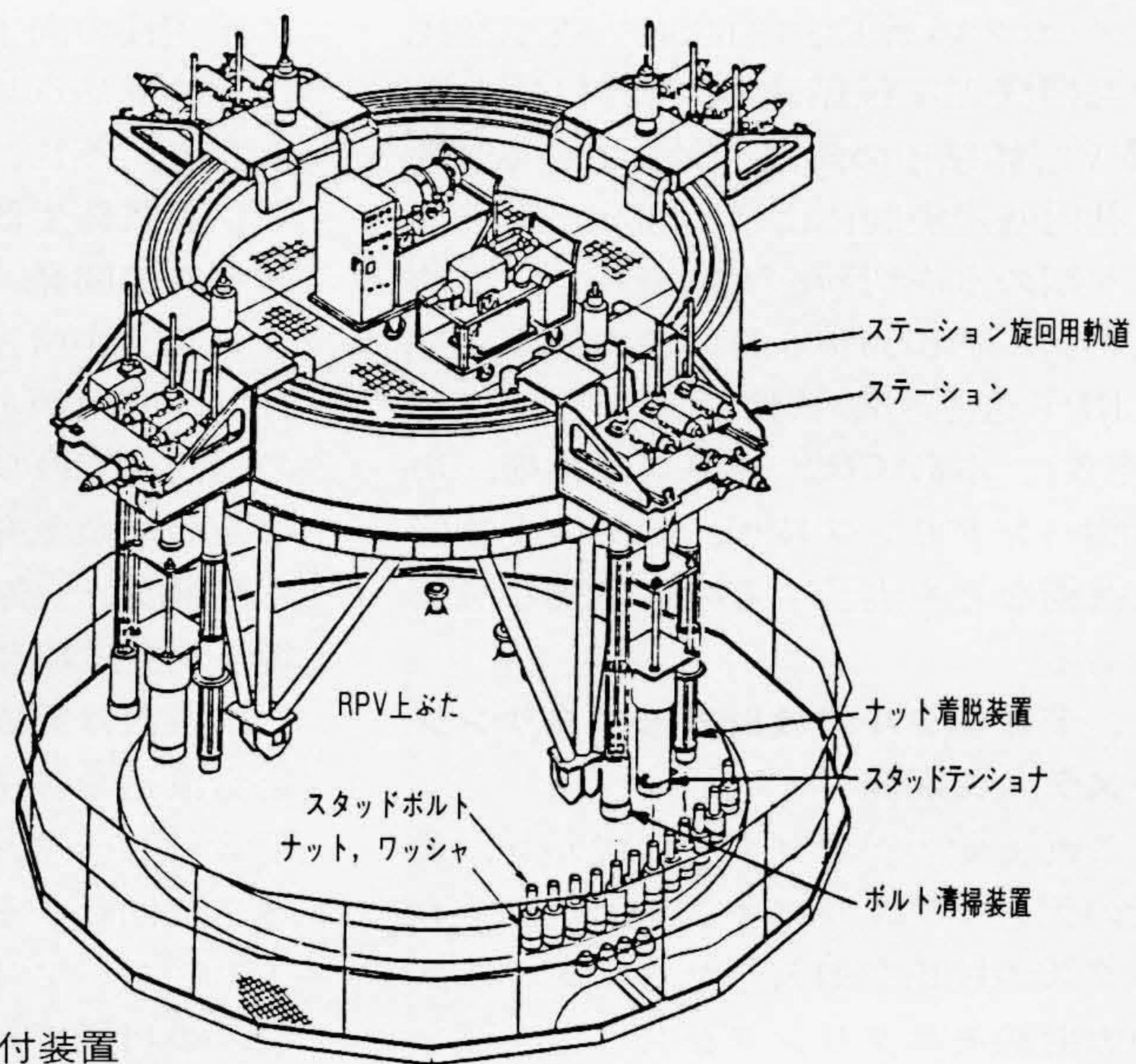


図5 遠隔自動ボルト締付装置

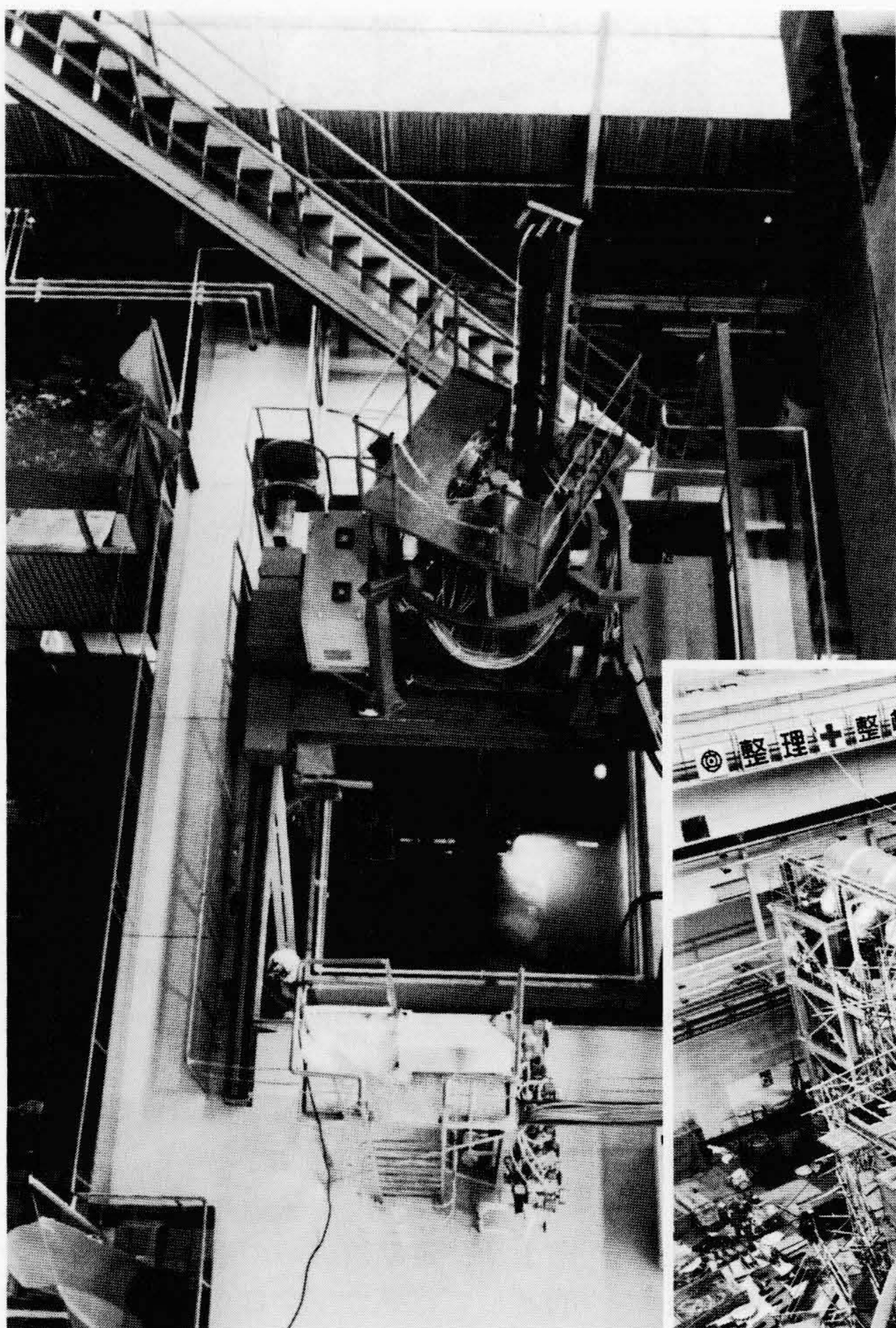


図6 RPV遠隔切断試験設備



図7 デジタル式放射線モニタリングシステム 計測モジュール

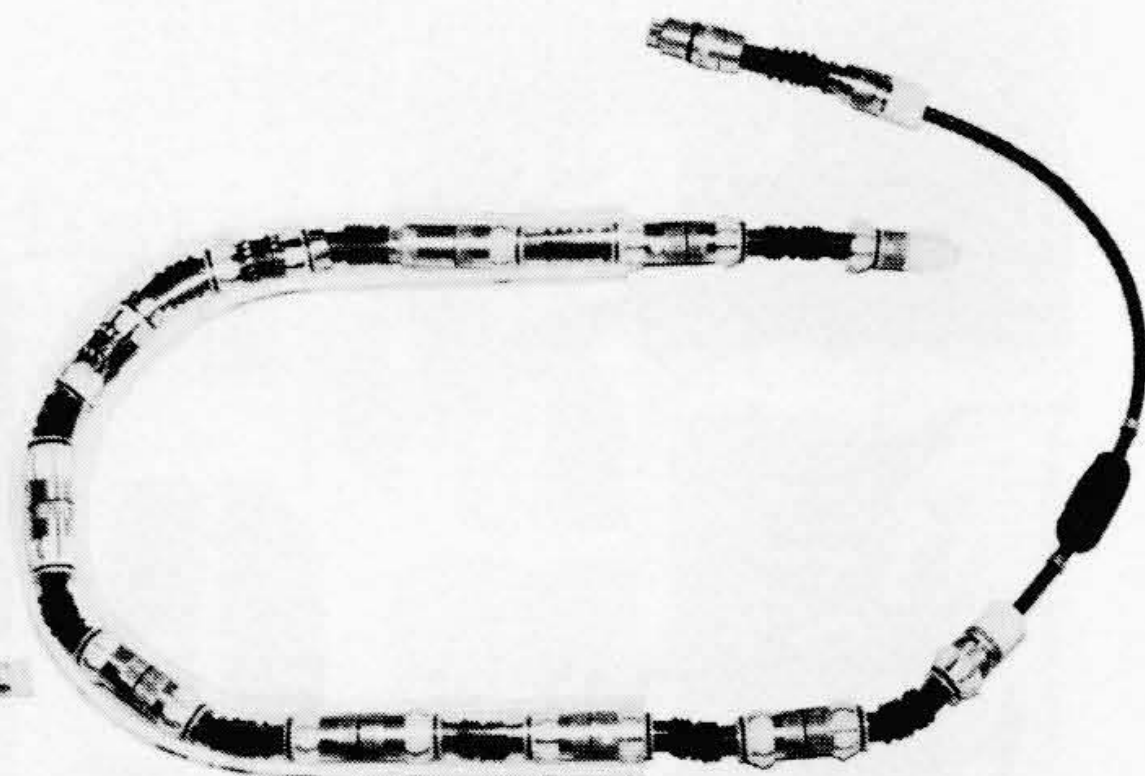


図8 アレイ型プローブ

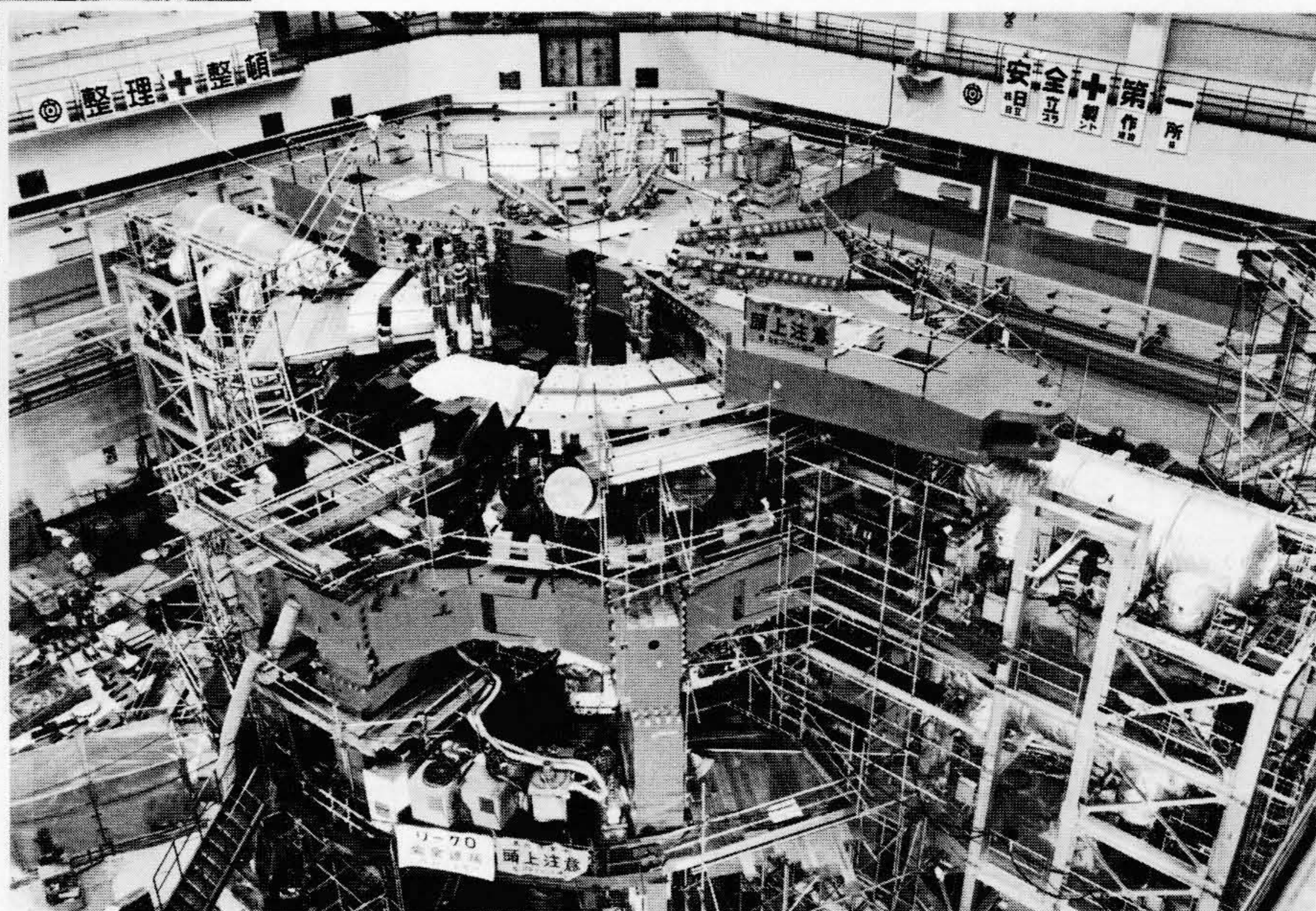


図9 据付け中のJT-60本体

5. RPV(原子炉圧力容器)解体技術の開発

RPV解体は廃炉技術開発の中で最も重要な技術の一つであり、バブコック日立株式会社では水中アークガウジング・ガス切断工法(通商産業省工業技術院四国工業技術試験所特許)によるRPV解体技術の確立を図っている。既に社内基礎実験により、430mm厚クラッド鋼の水中切断を実証済みで、本結果を基に昭和59年6月に社内設備としてRPV遠隔切断試験設備を完成した(図6)。本設備は、遠隔切断技術、切断物ハンドリング技術、二次生成物回収技術などを実証するのに有効な設備である。

6. デジタル式放射線モニタリングシステムの開発

これまでのアナログ式に代わり、最新のデジタル及びオプトエレクトロニクスの技術を導入したデジタル式の放射線モニタリングシステムを開発

した(図7)。本システムは、(1)計測処理のデジタル化による計測精度及び安定性の向上、(2)ゲイン、バイアスの自動調整及び完全前面操作化による保守性の向上、(3)光伝送の採用による耐ノイズ性の向上、(4)LSI化による小形化、(5)部品点数削減による信頼性の向上など、優れた特長を備えている。

7. 蒸気発生器伝熱管用超音波探傷システムの開発

日立製作所とバブコック日立株式会社は、動力炉・核燃料開発事業団からの受託研究及び自社研究により、高速増殖炉用蒸気発生器の伝熱管を内面から高精度かつ高速に検査できる画期的な電子走査式超音波探傷装置を開発した。

本装置は管周方向に配列した多数の超音波送受波子を電子的に切り換え、超音波ビームを最高1万5,000rpmの速さで回転する全く新しい形式のアレイ型プローブ(図8)と、そのプローブを、小口径でかつ大小多数の曲りをも

つ伝熱管に対して、水流駆動により自動的に挿入する装置を備えている。

実験の結果、伝熱管1本当たり(全長約100m)の検査所要時間が機械的に送受波子を回転走査する方式に比べて大幅に短縮(9時間→20分)できることを確認している。

核融合及び超電導技術の開発

1. 日本原子力研究所納め臨界プラズマ試験装置“JT-60”の建設

核融合プラズマの臨界条件の実証を目標とするJT-60の建設が、日本原子力研究所那珂地区で進められている。図9は、据付中のJT-60本体の外観であり、昭和59年9月に据付けを完了した。その後、真空容器の真空試験及びベーキング試験を実施して所定の性能を確認し、現在、コイル通電試験を進めている。建設は昭和60年春に完成の予定である。

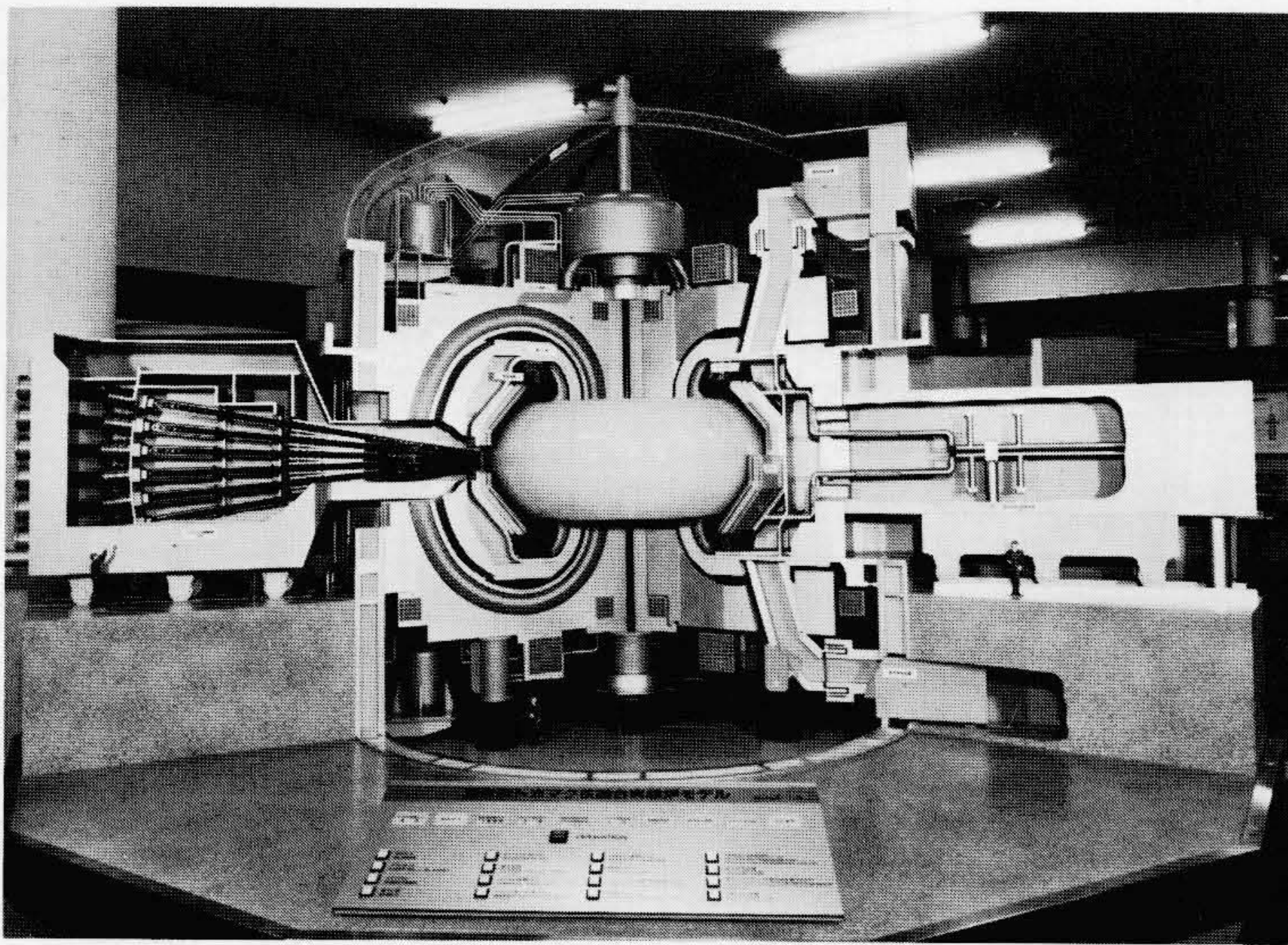


図10 定常型トカマク核融合実験炉の模型

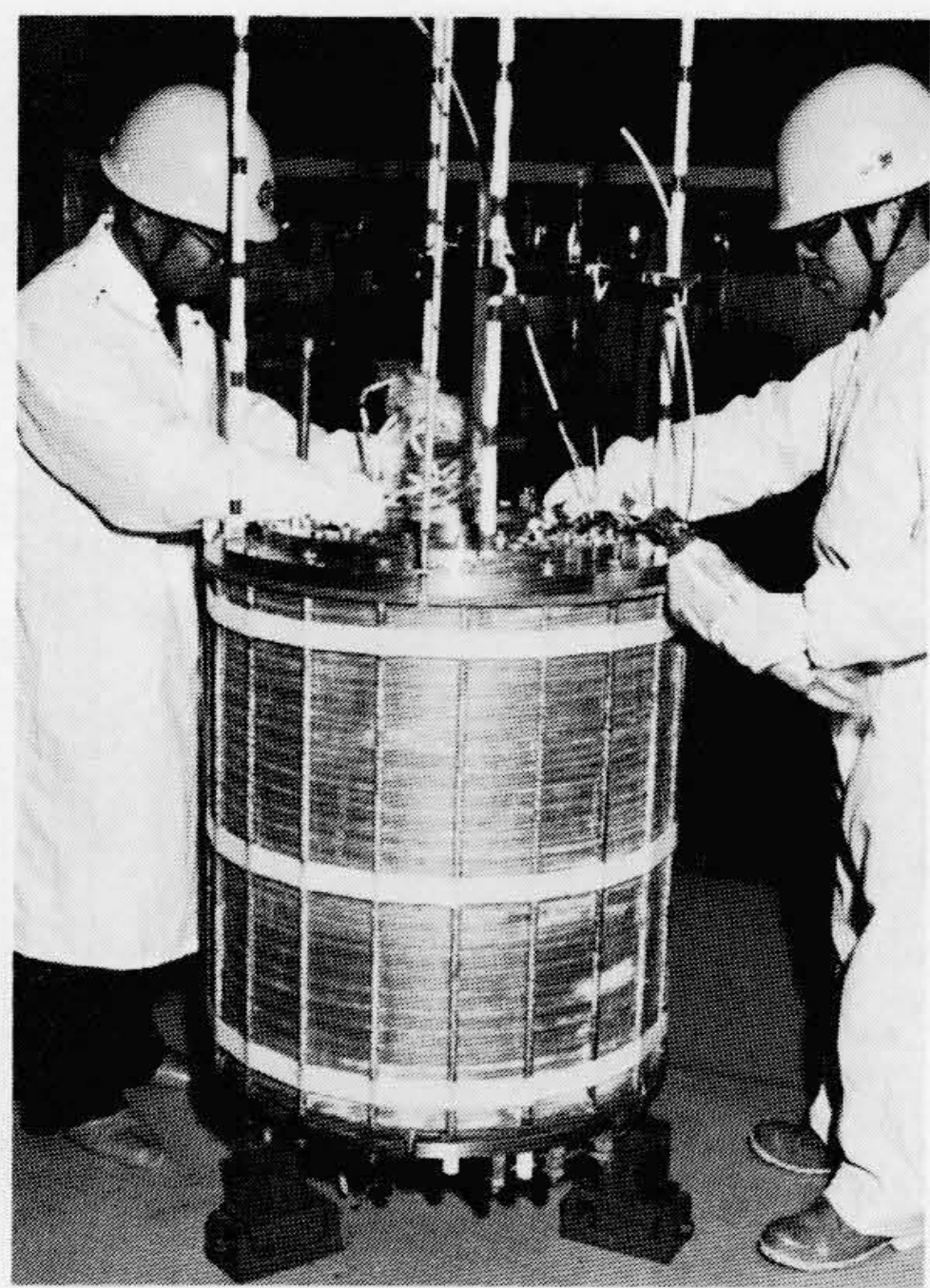


図12 高安定度超強磁界マグネット

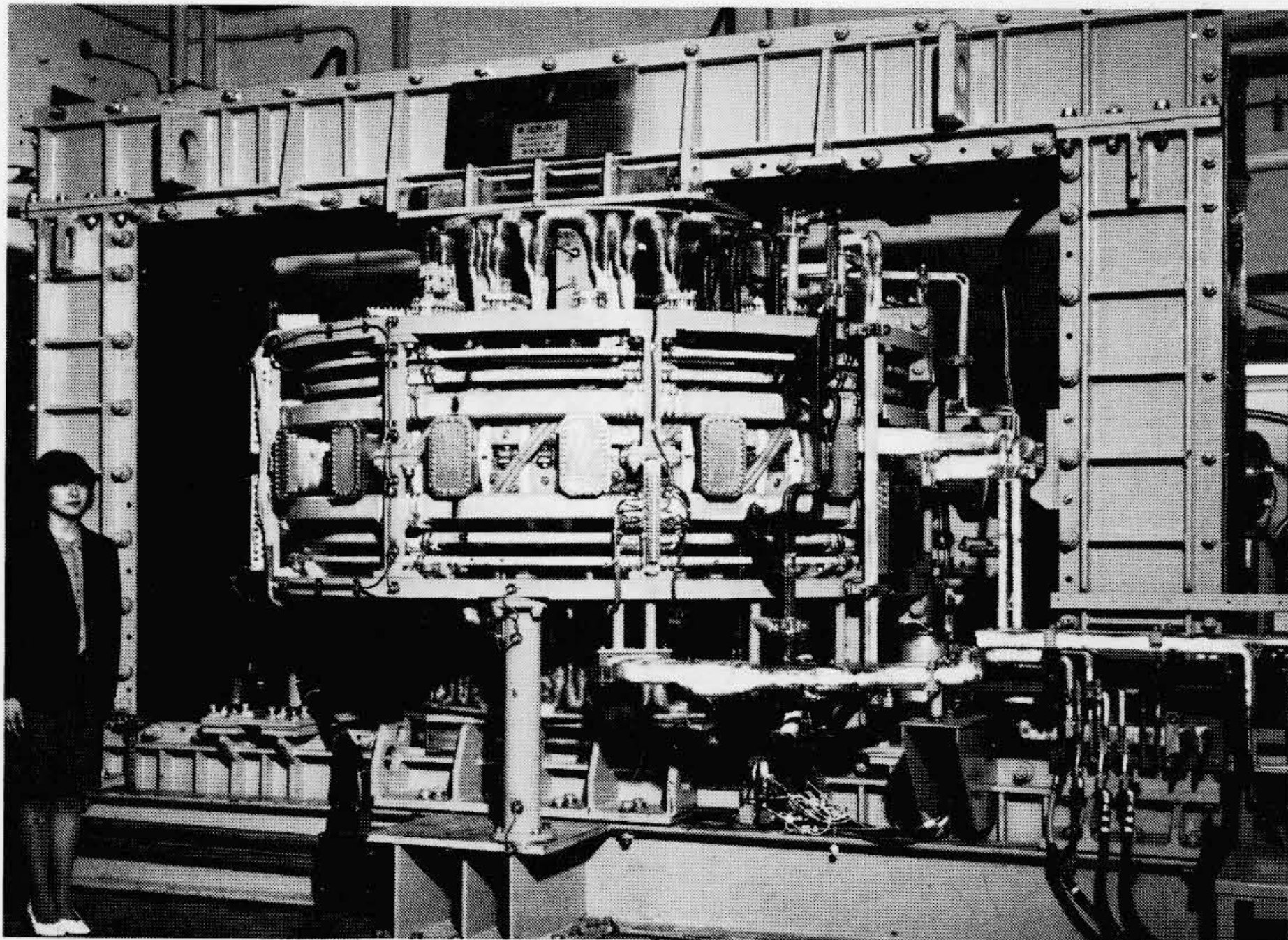


図11 完成したREPUTE-I本体

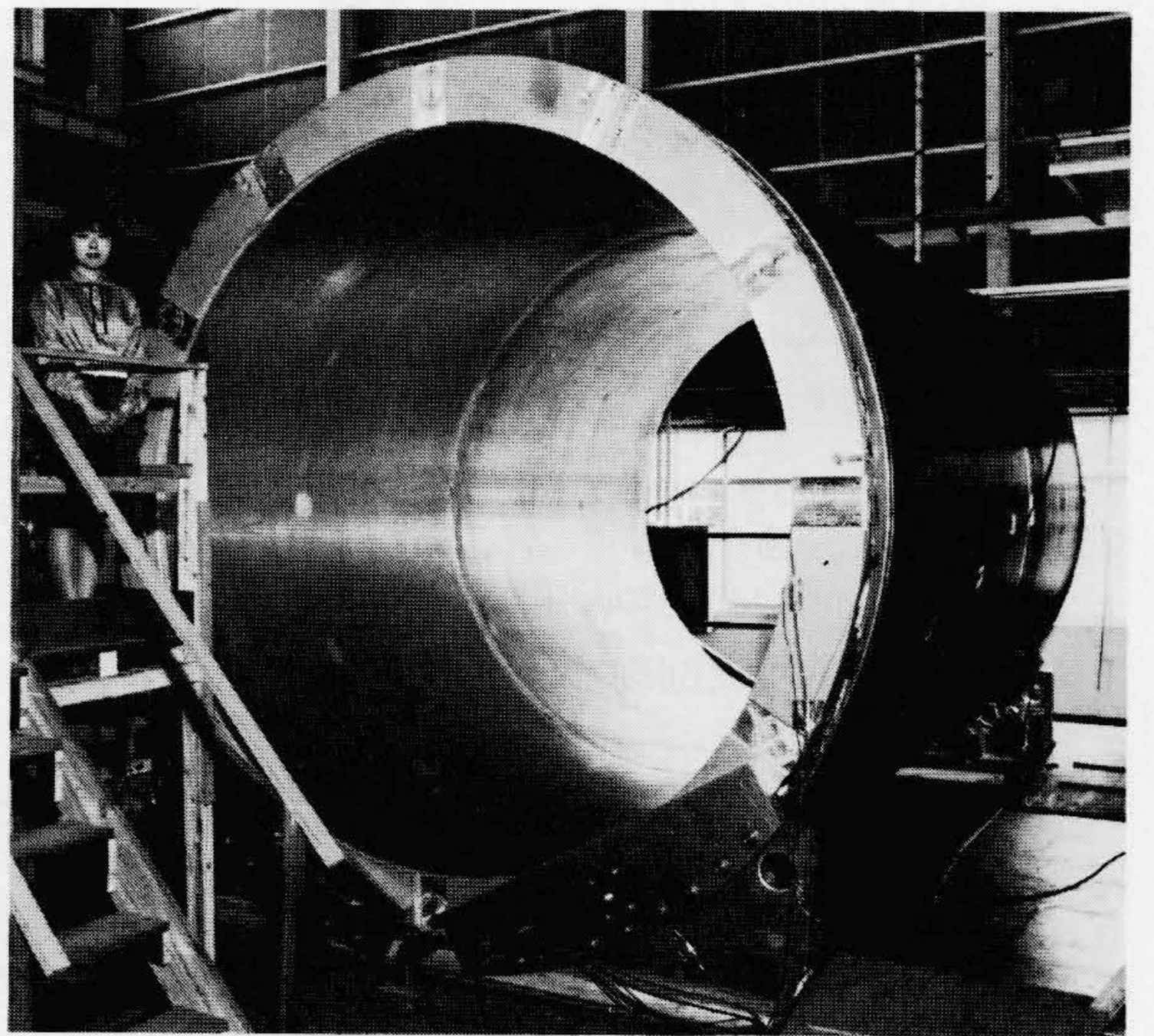


図13 CDFソレノイド外観

2. 定常型トカマク核融合実験炉

現在のトカマク型核融合装置(“JT-60”など)では、プラズマ電流の生成と維持は、変流器コイルを一次側、プラズマを二次側とする変圧器の原理すなわち電磁誘導に基づいており、かつその運転は間欠(パルス)運転の繰り返しとなる。ところが、将来の核融合発電炉の場合は、定常運転が不可欠であることから、変流器コイルに代えて適切な高周波エネルギーをプラズマに注入し、プラズマ電流を生成させ定常的に維持する方式(高周波駆動方式)が開発されつつある。日立製作所は日本原子力研究所との契約を通じて、このような定常型トカマク核融合実験炉の概念設計を我が国で初めて実施した。その結果、定常炉はコンパクトでかつ簡素な炉構造となり(図10)、信頼性及び経済性の向上が図られることを示した。

3. 東京大学納めREPUTE-Iの完成

RFP(逆転磁場ピンチ)は、核融合炉

を目指した磁場閉じ込めのひとつの概念であり、経済的な核融合炉実現の可能性があるため、最近特に注目を集めている。日立製作所は、国内最大のRFP実験装置である東京大学納めREPUTE-Iの本体、電源、制御、補機の全システムを製作し、納入した。図11は、完成した本体の全景を示す。プラズマの主半径820mm、副半径200mm、また、プラズマ電流400kAである。電源は、PFN(パルスフォーミングネットワーク)付きの約3MJのコンデンサ電源である。

4. 超電導マグネットの完成

核融合装置、粒子加速器、NMRイメージング装置などに用いられる超電導マグネットは、高磁界化、大型化、磁界の高精度化、運転の安定化、パルス運転への適用などに向けて開発が進められた。以下に代表的な数例について紹介する。

金属材料技術研究所納め高安定度超

強磁界マグネットは、有効内径180mm、発生磁界14-15Tと、世界最大級の高磁界マグネットであり、Ti添加のNb₃Sn化合物極細多心線を使用するなど、安定な動作を重視したもので、このほど完成した(図12)。

筑波大学納め(米国フェルミ国立加速器研究所に設置)のCDF(Collider Detector Facility)粒子測定器用大型超電導ソレノイドは、高純度アルミニウム安定化のNbTi線材を用い、直径3m、長さ5m、中心磁界1.5T、蓄積エネルギー30MJのコイルである。内側の巻棒ボビンのない中空の薄肉構造で、間接冷却技術を採用し、世界に先駆けて完成した(図13)。

核融合でのプラズマの立上げと制御用、また、電力貯蔵用として、巻線内径884mm、外径1,145mm、軸長333mmの4.1MJ超電導パルスマグネットを製作し、高速繰返しパルス励磁に成功した。

火力発電設備

オーストラリア向け350MW石炭火力発電プラントの運転開始

石炭火力発電プラントとして、オーストラリア、クインズランド州電力局タロン発電所納めの1号機350MW発電設備が予定どおり昭和59年5月1日に営業運転を開始した。同州の電力需要増にこたえるため、引き続き同一機種9台が次々と運転を開始する予定である。

1. 主要仕様

本発電設備の主要仕様を表4に示す。

2. 特徴

- (1) 本発電所は、燃料として近くで採掘される豪州炭を使用する山元発電所である。復水器用冷却水は、湿式冷却塔により冷却されている。
- (2) 石炭火力発電プラントとして中間負荷運用が可能のように設計されており、タービンバイパス装置の設置、絞り制御式変圧運転等々の設計上の配慮を施している。
- (3) ボイラは、過熱器二段スプレーによる主蒸気温度制御、パラレルダンパによる再熱蒸気温度制御など、中間負荷運用のための考慮を設計に種々取り入れている(図14)。
- (4) タービンは、電子式ガバナ及び絞り调速の採用、変圧運転方式の採用による部分負荷効率の向上、高中圧タービンの一体輸送、また各所に高効率化技術を施し高効率タービン設計としている(トピックス3ページ参照)。
- (5) タービンバイパス装置は、急速起動を可能とする(ホットスタート: 点火~全負荷70分)とともに、送電系事故

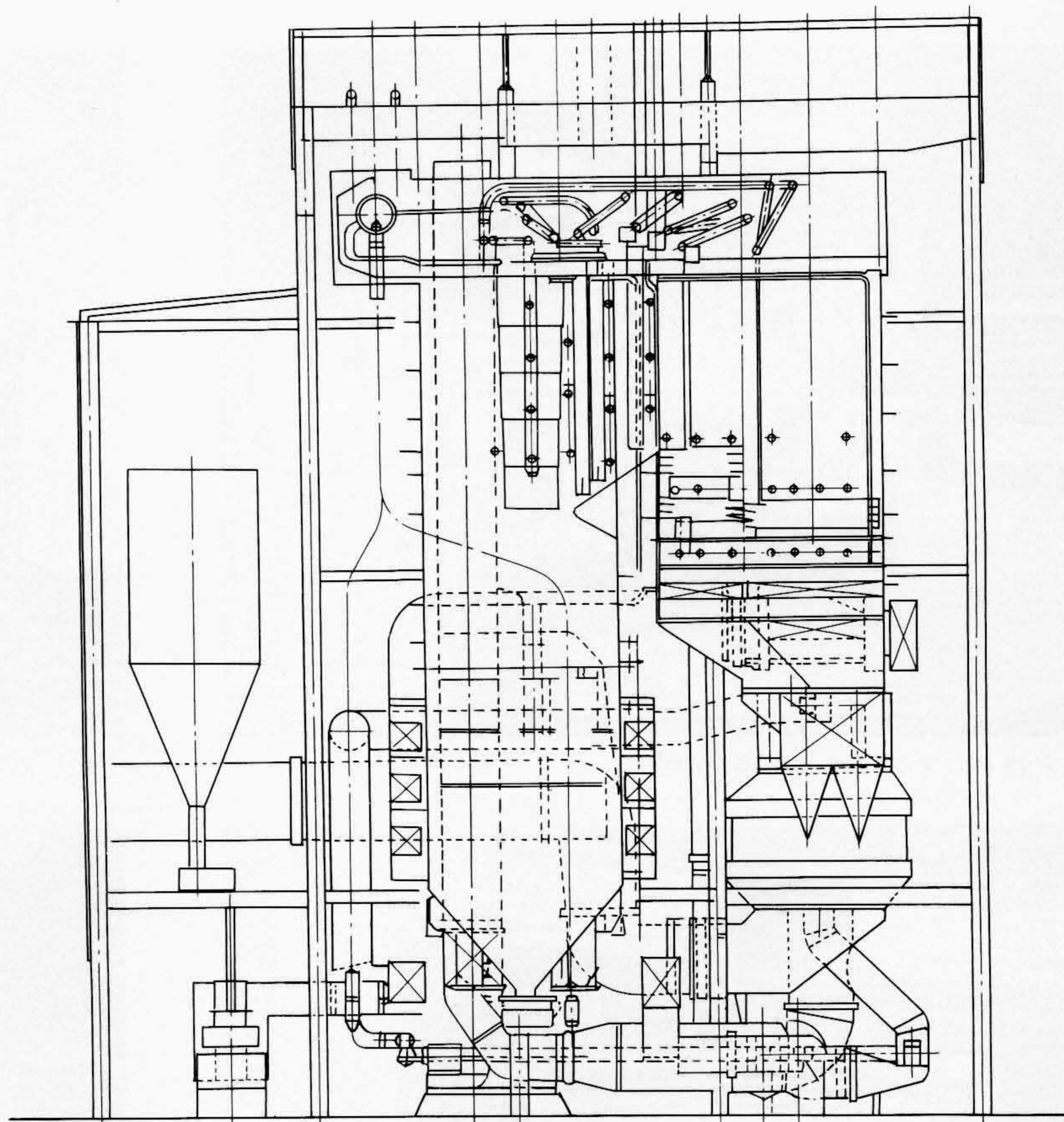


図14 350MW石炭燃焼自然循環変圧ドラムボイラ側断面図

表4 主要仕様

区分	項目	仕様
ボイラ	最大連続蒸発量	1,047t/h
	形式	バブコック日立自然循環変圧ドラム式
	蒸気条件	17,650kPa・abs 541/541℃
	燃料	石炭専焼(微粉炭燃焼)
	通風方式	平衡通風
タービン	定格出力	350MW
	形式	TCDF-33.5
	蒸気条件	16,650kPa・abs 538/538℃
	回転数	3,000rpm (50Hz)
	调速方式	絞り调速, 電子式ガバナ
発電機	抽気段数	6段
	容量	391MVA
	形式	全閉固定子直接水冷却回転子直接水素冷却円筒回転界磁形
	励磁方式	静止形
給水ポンプ	力率	0.9
	駆動方式	電動機駆動(流体継手付き回転数制御)
	容量×台数	50%×3台

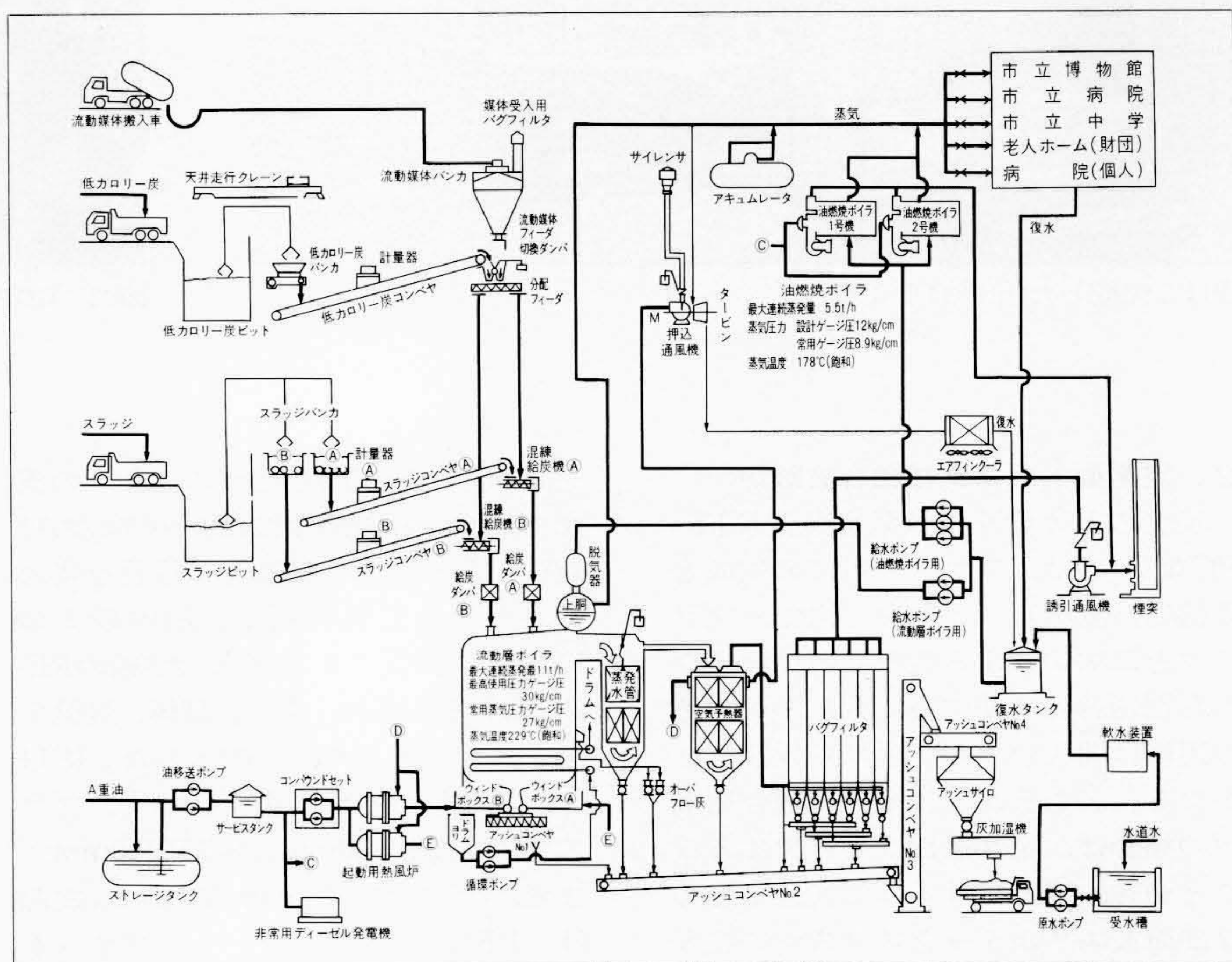


図15 株式会社釧路熱供給公社納め11t/h流動層

時の所内単独運転を可能とするため、高圧・低圧バイパス共100%容量としている。また、起動時所内単独運転時の高圧タービン熱応力を軽減するため、中圧タービン起動方式を採用し、信頼性を高めている。

(6) 主な制御装置は、マイクロコンピュータ応用のデジタル式を採用しており、ボイラ自動制御装置には石炭制

御の応答性を上げるため、先行制御回路を組み込んでいる。

(7) 運転員訓練用シミュレータ(制御盤は実機と同じ操作性をもつレプリカタイプ)を納入し、プラント試運転開始前から運転員の訓練に役立てることができた。

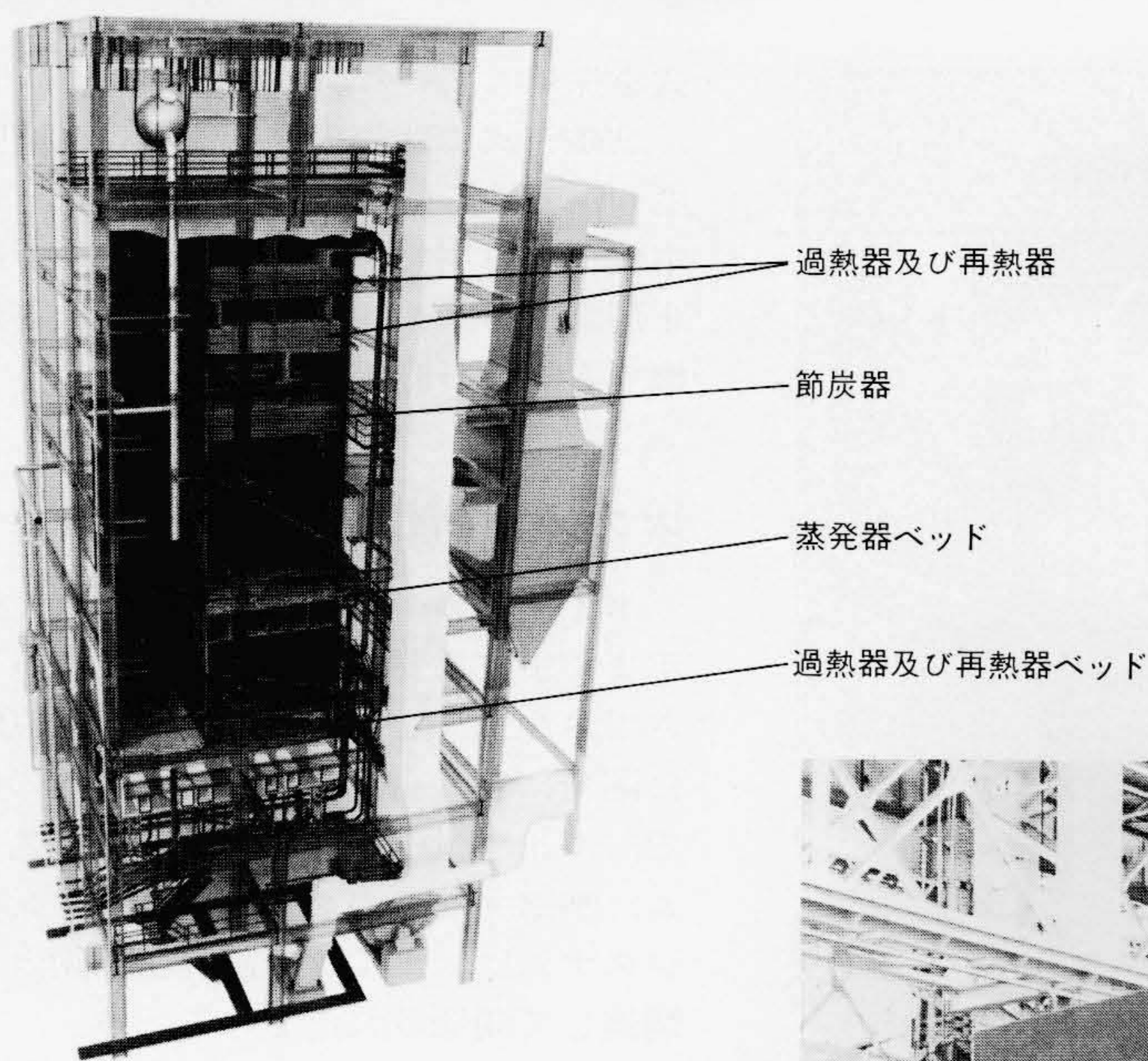


図16 50MW流動層ボイラ本体

流動層ボイラ技術の現状

石油代替エネルギー源として、石炭をはじめ各種の安価な低品位燃料が利用できるとともに、SO_x、NO_xの発生が炉内で抑制できる環境対応形ボイラとして流動層ボイラの実用化が急速に進んでいる。産業用としては、昭和59年春に北海道釧路市で株式会社釧路熱供給公社納め11t/hスラッジ炭燃焼流動層ボイラの商業運転を開始したほか、王子製紙株式会社苫小牧工場及び江別工場納めの、それぞれ製紙スラッジなどを燃料とした42t/h流動層ボイラと、選炭スラッジなどを燃料とした50t/h流動層ボイラを相次いで受注し、昭和60年5月及び10月の完成を目指し、設計製作に取り組んでいる。これらはいずれも燃焼コストの低減を図るという顧客のニーズに合致したもので、株式会社釧路熱供給公社納めボイラでは、従来投棄されていた低品位の選炭スラッジを燃焼させて市立病院などの公共施設に蒸気を安定供給しており、地元関係者から喜ばれている。このボイラの特徴としては、季節による負荷変化を考慮し、流動層分割による部分運転(スランピング運転)としたこと、通風機を蒸気タービン駆動としたこと、アキュムレータ設置で、できるだけ低負荷時でもスラッジ炭だけによる運転を継続できる設計としたこと、などである(図15)。

一方、事業用としては、昭和58年度に日立製作所と川崎重工業株式会社の2社で、電源開発株式会社九州支社若松石炭利用技術試験所用として発電出力50MW流動層ボイラ実証プラント

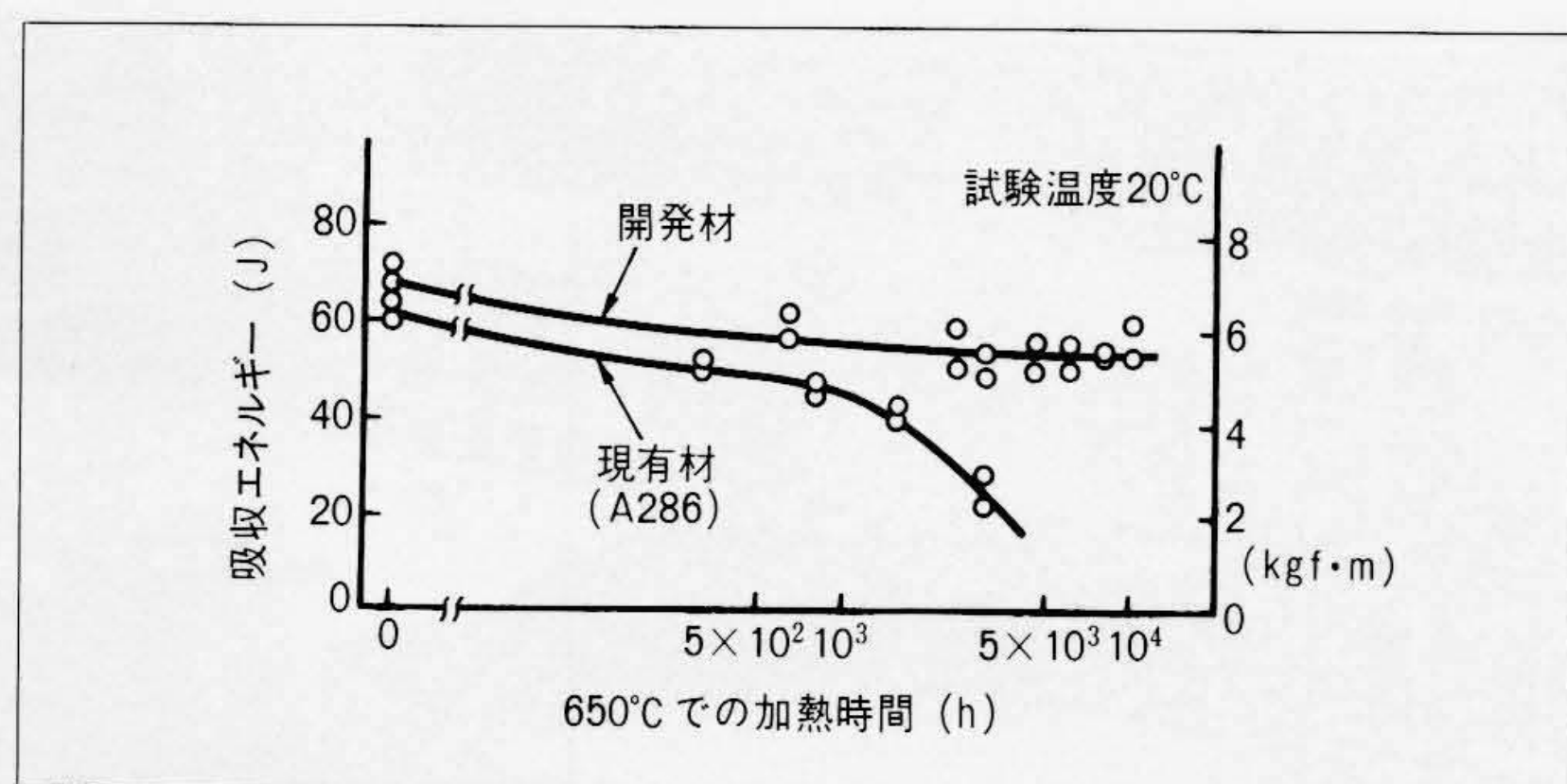


図17 加熱脆化特性

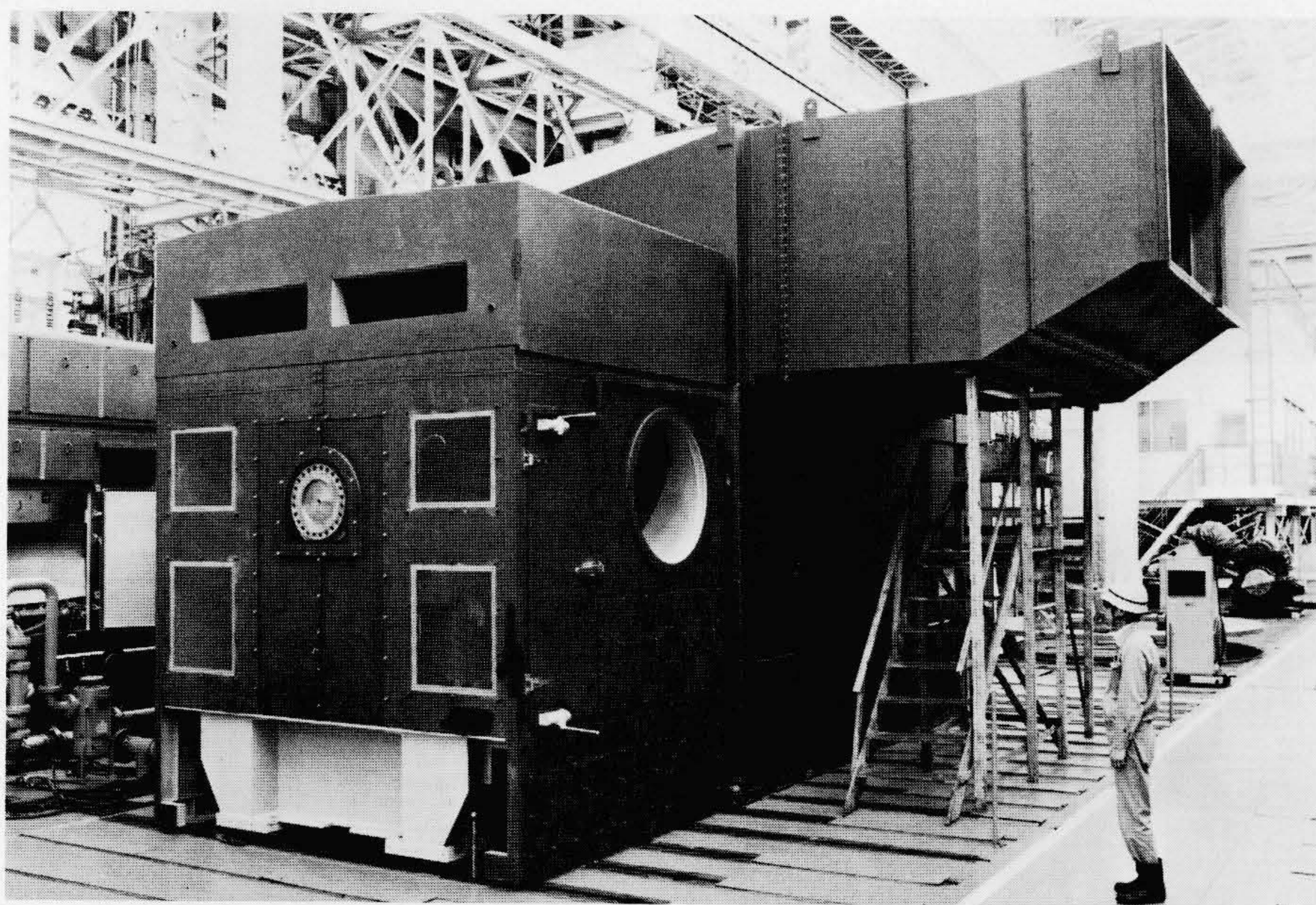


図18 工場完成したFS-6形ガスタービン発電機初号機

を共同受注した。このうち日立製作所は、主としてボイラ本体を担当している。これは、将来の商業ベース大容量化に向けて、環境対応性、負荷運用性、長時間運転の信頼性を実証することを目的としたもので、昭和62年度から5年間にわたって運転が予定されている。このボイラは幅広い炭種についての試験が実施できるように、主燃焼炉と再燃焼炉の組合せシステムを採用したこと、大容量化対応として2段積スタップ構造(図16)としたことなどが特徴であり、実証運転では石灰石炉内脱硫方式による排煙脱硫装置省略化の検証などを予定している。

超々臨界圧タービン材料の開発

発電効率向上レベル約8%をねらった蒸気条件650℃、352kgf/cm²超々臨界圧タービンロータ材料として、高温強度を損うことなく加熱脆化特性に優れた耐熱合金を開発した。

本合金の特長は、15Cr-26Ni-1.25Mo系合金(A286合金)の炭素及びチタン量を低減し、主要強化因子であるγ'

相(Ni₃(Al, Ti))の析出量を調整したこと、及び長時間加熱時に粒界に析出する粗大な炭化物を抑制したことである。

この結果、本合金は650℃加熱による靱性(吸収エネルギー)の低下が少なく、特に長時間側の特性が現有材に比べ優れている(図17)。

また、炭素及びチタン量を低くしてあるため、溶解・鍛造性も優れている。

MS6001B形ガスタービン発電設備初号機の完成

ヨルダン電力庁(Jordan Electricity Authority)納めMS6001B形ガスタービン発電設備2台の据付工事が現地で完了し、昭和59年12月、無事営業運転に入った(トピックス4ページ参照、図18)。

本MS6001B形ガスタービンは、最近のガスタービン市場の大容量化、高効率化の要求に合わせ、従来の主力機種であるMS5001形に代わる次期主力機として開発、設計された最新鋭機であり、次に示す優れた特徴をもっている。

(1) MS5001形とほぼ同一サイズで出

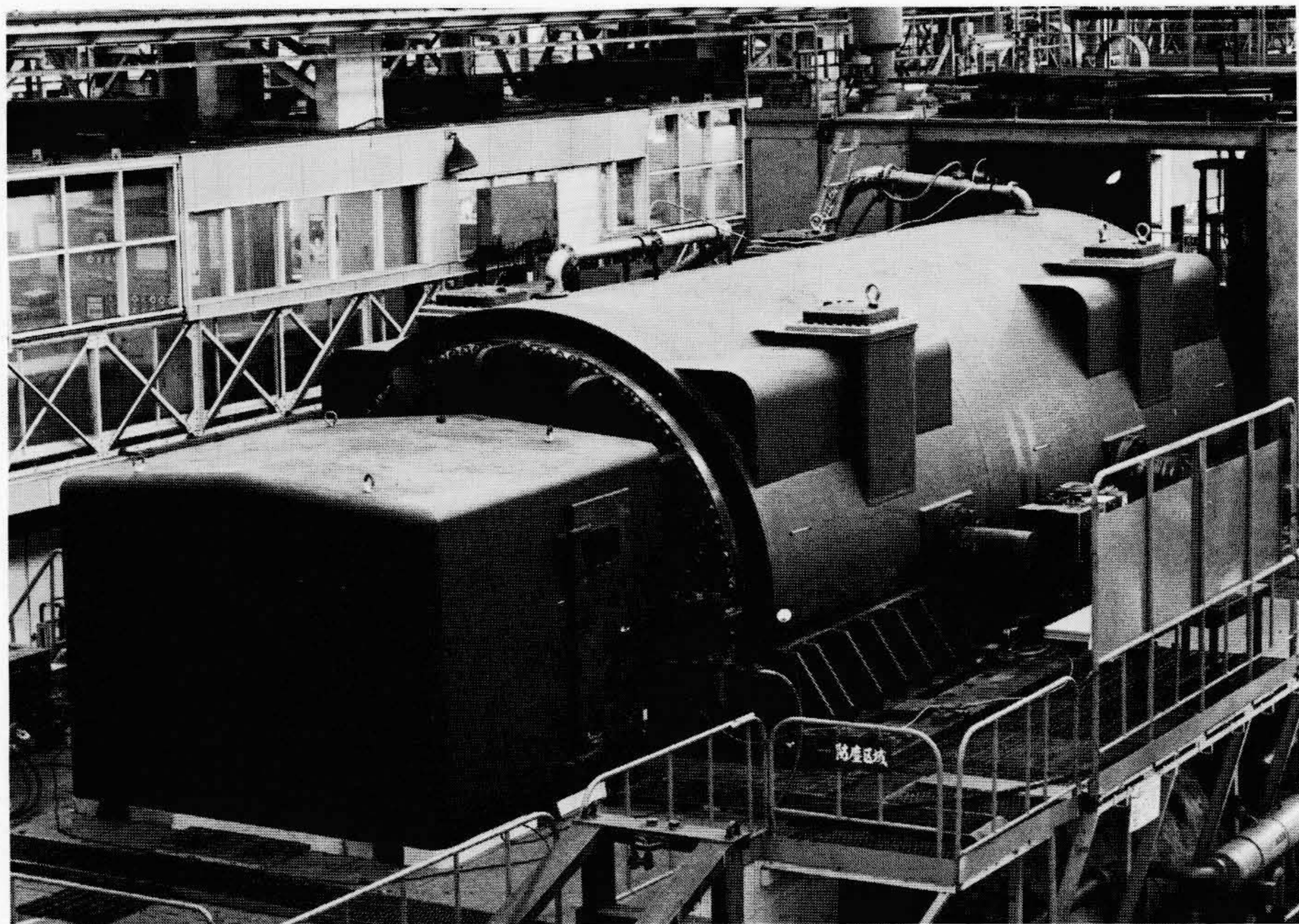


図19 工場組立完成の670MVAタービン発電機

力は50%増大

- (2) 燃焼温度の高温度化などによる熱効率の大幅向上(MS5001に対し相対比13%向上)
- (3) 最新のタービン翼冷却技術の適用
- (4) 良好な保守点検性の確保

表5に従来機種MS5001形ガスタービンとの主要仕様の比較を示す。

本発電設備で使用される発電機も、MS6001B形ガスタービン仕様に合わせて開発された新設計品であり、以下のような最新技術が採用されている。

(1) 回転子の直接空気冷却方式を採用し、冷却改善を行なって発電機のコンパクト化を達成した。

(2) 冷却空気吸入系統にはセルフクリーニング方式のエアフィルタを採用するなど、よりいっそうの信頼性向上を図った。

また、ガスタービンと発電機間に設置される減速機は、伝達容量4万kWの歯車式で、高速・大容量形としては日本国内記録品である。

今回のMS6001B形ガスタービンの完成により、日立製作所は発電用、機械駆動用を含めて、GE形ヘビーデューティガスタービンの全機種のラインアップをそろえたことになり、顧客の多様なニーズに対し十分対応できる体制が整えられた。

600MW級最大容量タービン発電機の完成

このたび完成した北海道電力株式会社苫東厚真発電所2号機納めの670MVAタービン発電機は、50Hz、二極機としては国内最大容量機である。本機は石炭火力プラントで使用されるもので、主要系統火力として運用されるため、設計・製作に際しては高い信頼性が確認された新技術が適用されている。高効率化対策についても多くの項目が採用されており、中でも固定子巻線には混合素線、上下異断面コイルを採用して、発生損失の低減及び温度の均一化を図っている。また、回転子巻線の温度低減として、空隙間に入排気の隔壁を設けるガス仕切りバッフル方

式を採用している。

励磁方式には静止形を採用し、速度や保安性の向上を図っている。なお、本機は火力用タービン発電機として静止形励磁方式を採用した単機最大容量機である(図19)。

火力発電所信頼性技術の向上

ボイラ設備全体の信頼性向上は、近年ますます重要な技術的課題となっており、日立製作所としても重点的に開発に取り組んでいる。これらの中で、ボイラ耐圧部の熱応力監視システム、制御弁などのバルブモニタリングシステムは、ボイラ予防保全技術とも関連して開発されたものである。

更に、ボイラの燃焼監視は運転制御の自動化を進める中で重要な位置を占めており、この信頼性が自動化の生命と言える。この中で日立製作所として開発を進めてきたME形(Multi-Eye)フレームデテクタは、従来形フレームデテクタにない下記のような特徴をもっている。

本フレームデテクタは、最近の光ファイバ技術を応用してバーナ火炎方向に3個の視野を設け、更に2波長の複合光電セルを組み合わせることにより、対象の火炎について空間及び波長領域と従来形に比べて6倍の火炎情報を抽出するとともに、16ビットマイクロプロセッサを中心とした情報処理部により、時間領域と周波数領域の両面にわたる解析を行ない、これらの解析結果から、対応するボイラ運転状態に応じて最適の設定値を自動的に決定する学習機能をもっている。ヘッド内には冷却空気を流し、汚れ防止を行ない検出機能の維持を図っている。上述のように豊富な火炎情報を利用して、バーナ燃焼状態監視機能を提供するインテリジェント形フレームデテクタである。なお本製品は、実缶による実証試験を重ね、近く発電所に納入される運びとなっている(図20、21)。

既設火力発電所の燃料転換に伴う制御装置の更新

火力プラントでは、石油燃焼からLNG又は石炭燃焼への転換が相次ぎ、制御装置は従来にも増して制御性・信頼性・保守性の向上が要求されてきた。このため、デジタル技術を応用し、機能の高度化と故障診断機能の充実による高信頼化を図って対応してきた。一例として、デジタル式ボイラ自動制御装置(図22)の概要について説明する。制御面では先行予測制御機能を付

表5 従来機種MS5001形ガスタービンとMS6001形ガスタービンの主要仕様比較

機種 仕様	MS6001	MS5001
出力	36,600kW	24,000kW
効率(LHV)	30.9%	27.4%
燃焼温度	1,104℃	943℃
圧縮比	11.7	9.8
排気温度	543℃	485℃
回転数	5,100rpm	5,100rpm
圧縮機段数	17段	17段
タービン段数	3段	2段
燃焼器	10個	10個

注：ISO条件

加して蒸気温度制御性の改善を図り、負荷応答性をアナログ式の2倍以上に向上することができた。保守面ではCRT化メンテナンスシステムを開発し、制御ブロック図から直接プログラムできるようにし、改造工数を従来の $\frac{1}{5}$ に低減した。本システムは石炭燃焼では中国電力株式会社水島火力発電所1、2号機ほか2プラント、LNG燃焼では東京電力株式会社横浜火力発電所3号機ほか3プラントに納入し、いずれも順調に稼動している。

火炎画像によるボイラの燃焼監視技術の開発

微粉炭燃焼ボイラでの燃焼状況の把握は、高効率・環境対策上で重要なフ

ァクターである。従来、ITVカメラでモニタしオペレータが燃焼状態を判断していたが、今回、燃焼状態の監視を自動化するとともに、新規ボイラやバーナの評価に有効な燃焼監視システムを開発した。本システムは、イメージファイバを用いて燃焼火炎を直接監視し、火炎画像を計算機に入力して画像処理技術により火炎の特徴を抽出し、NOxや未燃分などの生成量を定量的に推定するものである。

高温雰囲気での火炎計測のため、水冷式セラミック管でファイバを保護し、エアパージにより先端部の防塵について対策している。また、特定波長の火炎を検出することにより周囲の影響を除去し、監視の信頼性を高めている(図23)。

電力会社向け石炭燃焼ボイラ用移動電極形電気式集塵装置の納入

中国電力株式会社水島発電所1号、2号石炭燃焼ボイラのばい塵処理用として建設中であった移動電極形電気式集塵装置が完成した(図24)。本装置は電力用に世界で初めて採用された画期的な設備で、1号機及び2号機は、それぞれ昭和59年7月及び5月に営業運転を開始し、計画値を十分に満足する性能で好調に運転中である。今後、本装置の完成により電力用海外炭燃焼ボイラのばい塵処理用など、その需要の増大が期待される。

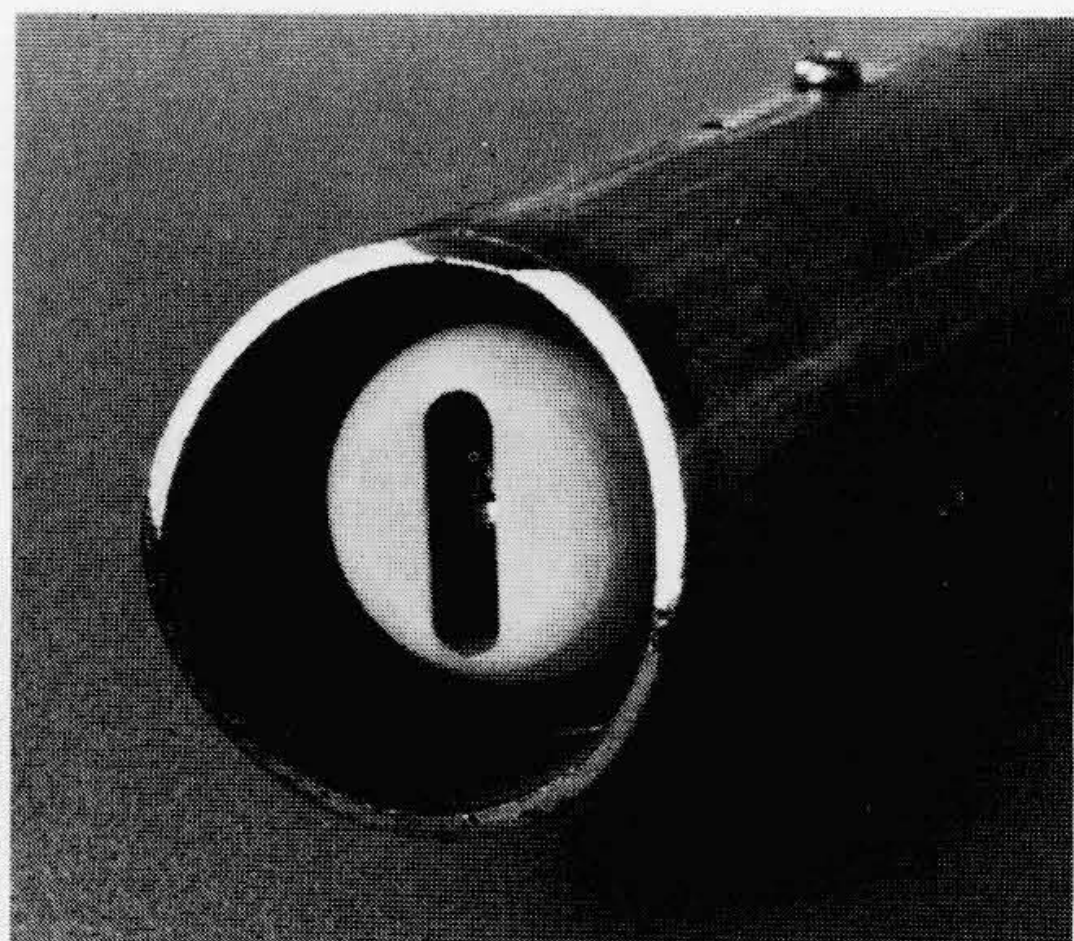


図20 ME形フレームデテクタヘッド先端形状

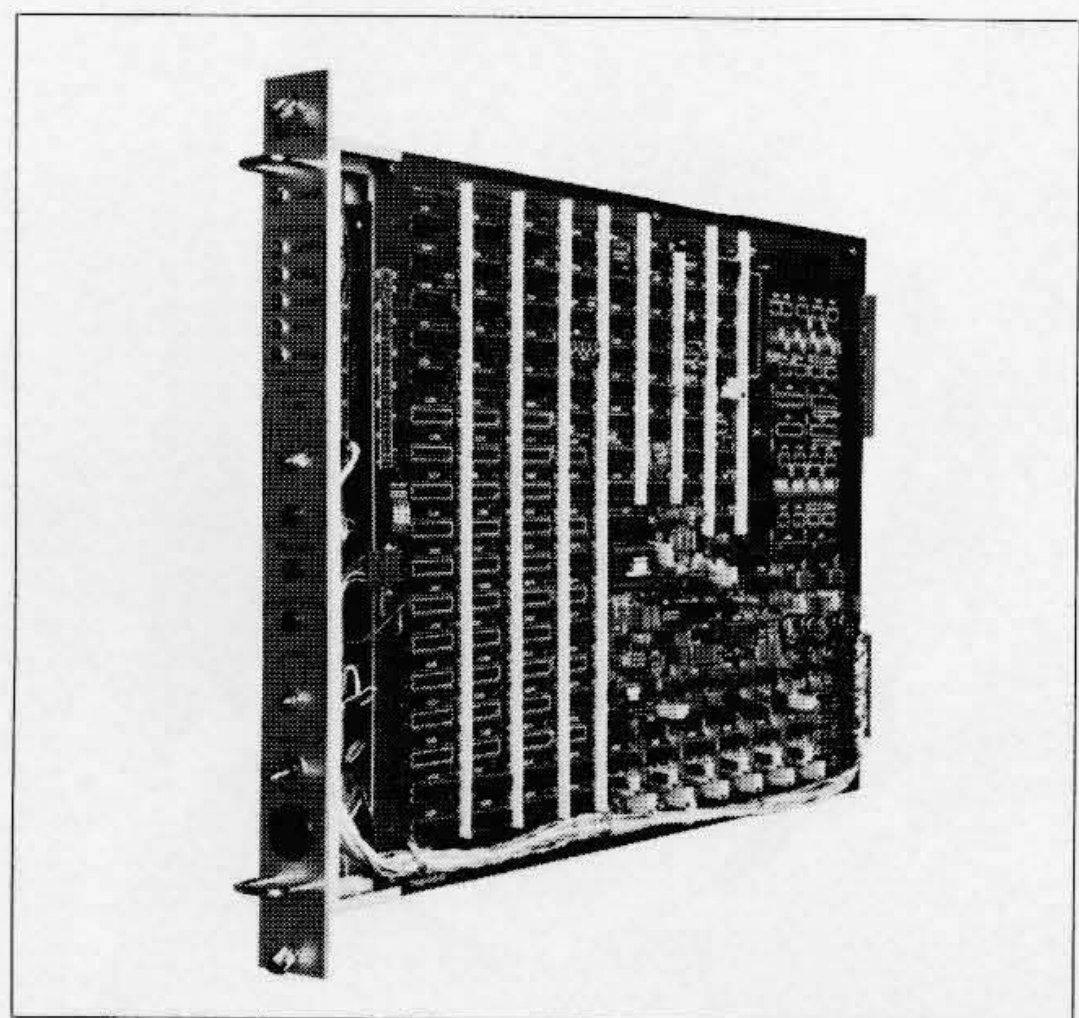


図21 ME形フレームデテクタ信号処理部



図23 燃焼監視状況表示例

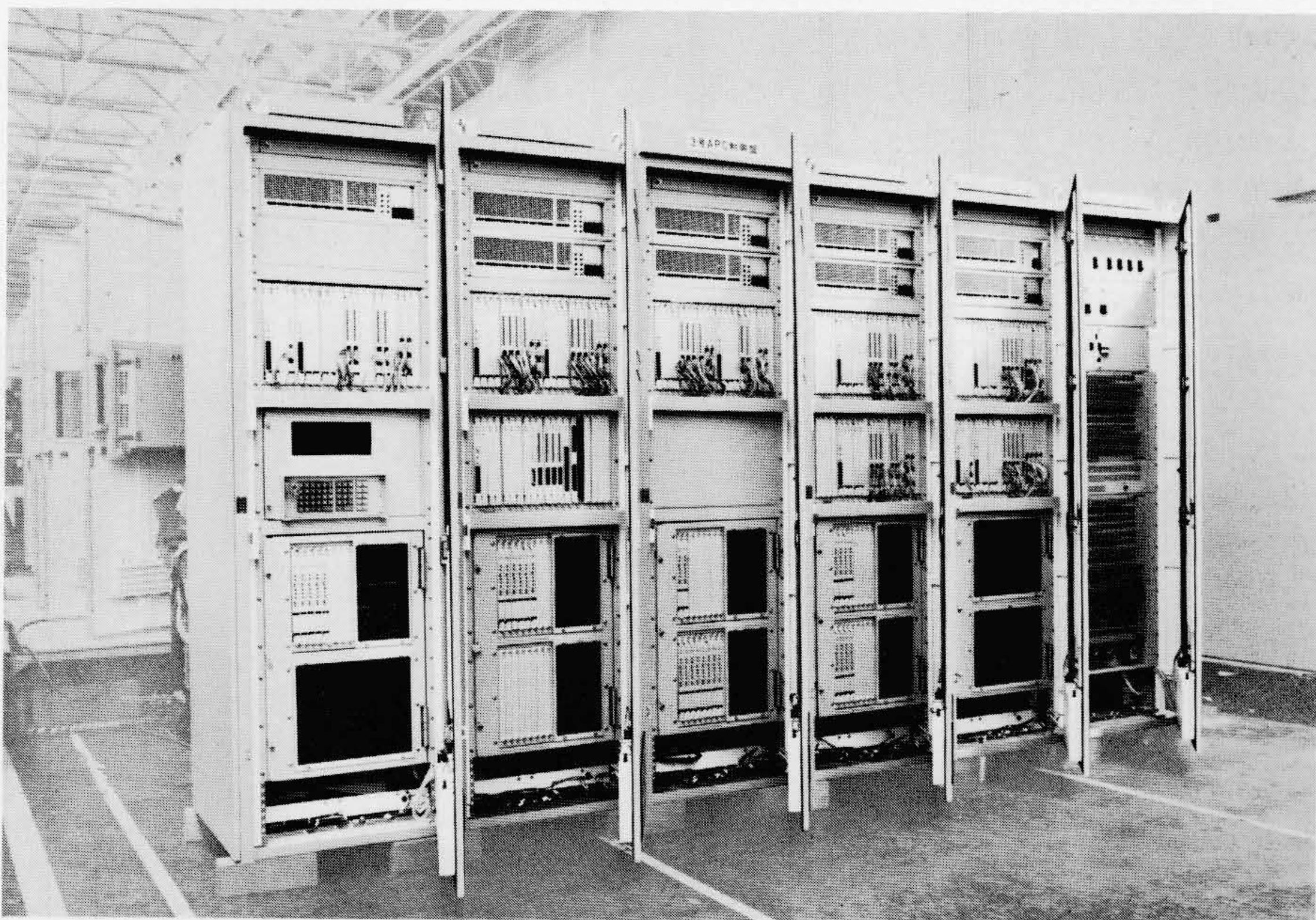


図22 デジタル式ボイラ自動制御装置

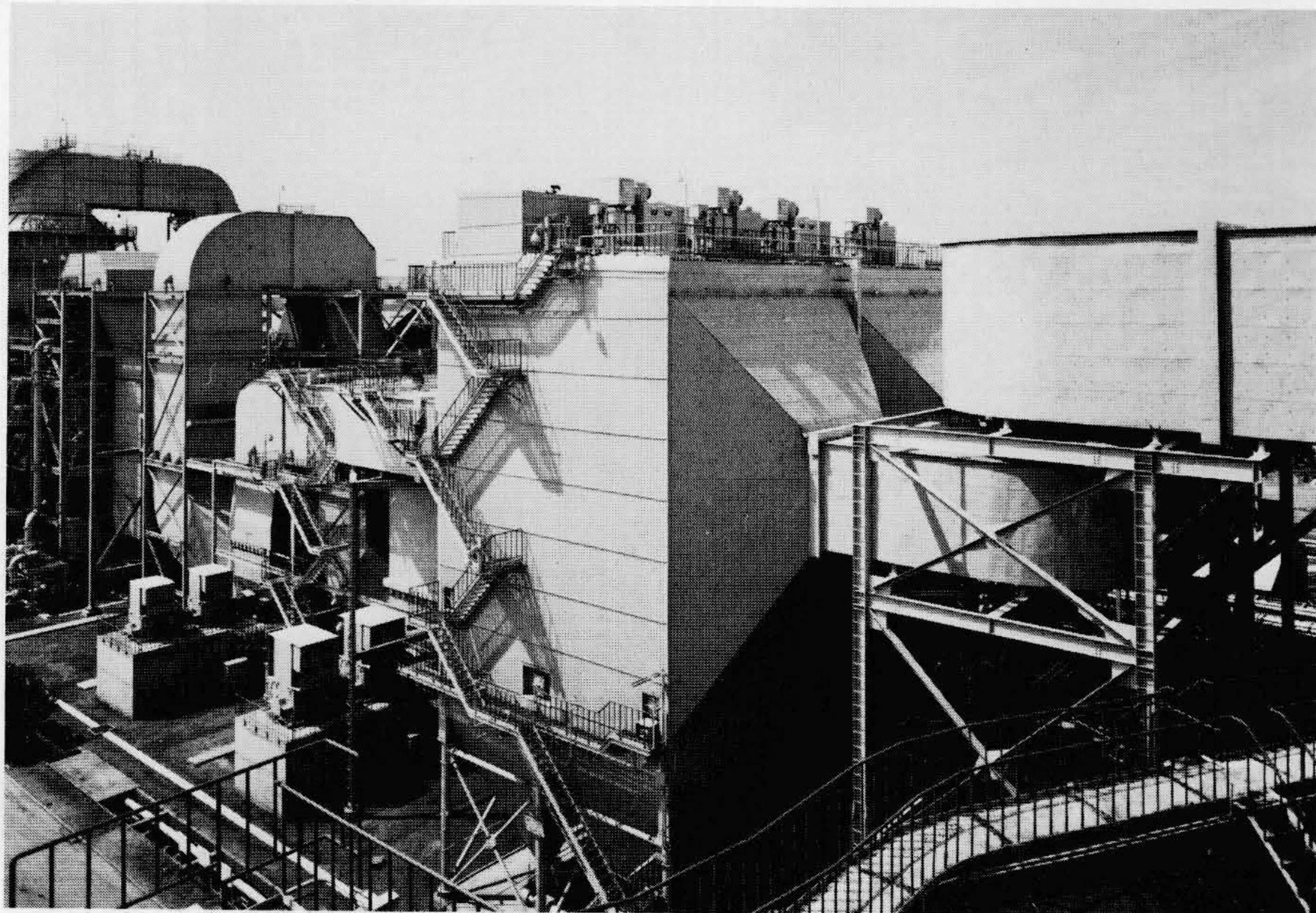


図24 完成した移動電極形電気式集塵装置

水力発電設備

米国ヘルムス発電所納め ポンプ水車の完成

米国パシフィック ガス アンド エレクトリック社(本社サンフランシスコ市)ヘルムス揚水発電所納めポンプ水車3台が、昭和59年4月～6月に相次いで営業運転を開始した。ヘルムス揚水発電所は、カリフォルニア州フレズノ市の東方80kmに建設された出力112万5,000kWの大規模な地下揚水発電所である。

同ポンプ水車は現在運転中のものとしては世界最大容量機であると同時に、米国で初めて落差500mを超えた高揚程大容量ポンプ水車であるが、良好な運転特性が得られている。ポンプ水車の心臓部に当たるランナは、13Cr-5Niステンレス鋼の一体鋳造であり、最大外径は5.2m、運転中のランナ周速は約100m/sにも及ぶ(図25)。溶接などの現地作業を低減するとともに、水压試験を工場で実施できるよう、スパイラルケーシングは4分割フランジボルト締結としている。

主な仕様を次に述べる。

- (1) 形式：VFR-IRS
- (2) 最大出力：414MW
- (3) 最高落差：531.6m
- (4) 最高揚程：541m
- (5) 最大揚水量：73.6m³/s
- (6) 回転速度：360rpm

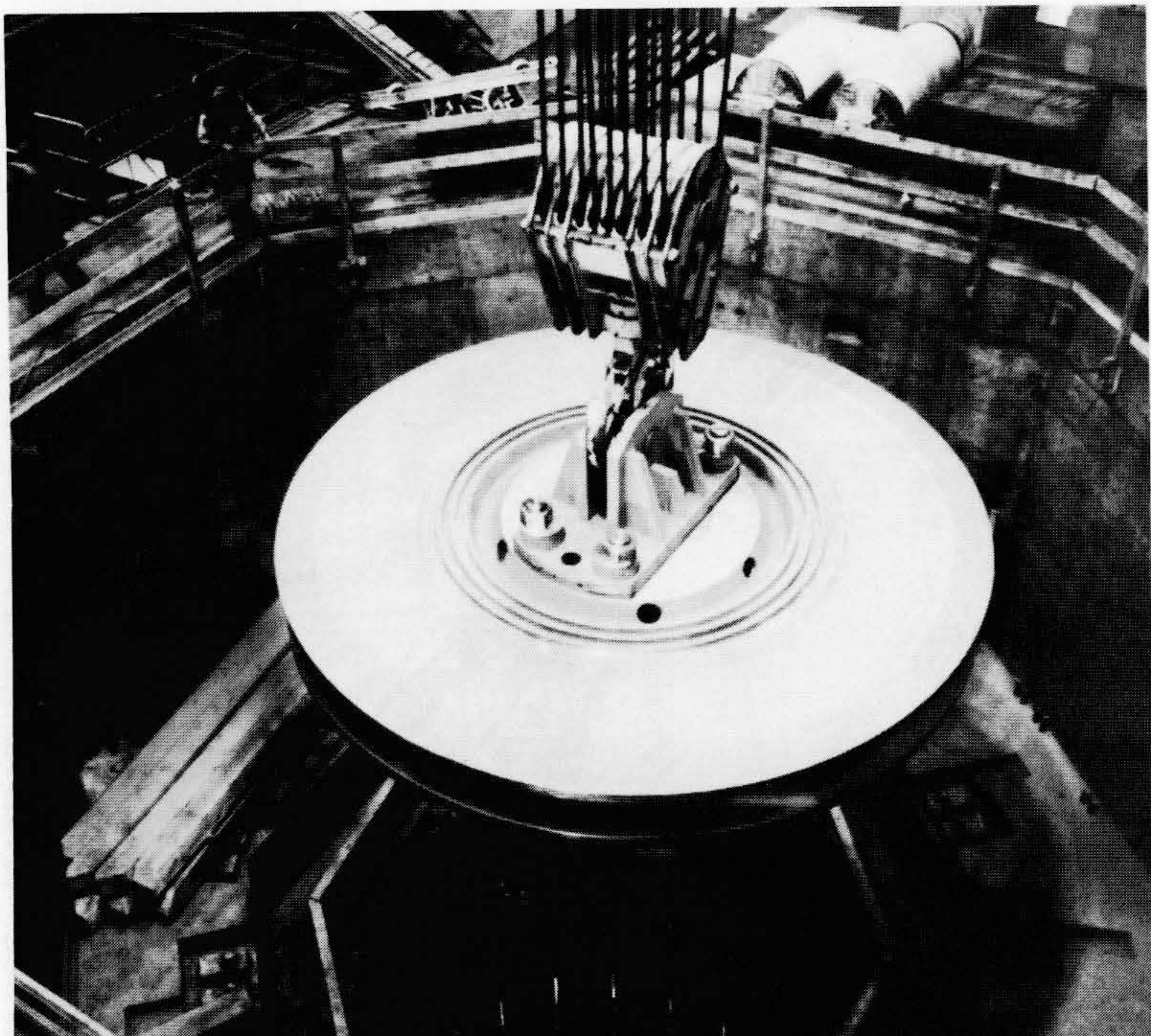


図25 パシフィック ガス アンド エレクトリック社ヘルムス揚水発電所納め414MWポンプ水車ランナつり込み

低落差用水力発電機器の開発

最近、残存水力エネルギーの有効活用のため、カプラン水車、チューブラ水車などの低落差機の建設が活発化している。日立製作所では、かねてからこのようなニーズに対応して低落差用水車の開発に重点をおき、高性能化と信頼性向上に努めてきた。性能については、3次元流れ解析と計測技術を活用し、流水部の最適形状化を検討し効率及びキャビテーション特性の改善を進めてきた。また、設計・製作面では、ランナベーンの翼形設計とNC加工用データを一元化し、CAD/CAM一貫システムとして、高能率化、高精度化を実現している。

一方、構造、強度の面では、バルブ形水車に関する支持方式の検討を実物相似模型を用いて行なうなど、構造、強度と土木との協調を図り、信頼性に十分配慮している。

このような研究開発の成果として、低落差機に関する高性能水車モデルのラインアップが完成されることとなり、最近、受注の確保に大きく寄与している。

図26に、米国、フライアント・カーン発電所納め、19,620kW、チューブラ水車のガイドベーンケースの工場組立状況を示す。

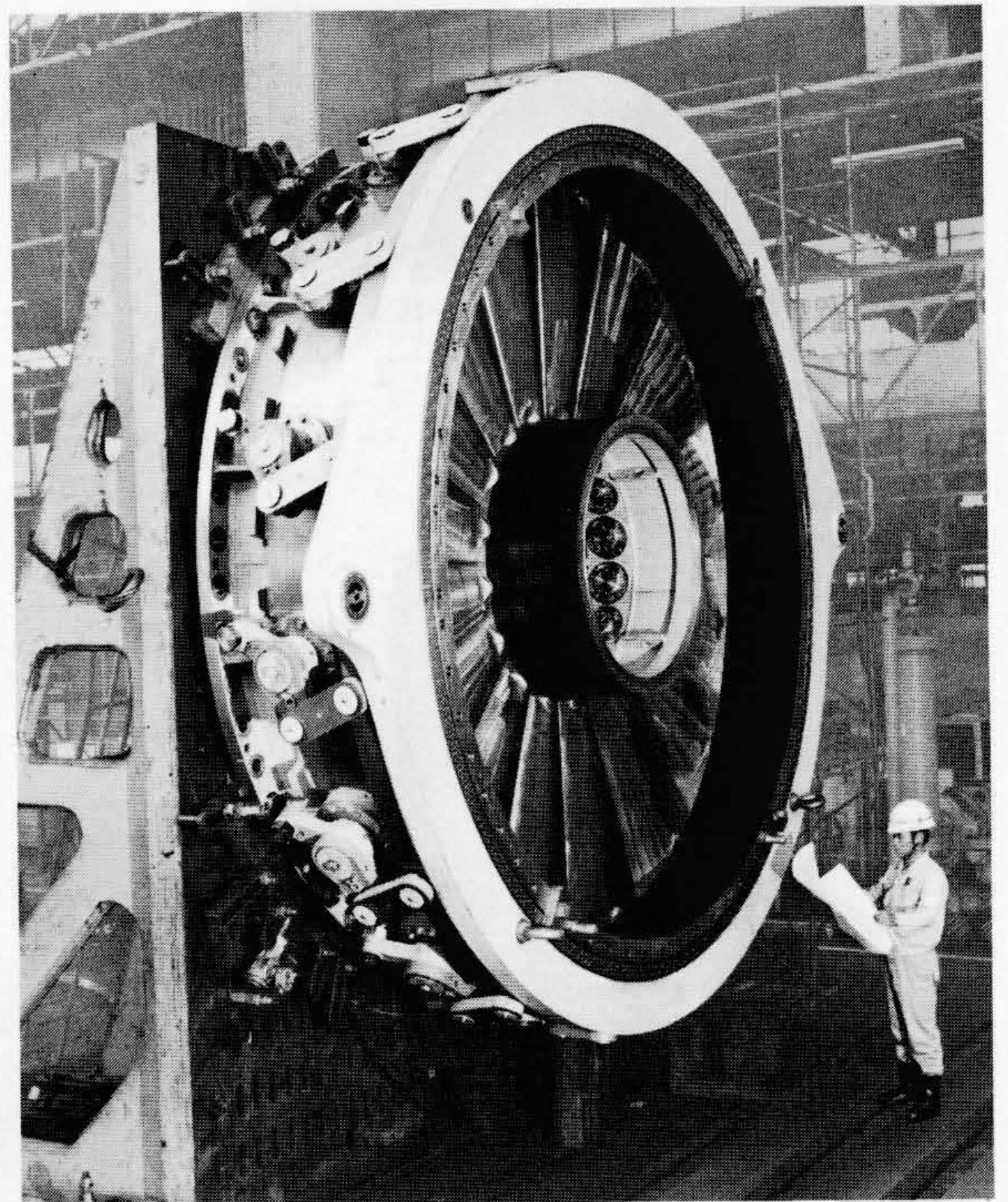


図26 フライアント・カーン発電所納め19,620kWチューブラ水車用ガイドベーンケース工場組立状況

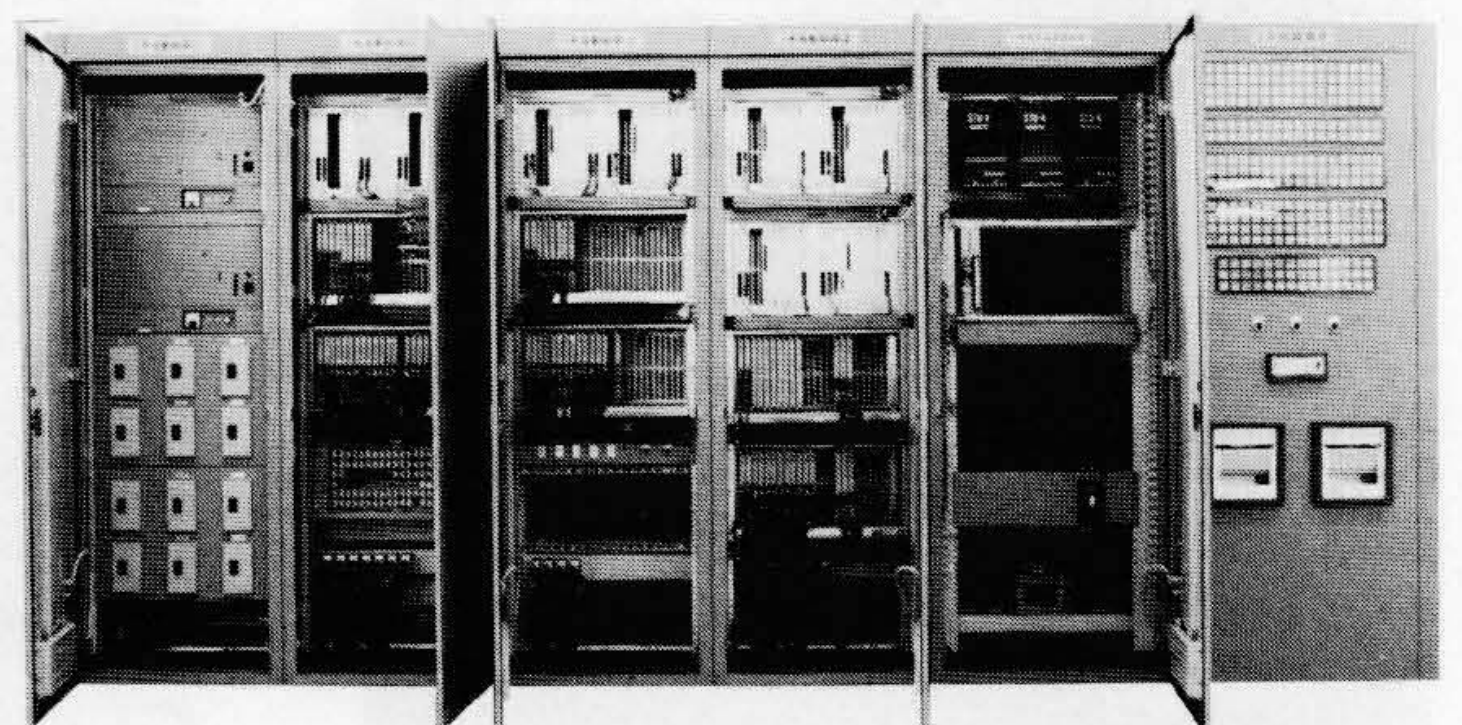


図27 九州電力株式会社天山発電所向け制御装置の外観

九州電力株式会社天山発電所 向け揚水発電所用制御装置の 完成

316MW揚水発電所用制御装置が工場完成し、各種組合せ試験を実施し所期の性能を満足することを確認した。制御装置は、マイクロプロセッサを応用したデジタル制御方式で、装置及び電源の二重化の採用による高信頼度化、運転モードごとに異常状態を監視して、異常情報をローカル表示するシーケンスモニタの監視機能を充実し、保守点検の容易化を図った。

またリモート入出力方式を採用し、地上制御室と地下発電所配電盤室間の信号伝送ケーブル、発電所内の配電盤室と各種現場機器間のケーブルの大幅削減、ケーブル工事の容易化を実現した。図27に制御装置の正面外観を示す。

送変電機器

550kVガス絶縁開閉装置を完成

このたび、九州電力株式会社新熊本変電所へ550kVガス絶縁開閉装置を納入した。本ガス絶縁開閉装置は、酸化亜鉛避雷器の分散配置により、LIWL（絶縁レベル）を1,550kVに低減し、かつ550kV三相一括母線を採用するなどの新技術適用により経済性の向上を図る一方、内部故障の早期発見による突発故障の未然防止を図った変電機器の予防診断技術を取り入れた変電所総合監視システム（光伝送デジタル方式）

など、種々の最新技術を駆使している。

更に、二平面直線配置構成の採用により、分岐母線長の短縮を図るとともに、機器のロープロファイル化、簡素化、耐震性の向上及び環境調和を図り、また2点切りガス遮断器（従来は4点切り）を新たに採用し、部品点数の低減と信頼性の向上を図っている（図28）。

高効率500kV、1,000MVA変圧器を完成

UHV絶縁技術を応用した500kV変圧器としては、これまでに14台を製作納入し、いずれも既に運転中である。これらの実績を踏まえ、更に一段と高効率・小形化を図った中部電力株式会

社信濃変電所納め500kV、1,000/3MVA変圧器6台が完成した。本変圧器は主巻線を1相当たり1脚としたセンタコア構造で、タップ巻線を側脚に配置し負荷時タップ切換器を内蔵している。また、鉄心材質の向上、内部構造金具の非磁性化、非金属化を積極的に行ない、損失の低減を図った。更に、変圧器の負荷率及び周囲温度の条件に応じてファン及び送油ポンプの回転数を連続的に制御する可変速運転方式を採用し、変圧器の全損失を運転中常に最小にする方式としている（図29）。

500kV FM電流差動キャリアリレー装置の開発

FM電流差動キャリアリレー装置は、昭和52年に世界第1号機を中部電力株式会社中信変電所、高根発電所（ほか）275kV送電線保護用として納入して以来多くの納入実績を挙げ、それらの成果をもとに、今回500kV系統用FM電流差動キャリアリレー装置を開発した。本装置は、主幹系統保護用として、故障除去3サイクル化（遮断器2サイクル含む。）の高速動作を実現しており、従来の4サイクル仕様に比較し1サイクルの時間短縮を図ることで系統の過渡安定度・送電容量を大幅に向上することを可能にした。また、従来より数多くの実績をもつ、日立独自の故障電流の正・負両波の時間幅判定方式の採用などの、高信頼度設計思想を盛り込んでいる。本開発品の1号機は、中部電力株式会社500kV信濃幹線用として昭和59年9月顧客立会を終了し、納入完了した（図30）。

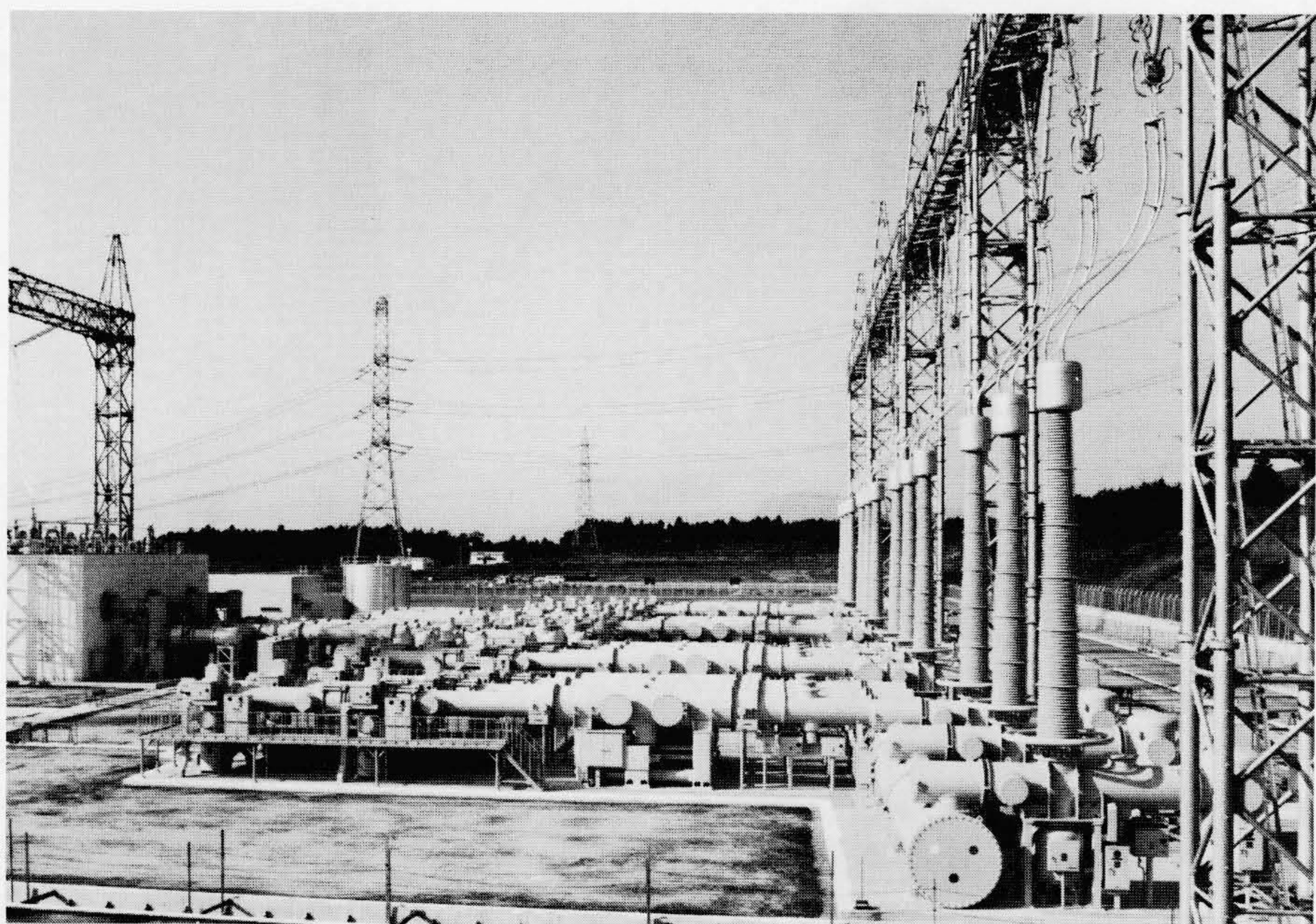


図28 550kVガス絶縁開閉装置を完成

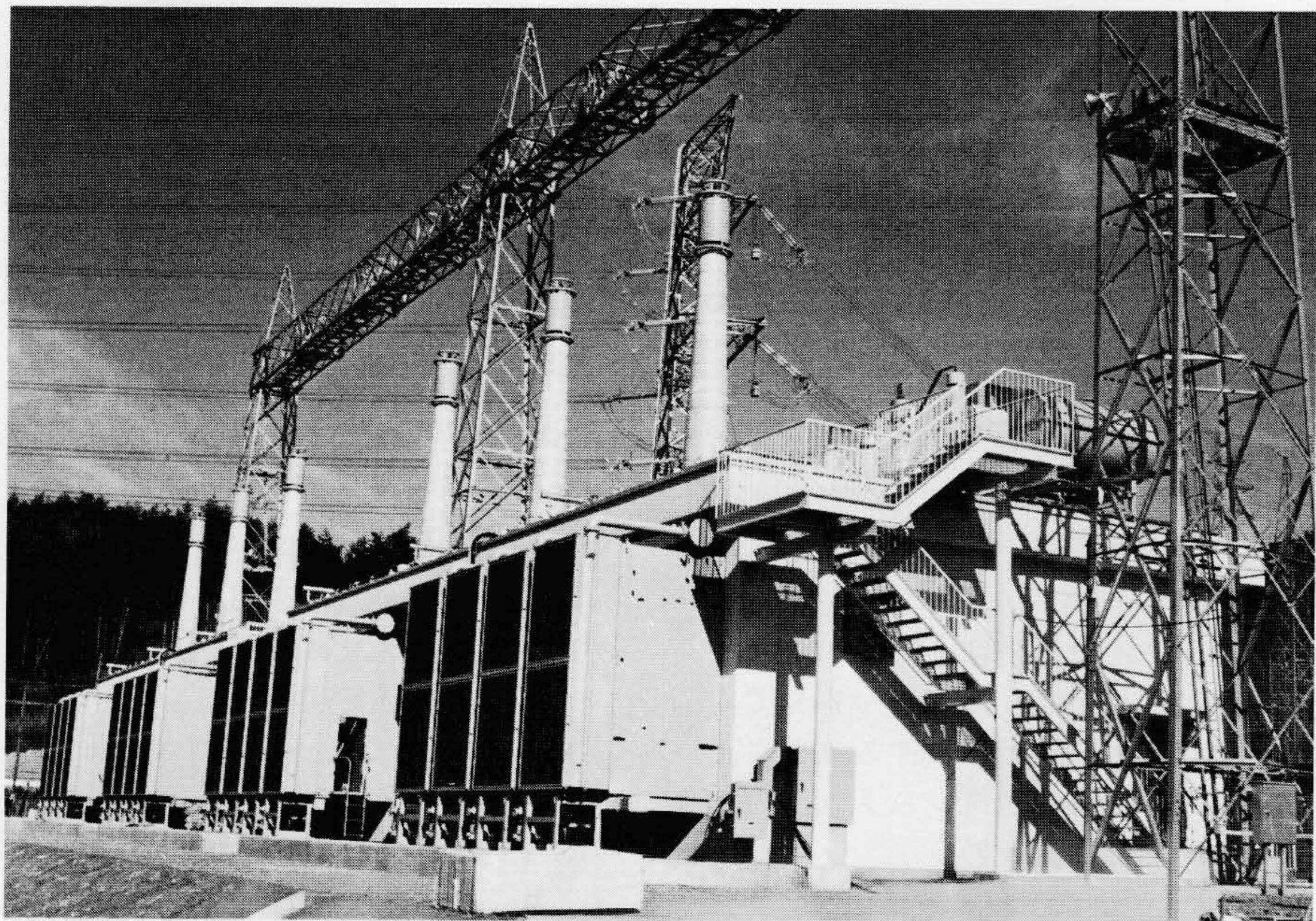


図29 中部電力株式会社信濃変電所納め500kV、1,000/3MVA変圧器

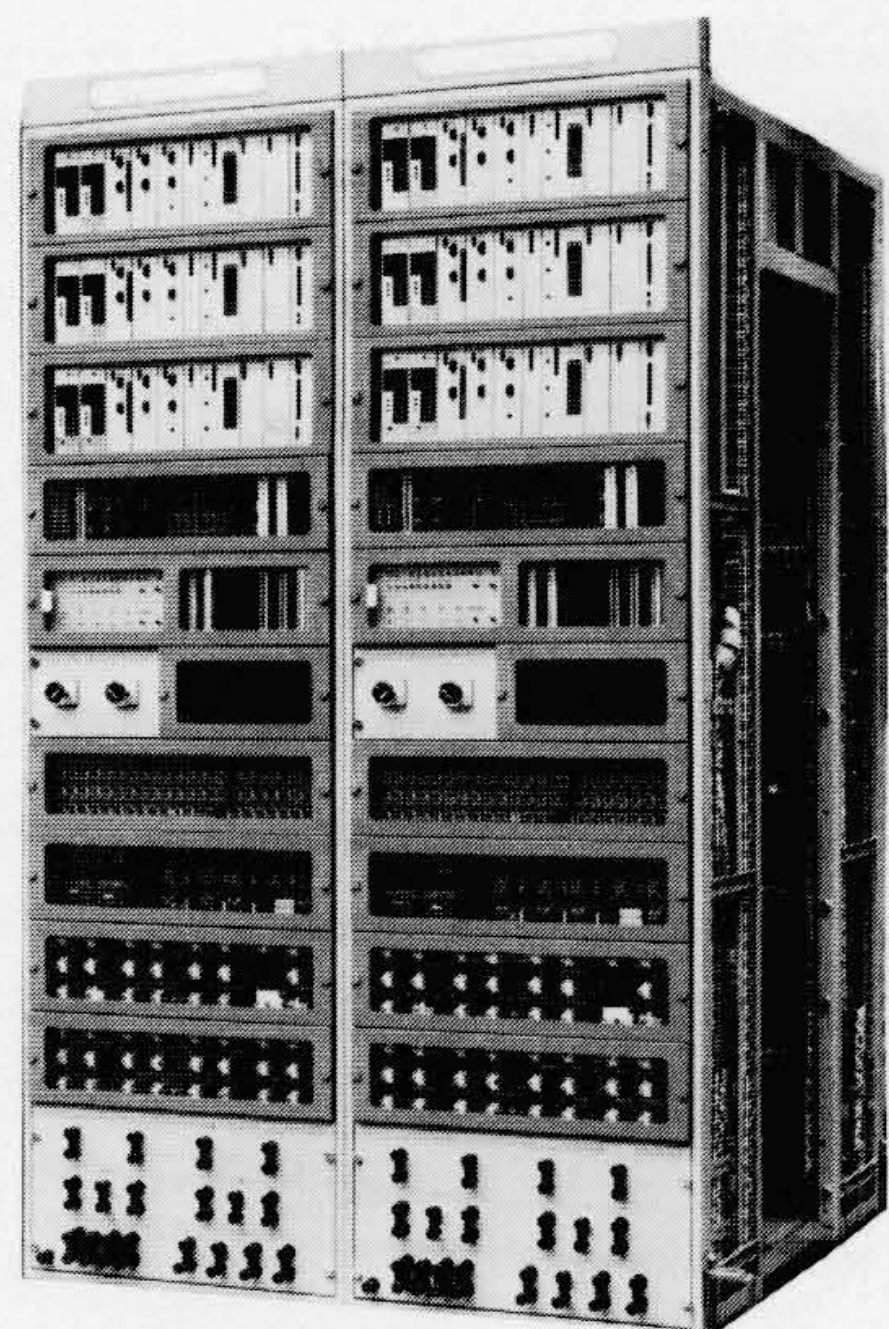


図30 500kV FM電流差動キャリアリレー装置

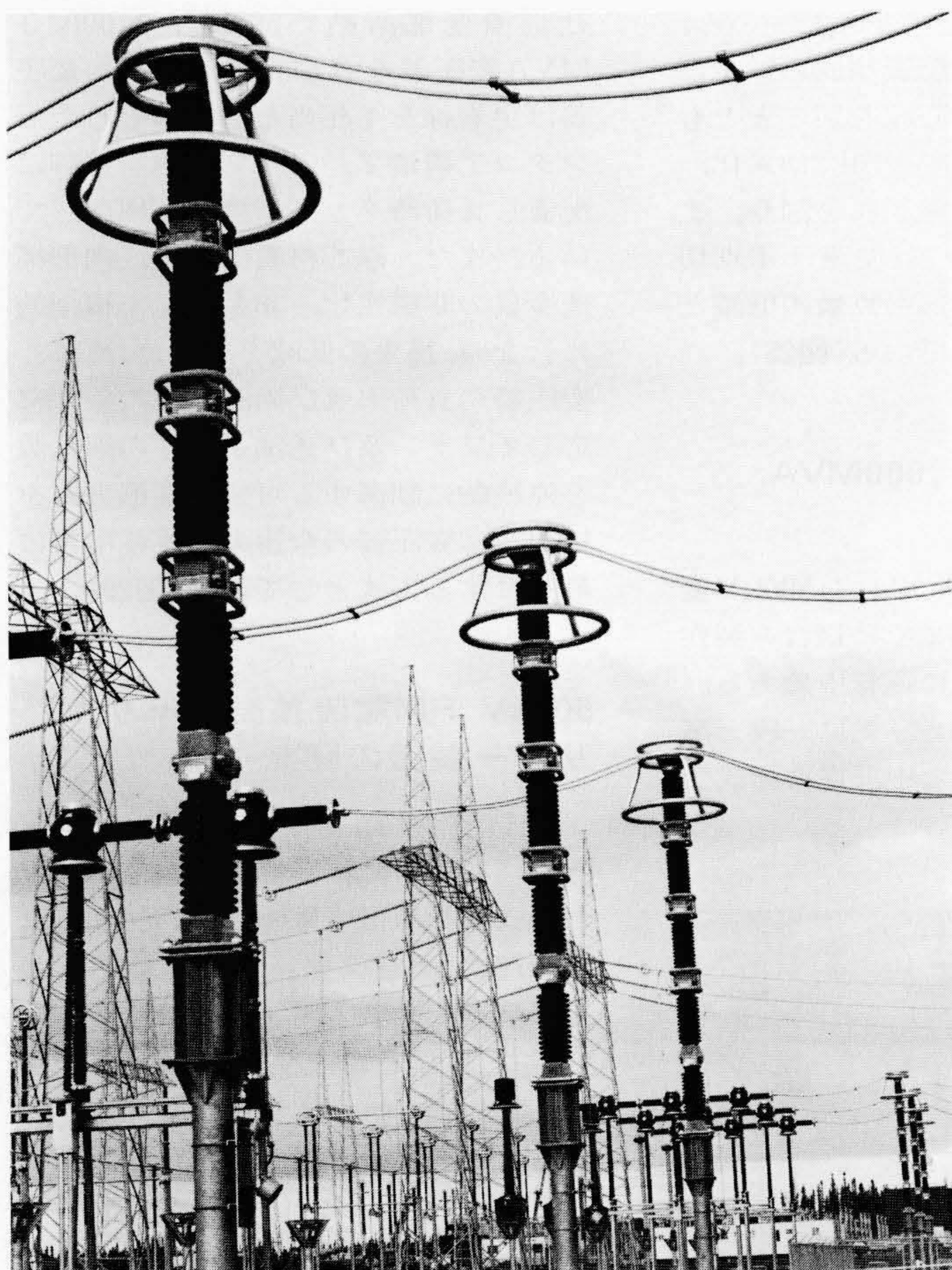


図31 カナダHydro Québec電力会社納め735kV系統用酸化亜鉛避雷器の現地写真

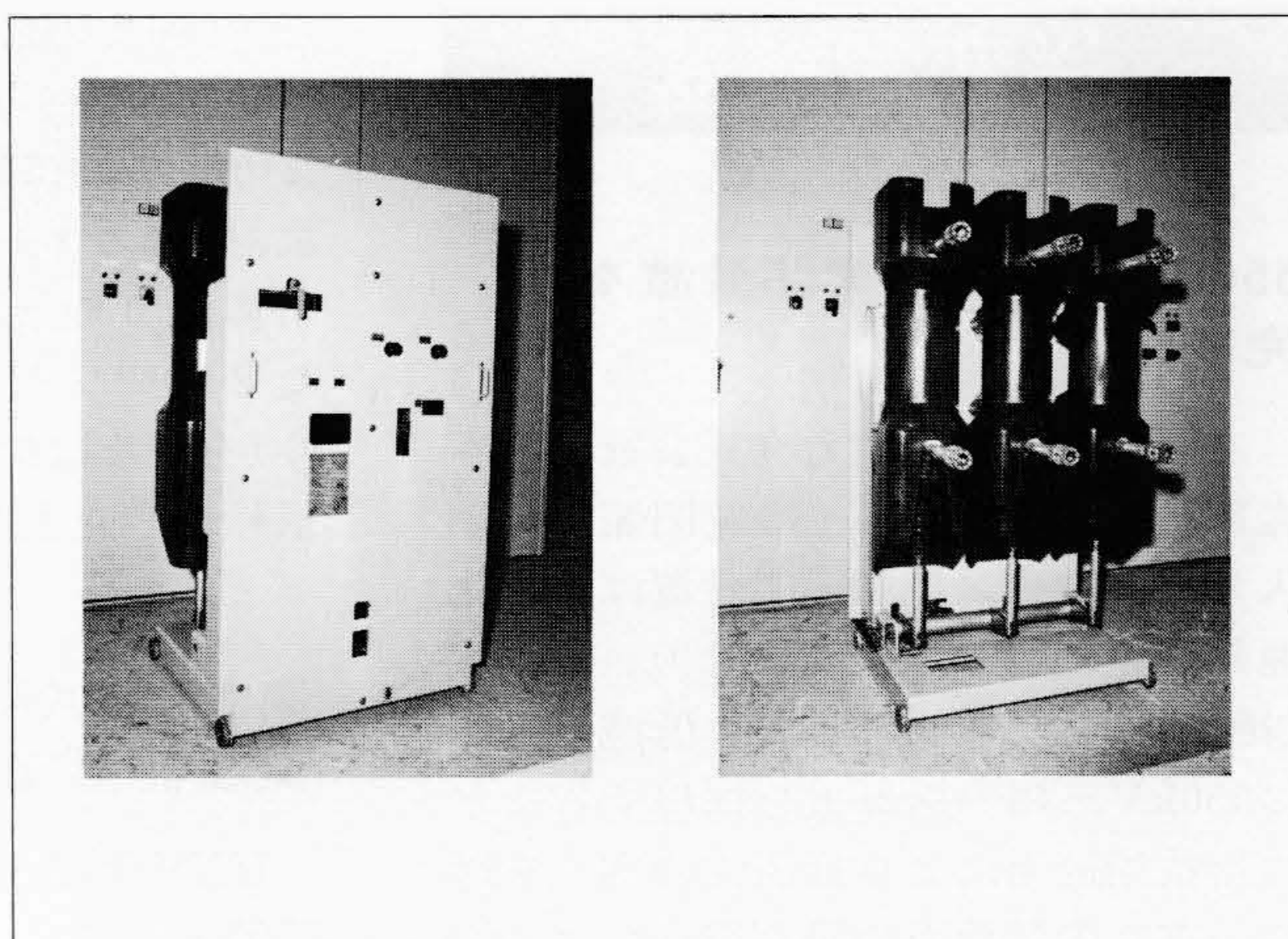


図33 新形36kV, 1,200A, 25kA真空遮断器

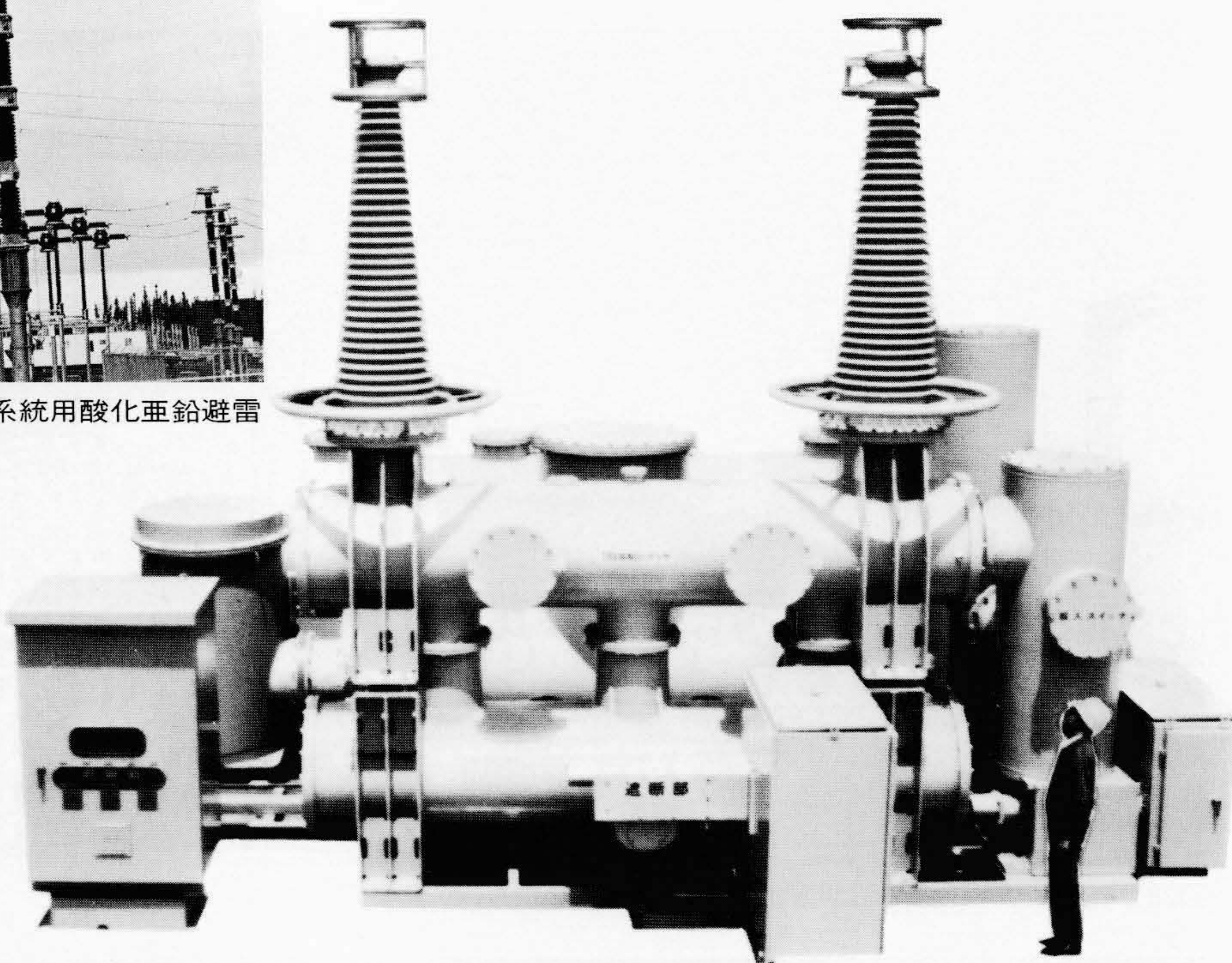


図32 250kV, 8kA直流遮断器

カナダHydro Québec電力会社 納め735kV系統用酸化亜鉛 避雷器

カナダHydro Québec電力会社から735kV系統用酸化亜鉛避雷器を受注製作していたが、このたび現地据付けが完了し運転に入った(図31)。本器は、世界的にも権威のあるカナダのIREQ超高压大電力研究所で世界各国のメーカーが参加して防爆試験を実施し、最も優れた特性であることが評価されたことにより75相分を受注したものである。本器は保護レベルの実質精度 $\pm 0.2\%$ という厳しい仕様のものであるが、設計製作に当たり、これまでのUHV用酸化亜鉛避雷器の開発によって得られた長寿命・高耐圧素子を適用し、更に、高精度電界解析技術、有限要素法の応用による素子熱破壊メカニズムの解析、高压流体のフロー解析などの高度な技術を駆使して、厳しい要求仕様にこたえるとともに、信頼性の向上を図った。

世界最大容量直流遮断器の 開発

定格電圧250kV、定格遮断電流8,000Aの世界最大容量直流遮断器の開発に成功した。逆電流挿入方式の採用により大電流遮断を可能にし、充電装置を省略して簡単な構成とした。更に、遮断部にパッファ形ガス遮断器を適用し、他の構成機器もSF₆ガス封入のデッドタンク内に収納した。このため安全性、信頼性が高く、保守が容易である。なお本器を直列接続することにより、500kV級直流送電システムへの適用も可能である(図32)。

真空遮断器の新シリーズ

このたび、36kV、25kA真空遮断器のモデルチェンジにより、定格電圧3.6～36kV中圧クラス真空遮断器の全シリーズが完成した。図33に新形36kV真空遮断器の外観を示す。電極には日立製作所独自の多極性平行磁界方式を採用し、小形・軽量化を図った。

7.2kV、20kA以下の汎用真空遮断器では、さい断電流が0.7A以下(従来品に比べ約 $\frac{1}{10}$)の新電極材料を使用し、電動機、変圧器などの低絶縁負荷に対してもサージ保護装置の不要な低サージ真空遮断器もシリーズ化し、多様化する顧客のニーズに十分対応できるものとした。

直流500kV，3.3kA級 光直接点弧サイリスタバルブ の開発

電源立地の遠隔化，大規模集中化に対応する大容量・長距離送電として，直流送電は交流送電に比べて立地面，経済性及び運用面で優れている。その実用化に当たっては，直流送電の心臓部であるサイリスタバルブのなおいっそうの高信頼度化が望まれていた。

今回開発した光直接点弧サイリスタバルブは，通商産業省の重要技術研究開発費補助金(昭和56～58年度)を得て開発したもので，世界最大容量の4,000V，3,000A光直接点弧サイリスタ素子及び1W光出力発光ダイオードなどを使用し，部品点数を従来の電気点弧方式の約 $\frac{1}{5}$ に低減でき高信頼度化が，また，約30%の小形・軽量化が果たせた。

また，光直接点弧サイリスタバルブは直流送電だけでなく，SVC(静止形無効電力補償装置)，サイリスタ始動装置などの大容量サイリスタ変換器への適用も可能である(図34)。

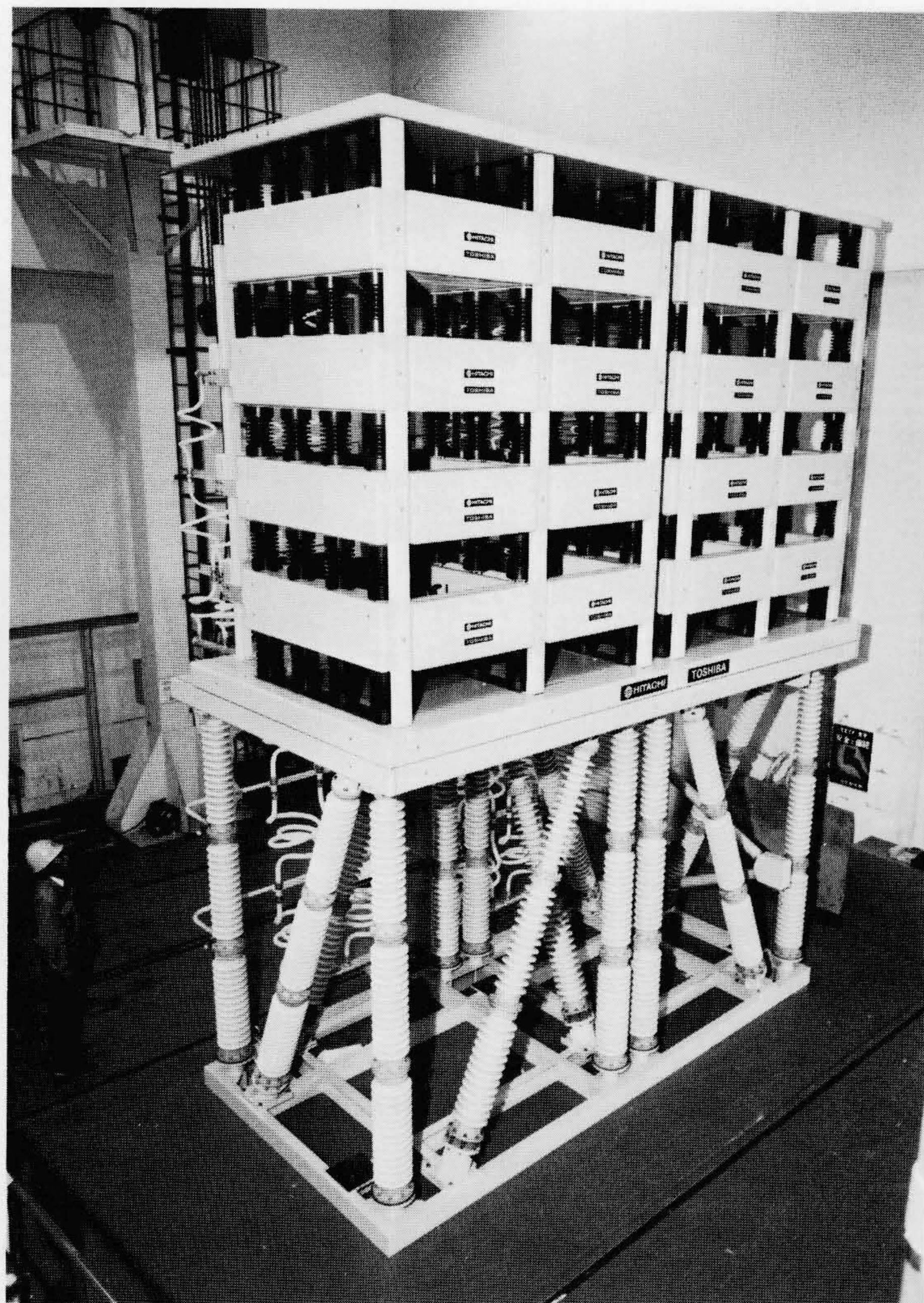


図34 500kV，3.3kA級光直接点弧サイリスタバルブ(モデル)

エネルギー新技術

50MVA超電導発電機の開発

超電導同期発電機は高効率(1,000MVA機で損失が半減)で，小形(約 $\frac{1}{2}$)にでき，しかも電力系統安定度が向上するなどのメリットをもっているため，次世代の大容量発電機として期待されている。この超電導発電機には，回転体に対する極低温や超電導の技術，及び多重円筒回転子や空隙巻線固定子に対する支持，冷却，絶縁などの総合技術が要求される。

そこで，超電導発電機の実用化技術の確立を目的として，約10年前から開発に着手し，キーコンポーネントの開発を繰り返し，遂に世界最大容量の50MVA機を開発した(図35)。本機は回転子外径0.6m，軸受間距離3.9mの大きさであり，性能向上のために次の新しい方式が採用されている。

- (1) エポキシ樹脂含浸したくらは形超電導界磁巻線
- (2) 熱サイフォン効果を利用するヘリ

ウム自然対流冷却

(3) 常温及び低温の二重ダンパ

(4) 水冷二重転位導体を用いたヘリカル空隙電機子巻線

50MVA機は現在各種試験中である

が，これによって得られた製作技術や運転技術及び各種試験結果は，次のステップとして予想される500MVA級実用機の開発に反映させていくことができる。

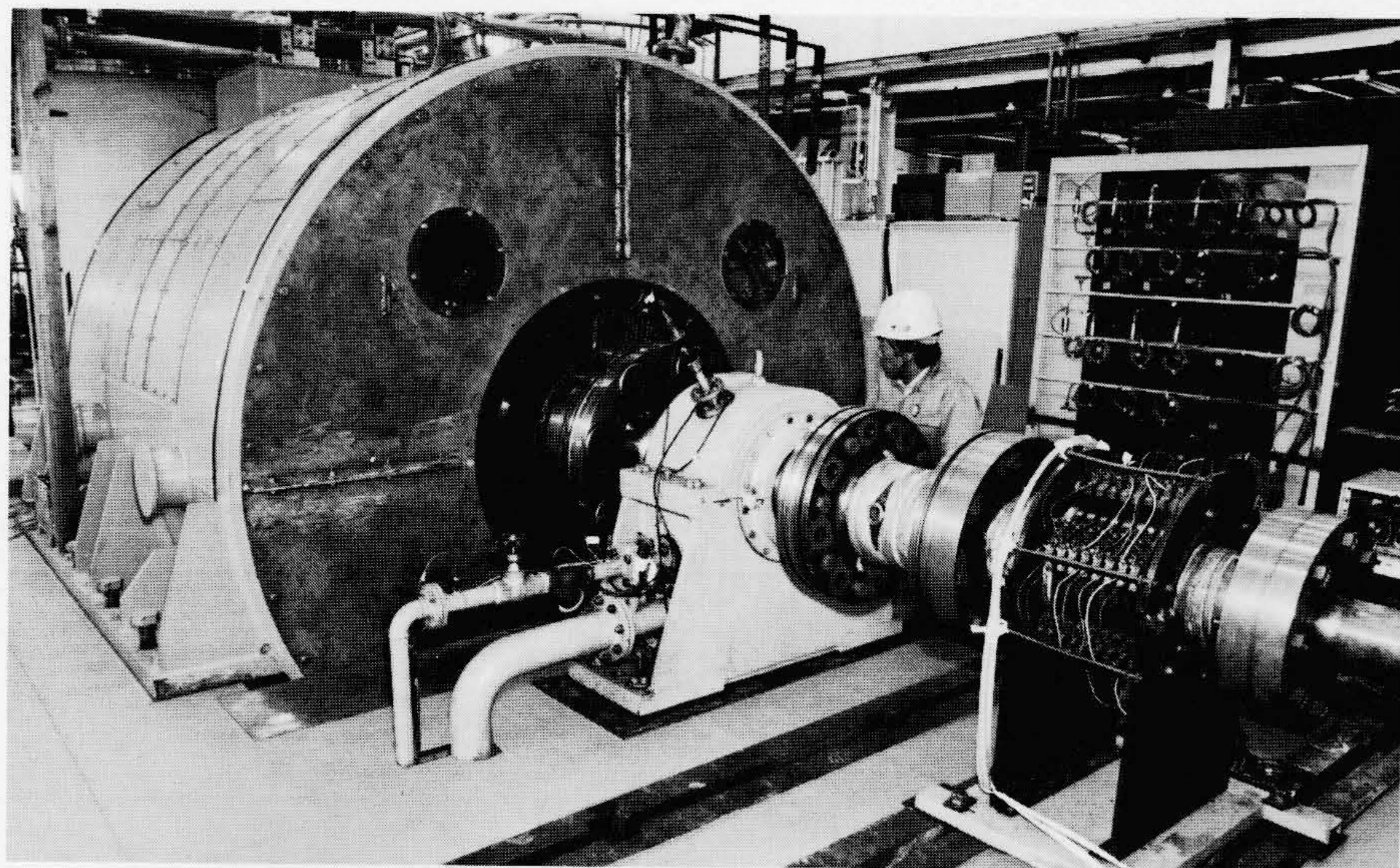


図35 50MVA超電導発電機の外観

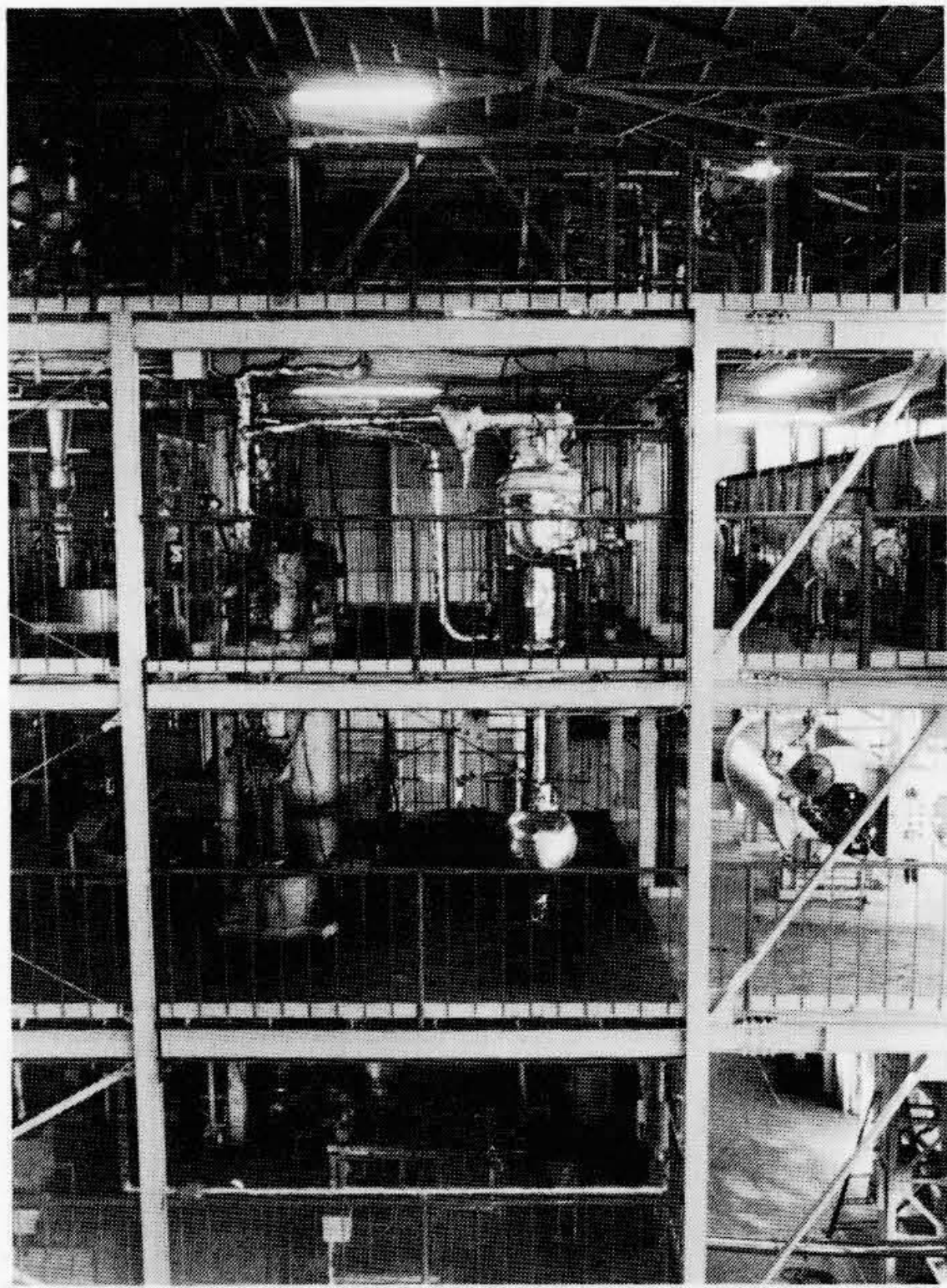


図36 噴流層石炭ガス化基礎試験設備

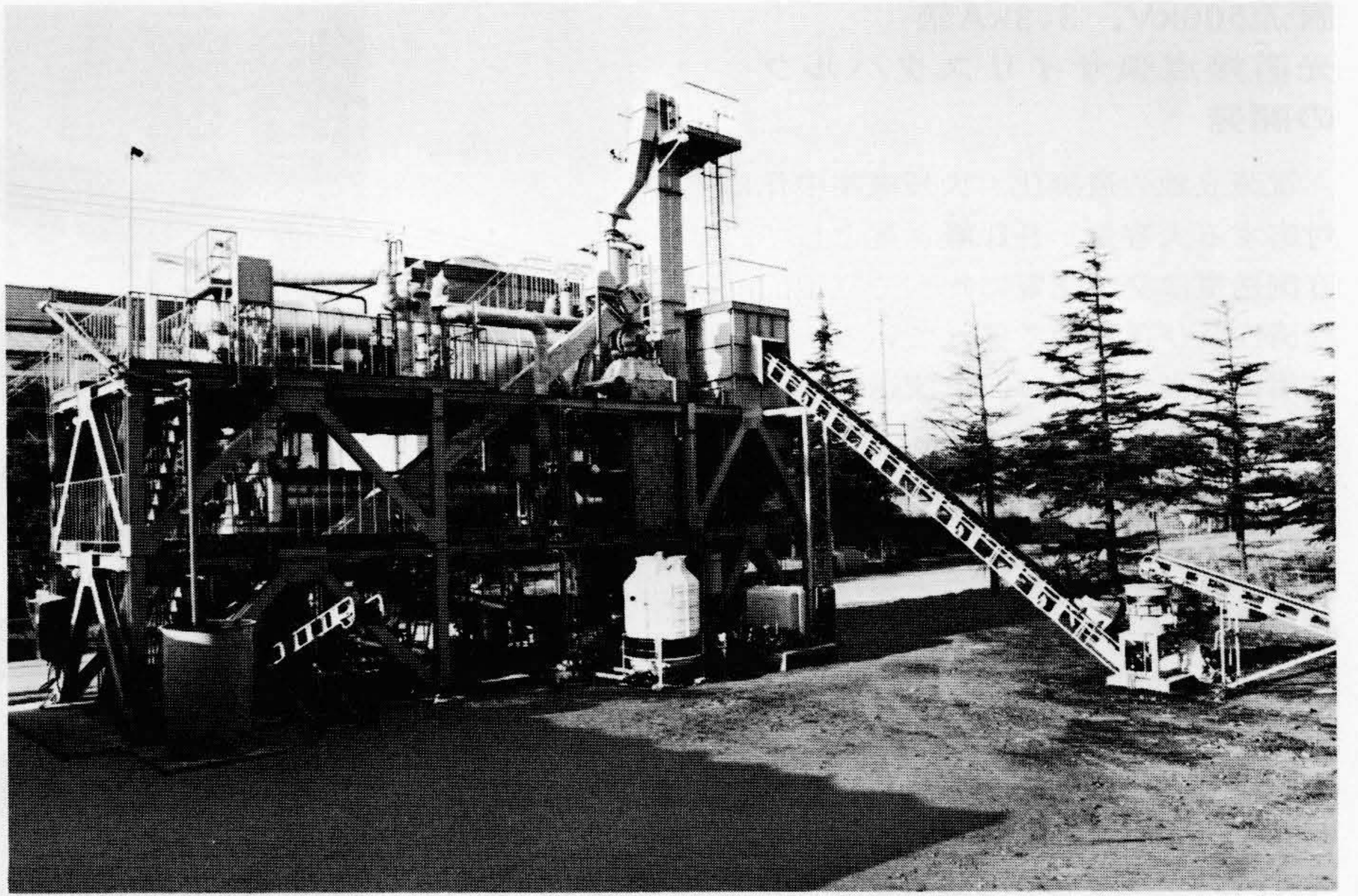


図37 低品位炭改質パイロットプラント

噴流層石炭ガス化技術

昭和56年10月から1t/dガス化炉(図36)により噴流層石炭ガス化技術の開発を進めており、これまでに運転性向上、ガス化効率向上、適用炭種拡大及びガス化剤の影響に関する基礎検討を完了した。また、生成したガスを精製し、小形高温モデルガスタービン燃焼器に通し、実ガスによる燃焼試験を実施している。

噴流層方式では石炭を酸素又は空気により、灰の熔融温度以上(1,400℃以上)で反応させるため、多くの炭種を高効率でガス化できると期待されている。本開発では、ガス化炉構造、石炭バーナ配置、反応条件などを検討し、1室2段反応形方式により、熔融スラグの安定排出とガス化効率の向上を同時に達成した。

今後は、技術の信頼性を向上させるとともに、大形炉の開発に向けてスケールアップ技術を開発していく考えである。

本技術の基本的考え方については、水素、一酸化炭素を製造する新エネルギー総合開発機構の多目的高温ガス化技術の研究開発計画に採用され、ガス化炉スケールアップのための要素研究を、昭和58年度から実施している。

高カロリー石炭ガス化技術の開発

サンシャイン計画の一環として進めている都市ガス、燃料ガスを得るハイブリッド石炭ガス化プロセスは、新エネルギー総合開発機構の委託を受け、昭和57年、福島県いわき市に12t/dの総合PDU(Process Development Unit)を建設し、電源開発株式会社のもとで運転研究が進んでいる。現在までに約1,650時間の運転試験を行ない、ガス化効率の向上、用役蒸気量の低減などの改良により、当初の目標値を上回る成果を挙げ、運転の安定性も300時間の連続運転により実証された。表6にプラント性能を示す。今後更に経済性及び信頼性の向上を目的に、昭和60年度まで運転研究を行なう予定である。

低品位炭の高品質化プロセスの開発

亜歴青炭、褐炭など炭化度の低い石炭は、埋蔵量が多く、経済的に採炭できるにもかかわらず、一般的に水分が高く低発熱量であるうえ、乾燥して高発熱量化すると自然発火しやすくなるため、その利用は産炭地付近に限られ

ているのが現状である。日立製作所では、上記低品位炭を一般の歴青炭並みに高品質化し、その利用拡大を図る改質プロセスの検討を進め、予備乾燥・低温乾留・乾留副生タールのコーティングから成る新しい改質プロセスを開発した。低品位炭を5t/dで処理するパイロットプラント(図37)による試験を通じて、水分・発熱量が燃料用歴青炭に匹敵する高品質炭に改質され、自然発火の危険性も大幅に低下することが確認でき、開発した低品位炭改質プロセスの有効性を実証した。

昭和電工株式会社大分石油コンビナート納め石油コークス燃焼設備の完成

ボイラの燃料コスト低減の観点から、安価な石油コークス転換が注目されている。バブコック日立株式会社は、昭和57年以来の微粉炭燃焼高効率低NO_xバーナの研究開発の成果をベースにして、石油コークスを高効率、低NO_xで燃焼させることに成功した。この設備は、大分石油コンビナート内鶴崎共同動力株式会社鶴崎事業所2号缶、380t/h発電設備用であり、これまで重油、副生ガスを燃焼させていたものから石油コークス、副生ガスへ燃料転換したもので、約 $\frac{1}{3}$ の混焼程度で排煙処理設備の追設改造なしに高効率燃焼が可能であることを確認した。

石油コークス燃焼設備の特徴は下記のとおりである。

(1) システム

石油コークスを微粉碎して浮遊燃焼させている。また保炎を考慮して、20～30%熱量の副生ガスを同軸で助燃させ

表6 ハイブリッド石炭ガス化総合PDUプラント性能

項 目	目 標	現在までの結果
ガ ス 化 圧 力	ゲージ圧30kg/cm ²	ゲージ圧30kg/cm ²
ガ ス 化 温 度	750～960℃	900～930℃
原 料 処 理 量	12t/d(30%スラリ)	12t/d(30～40%スラリ)
カーボンガス化率	(80%)	85～90%
冷 ガ ス 効 率	70%以上	70～73%
運 転 時 間	連続200h以上	連続303h、累計約1,650h

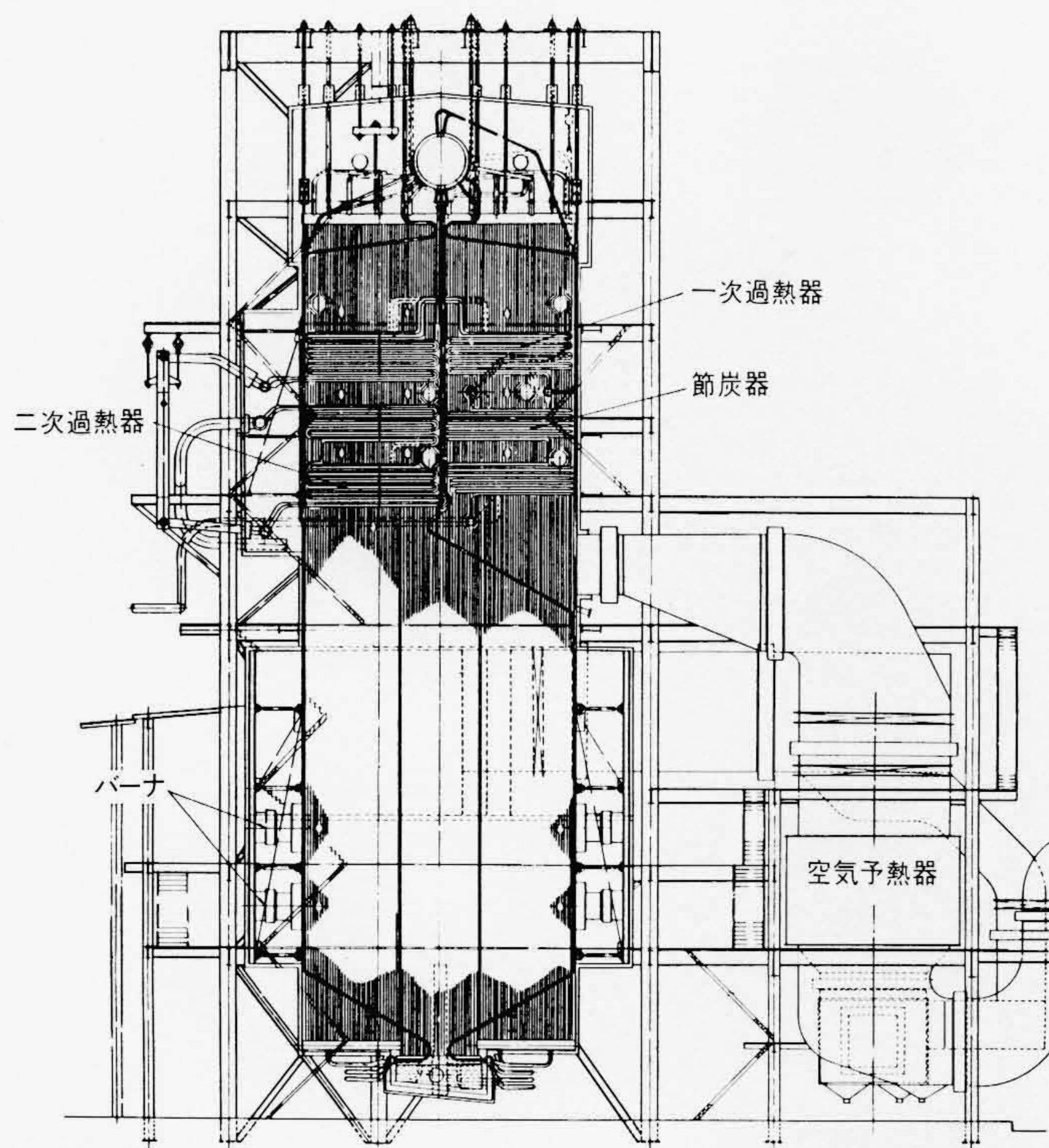


図38 鶴崎共同動力株式会社380t/hボイラ断面図

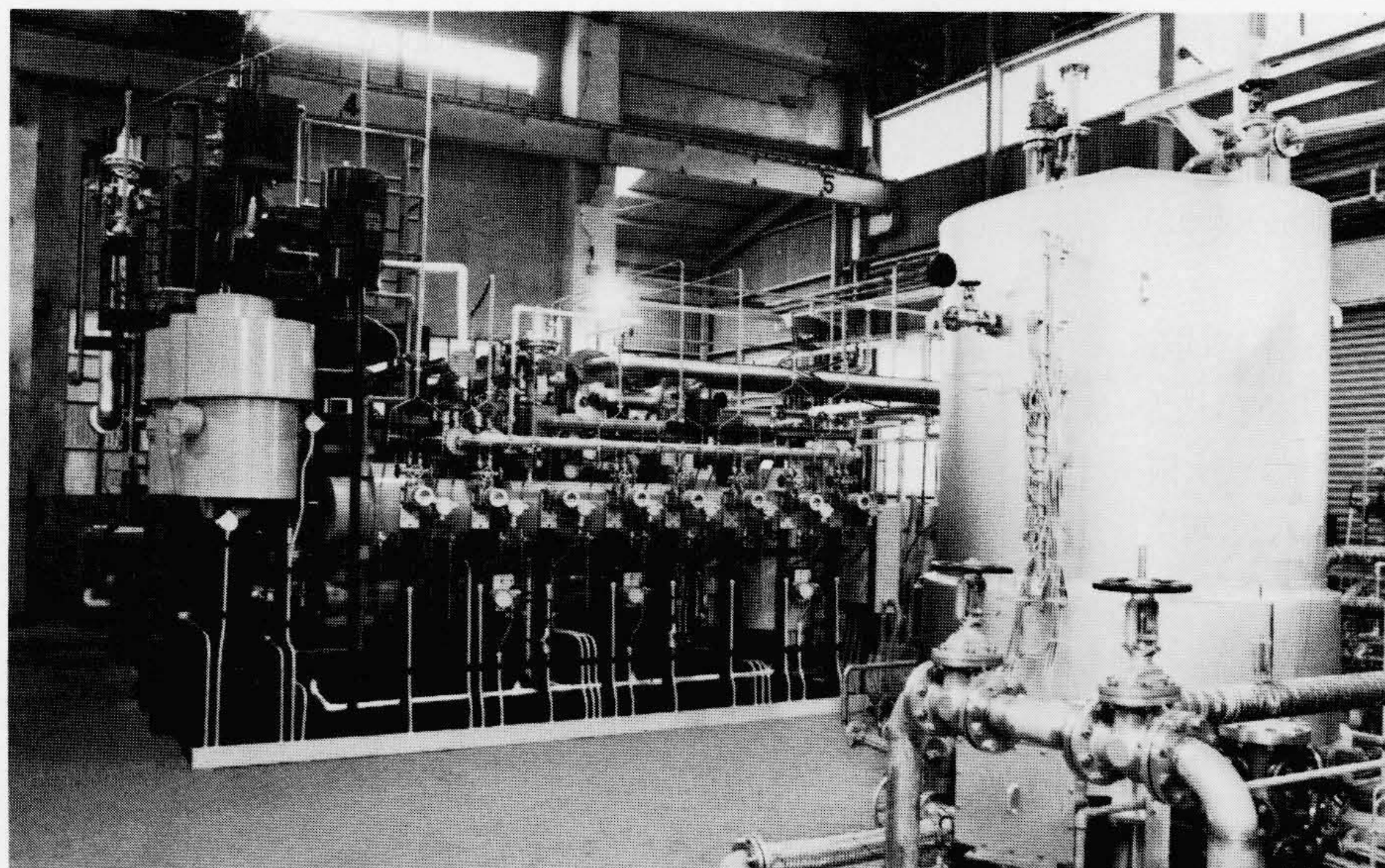


図39 50kW級リン酸型燃料電池発電システム

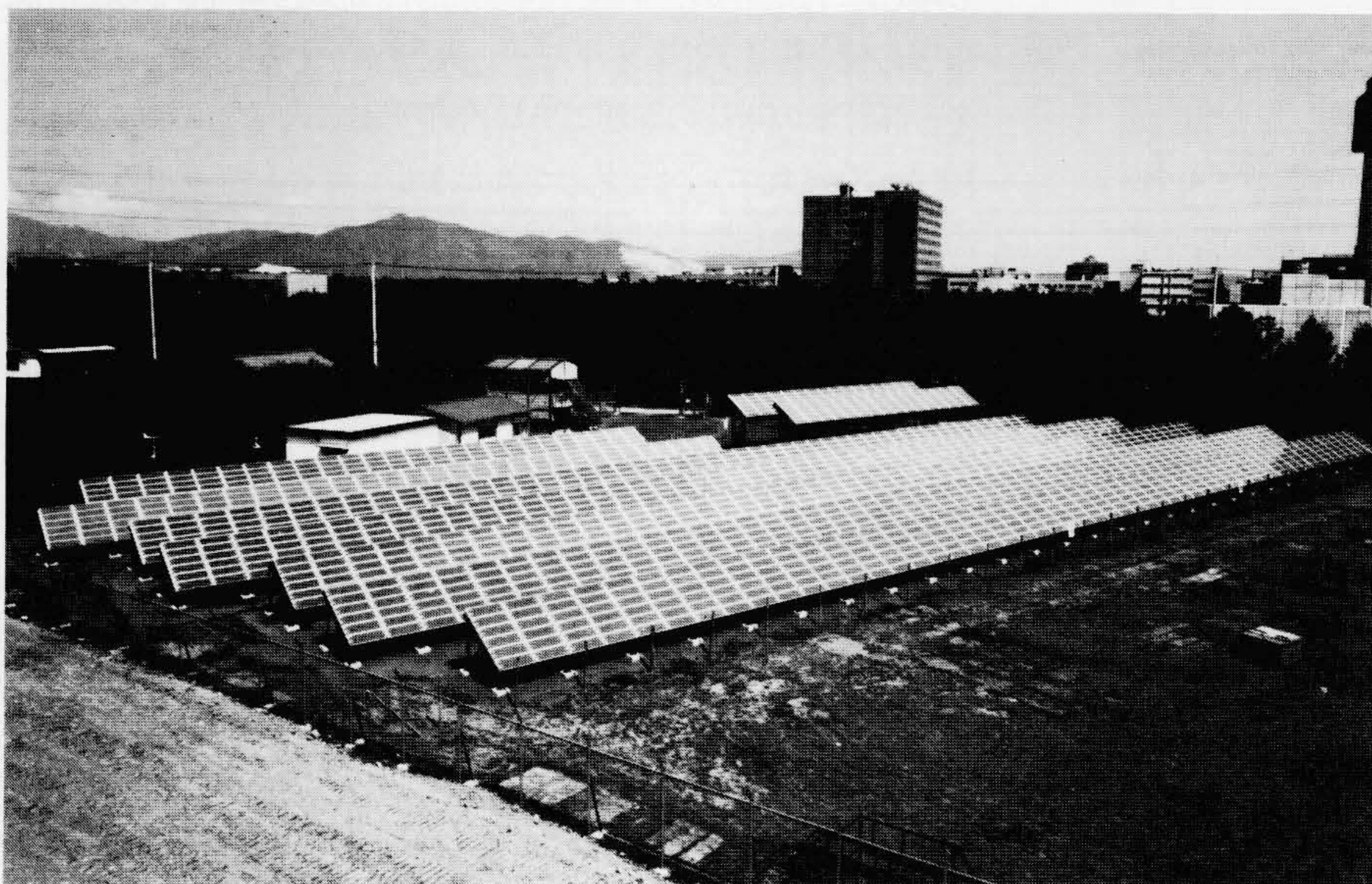


図40 200kWp学校用光発電システム

ている。

(2) 高効率低NO_x燃焼

従来の重油に比べ、約10倍の燃料中N分を含有すること、及び燃料比が石炭の3～7倍の難燃性である石油コークス燃焼に対し、高温還元炎を形成した方式を採用している。

この方法により、石油コークス転換後でもNO_x値は環境規制値以内に抑えることができ、かつ歴青炭燃焼ボイラ並みの微粉粒度下で、燃焼率98%程度確保できることが確認できた。また、スラッキングトラブル、高温腐食の急速な進行もなく安定に約1箇年連続運転継続中である(図38)。

燃料電池発電システム

燃料電池発電システムは、主に天然ガスなどを水素に改質するための燃料改質装置と、水素と空気中の酸素とを電気化学的に反応させ電気に変換する燃料電池との組合せで構成される。

日立の燃料改質装置は、改質反応管の加熱に触媒燃焼法を採用し、電池からの排水素の加圧下での安定燃焼及び低NO_x燃焼を図っている。

燃料電池は電解質(リン酸)を貯蔵できるリブ付き電極に、微細化した白金触媒層を形成し、リン酸親和性のよい複合マトリックスを採用している。50kW級発電システムの全景を図39に示す。これらの運転を通じて、今後の実用規模プラントの製作に必要なデータの収集、解析に努めている。

太陽光発電技術

太陽光発電システムとしては、200kWp学校用光発電システムを茨城県筑波に建設中であり、昭和60年度から運転研究を開始する予定である。本システムは常時は商用電力と連係して学校内の負荷に給電するが、災害時には非常用電源として単独運転も可能であるなど数多くの特長をもっている。

一方、太陽電池の低コスト化については、イオン打込み法によるセル工程、及びパネル組立工程の製造プロセス技術と高効率化の研究開発を行ってきた。ソーラグレード級シリコンキャスト基板やリボン基板を使用し、イオン打込み層のアニールと裏面電極の低温同時熱処理などによりセル特性の向上、連続一貫生産設備の開発により生産速度の向上を図り、多結晶型太陽電池の実験製作を進めている(図40)。