2 エネルギー・電力・プラント

Power Generation and Industrial Plants

昭和48年度はエネルギー危機，資源不足が世界的に喧(けん)伝され，特に秋以降の石油問題はわが国産業界に大きな衝撃を与えた。また公害防止，環境保全を求める声はさらに強まってきた。日立製作所は安全，無公害の機器・システムの納入にいっそう努めるとともに，急激に流動する世界情勢に対応して，安定した電力供給用の機器・システム開発に不断の努力を続けている。

石油，石炭に依存しないエネルギー源の本命として期待される原子力では，国産原子力発電所である中国電力株式会社島根原子力発電所(電気出力460MW)が完成し，現在慎重に試運転中である。また原子力発電所用重要機器の輸出が行なわれている。さらに高速増殖炉など将来型原子炉の開発を続けるとともに，21世紀のエネルギー源と目される核融合実験装置も納入した。

水力発電では，世界最大容量の揚水発電所であるアメリカ・ラディングトン発電所納め343MWポンプ水車および388MVA発電電動機などや世界最高揚程(528m)の揚水発電所である電源開発株式会社沼原発電所も営業運転に入り，揚水発電所の実績が着実に増大した。

火力発電は需要の増加に対して実際の建設は伸び悩んだが，関西電力株式会社姫路火力発電所納めの600MWタービン発電機が運転にはいるなど大容量機の運転実績が出始め，東京電力株式会社鹿島発電所納め1,000MW火力ボイラ，復水器の完成など本格的な大容量化時代にはいった。それとともに排煙脱硫・脱硝装置など公害防止技術の重視と発達が目だつ。

一方，ガスタービンは輸出が引き続き伸びており，また大容量ガスタービンと蒸気タービンを併設したSTAGなど複合サイクルに対する体制が固まった。

送変電の分野では大電力長距離輸送のための500kV送電が始まり，500kV変圧器を完成し納入したことが特筆される。

プラントの分野では，わが国の化学工業，特に石油化学のプラントは，従来外国からの導入技術の上に乗って発達しているといわれてきたが，近年ようやくわが国独自の技術，プロセスの開発，そしてその工業化が見られ始めた。本章中に紹介される化学プラントは，その主要なもの8件のみであるがそのうち6件までが，わが国で開発された新しいプロセス，あるいは日立製作所の生み出した新しいプラントである。資源問題，環境問題の複雑な情勢のもとにさらされている化学の領域で，これらの諸稿はいずれも何か前途に光明を与えるものがあろう。

原子力

中国電力株式会社納め島根原子力発電所建設進捗状況

昭和45年2月着工以来建設が進められてきた島根原子力発電所（電気出力460MW）は47年12月末にプリオペレーションを完了し，48年2月末に圧力容器第二次耐圧試験に合格した。一方，燃料は慎重に最終検査が続けられ，48年5月1日から燃料装荷が開始された。

燃料装荷はきわめて順調に行なわれ，工程どおりに全炉心が完成した。その間，最小炉心臨界および個々の装荷ごとの結果と，炉心性能計算の予測とはきわめてよく一致した。6月1日には関係各方面の臨席を仰ぎ臨界の神事が盛大に行なわれ，着工以来3年4個月を経て全炉心に原子の火がともされるに至った。

燃料装荷以降は第三次耐圧試験，加熱試験，タービン通気などが実施されている。現在さらに出力を上昇させながら，運転開始を目ざし起動試験を続行中である(**図1**)。

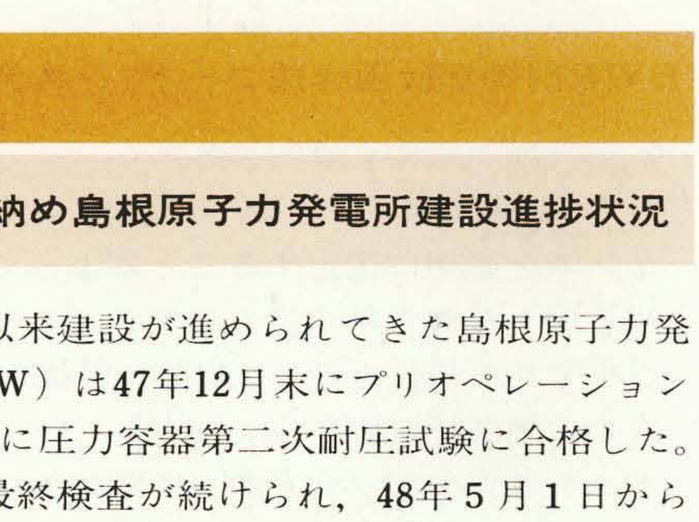


図1　建設進捗中の中国電力株式会社島根原子力発電所

東京電力株式会社福島原子力発電所4号機建設進む

東京電力株式会社福島原子力発電所4号機は，日立製作所が建築物の施工を除くターン キー方式で受注した電気出力784MWのBWR(沸騰水形原子炉)発電所で，昭和47年9月に着工し，51年8月完成予定となっている。

福島電子力発電所4号機の建設工事は，原子炉建家基礎の掘削をもって開始され，マンメードロック打設，地階床，地階壁，一階床の順に建家建築工事が主体で作業が進められている。

日立製作所受注工事の主体である機械関係工事は，復水器冷却用循環水配管の据付けが昭和48年頭初から開始され，建家ドレン配管工事，原子炉格納容器建設，タービン基礎アンカーフレームの設定などが行なわれ，現在順調に進捗中である。他方，原子炉圧力容器，タービン発電機などのプラント構成機器の工場製作も順調に進んでいる。なお，原子炉格納容器初期耐圧漏えい試験は48年11月29日完了した。(**図2**)

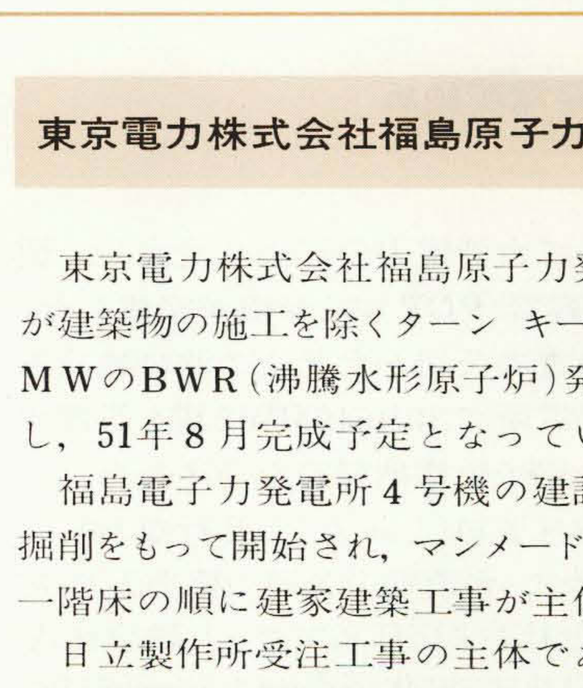


図2　東京電力株式会社福島原子力発電所4号機建設状況

ジェネラル エレクトリック社納め アメリカ パブリック サービス エレクトリック アンド ガス社110万kW原子力発電所向け　原子炉圧力容器の完成

本原子炉圧力容器は設計，材料を含むものとしては，アメリカからわが国が初めて受注した最大容量のもので，バブコック日立株式会社で製造したものである(**図3**)。主要仕様は下記に示すとおりである。また，おもな特長は次のとおりである。

(1)　製作開始に先だちASME(American Socity of Mechanical Engineers)のきびしい監査を受け，製作許可を受けた。さらに製作途中ではアメリカ，AEC(United States Atomic Energy Commision)および公認検査官の検査を受け，きびしい品質管理態勢下に製作された。

(2)　インサービス インスペクションが容易に行なわれるよう設計，製作上種々の配慮が成された。

おもな仕様は，設計圧力：87.9kg/cm^{2}G，設計温度：302℃，内径：6,409mm，内高：22,118mm，胴部板厚：155mmである。

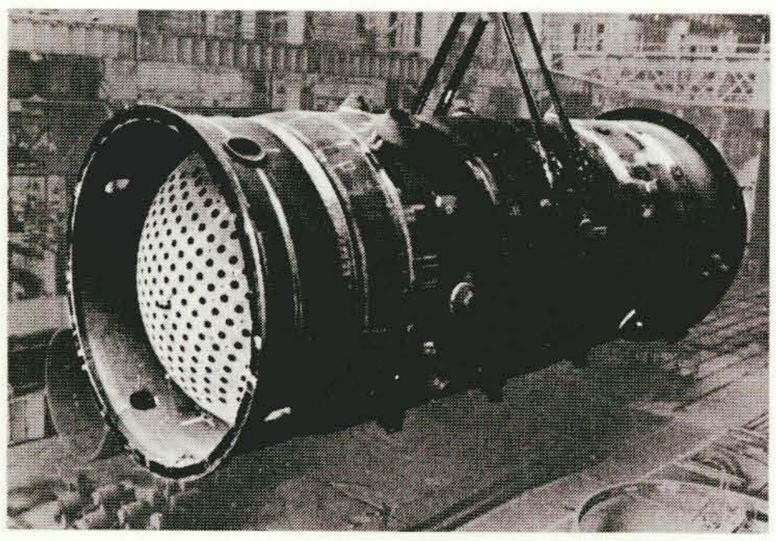


図3　工場完成した110万kWe，原子炉圧力容器

台湾電力公司金山原子力発電所納め 原子炉格納容器の完成

原子力機器初の輸出品として台湾電力公司より受注し，製作据付中であった原子炉格納容器(PCV)の1号機が完成した。同金山原子力発電所は，台湾電力公司が台北市の北に建設を進めている台湾初の原子力発電所で出力640MW2基を設置するもので，日立製作所はこの原子炉格納容器を受注した。その1号機の据付は昭和47年12月下旬(じゅん)より行なわれ，現地作業に種々の困難はあったが，台湾電力公司の協力と日立製作所，バブコック日立株式会社および日立プラント建設株式会社の各指導員ならびに株式会社日立製作所臺灣事務所所員の努力と優秀な技術で48年5月28日に完成したものである(**図4**)。

このPCVは発電プラントの中で最大の鋼製圧力容器(重量約1,600t)であり，万一事故の場合には放射性物質の外部への放散を確実に防ぐため十分な気密性が要求されることから，コンサルタントのエバスコ社，台湾電力公司の立会などを得て，また設計，製作，据付，試験検査に至るまで一貫した品質保証体制をつくり，慎重に作業を進め，各種試験でも優秀な成績を収め好評を得ている。なお，第2号機原子炉格納容器の据付を昭和49年初めに開始するよう準備を進めつつある。

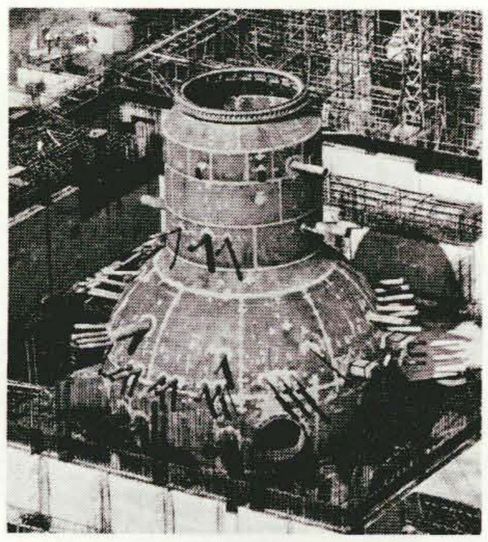


図4　台湾電力公司金山原子力発電所納め原子炉格納容器

超大容量原子力発電機

原子力発電機の単機容量は近年著しく増大し，ことにアメリカでは1,450MVA機も出現している情勢である。

日立製作所においては，**表1**に示すように520MVA，626MVA機をすでに工場完成し，現在さらに911MVA機を鋭意製作中であり，そのうえ1,300MVA級機についても製作体制を整えている。

これらの超大容量機の設計，製作にあたっては，電子計算機を駆使した精密な設計，解析はもとより，発電機のコンポーネントごとのモデル試験—たとえば，実断面ロータ回転破壊試験，逆相耐力モデル試験，ロータウェッジ疲労試験，クリープ試験，ステータコイル端部モデル全電圧短絡試験，軸受・集電装置，軸密封装置などの試作試験ほか—によりその性能解明，信頼性確認を行ない，高性能，高信頼度を有する機器の製作を可能としている。

表1　日立原子力発電機製作状況

原子力発電所		運転開始	タービン		発電機				
電力会社名	発電所名	年月	出力(MW)	回転数(rpm)	容量(MVA)	力率	電圧(kV)	短絡比	水素圧(PSI)
中国電力株式会社	島根#1	昭49.6	465	1,800	520	0.9	18	0.58	45
中部電力株式会社	浜岡#1	昭49.10	540	〃	626	〃	22	〃	〃
東京電力株式会社	福島#4	昭51.8	784	1,500	911	〃	17	0.60	60

注：発電機冷却方式はすべて，ステータ：直接水冷却，ロータ：直接水素冷却である。

BWR制御棒計画作成コード システムの開発

BWR(沸騰水形原子炉)の運転において，制御棒引抜きシーケンスを適切に選定することによって，燃料を熱的に十分余裕を保ちながら効率良く燃焼させることができる。このようなすぐれた特性を持った制御棒引抜きシーケンスを自動的に作成する制御棒計画作成コード システムを開発した。

本コード システムは長期，中期および起動時制御棒計画作成プログラムと呼ばれる3種のプログラムから成り，本コード システムによりBWRの運転に必要な制御棒引抜きシーケンスをすべて計算することができる。制御棒引抜きシーケンスが適切かどうかは，このシーケンスで原子炉が運転されたときの出力ピーキング係数が，運転期間中十分小さい値に保たれるか否かによる。**図5**は，本プログラムで求めた長期制御棒引抜きシーケンスに伴うピーキング係数の推移を示すもので，運転期間を通じてピーキングが十分小さく保たれており，適切なシーケンスであることがわかる。

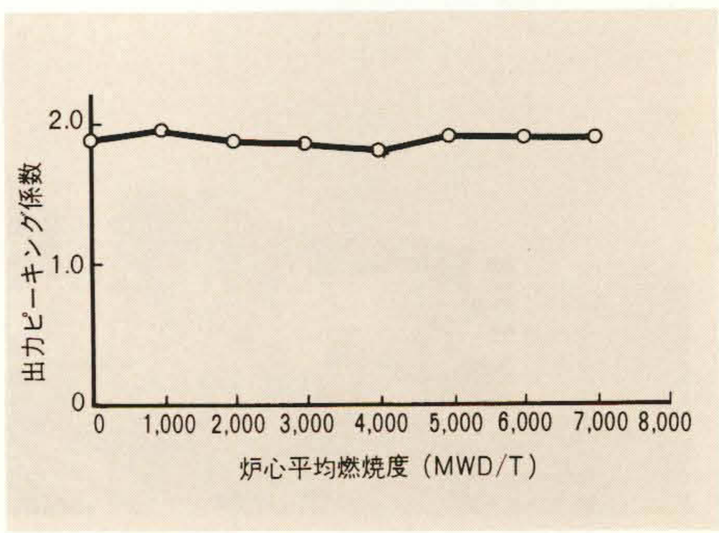


図5　制御棒引抜きシーケンスに伴う出力ピーキング係数の推移

放射性廃棄物処理技術の開発

日立製作所は放射性廃棄物処理技術についての開発を続けているが，最近完成した装置の数例を示す。

1．スラッジ焼却装置

本装置はＢＷＲ発電所の各所から発生してくるイオン交換樹脂，フィルタ スラッジなどのプロセス固体廃棄物を焼却により減容することを目的として開発されたものである。

形　　式：流動床式焼却炉
焼却能力：イオン交換樹脂　20kg/h(含水率50%)
　　フィルタ スラッジ　100kg/h(含水率50%)
減 容 比：イオン交換樹脂　1/20
　　フィルタ スラッジ　1/100
主要構成機器：流動床焼却炉，シングル サイクロン，マルチサイクロン，バグフィルタ，高性能フィルタ，排ガスブロワ

2．濃縮廃液仮焼固化装置

本装置は原子力発電所の復水脱塩器などより発生する再生廃液の濃縮液の完全脱水による減容を目的として開発されたものである。

形　　式：電気炉式仮焼固化装置
仮焼能力：約550 l 濃縮液／20時間／基
減 容 比：約1/7.5
主要構成機器：廃液調整槽(そう)，供給槽，仮焼用電気炉，凝縮器，凝縮水タンク

3．雑固体焼却装置

本装置は原子力発電所各所から発生する低レベルの可燃性固体廃棄物を焼却により減容することを目的に開発されたものである(**図6**)。

形　　式：固定床式焼却炉(二次燃焼室付)
燃却能力：10kg/h
減 容 比：1/50～1/70
主要構成機器：固定床焼却炉，シングル サイクロン，バグフィルタ，高性能フィルタ，排ガスブロワ

4．Kr-85回収装置

下記仕様の希ガス回収処理試験装置を現在計画製作中である。

形　　式：液化蒸留式
処理能力：2.5 Nm^3/h
処理ガス組成：Ar＋Xe＋Kr(Kr-85を含む)
主要構成機器：圧縮機，熱交換器，連続蒸留塔，回分蒸留塔，保冷槽，充塡(てん)設備

本装置は，高速増殖炉用Kr回収装置を開発するための実用試験装置である。

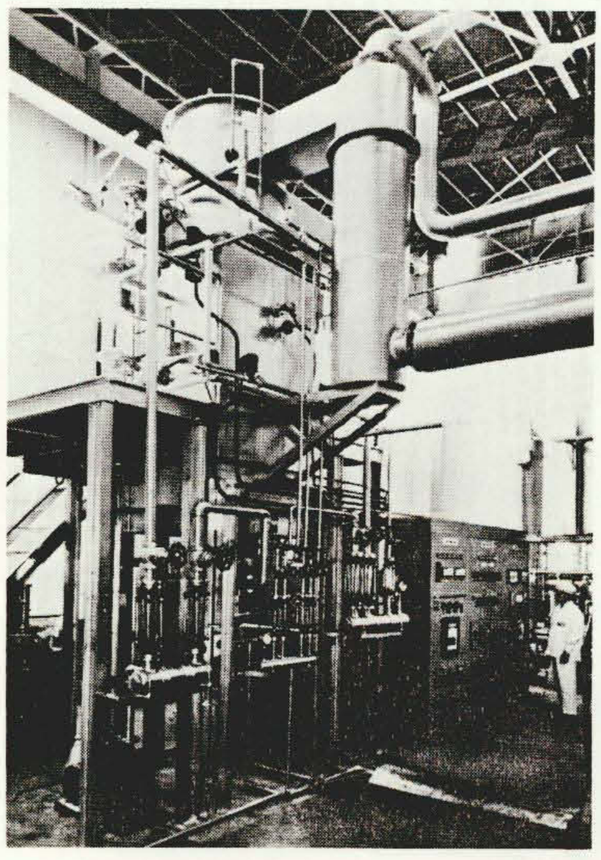


図6　雑固体焼却装置

高速実験炉「常陽」用機器の開発

昭和50年春の臨界を目標に，現在動力炉・核燃料開発事業団を中心にして，高速実験炉「常陽」の建設が進められている。日立製作所は，本プロジェクトのうち原子炉容器(**図7**)，安全容器，主中間熱交換器，一次系配管類およびその他関連機器の製作，据付を分担している。

原子炉容器は，炉心を収納し，発生するエネルギーを冷却材に伝える機能を有する容器であり，安全容器は，黒鉛しゃへい体を内蔵し，原子炉容器が破損した場合，漏えいするＮａを保持する機能を有する機器である。主中間熱交換器は，放射化された一次Naと非放射性Na冷却材との熱交換を行なうための機器である。**表2**はこれら主要機器の仕様を示すものである。

表2　主要機器の仕様

項目＼名称	原子炉容器	安全容器	主中間熱交換器
形　　式	縦二重円筒形	上部開放縦円筒形	縦形シェルアンドチューブ形
機　　種	第1種容器	第3種容器	第1種容器
使用流体	Na	N_2ガス	Na
設計内圧(kg/cm^2g)	7.2	1.0	5.0
設計温度 (℃)	550	450	550
熱出力 (MW)	100	－	50
外形寸法 (m)	3.7φ×10	6.4φ×9	2.3φ×7
材　　料	SUS	炭素鋼	SUS

一次系配管の主冷却ループは，ステンレス鋼製二重構造配管が使用されている。内管は第1種管であり，冷却材Naが流れる。外管は第2種管であり，予熱用窒素ガスの流路を構成するとともに，漏えいするNaを保持する機能を有する。

表3は，代表的二重構造配管の例として，一次主冷却系配管の仕様を示すものである。

表3　一次主冷却系配管の仕様

項目＼仕様	寸法	設計圧力(kg/cm^2g)	設計温度(℃)
炉容器より中間熱交換器までの配管	内管20B×9.5t 外管22B×3.0t	1.0	550
中間熱交換器より循環ポンプまでの配管	内管18B×7.9t 外管20B×3.0t	1.0	450
循環ポンプより炉容器までの配管	内管12B×6.5t 外管16B×3.0t	7.2	450

Na冷却炉の機器配管は，高温のNaにさらされ，20年のプラント寿命に耐える必要があるため，腐食および質量移行，脱浸炭により材料の強度劣化，放射線による材料の劣化，高温および熱衝撃などを考慮した構造設計が必要であり，本機器類の設計，製作は慎重かつ綿密に行なわれた。

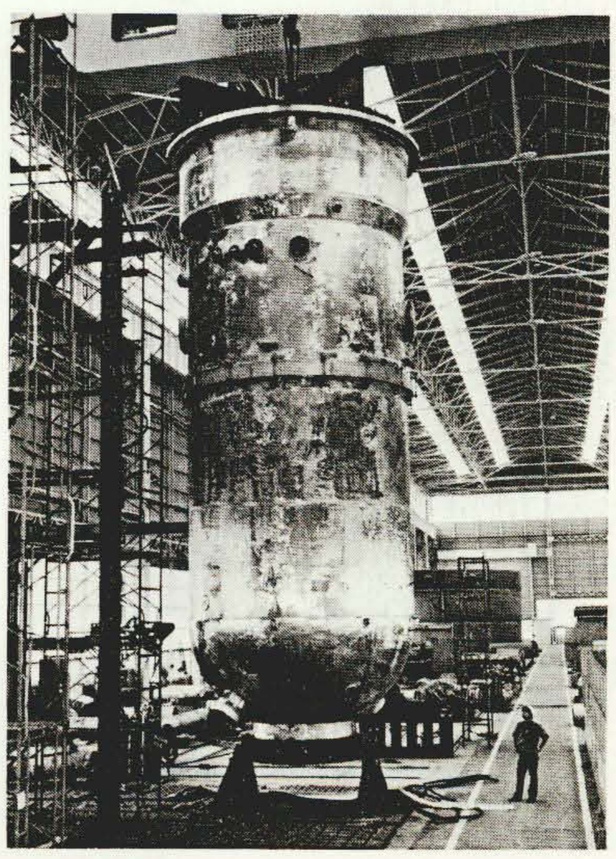


図7　原子炉容器

高速原型炉「もんじゅ」用機器の開発

1．蒸気発生器(1MW)

動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センタに納入，運転中のものを，材料試験を行なうため，伝熱管の交換をし，再び運転に入り，現在順調に稼(か)動中である。取りはずした伝熱管は，強度および組成の変化などを測定し，運転による特性の変化を試験，検査した。

2．蒸気発生器(50MW)

実機の約¼容量で，形式はヘリカルコイル・貫流型で，蒸発器と過熱器は分離されており，胴側を貫通する水・蒸気系ノズルはナトリウム中を避け，カバーガス中に設けられる構造をとっている。材料は蒸発器が2¼Cr-1Mo鋼，過熱器はSUS304である。最終組立て，現地据付段階にはいっている。

3．制御棒駆動機構

安全棒の機能を兼ね備えた実寸大の調整棒駆動機構を試作し，実機と同条件である540℃，220l/minのナトリウム中特性試験を行ない，スクラム時間1秒以内などの仕様を十分満足する結果を得た。本駆動機構はステップモータ駆動ツインボール スクリューナット直動形で，スクラム方式は電磁石消勢後，(自重＋空圧)加速落下式である。

4．燃料炉外中継機構モックアップ

格納容器内外に燃料を搬出入するため，格納容器を貫通して設けられるものである。出入口にドアバルブを設けた容器中にコンベヤを有し，使用済み燃料の冷却と新燃料の予熱を同時に行ないながら新旧燃料を同時に輸送できる。現在，本構造の寿命試験中である。

新型転換炉「ふげん」用機器の開発

昭和48年度は，動力炉・核燃料開発事業団が開発中の新型転換炉「ふげん」のため次の試作試験を実施した。

(1)　圧力管集合体延長部用新材料の開発　　圧力管集合体はその中に燃料集合体を収納し，高温高圧の一次冷却水が循環する。炉心部にはZr-2・5%Nb管を，また上下端にはNi添加13Cr系ステンレス鋼(SUS-50Mod.)を使用する。SUS-50Mod.材は中性子照射による劣化も含め低温じん性にすぐれ，強度，耐食性，溶接性にも優秀な材料である。

(2)　炉内圧力管モニタリング装置本体モックアップ完成　　多数の縦形小口径長尺(約8 m)圧力管の供用期間中検査機器として，遠隔自動操作で超微小欠陥が測定可能な実機大のモックアップを完成した(**図8**)。本装置は超音波探傷，内表面観察，内径測定，真直度測定，シールプラグ着脱などの総合機能を有し，動力炉・核燃料開発事業団・大洗工学センタに納入した。

(3)　その他　　(a)原子炉出入口配管群モックアップの製作および耐震実験の完了　(b)制御棒駆動装置第二次試作機による性能確認および寿命試験の完了

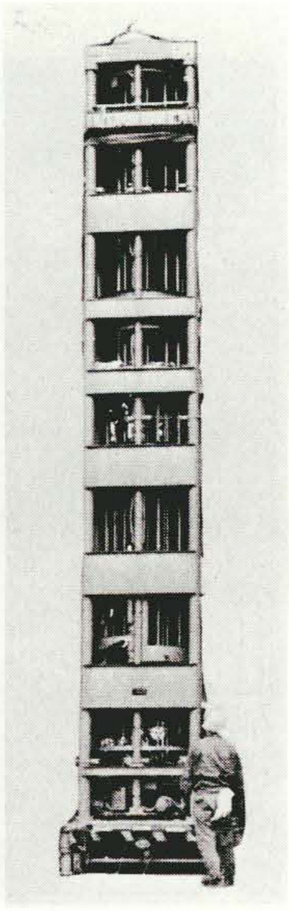


図8　圧力管モニタリング装置モックアップ

ステラレータ形核融合実験装置

本装置は未来のエネルギー源をめざす核融合反応炉を開発するため，名古屋大学プラズマ研究所に建設したもので，本格的なステラレータ形としてはわが国で最初のものである。

装置の構成はプラズマを閉じ込める放電管，トロイダルコイルおよび垂直磁場コイルより成っている(**図9**)。

ステラレータの特徴は，ヘリカルコイルによりプラズマ領域の磁界にひねりを与え，安定化することである。このヘリカルコイルは$l=2$形と$l=3$形が重なるように2層に配置され，中空導体を用いて水冷し，数値制御中ぐり盤で加工されたFRP(ガラス繊維強化プラスチック)製巻わくに巻線し，精度の向上を図った。またヘリカルコイルは，高度の技術を要する円環状2分割部の接続構造を新たに開発し，満足すべき結果を得た。

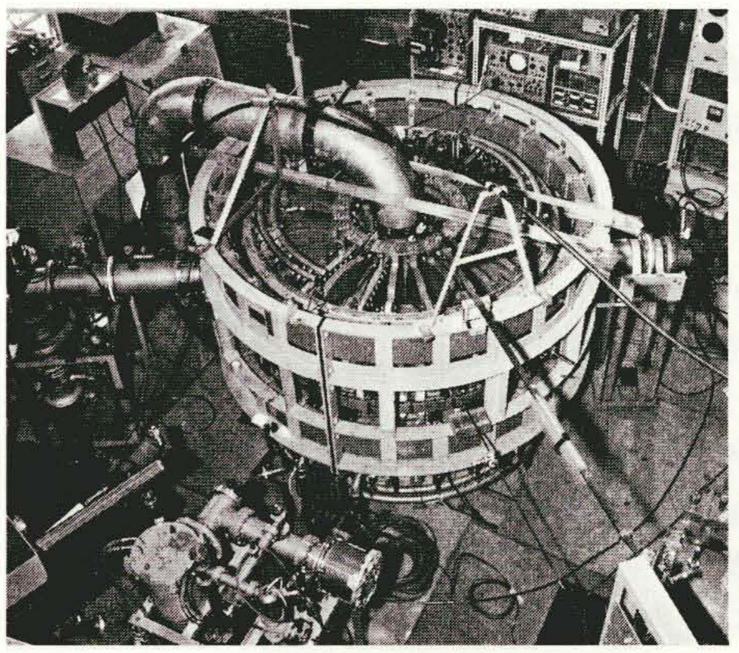


図9　プラズマの挙動研究用ステラレータ形核融合実験装置

1,000kW級MHD発電機用超電導マグネット

本装置は大型プロジェクトの一環として通産省工業技術院より研究委託を受け電子技術総合研究所に建設されたものでおもな仕様は下記のとおりである。

用　　途：MHD(電磁流体発電)発電機用
形　　式：縦形レーストラック形
磁束密度：中心，45 kG
　　最高，67.5kG
磁気エネルギー：60MJ
常温空間：390mm×1,300mm

本装置には日立製作所の開発になる三元合金超電導線をはじめ，高度の技術が駆使されている(**図10**)。

運転試験の結果所期の性能を上回る47kGの励磁に成功し，この種超電導マグネットとして世界記録を樹立した。

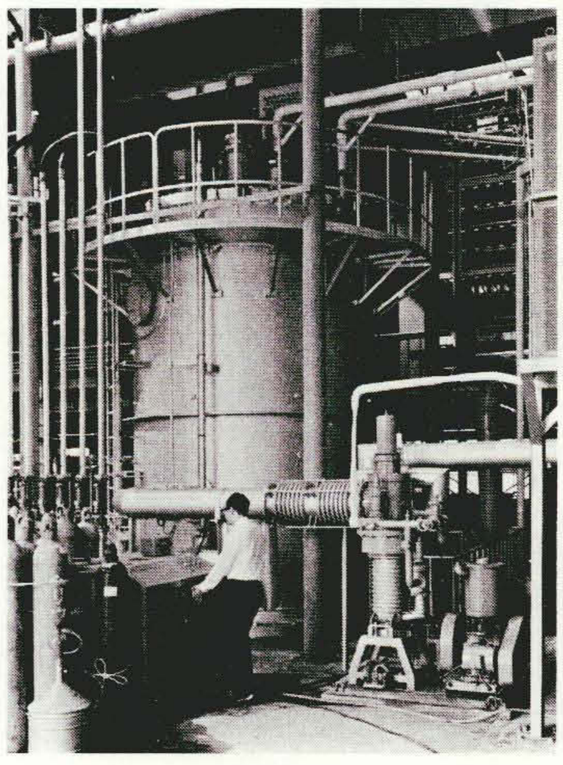


図10　MHD発電機用超電導マグネット

水力発電設備

大容量水力発電設備運転開始

アメリカより大量受注し現地据付中であった大容量ポンプ水車・発電電動機があいついで運転を開始し，現在好調に運転中である。まず昭和48年1月17日に世界最大容量のコンシューマ電力ラディングトン発電所納め343MWポンプ水車および388MVA発電電動機1号機が営業運転に入り，9月までに6台全部が運転を開始した(**図11**)。また，ニューヨーク州電力局ブレンハイムギルボア発電所納め落差300m級300MWポンプ水車および320MVA発電電動機の1号機が同年7月に運転を開始し10月までに4台全部が営業運転に入った。さらに10月にはロスアンゼルス市水利電力局キャスタイク発電所納め300m級261MWの1号機が水車の営業運転を開始した。わが国においては電源開発株式会社沼原発電所納め，世界で初めて500mの壁を破った揚程528m，230MWポンプ水車および250MVA発電電動機の1号機は6月，2号機が7月，3号機は11月に官庁試験に合格し営業運転に入った。これはスペインのヒラリーノ発電所の408m，143.5MWをはるかに上回るものである(**図12，13**)。近年揚水発電機器は主として経済的な要求から大容量化の傾向が著しく，この一連のポンプ水車および発電電動機の運転開始は，大容量化，高落差化が進む中で発生した数々の問題を解決し，基礎技術の確立，新技術の導入，信頼性の向上をなし得た点においてきわめて重大な意義を持つものである。

水車専用機においてはブラジル国サンパウロ州中央電力公社イリヤソルテーラ発電所納めランナ最大径約7,500mm165MW大形フランシス水車4台のうちの1号機が昭和48年7月に営業運転に入り12月までに全号機とも営業運転を開始する。本機器は大口径溶接構造ランナ，溶接シャフトなどの技術面における成果ばかりではなく，工場組立の省略，水車と発電機を共用するシングルシャフト構造など画期的な製品である。

図11　アメリカ，ラディングトン発電所全景（充水された上池およびミシガン湖）

図12　沼原発電所納め230MWポンプ水車（1号機ランナ投入）

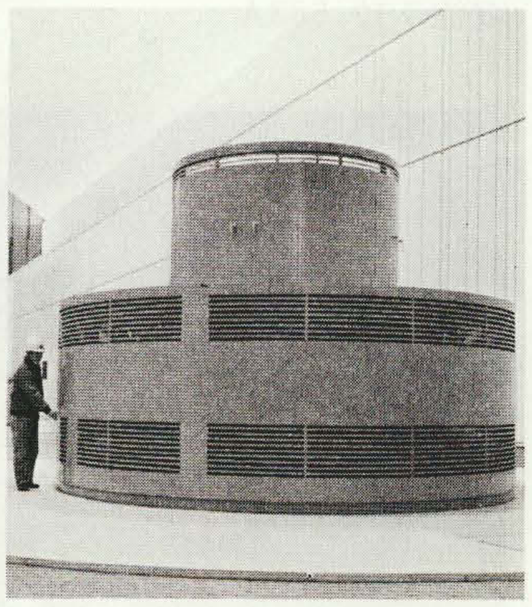


図13　沼原発電所納め250,000kW発電電動機（発電電動機の上部）

高揚程大容量高速ポンプ水車シリーズの性能開発の完成

日立製作所では，かねてより進めていた適用落差100～600m，出力50～400MW級ポンプ水車に対する一連の性能開発をこのほど完了した。ポンプ水車開発の実績については**図14**に示すとおりである。

本ポンプ水車シリーズの開発には，殻(かく)要素を用いた三次元有限要素法プログラム“STAR”による強度検討，ランナ内流れ計算プログラム“FLANPT”による性能検討など，コンピュータを駆使した計算手法による検討のほか，応力の測定，ランナ内圧力分布，流速の測定などによる検討を加えた。この結果，高い変動応力の原因となるポンプ運転時の低流領域特性の改善，電力系統のパワースイングの主因である水車軽負荷時の水圧脈動の低減，ポンプキャビテーション性能の改善などがなされた。

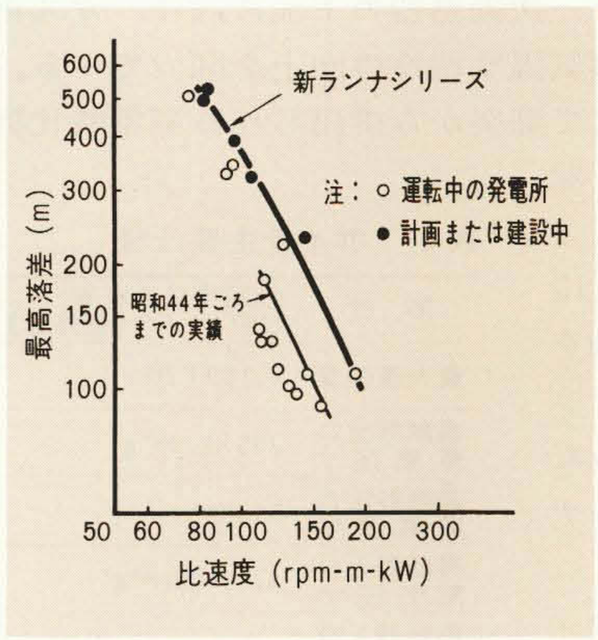


図14　日立ポンプ水車の実績

適用範囲は下記に示すとおりである。

落　差：100～600m
出　力：50～400MW
比速度：80～190(rpm-m-kW)
形　式：フランシス形ポンプ水車

わが国初の水車発電機直接水冷却運転

関西電力株式会社新黒部川第三発電所60,000kVA水車発電機(1号機)の固定子および回転子コイルは直接水を通じて冷却する構造で製作され，わが国初の直接水冷却水車発電機として運転に入り現在好調に運転中である(**図15**)。直接水冷却方式の採用にあたっては，数多くの性能確認試験を実施し十分安全性を確かめたうえでの技術が駆使されており，特に回転部に冷却水を導出入する部分は，運転中の回転軸の振動に対して漏水の少ない特殊な構造が採用されている。現地試験の結果は想定される異常状態の模擬も含めて十分満足できるものであり，今後の本格的高速大容量直接水冷却水車発電機の基礎になるものと言える。また，本機は空気冷却のみでも正常に運転できるよう配慮されている。

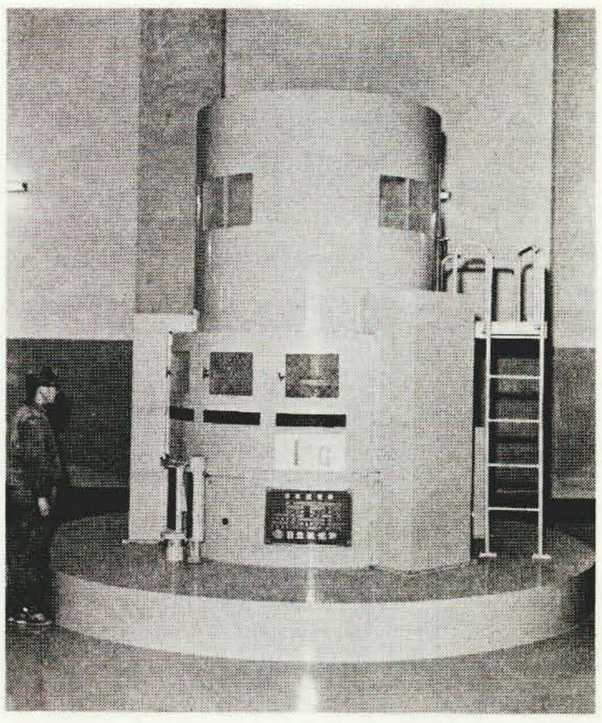


図15　関西電力株式会社新黒部第三発電所納め60MVA水車発電機（回転子冷却水導出入部などの上部のみが見える）

おもな仕様は下記のとおりである。

出　力：60,000kVA
電　圧：13,200V
回転速度：450rpm
力　率：0.9

火力発電設備

東京電力株式会社鹿島火力発電所納め 第6号1,000MW発電設備用ボイラ(国内最大)

事業用火力ボイラとして，わが国最大容量を誇る東京電力株式会社鹿島火力発電所第6号1,000MW発電設備用ボイラは，現在主要部分の据付けを終え，49年夏に試運転を行ない12月1日より営業運転にはいる予定である(**図16**)。

表4は，本ボイラのおもな仕様を示すものである。

本ボイラのおもな特長としては，

(1)　火炉流体の径路形式として，UP-UP構造を採用し，流体の混合は二次，三次パス間で行ない，炉壁を構成する並行管相互の温度の均一化を図つている。

(2)　火炉上部にウイング壁を設置している。

(3)　再熱器伝熱面の一部を一次過熱器の下流に設け，ガス再循環効果を助長し，再熱蒸気温度特性の向上を図つている。

また，公害対策の一環として煙突から排出される窒素酸化物の量を減少させるため，下記の対策を行なっている。

(1)　バーナゾーンにおける冷却面積を増加し，冷却効果をもたせるようにしている。

(2)　二段燃焼を行なわせるため，エアポートを上段バーナの上部に設置している。

(3)　燃焼空気中に再循環ガスを混合させるため，ガス注入通風機を設置している。

このほか，騒音対策，制御装置など各所に最新の技術を盛り込んだ設計となっており，その成果が大いに期待される。

表4　ボイラ主要仕様

形　式	超臨界圧B＆W UPボイラ(屋外形)
最大蒸発量	3,180T/H
過熱器出口蒸気圧力	255 kg/cm²g
過熱器出口蒸気温度	543°C
再熱器入口蒸気圧力	47.0kg/cm²g
再熱器入口蒸気温度	303°C
再熱器出口蒸気圧力	44.6kg/cm²g
再熱器出口蒸気温度	568°C
給水温度	282.6°C
通風方式	圧力通風方式
燃　料	重油および原油
バーナ形式	蒸気噴霧式Yジェットバーナ(セルバーナ)

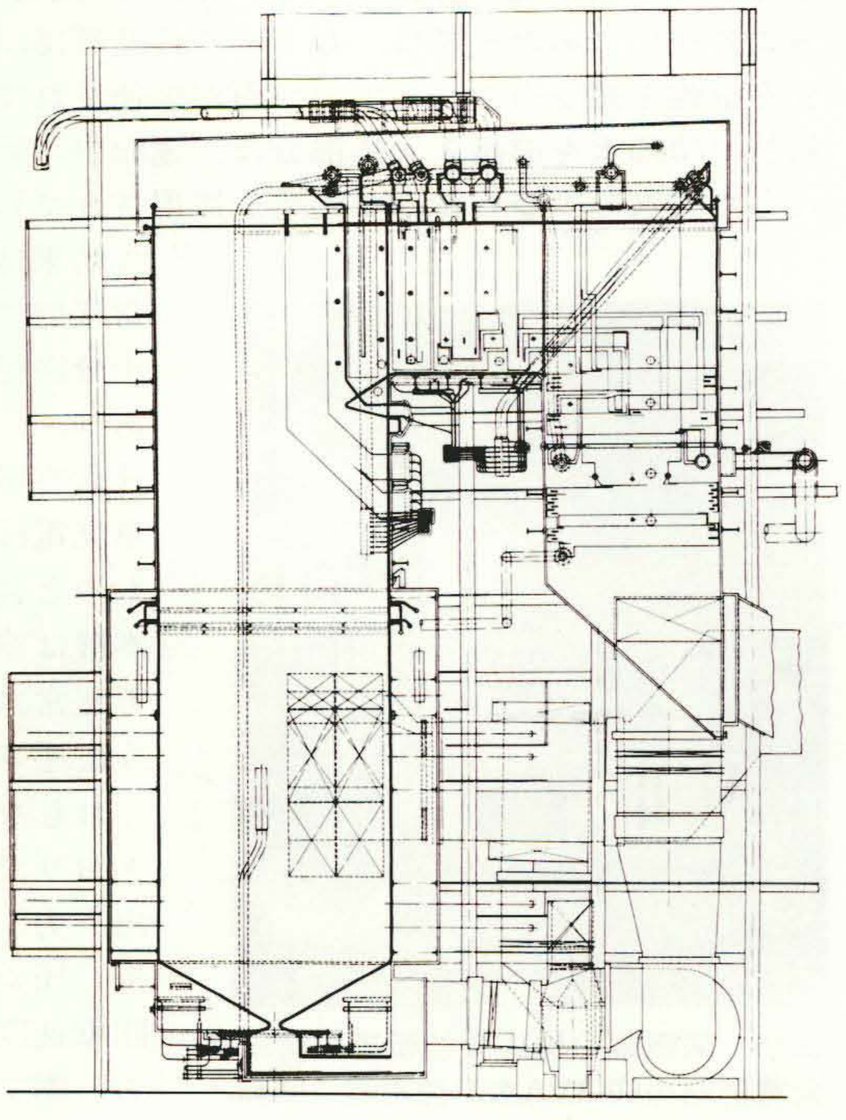


図16　1,000MW発電設備用ボイラ断面図

わが国最大600MWタービン発電機試運転を開始

関西電力株式会社姫路第二火力発電所第6号機として納入された600MW，3,600rpmのタービン発電機が昭和48年7月に試運転を開始した(**図17**)。

同発電機はわが国の最大容量であり，昭和47年11月に工場完成後，鋭意据付中であったものである。

同機の大きな特徴は固定子構造に関して下記4点，回転子構造に関して3点，その他に関して1点合計8点である。まず固定子に関しては直接液体冷却の固定子コイルを用いており，冷却水を励磁機側よりタービン側へと通水する片道流方式であることが第一の特徴で通常時の固定子巻線の温度上昇を約20degに押えている。第二は固定子コイルの電磁力振動による絶縁損傷を防止するため，スロット内では，テーパウェッジや半導体スプリング，エンド部では特殊保持方式が採用されている点である。第三に固定子フレームは実績のある単一フレーム，竪形4冷却器方式とし，かつ縮尺鉄モデルによる振動特性の解明を行なったものを使用したことが特徴である。また相電流が17,600Aと大電流機であるため，固定子鉄心端部や口出端子のブッシングロッド，あるいは端子箱などの局部過熱が問題となるが，通風方式の改善や材質の改善などによりこれに対処し，いずれも実績のある温度の範囲内に収め得たことが第四の特徴である。

回転子に関しては，圧力4kg/cm²gの水素ガスにより直接冷却される回転子巻線が，特別のファンを必要としないいわゆるギャップピックアップ方式であることが第一の特徴で，第二に回転子軸材の安全性確認の方法として実物大断面寸法の軸材の回転破壊試験をあらかじめ行なっていることがあげられる。集電ブラシまわりの信頼性向上のため，マガジン形ブラシホルダが用いられていることが第三の特徴である。

その他，本機は静止整流器と直結回転交流励磁機とを組み合わせたいわゆるコミュテータレス励磁方式であり，直流励磁機の場合のような整流子およびブラシの保守は不要となる。

試運転の結果，各部温度上昇値もまた固定子振動，回転子の軸振動値も十分の余裕をもって制限範囲内に入ることが判明し，種々の事前試作やモデルテスト，さらに長期間の工場試験による性能の事前確認の方式の妥当であったことが立証された。

発電機仕様

容量：670,000kVA　　力　率：0.9
出力：600,000kW　　短絡比：0.58
電圧：22,000V　　水素圧：4 kg/cm²g
電流：17,583A

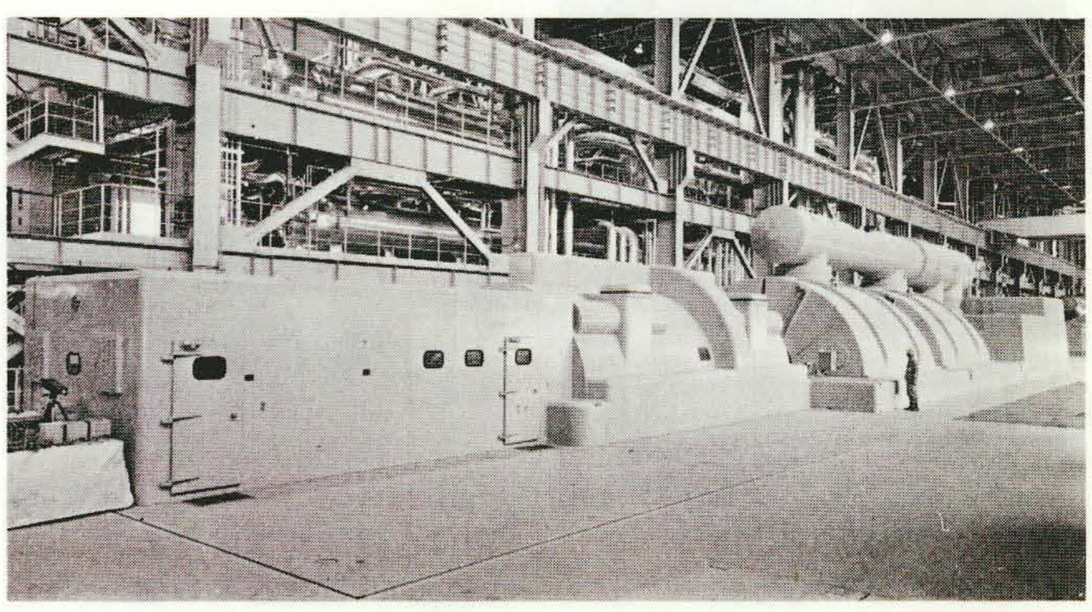


図17　600MWタービン発電機

大容量2軸形ガスタービン工場完成

昭和45年より3年間にわたり，アメリカ・GE社と共同開発を行なってきた大容量2軸形ガスタービン（MS7002）の試作機を工場完成した（**図18**）。

このガスタービンは，すでに60Hz発電用として多数の運転実績を持つ，1軸形MS7001の設計を基に，2軸形ガスタービンとして設計開発したものであり，計画仕様は，**表5**に示すとおりである。

このガスタービンは，負荷を静止状態より起動し，自由に出力軸の回転速度を制御できるので，一般産業機械駆動用（LNGプラント圧縮機，パイプライン移送ポンプなどの駆動），船舶主機関用（大形タンカー，高速コンテナ船など）に利用でき，また，負荷軸の定格速度が3,000rpmであるので，50Hz発電用としても利用できるなど，幅広い需要に応ずることができるものである。

おもな特長は，次のとおりである。

(1) 多くの運転実績に基づいた基本設計により，信頼性が高く，長時間連続運転が可能である。

(2) 制御系統には，スピードトロニク，マークII電子制御を採用しているので，制御特性がすぐれ，信頼性が高く，また，遠隔操作を容易に行なうことができる。

(3) 単サイクル，再生サイクルおよびコンバインド サイクルに適している。

(4) 負荷軸の広い速度範囲（0～105%速度）での運転が可能である。

(5) 圧縮機入口静翼および出力タービン ノズルの開度を制御することにより，部分負荷運転時に空気流量を調整できるので，部分負荷特性が改善されている。

(6) パッケージ デザインの採用により，据付けを容易に，かつ迅速に行なうことができる。

(7) 燃焼器に，蒸気あるいは水噴射を行なうことにより，排気中のNOxを低減できる。

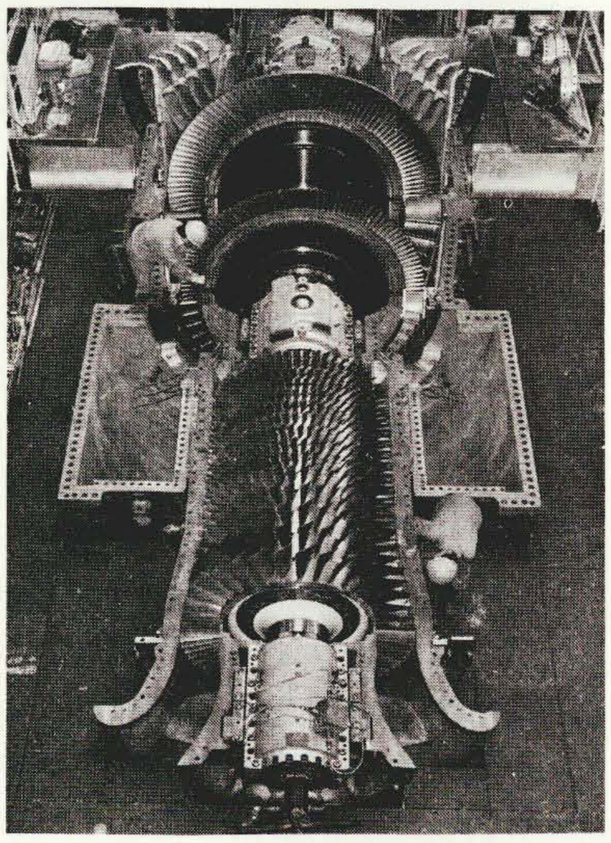


図18　組立中のMS7002形ガスタービン

四国地方最大450MWタービン発電機営業運転開始

四国地方では最大の450MWタービン発電機が，昭和48年4月から営業運転を開始した。本発電機は香川県坂出市に設置された四国電力株式会社坂出火力発電所3号機である（**図19, 20**）。

蒸気タービンのおもな仕様は次のとおりである。

定格出力：450,000kW
形　　式：TC4F-30
回 転 数：3,600rpm
蒸気条件：246kg/cm² g，538/566℃，719.4－727.3mmHg
（マルチプレッシャ復水器）
最終段翼：30in長翼

構造の特徴としては，

(1) 3車室形タービン（HP, IP1体形）としては最大量容機

(2) 中圧初段，第2段ならびに中圧最終段に逆クリスマス ツリー形ダブティルの採用

(3) 中圧初段，第2段にディスク冷却の採用

(4) 低圧初段スチーム スクープの採用

発電機のおもな仕様は次のとおりである。

容　量：500,000kVA
電　圧：22,000V
力　率：0.9
極　数：2
回転数：3,600rpm
水素圧：3.0kg/cm² G
励磁方式：コミュテータレス方式の横軸円筒回転界磁形固定子は直接水冷却，回転子はダイアゴナル フロー ギャップ ピックアップ形水素ガス直接冷却方式を採用している。

さらに最近の環境問題に対応して，低騒音構造としている。

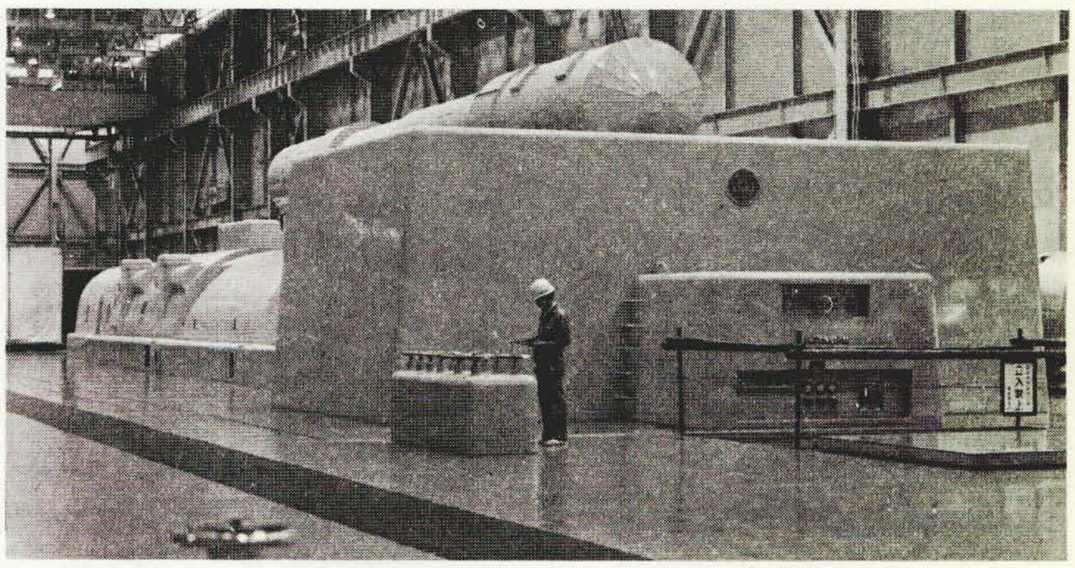


図19　450,000kW タービン外観

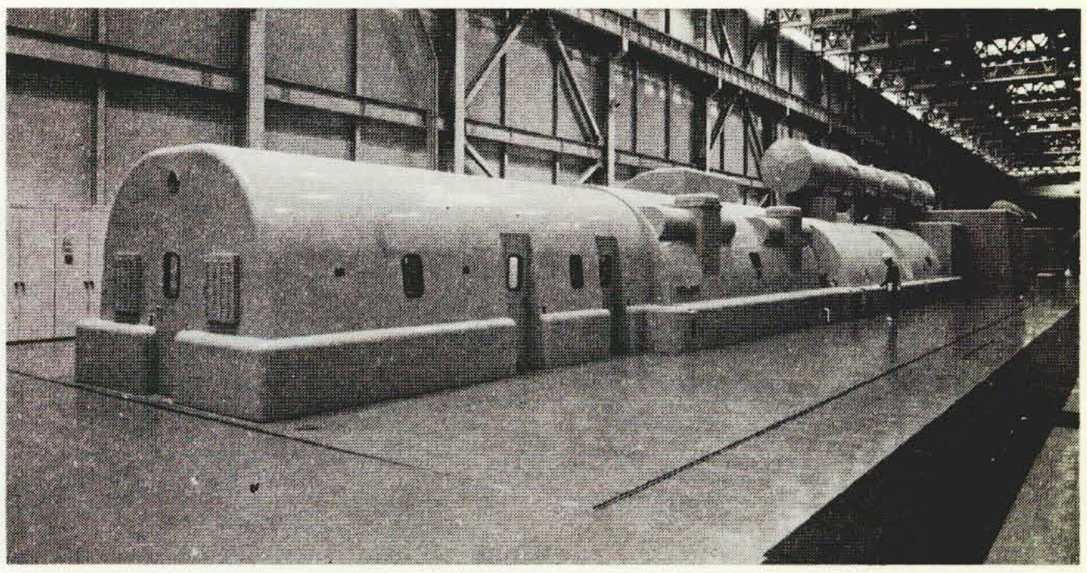


図20　500,000kVA 発電機外観

表5　大容量2軸形ガスタービン（MS7002）計画仕様

		産業機械駆動用				発電用	
		単サイクル		再生サイクル		単サイクル	
						ベース	ピーク
焼料		重油	ガス	重油	ガス	軽油	軽油
出力		60,000HP	65,400HP	57,100HP	63,100HP	46,500kW	51,000kW
熱効率（%LHV）		26.2	27.2	32.1	33.7	26.1	26.3
タービン入口温度（℃）		900	926	900	932	926	982
タービン排気温度（℃）		482	499	482	488	499	538
回転数	高圧タービン	3,600rpm				3,600rpm	
	低圧タービン	3,020rpm				3,000rpm	

注：1．外気条件＝ISO標準状態
2．吸排気のダクト損失は含まれていない。
3．機械駆動用出力はガスタービン軸端HP，発電用は発電端kW

昭和発電株式会社市原火力発電所納め6号機 175MW低圧4流1車室形タービン運転開始

本タービンは世界にも類を見ない，わが国でも初めての低圧4流1車室形のタービンであり，従来175 MW級の標準が3車室であったものを2車室としている。このほど現地据付を終え試運転を完了し昭和48年6月より営業運転に入り，現在好調に運転を続行している(**図21**)。

1．おもな特長

(1)　低圧排気を1車室1軸に20in翼4流を収め，クロスオーバ管を一部低圧車室に内蔵してコンパクトにした。

(2)　高中圧タービンを対向流1軸とし，180度ノズルボックスを採用した。

(3)　本格的発電用タービンとして，初めて電子油圧式制御装置を装備した，制御性および即応性のきわめてすぐれたタービンである。

2．おもな仕様

(1)　形式：くし形衝動再熱式(TC4-20K)

(2)　出力：175,000kW，回転数3,000rpm

(3)　蒸気条件：169kg/cm²G538℃/538℃/722mmHg

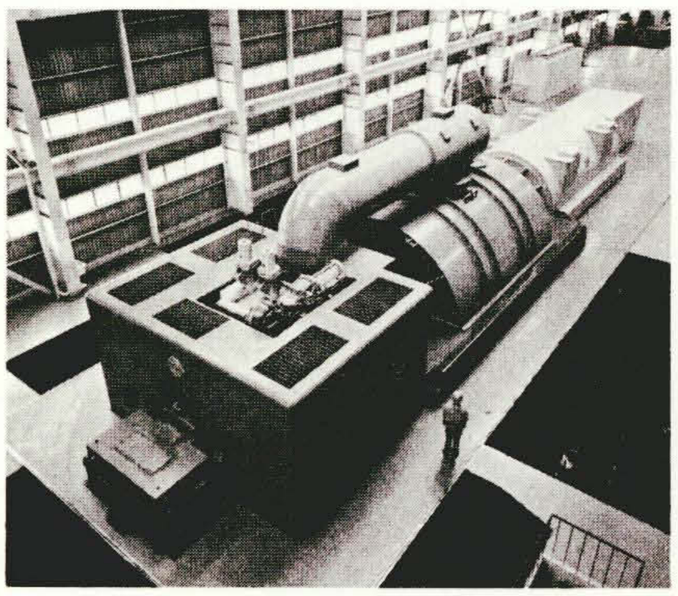


図21　175MW低圧4流1車室形タービン

コンバインド低圧車室形蒸気タービン排気室の開発

日立製作所では大容量蒸気タービンの小形高性能化を進めてきたが，すでに開発段階が済み稼(か)動中の1車室4流タービン(K形タービン)の実績をもとに，今回タービン/ロータにつき，1軸受支持のタービン形式として，タービンの軸長を短縮してコンパクト化することに挑(いど)んだ。この開発では種々の新技術が必要となるが，大部分は従来技術の拡張で解決できるものであり，最大のキーポイントは小形堅牢(ろう)で高性能の排気室の完成にある。この排気室の開発にあたっては，理論と実験との両面から種々の検討が加えられ，その結果，350MW級のタービンの軸長が20%短縮され，重量が10%軽減可能となり，しかも，従来の排気室と同等の性能が保証できる特殊な内部構造の排気室の開発に成功した(**図22**)。

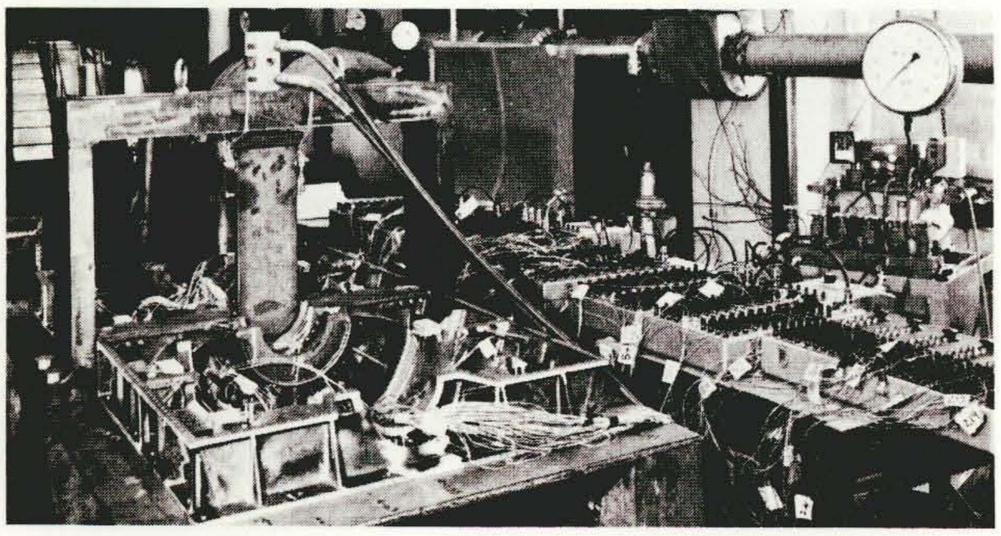


図22　タービン排気室の応力測定状況

東京電力株式会社鹿島火力発電所6号機向け 1,000MW復水器の完成

日立製作所では今回，国内最大容量機である1,000MW発電設備用復水器を工場完成し，現在据付中である(**図23**)。

本機は日立独自の技術により，設計製作された純国産機で冷却面積55,550m²，冷却管(外径31.75φ×1.24t-24,384mm)21,290本のアルミニウム黄銅管と1,550本のキュプロニッケル管で構成されている。

おもな特長は下記のとおりである。

(1)　管板の剛性を高めるため，ドレンバッフルが特殊補強体となる組み合わせの構造を採用した。

(2)　ボイラ給水ポンプタービン排気の導入口部分で流れが整流される整流装置を内蔵させた。

(3)　復水器に導入される流体を一括処理する，四つのフラッシュボックスを胴側に装着した構造である。

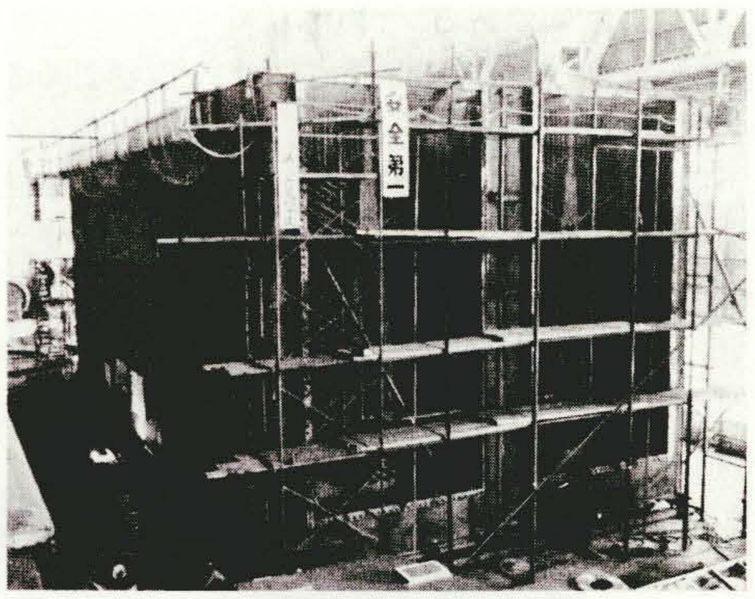


図23　工場組立中の1,000MW復水器の下部胴体

ボイラ起動計算機制御方式の開発

火力プラントの起動のうち，特に正確な運転を必要とするボイラの起動に関し，安全性の向上と運転の自動化を目的とした計算機制御方式を開発した。ボイラの起動のうち，流体の温度および圧力を所定の率で上昇させる過程では，ボイラの特性が大幅に変化するため制御がむずかしい。そこで，ボイラ出口流体温度実測値からボイラの特性変化を推定し，制御系のゲインを自動的に調節するボイラ起動計算機制御方式を開発した。さらに，この方式を四国電力株式会社坂出火力発電所の計算機制御システムへ最初に適用した結果，流体が水から蒸気へ変化する制御の最もむずかしい370～400℃の昇温過程でも温度偏差が5℃以内に収まるなど，起動過程の全範囲にわたり，安定で良好な制御特性が確認された(**図24**)。

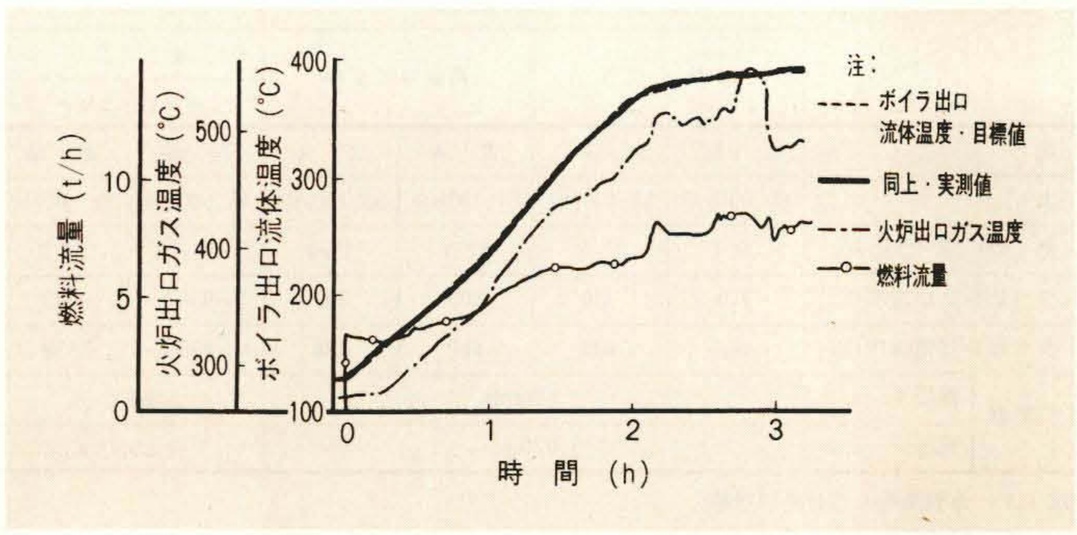


図24　ボイラ昇温制御特性

湿式石灰石-石膏法排煙脱硫装置の監視制御盤を完成

ボイラ排ガス中のSO_2を石灰石スラリーを用いて吸収し石膏を副生し回収する湿式石灰石-石膏法排煙脱硫装置の監視制御盤の1号機が完成した(**図25**)。これは中国電力株式会社との協同研究により水島火力2号罐(かん)用として納入したもので，特長としては，

(1) アナログ制御装置とワイヤードロジック制御装置を有機的に結合し，装置の故障に対して部分的に手動に切り替え運転できるようにユニット化し，信頼度の向上を図っている。

(2) 運用上のトラブルを防止するため操作器具を系統ブロックごとに分け，かつ運転手順に従った配列とし，運転状態をグラフィック盤に表示するなどの考慮を払っている。

(3) 将来，燃料S分の変更に備えてさらに容量アップが可能な設計になっている。

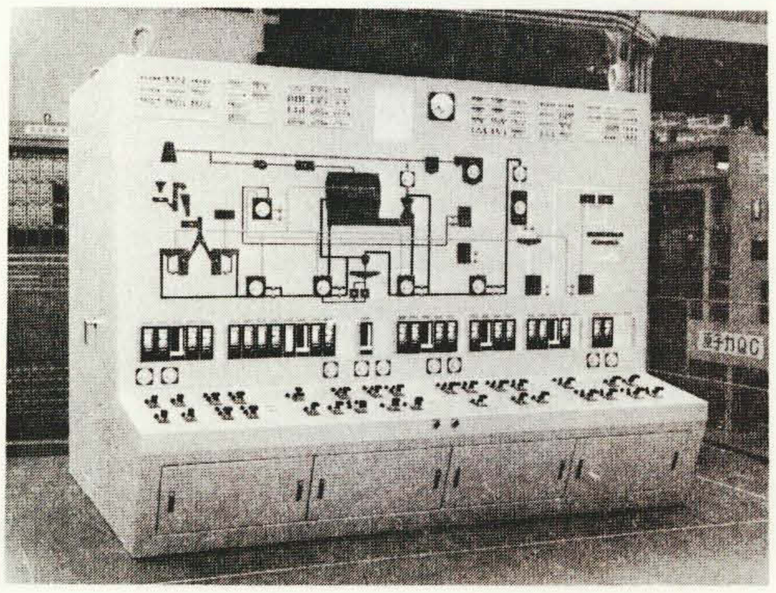


図25　湿式排煙脱硫装置用監視制御盤

75～200kVA標準変圧器新形シリーズの完成

近年，一般市販向け変圧器の仕向け別では特に盤メーカーの需要の伸びが著しい。一部メーカーでは盤用として特殊変圧器が製作されているが，一般的には受け入れられていない。このような情勢の中で，従来の標準変圧器の機能を見直しし，特に盤メーカーの要求仕様を生かすとともに，配電用として要求される性能も満足させ改良したものである(**図27**)。

本変圧器は新形冷却パイプを使用して特に小形軽量化されている。また，従来単体で付属していた温度計，油面計，呼吸口の三つの機能を一体とした監視装置(特許出願中)を採用している(**図28**)。この装置はそれぞれの方向にも自由に取付け可能で，変圧器銘板とともにカバー上に設置したことにより保守管理が容易になった。また，一次ブッシングは配線接続が上からでも横からでも接続可能なクランプ形を採用しており，パイプターミナルの接続も容易にできる構造になっている。

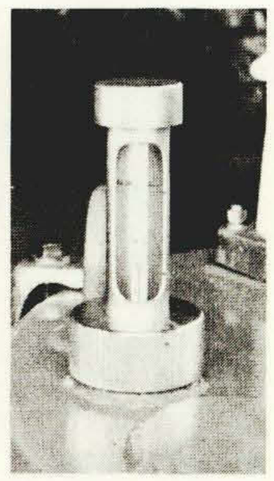


図27　3φ 75kVA新形変圧器(左)
図28　監視装置(右)

送変電機器

500kV級変圧器の完成

大電力長距離輸送の必要性から，わが国においても昭和48年に500kV送電が開始された。日立製作所は500kV級変圧器として，東京電力株式会社納め1,000/3MVA単巻変圧器，関西電力株式会社納め640MVA変圧器および1,000/3MVA単巻変圧器などを完成し，さらに1,000／3MVA単巻変圧器，750／3MVA変圧器を製作中である(**図26**)。これらの変圧器は防塵(じん)，絶縁物の非破壊検査，絶縁処理法など，確立された品質管理および品質保証体制の下に製作されている。納入変圧器の製作に先だちパルプモールド，油の含浸性の良い絶縁筒などの新材料を開発し，巻線，高圧リード線，ブッシングなどの要素試作で特性の確認を行なうとともに，実器試作により諸特性の検証試験を行なった。また，試作変圧器を用いて工場出荷後の輸送，組立作業の模擬を行ない，品質保持のための現地作業基準を確立した。

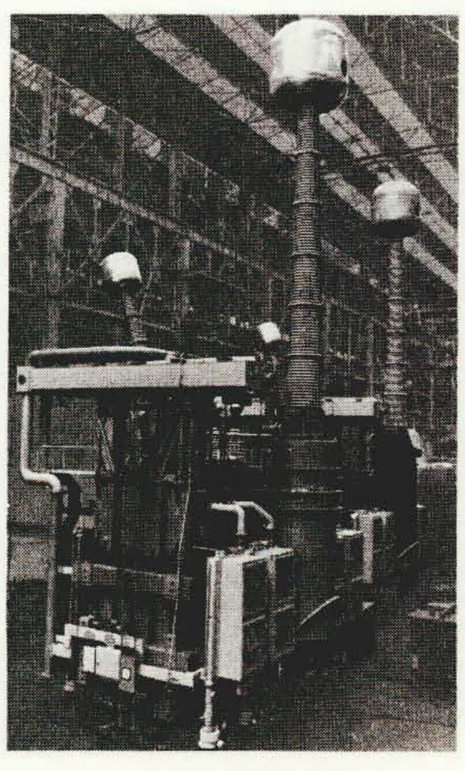


図26　525kV 1,000/3MVA単相単巻負荷時タップ切換変圧器

大容量パッファ形2サイクルガスしゃ断器

電力系統の増大とともに，高信頼度で小形，高性能のガスしゃ断器の開発が要求されている。従来，超高圧系統には二重圧力形ガスしゃ断器が採用されてきたが，二重圧力形ガスしゃ断器はパッファ形ガスしゃ断器に比較し，ガスコンプレッサなどの付属品を必要とするほか，部品点数が多いなどの欠点を有している。今回，軸方向同期吹付方式の消弧室の開発と併行して，3サイクルガスしゃ断器の制御弁をさらに高速化した高速度操作器の開発により，わが国初の2サイクルパッファ形ガスしゃ断器の開発に成功した。本器は昭和48年7月に九州電力株式会社川内変電所へ納入したのをはじめとして，北陸電力株式会社加架開閉所向け7台ほか多数を受注している(**図29**)。

おもな特長

(1) 開極時間15ms

(2) 部品点数半減（同一定格二重圧力式に比べ）

(3) 軸方向同期吹付方式の採用

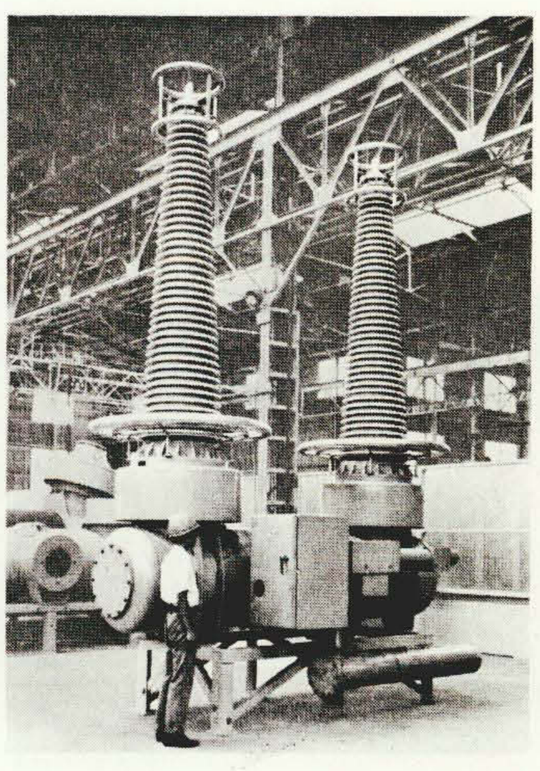


図29　形 OFPT-250-40L，式 PAR　300kV 40kA 4,000A 2サイクルパッファ形ガスしゃ断器

420kV 避雷器の完成

わが国の送電系統も近年の電力需要の増大に伴い，275kV超高圧送電の時代から 500kV 超々高圧送電の時代にはいった。 500kV系統用避雷器は500kV送電機器の絶縁レベル決定の根幹となるもので高性能な保護レベルを必要とする。すなわち， 275kV系統に比べ，
定格電圧と系統の最高許容電圧の比が従来の約90%避雷器に対し，約80%と低減されている。また雷および開閉インパルスの保護特性は定格電圧に対しそれぞれ2.9倍および2.6倍で従来の避雷器より約10%低く押えており，かつ放電電圧の下限値も規定されているので過酷な仕様となっている。日立製作所では汚損度0.01mg/cm²用および0.03mg/cm²用の耐汚損形避雷器を同時に開発し，昭和48年9月に関西電力株式会社奥多々良木発電所に納入したのをはじめ，引き続き多数製作中である(**図30**)。

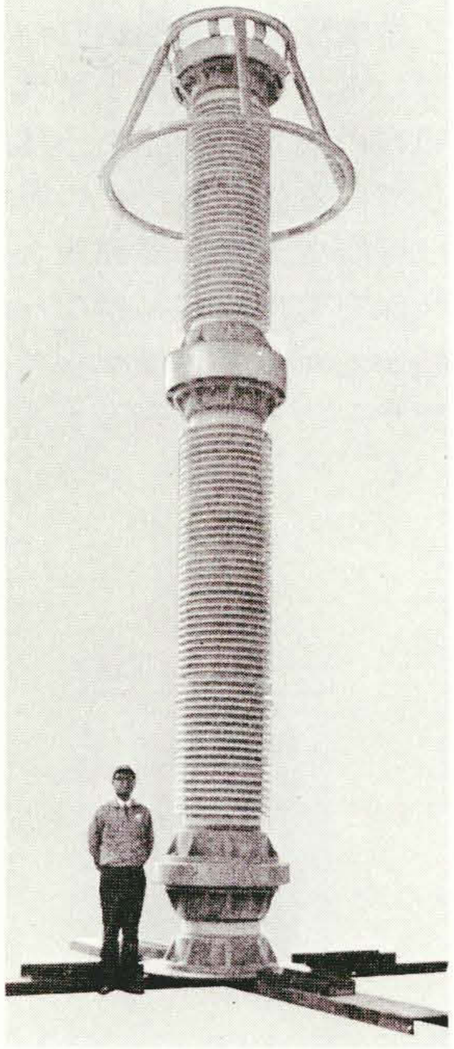


図30　ODBRI-200P形 420kV避雷器

60kV 閉鎖配電盤

近年，ビルの大形化に伴い使用電力が増大し，60/70kV級のビル専用受変電設備が必要になってきた。日立製作所は従来，屋内開放形が普通であったが，変電室の縮小および保全性を考え60kV単位閉鎖配電盤を開発し，今回某ビルに納入した(**図31**)。おもな仕様は次のとおりである。

(1)受電方式：ループ受電　(2)形式：JEM-1153準F_1級　(3)バンク容量：10MVA2バンク　(4)構成：6面　(5)定格電圧電流：69kV，1,200A　(6)絶縁階級：60号　(7)寸法：全長24.9×高さ5×奥行3.7(m)(受電盤のみ6.5m)

また，おもな特長は次のとおりである。

(1)SF_6ガスしゃ断器，回転形断絡器を組み合わせて，従来方式に比べ床面積比47%に縮小した。(2)工場で完全組立て試験を行なって発送するための信頼度が高く，現地工事期間を大幅に短縮できた。(3)しゃ断器は一般には固定式であるが，搬出可能なローラタイプ構造として保守点検を容易にした。

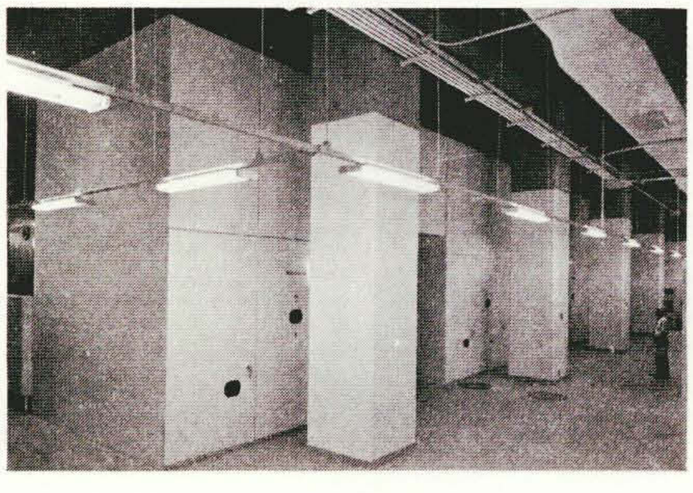


図31　60kV 10MVA2バンク特高閉鎖配電盤

力率調整用交流制御サイリスタ装置

アーク炉，圧延機などの電力変動が大幅でかつ急しゅんな負荷に対して電力系統の電圧変動を避けるために，無効電力変動を減少させることが必要となってくる。

交流制御サイリスタ装置は，進相コンデンサと並列に接続されるリアクトルの電流を負荷の変動に応じてサイリスタの位相制御により制御するもので，電源からみた負荷の力率を自動的に一定の範囲に保つことができる。

サイリスタを使用することにより，速応性，信頼性のすぐれた制御を行なえるのが特徴である。

図32はその例として20.1MVA変流制御サイリスタ装置の外観を示すものである。

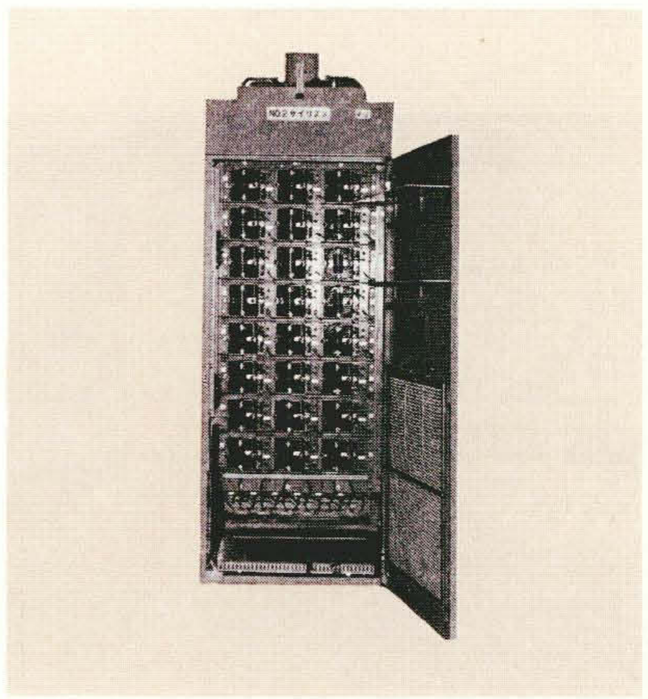


図32　20.1MVA 交流制御サイリスタ装置

125kV 1,200A 油浸形サイリスタバルブの完成

世界最大級の出力を誇るCA02(4,000V 800A)形サイリスタを120個直列接続し，125kV 1,200A油浸形サイリスタバルブを完成した(**図33**)。

本バルブは，耐震性，妨害電磁波対策に有利な接地タンク方式とし，また直流絶縁特性のすぐれた複合絶縁構造を採用した。ゲートパルス増幅部はタンク外に設置し，保守，点検を容易にした。寸法的にも，従来の風冷形サイリスタバルブと比較して出力あたりの容積比は約¼と小形である。

工場試験後，電源開発株式会社佐久間サイリスタ変換装置試験所にて，既納の風冷形サイリスタバルブと組み合わせ，50⇄60Hz異周波連系用として長期信頼度実証試験を実施中で，きたるべき大容量直流送電の本格化に備えている。

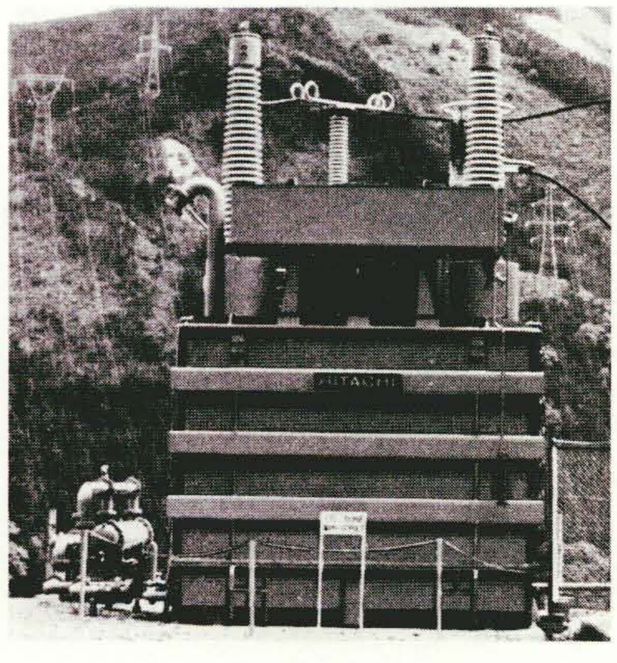


図33　油浸形サイリスタバルブ(125kV 1,200A)

系統制御

データ交換業務を含む総合自動給電システム関西電力株式会社で運転を開始

関西電力株式会社では昭和41年にディジタル計算機による自動給電システムの運転を開始したが，その後の系統拡大に対処するため，このたび本システムを拡大した第二次自動給電システムを完成し運転を開始した(**図34**)。本システムのおもな特長は次のとおりである。

(1)　日立製作所の制御用計算機HIDIC 100を中心としたCRTシステムにより，系統状況の把(は)握を容易にする。

(2)　制御用計算機HIDIC 500をデータ交換装置として使用し，多数の電気所の情報を処理する。

(3)　従来，火力発電所のみであったオンライン制御の対象として，水力発電所を加える。

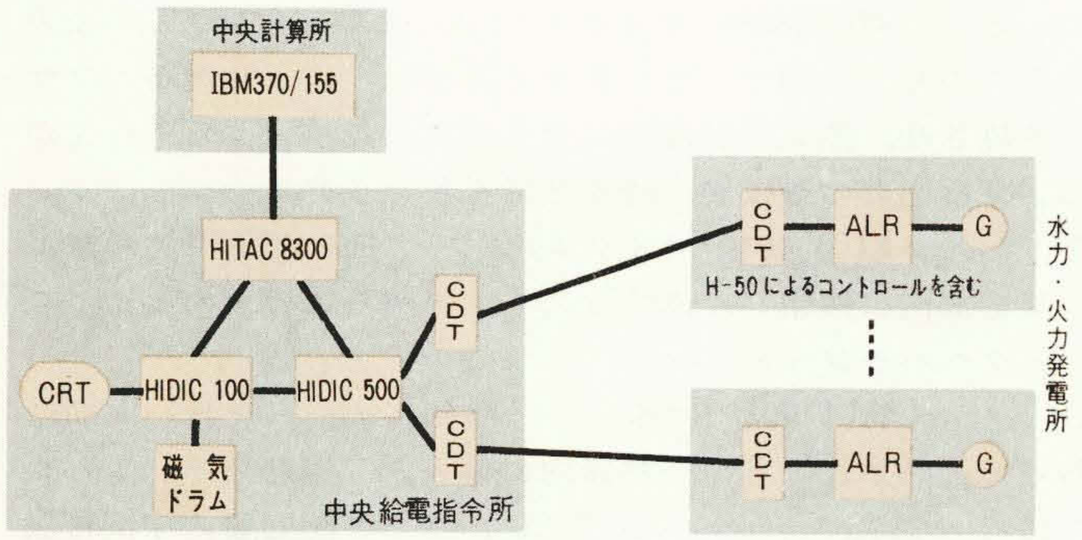


図34　自動給電システムの構成

電力系統総合自動化二次系統システム完成

日立製作所は東北電力株式会社に対し，同社の電力系統総合自動化の一環として中央給電指令所にHITAC 7250, HIDIC 100×3台を，集中制御所にHIDIC 100計算機システムを納入してきたが，これらを総合した電力系統制御を実現させるため，青森二次系統制御所にHIDIC 500計算機システムを納入，世界に類をみない電力系統ハイアラキ システムを完成した(**図35**)。ハードウェアのおもな構成機器は，(1)HIDIC 500中央処理装置(コア32k語)，(2)コンソール入出力装置，(3)磁気ドラム記憶装置(1,024k語)，(4)カラーCRT，(5)メッセージ伝送装置，(6)データ交換装置，(7)プロセス入出力装置，(8)ロギングタイプライタ(2台)，(9)ラインプリンタ，(10)結合装置，(11)オペレータ コンソールである。

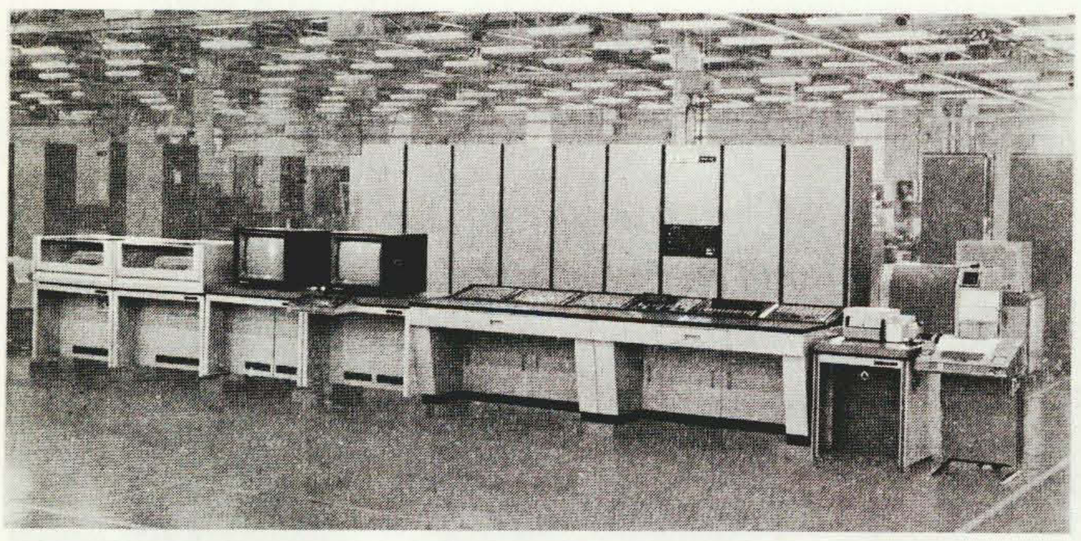


図35　東北電力株式会社青森二次系統制御所納め
HIDIC 500システム全景

系統保護

超々高圧送電線用後備保護継電装置の開発

電力系統，特に主幹系統は需要の増大に伴い長距離，大容量送電の傾向がますます強くなってきた。

そこで主幹系統の保護は，電力供給の安定性を十分維持できるための信頼性と事故検出感度が要求され，従来方式に比べて飛躍的な性能向上を図ることが必要になった。

特に題記の後備保護継電装置は，主保護のバックアップとして広範囲にわたる保護を受け持つため，従来の事故検出原理では負荷電流の影響が大きく，所望の保護機能が満足できなくなるケースも考えられるようになってきた。

本装置は，今後増大する長距離，重負荷送電線での適用はもちろん，構造面においても高信頼性，小形化を重点において，東京電力株式会社との共同研究により開発したものである。

図36は実用化試験用に試作した本装置の外観を示すものである。本試作装置は昭和48年4月より東京電力株式会社新京葉変電所において実用化試験を実施しているが，すでに数件の正規動作を記録し，実用化への実績を固めつつある。

以下に，本装置のおもな特長を述べる。

(1)　主継電器には負荷電流の影響を受けない新しい距離測定原理として，電圧，電流の逆相成分を使用したことにより重負荷送電線においても正確な距離判定ができる。

(2)　フェールセーフ用事故検出継電器として，常時の負荷電流に応動しないものとして，電流の急変値のみに応動する変化幅過電流継電器と，逆相電圧，電流を入力とする逆相方向継電器を新たに開発し，高感度化を図った。

(3)　装置自体の不良を監視できるように自動点検，常時監視機能を内蔵しており，動作信頼度の向上ならびに保守，点検の省力化を図った。

(4)　主継電器，ロジック回路とも集積回路(IC)の実装，ラック構造の採用により盤面スペースを1面に縮小した（従来の半減化)。

(5)　トリップ回路にはサイリスタを採用し，無接点，無保守化を図った。

なお本後備保護継電方式の構成は下記のとおりである。

事故種別および保護継電器の構成

三線短絡：　*電流変化中継電器＋正相距離継電器＋タイマ

二線短絡：　*逆相方向継電器＋{ *逆相距離継電器＋タイマ

地　　絡　　*逆相距離継電器＋タイマ

注：＊印は新開発継電器を示す。

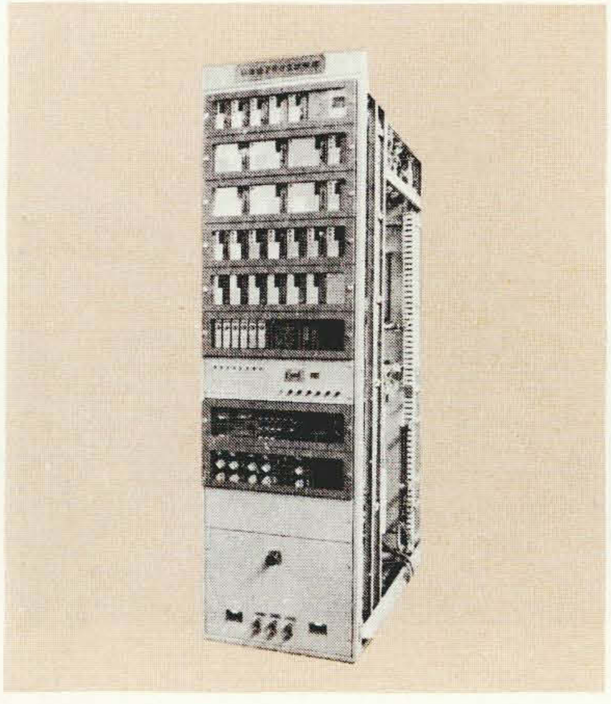


図36　超々高圧送電線用
後備保護継電装置

化学プラント

1,400 t/d 二重接触式硫酸プラント

日本鉱業株式会社佐賀関製錬所第2自溶炉建設に伴う一環として日立製作所は，自溶炉廃熱ボイラ以降硫酸製造プラント一式を納入し，昭和48年4月本運転開始以来，現在順調に稼(か)動中である(**図37**)。

本プラントは1,400 t/d 硫酸製造設備でわが国最大級のものであり，日本鉱業株式会社の経験を基本技術に日立製作所で鋭意設計製作されたものである。

本プラントは自溶炉および転炉における銅製錬(れん)過程で発生するSO_2ガスを原料としているが，設計計画にあたり鉱石性状，運転ロードの変動，大形化に伴う種々の問題点，総合SO_2回収率などに対して十分な検討を行ないこれに対処した。腐食に対する新材質の開発採用，ロード変動に対するガスミキシング方式，二重接触式転化器の採用，振動音対策などはこのプラントの成果として特筆できる。

特にガスミキシング方式の採用は，既設備を含めロード変動に対するプラントへの安定ガス供給の役めを果たし，プラント全体の運転に大幅な融通性を与えた。

また二重接触式転化器(ルルギ式)は従来の単一接触式に比べ，SO_2からSO_3えの転化率が99.6%以上と高く，また実運転も設計値を十分満足する好結果を得ている。

上記方法は転化途上において反応したSO_3ガスを吸収させ，残りSO_2ガスについて反応平衡をSO_3サイドに移行させることで総合転化率を上げている(**図38**)。

今後とも，このプラントの技術を基に時代に即応できる技術解析，開発を進めたいと考えている。

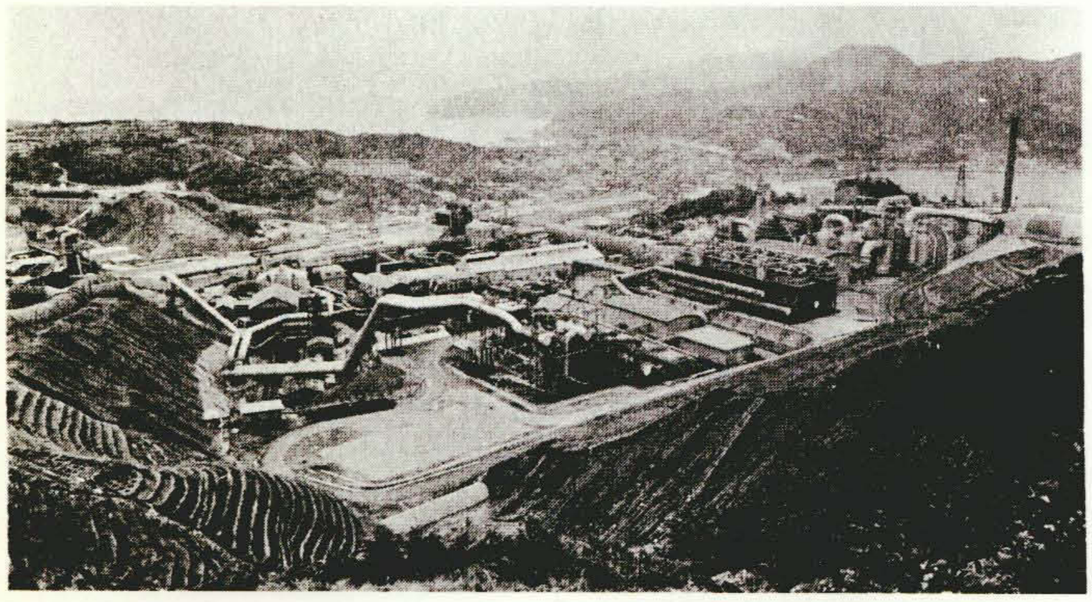


図37　日本鉱業株式会社佐賀関製錬所　1,400t/d硫酸プラント全景

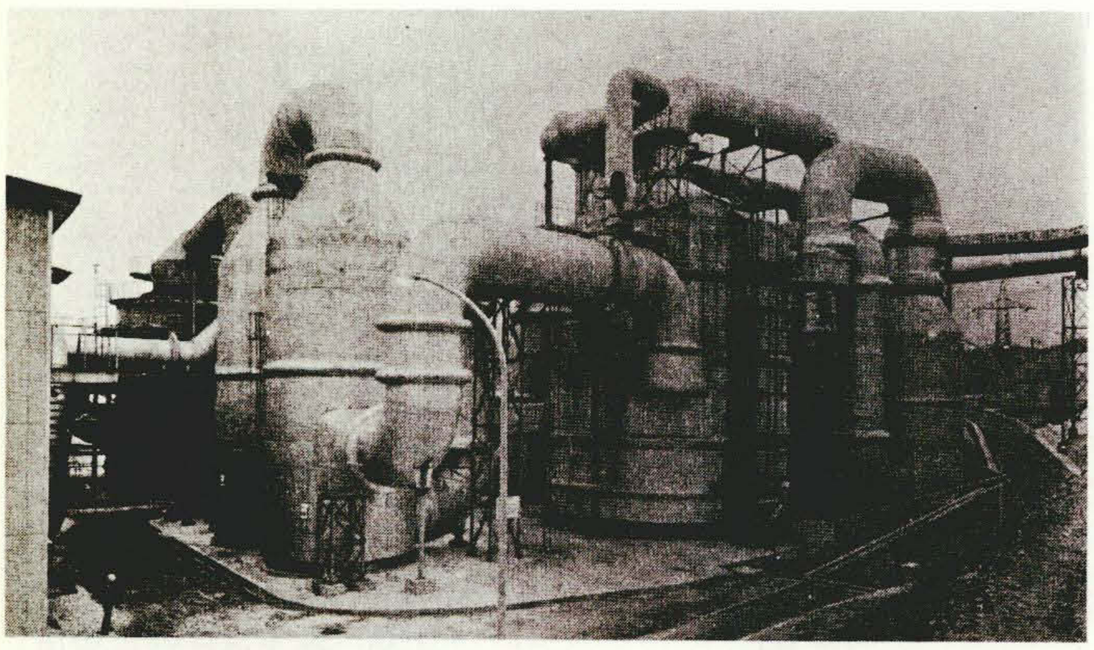


図38　転化設備

東京瓦斯株式会社納め都市ガス製造プラント

日立製作所は昭和47年東京瓦斯株式会社大森工場向けに新しい技術を適用した都市ガス製造プラントを納入し，現在好調に運転されている。これに引き続いて，同社豊州工場向けに，都市ガス製造プラントを受注し建設した(**図39**)。そのプロセスは，大森工場に納入したものとはプロセスが異なり，原料ナフサをサイクリック方式にて都市ガスを製造するもので，プラント容量は，製造ガス2,300kcal/Nm^3換算で2,200,000Nm^3/dと，サイクリック方式の都市ガス製造プラントとしては，世界最大容量のものである。サイクリック式ナフサ改質装置は日立製作所として初の経験であるが大形化のための各種テストを実施した。

本サイクリック方式は，下記の四つのステップのくり返しにより構成され，1サイクルは3分間で行なわれるよう設計されている。

(1)　ヒート期(約80秒/サイクル)：メーク期において必要な熱量をこのヒート期で，ヒートオイルバーナにより燃料ナフサを燃焼させ，蒸気予熱器内に充てんされたチェッカーれんがおよび反応器の触媒層に所要熱量を蓄熱させる。

(2)　パージ期(約10秒/サイクル)：ヒート期に蒸気予熱器および反応器内に残留した燃焼ガスを，スチーム導入によってスタックへパージする。

(3)　メーク期(約90秒/サイクル)：飽和スチームをヒート期において蓄熱された蒸気予熱器内に導入し，過熱スチームとした後その過熱スチームは，蒸気予熱器と反応器の中間に設けられたメイクオイルバーナからの原料ナフサを混合気化し反応器内に充てんされ，かつヒート期において蓄熱された触媒層でスチームとナフサの改質反応が行なわれ都市ガスを製造する。

(4)　パージ期(約10秒/サイクル)：次のヒート期に入る前に，メーク期において残留した都市ガスをスチームにてスタックへパージする。

本プラントにおいて，ヒート期にて使用されるヒートオイルバーナは，ナフサ燃焼のバーナとして1本あたりの燃焼負荷が，4,500万kcal/hで，世界最大容量の規模を持つものである。また本設備が東京都内に設置されるため，都条例の公害対策の一貫として，画期的大規模なプラント全体の騒音防止対策を施工した。騒音防止対策の施工は今後あらゆる設備に必要となるものであり，この実績は高く評価されよう。

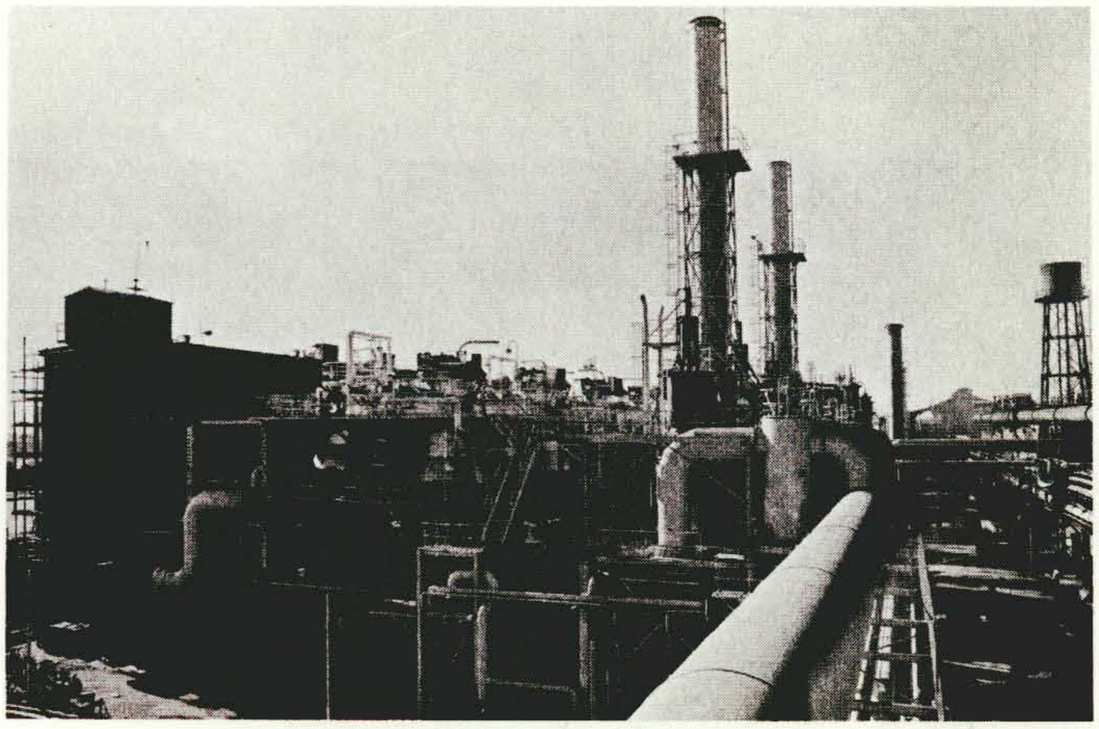


図39　東京瓦斯株式会社納め都市ガス製造プラント

ソ連邦向けＡＢＳ樹脂プラントの完成

旭化成工業株式会社から昭和43年５月に受注したソ連邦向け20,000t/ aのＡＢＳ樹脂製造プラント(略称：ＳＡＢプラント)が，建設地ウズラバヤにおいて完成し，昭和48年６月の引渡し保証運転に合格，ソ連邦に引き渡され現在好調に運転中である。

ＳＡＢプラントは旭化成工業株式会社・旭ダウ株式会社において開発された旭プロセスとも称すべきもので，最大の特長は常圧の連続重合にある。したがって運転が安全，容易であり，大量生産向きのプラントで製品コストも低減できる。ＳＡＢプラントは，ラテックスプラント，ＡＢＳ重合プラント，仕上げプラントなどのほか廃液処理，パイロットプラントなどの付帯設備から構成されており，耐低温衝撃性，耐熱性など特色ある多品種の製品を生産することができる。ソ連邦向け初のＡＢＳ樹脂は，自動車部品をはじめ各種の用途に使用されることになろう。

日立製作所が受注した範囲は，ＳＡＢプラントの

(1)　エンジニアリング業務

(2)　機器の製作および現地工事用資材の調達業務

(3)　現地建設工事のためのアドバイザーの派遣　である。

エンジニアリング業務の遂行にあたって，日立製作所はエンジニアリングチームを編成し，昭和43年６月より作業開始プラントの基本計画，機器設計，現地工事の詳細設計まで一貫したエンジニアリングを行ない，現地の特殊事情(気象，通風暖房，プレハブ工場，地形，法規など)に適した合理的なプラントとした。

大形培養プラントの完成

日本化薬株式会社から昭和45年10月に受注した高崎新工場の抗生物質培養プラントが完成し，現在順調に稼(か)動中である(**図39**)。日立製作所は抗生物質培養プラントの豊富な経験を生かして，全体エンジニアリング，プロセスおよび付帯設備の各種機器製作，現地工事を担当した。

本プラントの特長は下記のとおりである。

(1)　最適設計により培養槽(そう)の攪拌(かくはん)動力を大きく設定した。

(2)　各工程の連続化を大幅に採用し，合理的なプラントとした。

日立製作所はエンジニアリングにあたって特に安全と公害に留意し，絶好の自然環境を維持するように努めた。本プラントはアメリカ・ＦＤＡの厳重な審査に合格し，皮ふガンの特効薬ブレオマイシンの生産，輸出にも貢献している。

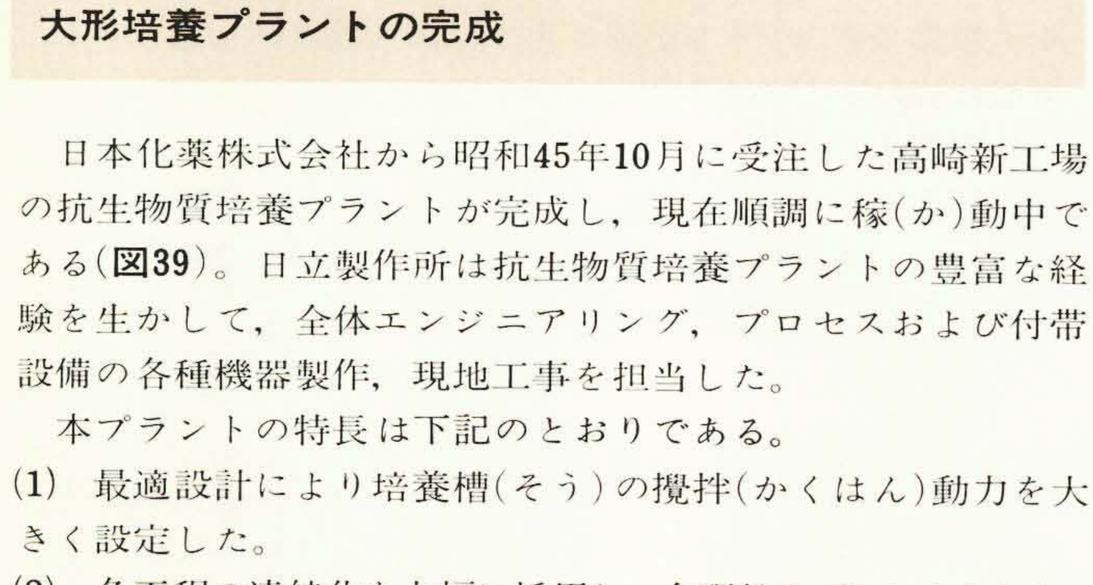
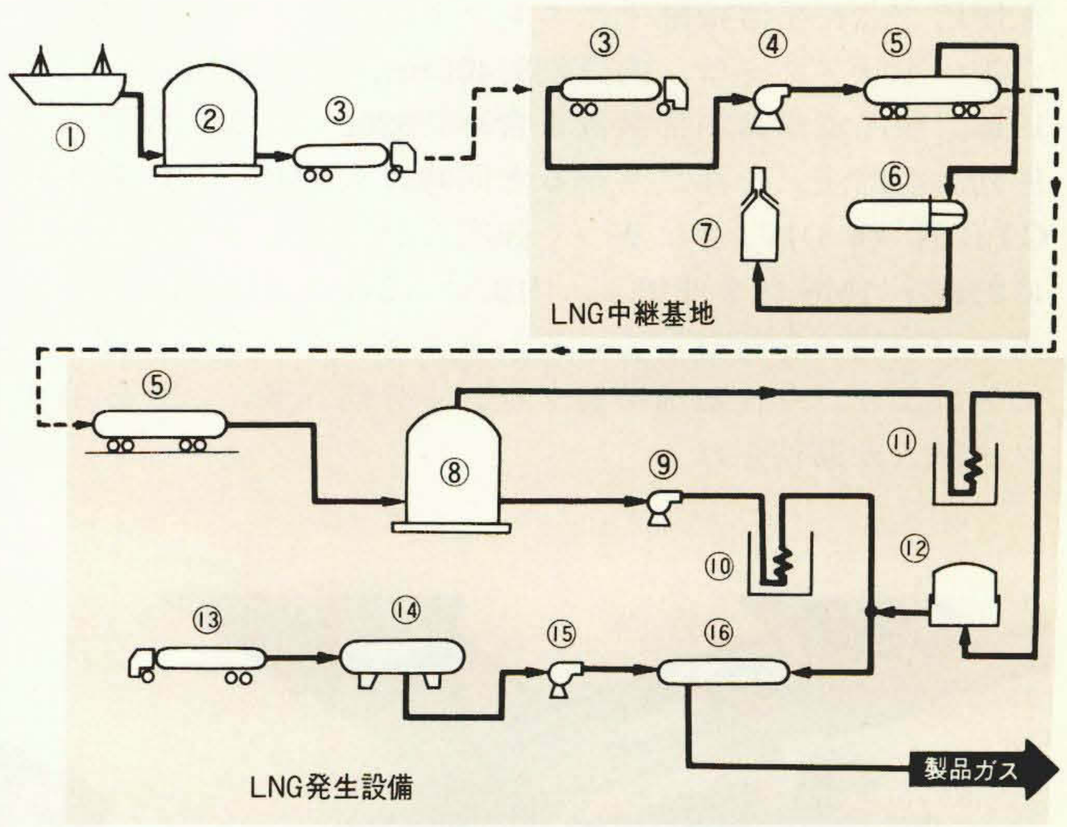


図40　日本化薬株式会社高崎工場納め培養プラント

東京瓦斯株式会社納め ＬＮＧ中継基地およびＬＮＧ発生設備の完成

ＬＮＧ(液化天然ガス)は無公害エネルギーとして近年脚光を浴び，急激にその需要は伸びようとしている。昭和48年４月および７月におのおの完成をみたＬＮＧ中継基地とＬＮＧ発生設備は，ＬＮＧの受入基地から遠く離れたところにある地方都市のガス需要を充足させるために設けられたものである。これら基地，設備の中心となるものは，ＬＮＧ貯槽(そう)であるが，650 t 貯槽の現地構築に際しては，日立独自のスパイラル工法を採用し，溶接品質の安定した高信頼性の製品を完成納入した(**図41，42**)。またＴＯ-プラントでつちかわれた低温技術を駆使して設計された独特の保冷基礎は，性能的にもすぐれたもので，貯槽の蒸発率も一般に言われている数字よりも10%程度低い。

図41　LNG発生設備の中心機器であるLNG貯槽



注：① LNG輸送船
② LNG貯槽
③ LNGタンクローリー
④ LNG移送ポンプ
⑤ LNGタンク車
⑥ ボイルオフガス加熱器
⑦ ガス焼却炉
⑧ LNG貯槽
⑨ LNGポンプ
⑩ LNG蒸発器
⑪ ボイルオフガス加熱器
⑫ ガスホルダー
⑬ LPGタンクローリー
⑭ LPG貯槽
⑮ LPGポンプ
⑯ 混　合　器

図42　LNG中継基地およびLNG発生設備系統図

全自動高純度窒素製造装置の完成

全自動高純度窒素製造装置（ＡＰＮプラント）は，空気分離装置の豊富な経験と実績をもとに開発した新製品で，その開発第１号機をこのたび東洋紡績株式会社岩国工場に納入し，現在好調に営業運転を続けている（**図43**）。

本プラントのおもな特長は下記のとおりである。

(1)　プラントの心臓部ともいうべき膨張タービンに国産としては初めての大形気体軸受式膨張タービンを採用した。

(2)　プラント起動から停止までの一連の操作を自動化した。

(3)　プラント構成機器を機能ごとにユニット化し，工場であらかじめパッケージに組み立てて納入し，現地据付の簡略化に大きな成果をあげた。

機器のおもな仕様は下記のとおりである。

モデルNo.：ＡＰＮ-15

製品窒素：500Nm^3/H

純度99.9999%N_2,

圧力最大８kg/cm^2 G

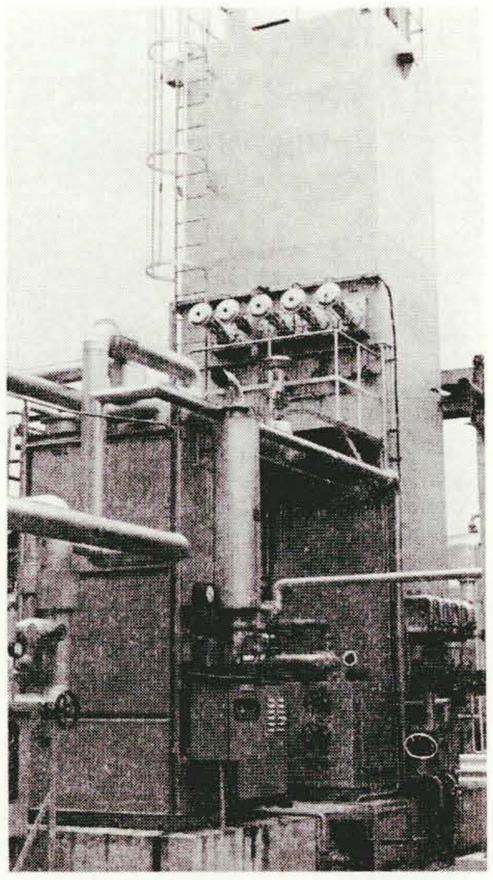


図43　全自動高純度窒素製造装置

直接脱硫用リアクタ現地へ発送

このたび，重油直接脱硫用リアクタを製作し某社に納入した（**図44**）。この種リアクタとしては国内で初めて胴体に板材を使用し，長手溶接継手にエレクトロラスグ溶接を採用している。本リアクタは，内径約3,400mm，板厚181mm，全長 約19m，製品重量は内部装置を含め約320t である。設計は「高圧ガス取締法」を満足させると同時にASME CODE SECTION Ⅷ DIV. 2 に基づく強度設計を行なっている。本体は2¼Cr 1Mo 材を使用し，内面には347タイプのステンレスオーバーレイを行なっている。本リアクタの製作を行なったことにより，今後石油精製プラント分解へ多くの脱硫用リアクタ納入が期待される。

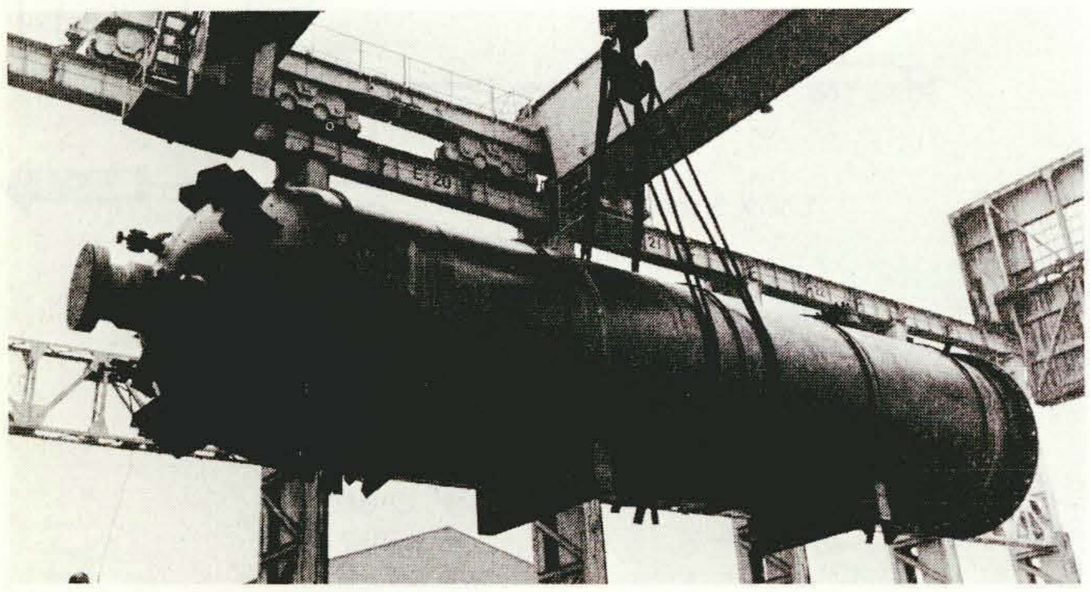


図44　工場から出荷中の脱硫リアクタ

ポリプロコポリマー溶剤回収装置用新形日立ＶＬ蒸発器を完成

遠心薄膜蒸発器である日立コントロ装置によるポリプロ溶剤回収装置は，昭和44年本誌技術の成果号で紹介され，現在では国内すべてのポリプロメーカーで数十プラントの日立コントロ装置による溶剤回収装置が稼（か）動中であるが，最近に至りポリプロコポリマーのようなポリマー粘度が200℃で10,000Ｐにも達する高粘度のポリマーをも処理しなければならなくなって，より高度の蒸発器を要望する気運になってきたため日立製作所では先に開発された遠心薄膜蒸発器の一種である日立ＶＬ蒸発器に着目し種々のテストを行ない，今回の新形日立ＶＬ蒸発器の完成に至った（**図45**）。

日立ＶＬ蒸発器はもともと高粘度物処理用に開発された遠心薄膜蒸発器であり，撹拌（かくはん）羽根の先端を切欠き回転方向へ折り曲げ，回転により処理液に送りの分力が働くようにしたものであり，自然落下では流れにくいような高粘度の処理液をも押し流すことのできることを特徴とした遠心薄膜蒸発器である。しかしながら10,000Ｐにも達する高粘度のポリプロコポリマーは流動性が非常に乏しく，餅（もち）状のものであるため，遠心力と撹拌羽根により薄膜に押し広げるには非常に大きな力を必要とする。したがって各部分部分に十分な配慮が必要で，この新形日立ＶＬ蒸発器はポリプロコポリマー用として，特に次のような考慮が払われている（**図46**）。

(1)　濃縮物であるポリマーと蒸発した蒸気はともに並流で下部より取り出される。

(2)　撹拌羽根の先端はポリマーから受ける反力をやわらげるよう工夫されている。

(3)　下部軸受は高温であり荷重も大となるため，特に潤滑システムに注意が払われている。

(4)　駆動装置はプーリ駆動を止め，減速機直結構造である。

概略仕様は下記のとおりである。

伝熱面積：10m^2

設計圧力：

本　　体　1.9kg/cm^2 G

ジャケット　65kg/cm^2 G

設計温度：

本　　体　350℃

ジャケット　350℃

概略寸法：

1,100ϕ×6,600L

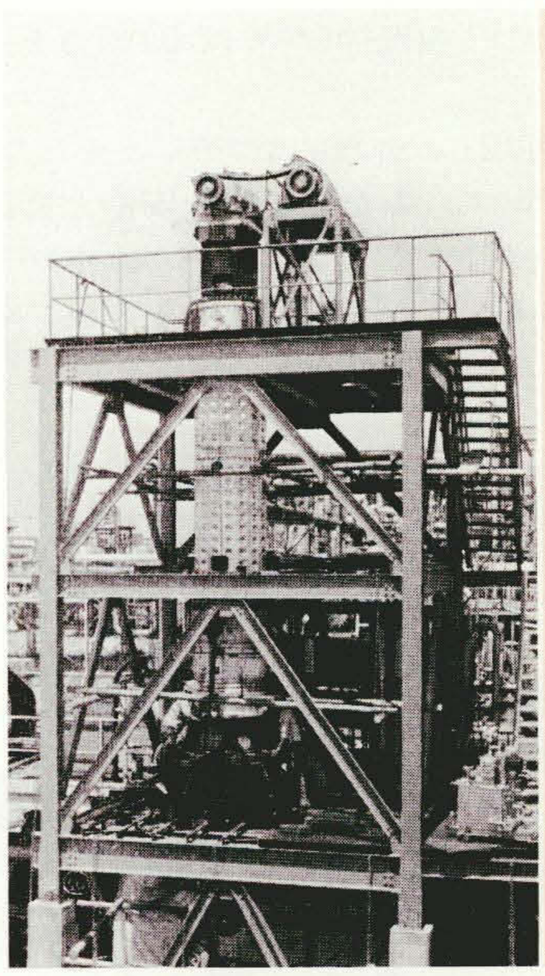


図45　組立中の日立VL蒸発器

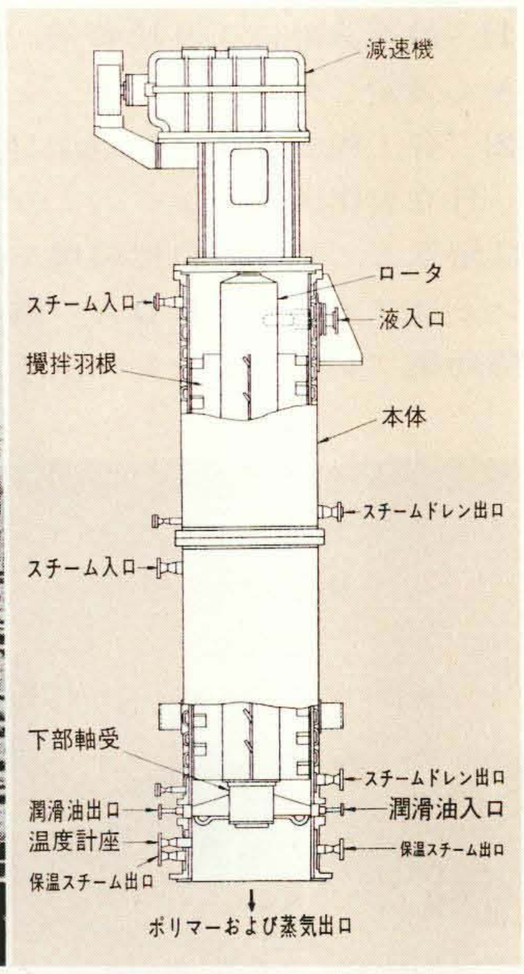


図46　日立VL蒸発器概略図